



วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 29 ฉบับที่ 2 มิถุนายน-กันยายน 2556

คุณภาพซากและเนื้อไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอก

ถนอม ทาทอง สันติสุข วรวัฒนธรรม และ พนมกร ลุนลาน.....99

อิทธิพลของรูปแบบการให้อาหารต่อปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะ

สุภาณี ด้านวิริยะกุล สุเมธี กิตติพงศ์ไพศาล สมเกียรติ ศิลสุทธิ และ นงเยาว์ จันทราช.....107

คุณค่าทางโภชนาและระดับที่เหมาะสมของฝุ่นข้าวโพดจากกระบวนการสีเมล็ดในอาหารโคเนื้อ

สุรพันธ์ ไชยรินคำ และ โชค มิเกล็ด.....117

การวิเคราะห์จำแนกประเภทเพื่อการจำแนกกลุ่มของขนาดฟาร์มโดยใช้ข้อมูลการจัดการฟาร์ม

อรอุมา ทองหล่อ สุภาวดี มานะไตรนนท์ และ อนันท์ เซาว์เครือ.....127

การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของสายพันธุ์ปลานิลที่เลี้ยงในจังหวัดพะเยา

เกตุณภัส ศรีไพโรจน์ รุ่งกานต์ กล้าหาญ พงศ์นรินทร์ เมฆขุนทด และ ทองอยู่ อุดเลิศ.....137

อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารฟิโรโมนเพศสังเคราะห์เพื่อดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผัก

อนุสรณ์ พงษ์มี จิราพร กุลสาริน และ อภิวัฒน์ อีรวฒินกุลรักษ์.....145

ชีววิทยาและความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหารของด้วงถั่ว Callosobruchus imitator Kingsolver

ธวัชชัย ปานสมบัติ และ ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์.....155

การลดกลิ่นของทุเรียนโดยใช้น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากใบกะเพรา

ยุวรัตน์ เงินเย็น วิจิตรา เดชวีระพานิชย์ กนกพร ภาราดามิตร วรัญญา ขาวผ่อง

และ พิมพิลาศ แก่นมัน.....163

ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลพลับพลาพันธุ์ที่ 2 ในบรรพบุรุษที่สุญญากาศ

สรารุณ ศรีวรรณ และ ดนัย บุญเกียรติ.....169

ผลของ 2,4-D และไคเนตินต่อการเกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

จุฑาทิพย์ หนันไชย สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ และ สุชาดา เวียรศิลป์.....177

ISSN 0857-0841

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

เรื่องที่ตีพิมพ์

บทความวิจัย บทความปริทัศน์ หรือบทความวิชาการ

การเตรียมต้นฉบับ

1. ภาษา เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

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

3. การเรียงลำดับเนื้อหา

3.1 ชื่อเรื่อง (Title) ควรสั้น ชัดเจน และต้องสื่อเป้าหมายหลักของการศึกษาวิจัย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

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

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

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

3.5 อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) ให้อธิบายละเอียดวิธี อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 ผลการศึกษาหรือผลการทดลอง (Results) ให้อธิบายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบ ตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

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

3.8 สรุป (Conclusion) ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ หรือ คำขอบคุณ (Acknowledgement)

อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. เอกสารอ้างอิง (References)

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

5.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนมีดังนี้

1) วารสาร (Journals)

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

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

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

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

ชื่อผู้เขียน ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์. เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

จริยา วิสิทธิ์พานิช ชาศรี สิทธิกุล และ เขียวลักษณ์ จันทร์บาง. 2545. โรคและแมลงศัตรูลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 308 หน้า.

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

3) เรื่องย่อในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน และมีบรรณานุกรม

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

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

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

4) วิทยานิพนธ์

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

อภิรักษ์ มณีพชร. 2547. ผลของการใช้ไอโซนต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่น ๆ

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

6) สื่ออิเล็กทรอนิกส์

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

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

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

ดูคำแนะนำรูปแบบในการใช้ภาษาอังกฤษในเนื้อเรื่องภาษาไทย และการส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์ได้ในปกหลัง

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Publisher	Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ/ปี) คือ ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์-พฤษภาคม ฉบับที่ 2 มิถุนายน-กันยายน ฉบับที่ 3 ตุลาคม-มกราคม	Publication	Tri-annually No.1 February-May No.2 June-September No.3 October-January
วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่วิทยาการด้านการเกษตร และสาขาที่เกี่ยวข้อง	Objective	To disseminate academic knowledge in agriculture and related fields
ที่ปรึกษา	คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ รองคณบดีฝ่ายวิจัย และวิเทศสัมพันธ์	Consultants	Dean, Faculty of Agriculture; Associate Dean for Research and International Affairs
บรรณาธิการ	ศ.ดร.สฤษชัย จตุรสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Editor	Sanchai Jaturasitha, Dr.sc.agr., Prof. Chiang Mai University
รองบรรณาธิการ	ผศ.ดร.เกวลิณ คุณาศักดากุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Vice Editor	Kaewalin Kunasakdakul, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University
กองบรรณาธิการ ฝ่ายวิชาการ	ผศ.ดร.สุรินทร์ นิลสำราญจิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รศ.ดร.ณัฐา โพธาภรณ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รศ.ดร.ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รศ.ดร.สุนทร ค่ายอง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.บุศรา ลีมนิรันดร์กุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.เยาวลักษณ์ จันทร์บาง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.ฉันทลักษณ์ ตียายน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.ดร.จิรวรรณ กิจชัยเจริญ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศ.ดร.จรัญ จันทลักขณา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศ.ดร.เมธา วรรณพัฒน์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศ.ดร.อังศุมาลย์ จันทราปัติย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Editorial Board (Academic)	Surin Nilasamranchit, Ph.D., Assist. Prof. Chiang Mai University Nuttha Potapohn, Ph.D., Assoc. Prof. Chiang Mai University Sakda Jongkaewwattana, Ph.D., Assoc. Prof. Chiang Mai University Soontorn Khamyong, Ph.D., Assoc. Prof. Chiang Mai University Budsara Limnirankul, Ph.D., Chiang Mai University Yaowaluk Chanbang, Ph.D. Chiang Mai University Chantalak Tiyyon, Ph.D. Chiang Mai University Jirawan Kitchaicharoen, Ph.D. Chiang Mai University Charan Chantalakhana, Ph.D., Prof. Kasetsart University Metha Wanapat, Ph.D., Prof. Khon Kaen University Angsumarn Chandrapatya, Ph.D., Prof. Kasetsart University

	รศ.ดร.เสวียน เปรมประสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	Savent Pampasit, Ph.D., Assoc. Prof. Naresuan University
	รศ.ดร.วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ มหาวิทยาลัยนเรศวร	Weerathep Pongprasert, Ph.D., Assoc. Prof. Naresuan University
	ผศ.ดร.ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้	Pathipan Sutigoolabud, Ph.D., Assist. Prof. Maejo University
	รศ.ดร.สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร มหาวิทยาลัยขอนแก่น	Suchila Techawongstien, D.agr., Assoc. Prof. Khon Kaen University
	รศ.ดร.เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล มหาวิทยาลัยขอนแก่น	Petcharat Thummabenjapone, Ph.D., Assoc. Prof. Khon Kaen University
	รศ.บำเพ็ญ เขียวหวาน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวิธีราช	Bumpen Keowan, Assoc. Prof. Sukhothai Thammathirat Open University
	ผศ.ดร.เพ็ญพร เจนการกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Penporn Jankarnkij, Ph.D., Assist. Prof. Kasetsart University
	ผศ.ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	Chaiyawan Wattanachant, Ph.D., Assist. Prof. Prince of Songkla University
	รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้	Kriangsak Mengumphan, Ph.D., Assoc. Prof. Maejo University
	ผศ.ดร.เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	Saowakon Wattanachant, Ph.D., Assist. Prof. Prince of Songkla University
	รศ.ดร.ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์	Tawadchai Suppadit, Ph.D., Assoc. Prof. Nida Business School
กองบรรณาธิการ ฝ่ายการจัดการ	นางสาววิไลพร ธรรมตา นางสาวณัฐนันท์ ปารมี นายมานพ เปี้ยพรรณ	Editorial Board Vilaiporn Thammata (Management)Nuttanun Paramee Manop Pearpun
สำนักงานและ การติดต่อ	กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริหารงานวิจัย และวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200 โทร. 0 5394 4089-92 ต่อ 15 โทรสาร 0 5394 4666 E-mail: agjournal@cmu.ac.th	Office and Editorial Board, Journal of Agriculture, Inquiries Division of Research and International Affairs, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand Tel: 0 5394 4089-92 Fax: 0 5394 4666 E-mail: agjournal@cmu.ac.th
การบอกรับ เป็นสมาชิก	บอกรับเป็นสมาชิกได้จากใบบอกรับ รับเป็นสมาชิกท้ายเล่ม หรือติดต่อ กองบรรณาธิการโดยตรง	Membership Apply through the membership form as attached herewith or contact directly to the Editorial Board
กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไข บทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร		The Editorial Board claims a right to review and correct all articles submitted for publishing

บทบรรณาธิการ

สวัสดีครับท่านผู้อ่านทุกท่าน

อุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ของประเทศไทย นับว่าก้าวหน้าและเป็นที่ยอมรับมากขึ้นจากนานาชาติ อีกทั้งได้ทำรายได้จากการส่งออกเข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์ ซึ่งประเทศไทยมีความสามารถแข่งขันได้ 5 อันดับแรกของโลก ส่วนสุกรรวมทั้งผลิตภัณฑ์ ก็สามารถส่งออกเนื้อปรุงสุกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น ซึ่งถือว่าเป็นประเทศที่มีมาตรฐานสูงประเทศหนึ่ง ดังนั้นการผลิตปศุสัตว์ของไทยในระดับอุตสาหกรรมนั้น กำลังก้าวไกลเป็นอย่างดี แต่เราคงต้องไม่มองข้ามผู้ผลิตรายย่อยหรือรายเล็กที่ทำการเลี้ยงสัตว์ตามชนบทที่ถือว่ามีความสำคัญผู้ผลิตมากมาย แต่ผลผลิตที่ได้ไม่สูงมากนัก แต่สามารถใช้บริโภคในครัวเรือนหรือจำหน่ายในตลาดท้องถิ่น ดังนั้นวารสารฉบับนี้จึงมีบทความวิจัยที่ผู้ผลิตรายย่อยและรายใหญ่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

วารสารฉบับนี้ เป็นฉบับที่ 2 ของปีที่ 29 มีบทความวิจัยที่หลากหลาย จำนวน 10 เรื่อง คือ สัตวศาสตร์ 4 เรื่อง ประมง 1 เรื่อง กีฏวิทยา 2 เรื่อง พืชสวน 2 เรื่อง และพืชไร่ 1 เรื่อง ซึ่งบทความเหล่านี้ทางกองบรรณาธิการต้องขอขอบคุณคณะผู้วิจัยทุกท่าน ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ตั้งใจนำเสนอผลงานที่สามารถรับใช้ชุมชนหรือสังคมได้ทุกระดับ

พบกันใหม่ในฉบับหน้าครับ

ศ.ดร. สัญชัย จตุรลัทธา

บรรณาธิการวารสารเกษตร

คุณภาพซากและเนื้อไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอก

Carcass and Meat Quality of Thai Indigenous Chicken Reared by Germinated Rice

ถนอม ทาทอง^{1/} สันติสุข วรวัฒนธรรม^{2/} และ พนมกร ลุนลาน^{2/}
Tanom Tathong^{1/}, Santisook Worawattanatham^{2/} and Panomkorn Lunlan^{2/}

Abstract: The aims of this research were to study on carcass quality and meat quality of Thai indigenous chicken reared by germinated rice. The three group of chicken randomized initial weight between 460 - 540, 541 - 620 and 680 - 760 gram. The experimental design was randomized complete block design (RCBD). Seventy two chickens with two treatments, three block and two replications was raising and fed with germinated rice, paddy and water ad libitum. After feeding trail 84 days, they were slaughtered in order to determine carcass quality and meat quality.

The result showed that the FCR of chicken supplementation with germinated rice was higher than that of paddy grows ($P<0.05$) but ADG was similar ($P>0.05$). The dressing carcass percentage after 1 h p.m. showed that chicken supplementation with germinated rice was lower than that of paddy grows ($P<0.05$). The GABA value storage in breast meat of chicken with germinated rice was higher than that of paddy grows ($P<0.05$). Meat quality in terms of shear force, water loss after storage, lightness, redness and yellowness of breast meat and thigh meat were no difference among treatments ($P>0.05$).

Keywords: Carcass quality, meat quality, germinated rice

^{1/} สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม จ.นครพนม 48000

^{1/} Program in Food Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom Province, Thailand, 48000

^{2/} สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม จ.นครพนม 48000

^{2/} Program in Animal Science, Faculty of Agriculture and Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom Province, Thailand, 48000

บทคัดย่อ: การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกในช่วงน้ำหนักประมาณ 460 - 540, 541 - 620 และ 680 - 760 กรัม วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) มี 2 ทรีตเมนต์ 3 บล็อก แต่ละบล็อกมี 2 ซ้ำ ๆ ละ 6 ตัว ทำการเลี้ยงในคอกที่มีแปลงหญ้าให้ไก่กิน โดยใช้ข้าวเปลือกงอก ข้าวเปลือก และน้ำสะอาดให้กินอย่างเต็มที่ (AD libitum) ทำการเลี้ยง 84 วัน จากนั้นนำมาฆ่าเพื่อวัดคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ

ผลการศึกษาพบว่า FCR ของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีค่าสูงกว่าไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือก ($P<0.05$) แต่ ADG มีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) เมื่อนำมาศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากอุณหภูมิลดลง 1 ชั่วโมง พบว่าไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกสูงกว่าเลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอก ($P<0.05$) ปริมาณสาร GABA ในเนื้ออกไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีค่าสูงกว่าเลี้ยงด้วยข้าวเปลือก ($P<0.05$) ค่าแรงตัดผ่าน ค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น ค่าความสว่าง ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองของเนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกกับเลี้ยงด้วยข้าวเปลือกมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

คำสำคัญ: คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ ข้าวเปลือกงอก

คำนำ

การเลี้ยงไก่พื้นเมืองของเกษตรกรในชนบทปัจจุบันมีการเลี้ยงแบบปล่อยในไร่ นา ปล่อยตามสวนหลังบ้าน โดยให้หาอาหารกินตามธรรมชาติและเสริมข้าวเปลือกหรือปลายข้าวที่ซื้อจากโรงสีขนาดเล็กในท้องถิ่นเป็นครั้งคราว ถ้าเกษตรกรเลี้ยงเป็นจำนวนมากจะเลี้ยงแบบขังคอกแล้วให้อาหารสำเร็จรูปกินเสริมทำให้มีต้นทุนเพิ่มมากขึ้นซึ่ง Tathong *et al.* (2009) ได้ทำการศึกษาคูณภาพซากและคุณภาพเนื้อไก่พื้นเมืองเพศผู้ที่ปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติ โดยการสุ่มจากเกษตรกรรายย่อยของเกษตรกรในจังหวัดนครพนม ซึ่งเป็นฟาร์มที่ลงทะเบียนกับปศุสัตว์จังหวัด พบว่า ไก่พื้นเมืองเพศผู้มีน้ำหนักเฉลี่ยก่อนฆ่าสูงกว่าไก่พื้นเมืองเพศเมีย ($P<0.05$) องค์ประกอบซากของเนื้ออก เนื้อสะโพก ปีกบน ปีกล่าง ไช้โครงกระดูก ข้าง หัว และคอ ของไก่เพศผู้มีน้ำหนักมากกว่าเพศเมีย ($P<0.05$) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักซาก พบว่า เนื้ออก และสันใน ของไก่พื้นเมืองเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าไก่พื้นเมืองเพศผู้ ($P<0.05$) ส่วนเนื้อสะโพก ปีกบน ปีกล่าง ข้าง หัว และคอของไก่พื้นเมืองเพศผู้มีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าไก่พื้นเมืองเพศเมีย ($P<0.05$) ส่วนอวัยวะภายในในส่วนของตับ และลำไส้ของไก่พื้นเมืองเพศผู้มีน้ำหนักสูงกว่าไก่เพศเมีย ($P<0.05$) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักซาก พบว่า ตับ และลำไส้ ของไก่

พื้นเมืองเพศผู้มีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าไก่เพศเมีย ($P<0.05$) ค่าความเป็นสีเหลือง และค่าแรงตัดผ่านเนื้อของไก่พื้นเมืองเพศเมียมีค่าสูงกว่าไก่พื้นเมืองเพศผู้ ($P<0.05$) ตามลำดับ

ข้าวเปลือกงอก (germinated rice) เป็นข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการทำให้งอกก่อนหว่านเมล็ดข้าวปลูกในนาข้าว ตามปกติในข้าวเปลือกจะมีสารอาหาร เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดไขมัน วิตามินซี วิตามินอี ฯลฯ เมื่อน้ำแทรกเข้าไปในเมล็ดข้าวเปลือก จะทำให้เกิดสภาวะเจริญเติบโตมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี โดยเอนไซม์ภายในเมล็ดข้าวเกิดการทำงานเมื่อเมล็ดข้าวเริ่มงอก (malting) สารอาหารในเมล็ดข้าวจะถูกย่อยสลายไปตามกระบวนการทางชีวเคมีจนเกิดเป็นสารประเภท คาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็ก (oligosaccharide) และน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) โปรตีนภายในเมล็ดข้าวจะถูกย่อยให้กลายเป็นกรดอะมิโนและเปปไทด์ เกิดการสะสมสารเคมีสำคัญต่าง ๆ เช่น แกมมาออราซินอล (gamma-orozynol) โทโคฟีรอล (tocopherol) โทโคไตรอีนอล (tocotrienol) และแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิด (gamma-aminobutyric acid) (จุไรทิพย์, 2549) ในระหว่างการงอกของข้าวเปลือกพันธุ์ กข6 ที่แช่น้ำ 48 ชั่วโมง มีการเพิ่มขึ้นของสารอาหารและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยโปรตีนมีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.55 - 12.74 มีปริมาณ reducing sugar เพิ่มขึ้น ปริมาณ gamma-oryzanol เพิ่มขึ้นร้อยละ 47.64 - 985.51 ปริมาณ alpha-

tocopherol เพิ่มขึ้นร้อยละ 12.64 - 45.85 การงอกทำให้ข้าวมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นและปริมาณโปรตีนหยابในข้าว กข6 ก่อนงอกเท่ากับร้อยละ 8.289 หลังงอกเท่ากับร้อยละ 9.043 เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.34 (ณัฐวัตร, 2550) การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอก

วิธีการทดลอง

สัตว์ทดลองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นไก่พื้นเมืองหนักเริ่มต้นตั้งแต่ 460 - 760 กรัม วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) มี 2 ทรีตเมนต์ 3 บล็อก แต่ละบล็อกมี 2 ซ้ำ ๆ ละ 6 ตัว คณะเคมีเพศผู้ 3 ตัว เพศเมีย 3 ตัว คือ ทรีตเมนต์ที่ 1 คือ ข้าวเปลือกงอก ทรีตเมนต์ที่ 2 คือ ข้าวเปลือก บล็อกมี 3 บล็อก คือ น้ำหนักเริ่มต้นที่ 460 - 540, 541 - 620 และ 680 - 760 กรัม ตามลำดับทำการเลี้ยง 84 วัน โดยไก่ได้รับข้าวเปลือก ข้าวเปลือกงอก และน้ำอย่างเต็มที่ (ad libitum) ภายใต้สภาพการปล่อยในแปลงหญ้าธรรมชาติ ในขณะที่ทำการเลี้ยงทำการชั่งน้ำหนักทุก 15 วัน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต (ADG) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) จากนั้นนำมาอดอาหารก่อนฆ่า 8 ชั่วโมง เพื่อวัดคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อตามวิธีการของสุทธิพงศ์ และธีรยุทธ (2542) ประกอบด้วยการวัดค่าแรงตัดผ่าน (shear force) โดยนำชิ้นเนื้ออก และสะโพก สุ่มมา 5 ตัวอย่างต่อกลุ่ม มาต้มในน้ำร้อนจนอุณหภูมิใจกลางเนื้อสุดท้ายที่ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิใจกลางจะถูกควบคุมด้วยเครื่อง Thermocouple จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และแช่เนื้อให้แห้ง ใช้หัวเจาะ (core) เนื้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ให้ได้ตัวอย่างประมาณ 5 ชิ้น ทำการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยเครื่อง wannerbratzler shear force บันทึกข้อมูล

การวัดค่าสีทางกายภาพด้วยเครื่อง Minolta color meter โดยอาศัยพื้นฐานของสีหรือการสะท้อนแสง (basis of color/reflectance) สีสามารถอธิบายลักษณะของช่องว่างในภาพสามมิติ หรือของแข็งที่สีเข้าไปเกี่ยวข้อง

ด้วยการอธิบายสีของเนื้อให้อยู่ในรูปของ CIEAB หรือ L*, a*, b* โดยที่

L*(Lightness) หมายถึง ความสว่างของสี

a*(Redness) หมายถึง แกนสีแดงไปถึงแดง

b*(Yellowness) หมายถึง แกนสีน้ำเงินไปถึงสีเหลือง

การวัดค่าการสูญน้ำเนื่องจากการแช่เย็น (water loss after storage) ของเนื้อตามวิธีการของ Honickel (1987) อ้างโดยสัญญาชัย (2543) คือ นำเนื้ออก และสะโพก สุ่มมา 5 ตัวอย่างต่อกลุ่ม มาแช่ให้แห้ง ชั่งน้ำหนักเนื้อ จากนั้นห่อเนื้อด้วยผ้าก๊อต แล้วใส่ถุงแขวนทิ้งไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นนำออก จากถุงแช่ให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนักเนื้อ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ จากการสูญเสียน้ำก่อนและหลังแช่เย็น

การวิเคราะห์หาปริมาณสาร GABA (กรัมต่อ 100 กรัม) ใช้ GC MS (ดัดแปลงจาก Herbert *et al.*, 2000) ที่ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาขอนแก่น โดยการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างเอนไซม์ 2 ชนิด ได้แก่ GABA aminotransferase และ succinate semialdehyde dehydrogenase กับสาร α -ketoglutarate และ NADP⁺ กับตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์สาร GABA วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว 470 นาโนเมตร กรดอะมิโนชนิดอื่นๆ เช่น glutamate serine glycine หรือ histidine ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC MS สำหรับตัวอย่างข้าวขัดสี ข้าวกล้อง และข้าวอก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย group t-test ตามวิธีของ Steel and Torrie (1980) โดยโปรแกรม SAS (1996)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

คุณภาพซาก

การศึกษาคูณภาพซากไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกและข้าวเปลือก พบว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ไก่ที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีค่าสูงกว่าไก่ที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือก ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 7.58 และ 6.97

ตามลำดับ ทั้งนี้มีผลมาจากข้าวเปลือกงอกนั้นมีปริมาณของพลังงานน้อยกว่าข้าวเปลือกจากการที่แบ่งในเมล็ดข้าวเปลี่ยนไปเป็นต้นอ่อนคือข้าวงอกนั่นเอง จึงทำให้มีแค่โปรตีนเท่านั้นที่เพิ่มขึ้นของข้าวที่ผ่านกระบวนการงอก (ณัฐวัตร, 2550) เปอร์เซ็นต์ซากไคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีค่าต่ำกว่าไคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือก ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 82.46 และ 85.74 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับทรงยศ และคณะ (2546) รายงานว่า ไคพื้นเมืองไทยมีเปอร์เซ็นต์ซากเท่ากับ 91.9 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการงอกจะทำให้พลังงานเปลี่ยนแปลงไปทำให้ไคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีพลังงานไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของไคพื้นเมือง จึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์ซากที่ต่ำกว่าข้าวเปลือกทั่วไปที่มีพลังงานสูงกว่า ส่วนปริมาณสาร GABA ในเนื้ออกของไคพื้นเมืองพบว่า เนื้ออกของไคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีสาร GABA สูงกว่าไคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือก ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 11.01 และ 2.32 กรัมต่อ

กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเมล็ดข้าวที่ผ่านการงอกจะทำให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนพลังงานไปเป็นสารอาหารทำให้สาร GABA เพิ่มมากขึ้น ส่วน Kawabata *et al.* (1999) รายงานว่าผลของการเสริมข้าวงอก และข้าวงอกแยกไขมันที่มีปริมาณสาร GABA สูงในอาหารที่หนูกินสามารถลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งได้

คุณภาพเนื้อ

ค่าแรงตัดผ่าน (shear force) เนื้อไคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอก พบว่า ค่าแรงตัดผ่านเนื้ออกและเนื้อสะโพกไคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีค่าไม่แตกต่างกับไคพื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือก ($P>0.05$) เนื้ออกมีค่าเท่ากับ 1.41 และ 1.46 (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) เนื้อสะโพกมีค่าเท่ากับ 1.57 และ 2.06 (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ค่าที่ได้สอดคล้องกับ Worrawattanatham *et al.* (2009) รายงานว่าค่าแรงตัดผ่านของเนื้ออกไคพื้นเมืองที่ปล่อย

Table 1 Meat quality and GABA value in breast meat of indigenous chicken fed with germinated rice

Trait	Type of rice		Sig
	Germinated rice	Paddy	
Average daily gain (ADG)	5.24	5.28	ns
Feed conversion rate (FCR)	7.58	6.97	*
Dressing percentage (%)	82.46	85.74	*
GABA value storage in breast meat (mg/kg)	11.01	2.32	*

* Within the rows means bearing the same superscript differ significantly at $P<0.05$

ns Within the rows means bearing the same superscript differ not significantly at $P>0.05$

Table 2 Breast meat quality and thigh meat quality of indigenous chicken fed with germinated rice

Meat quality	Type of rice		Sig
	Germinated rice	Paddy	
shear force (kg/cm ²)			
- breast meat	1.41	1.46	ns
- thigh meat	1.57	2.06	ns
Water loss after storage (%)			
- breast meat	6.92	6.94	ns
- thigh meat	5.69	5.20	ns

ns Within the rows means bearing the same superscript differ not significantly at $P>0.05$

เลี้ยงตามธรรมชาติในจังหวัดนครพนม พบว่าเนื้ออกไก่เพศผู้มีความแตกต่างกับ 1.22 และเนื้ออกไก่เพศเมียเท่ากับ 1.39 (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) แต่จากการศึกษามีค่าที่แตกต่างกันจากไชยวรรณ และคณะ (2547) ที่รายงานว่าไก่คออ่อนและไก่พื้นเมืองมีความแตกต่างของกล้ามเนื้ออกและเนื้อสะโพกแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื้ออกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 369.0 และ 480.0 กรัมต่อมิลลิกรัม และเนื้อสะโพกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 470.0 และ 639.0 กรัมต่อมิลลิกรัม ทั้งนี้จันทร์พร และกันยา (2549) กล่าวว่ากล้ามเนื้อสะโพกมีความแตกต่างสูงกว่ากล้ามเนื้ออก ($P < 0.05$) อาจเป็นไปได้ว่าเนื้ออกเป็นเนื้อที่ไม่ค่อยมีการทำงานมากนัก จึงทำให้เนื้อไม่เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ และไม่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และเอ็น จึงทำให้เนื้ออกมีความแตกต่างต่ำกว่าเนื้อสะโพก (ชัยณรงค์, 2529)

ค่าการสูญเสียจากการแช่เย็น (water loss after storage) เนื้อไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกพบว่า ค่าความสูญเสียเนื้ออกและเนื้อสะโพกไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีค่าไม่แตกต่างกันกับไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือก ($P > 0.05$) เนื้ออกมีค่าเท่ากับ 6.92 และ 6.94 เนื้อสะโพกมีค่าเท่ากับ 5.69 และ 5.20 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งค่าความสูญเสียที่ศึกษาได้มีค่าใกล้เคียงกับไชยวรรณ และคณะ (2547) และวรารภรณ์ และคณะ (2546) ที่กล่าวว่าค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บของกล้ามเนื้ออกและกล้ามเนื้อสะโพกไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) อาจเป็นไปได้ว่าเนื้ออกมี pH ที่

ประมาณ 6.8 - 7.0 จึงทำให้การสูญเสียได้น้อยขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Worrawattanatham *et al.* (2009) รายงานว่าค่าการสูญเสียจากการแช่เย็นของเนื้ออกไก่พื้นเมืองที่ปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติในจังหวัดนครพนม พบว่า เนื้ออกไก่เพศผู้มีความแตกต่างกับ 7.94 และเนื้ออกไก่เพศเมียเท่ากับ 8.25 ตามลำดับ

คุณภาพเนื้อทางกายภาพ

ค่าความสว่างของเนื้อ (Lightness, L^*) ไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกพบว่า เนื้ออกและเนื้อสะโพกไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีค่าไม่แตกต่างกับไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกไม่งอก ($P > 0.05$) เนื้ออกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.59 และ 59.70 เนื้อสะโพกมีค่าเท่ากับ 55.24 และ 52.70 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากข้าวเปลือกงอกและข้าวเปลือกมีปริมาณของโปรตีนเป็นองค์ประกอบหลักจึงไม่ส่งผลต่อลักษณะของเนื้อไก่ที่ทำการเลี้ยง ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาสอดคล้องกับไชยวรรณ และคณะ (2547) รายงานว่าค่าความสว่าง (L^*) ของกล้ามเนื้ออกของไก่พื้นเมืองที่อายุต่างกัน (1.3, 1.5 และ 1.8 กิโลกรัม) มีค่าที่ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Worrawattanatham *et al.* (2009) รายงานว่าค่าความสว่างของเนื้ออกไก่พื้นเมืองที่ปล่อยเลี้ยงตามธรรมชาติในจังหวัดนครพนม พบว่า เนื้ออกไก่เพศผู้มีความแตกต่างกับ 67.88 และเนื้ออกไก่เพศเมียเท่ากับ 68.57 ตามลำดับ

Table 3 Meat texture quality of breast and thigh meat of indigenous chicken fed with germinated rice

Meat quality	Type of rice		Sig
	Germinated rice	Paddy	
Lightness (L^*)			
- breast meat	61.59	59.70	ns
- thigh meat	55.24	52.70	ns
Redness (a^*)			
- breast meat	2.16	2.51	ns
- thigh meat	10.31	11.68	ns
Yellowness (b^*)			
- breast meat	10.35	10.09	ns
- thigh meat	10.83	9.42	ns

^{ns} Within the rows means bearing the same superscript differ not significantly at $P > 0.05$

ค่าความเป็นสีแดงของเนื้อ (Redness, a^*) ไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอก พบว่าเนื้ออกและเนื้อสะโพกไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีค่าไม่แตกต่างกับไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือก ($P>0.05$) เนื้ออกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.16 และ 2.56 และเนื้อสะโพกมีค่าเท่ากับ 10.31 และ 11.68 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งค่าความสีแดงที่ศึกษาได้มีค่าสอดคล้องกับพนมกร และมนตรี (2552) รายงานค่าความสีแดงของเนื้ออกระหว่างไก่พื้นเมืองเทศผู้และเทศเมีย พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 และ 4.49 ตามลำดับ ซึ่งผลที่เกิดขึ้นอาจเป็นไปได้ว่า กล้ามเนื้ออกเป็นกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ทำงานหนักทำให้การสะสมออกซิเจนในปริมาณที่น้อยและอาจจะมีปริมาณของไมโอโกลบิน (myoglobin) น้อย จึงทำให้กล้ามเนื้ออกมีค่าความเป็นสีแดงน้อยกว่าเนื้อสะโพก

ค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้อ (Yellowness, b^*) ไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอก พบว่าเนื้ออกและเนื้อสะโพกไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีค่าไม่แตกต่างกันกับไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือก ($P>0.05$) เนื้ออกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.35 และ 10.09 เนื้อสะโพกมีค่าเท่ากับ 10.83 และ 9.42 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ค่าที่ได้แตกต่างกับพนมกร และมนตรี (2552) รายงานว่าค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้ออกไก่พื้นเมืองเทศเมียมีค่าสูงกว่าไก่พื้นเมืองเทศผู้ ($P<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.93 และ 9.32 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากกล้ามเนื้ออกเป็นกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ทำงานหนักทำให้การสะสมออกซิเจนในปริมาณที่น้อยและอาจจะมีปริมาณของไมโอโกลบิน (myoglobin) น้อย จึงทำให้กล้ามเนื้ออกมีค่าความเป็นสีเหลือง

สรุป

การศึกษาคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอก พบว่าเปอร์เซ็นต์ซากของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีค่าสูงกว่าไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือก ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 82.46 และ 85.74 ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณสาร GABA ในเนื้ออกของไก่พื้นเมืองที่

เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกและข้าวเปลือก พบว่า ปริมาณสาร GABA ในเนื้ออกของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกมีค่าเท่ากับ 11.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงกว่าข้าวเปลือกไม่งอกมีค่าเท่ากับ 2.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ($P<0.05$)

ค่าแรงตัดผ่าน ค่าความสูญเสีย น้ำหลังการแช่เย็น 1 ชั่วโมง ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดงและค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยข้าวเปลือกงอกและข้าวเปลือกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารอ้างอิง

- จันทร์พร เจ้าทรัพย์ และ กันยา ดันติวิสุทธิกุล. 2549. คุณภาพเนื้อของไก่กระทุง ไก่พื้นเมือง ไก่สีทอง และไก่ตะนาวศรี. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. กรุงเทพฯ: 1-12.
- จุไรทิพย์ หวังสินทวีกุล. 2549. มหัตศวรรษของความข้าว. (ระบบออนไลน์). <http://pcog.pharmacy.psu.ac.th> (1 มกราคม 2554).
- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชจำกัด, กรุงเทพฯ. 276 หน้า.
- ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ อาภรณ์ ส่งแสง สุธา วัฒนสิทธิ์ พิทยา อุดลยธรรม และ เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์. 2547. คุณภาพซาก องค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่คออ่อนและเนื้อไก่พื้นเมือง. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 5: (1-2): 53-61.
- ณัฐวัตร แซ่ตั้ง. 2550. การศึกษาสารอาหารและการออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวงอก. วิทยานิพนธ์. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 88 หน้า.
- ทรงยศ กิตติชนม์ ธวัชชัยภูมิ บัญชาศักดิ์ สำเร็จ ไพบูลย์ และ อมรรัตน์ พรหมบุญ. 2546. การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่พื้นเมืองไทย ไก่พื้นเมือง

- ญี่ปุ่น และไก่ลูกผสมพื้นเมืองไทย x พื้นเมืองญี่ปุ่น. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: กรุงเทพฯ. 88 หน้า.
- พนมกร ลุนลาน และ มนต์รี วรกฎ. 2552. การศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงแบบธรรมชาติในจังหวัดนครพนม. โครงการทางสัตวศาสตร์ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม มหาวิทยาลัยนครพนม. 45 หน้า.
- วรารภรณ์ เหลืองวันทา สัญชัย จตุรลัทธา อำนวย เลี้ยวธารากุล อังคณา ผ่องแผ้ว และ ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2546. คุณภาพเนื้อและไขมันของไก่พื้นเมือง ไก่ลูกผสมสองสายและสามสายพันธุ์. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41. กรุงเทพฯ: 52-63.
- สัจชัย จตุรลัทธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 332 หน้า.
- สุทธิพงศ์ อูริยะพงศ์สรรค์ และ ธีรยุทธ จันทะนาม. 2542. บทปฏิบัติการเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 117 หน้า.
- Herbert, P., P. Barros, N. Ratola and A. Alves. 2000. HPLC determination of amino acid in musts and port wine using OPA/FMOC derivatives. Journal of Food Science 65(7): 1130-1133.
- Kawabata, K., T. Tanaka, T. Murakami, T. Okada, H. Murai, T. Yamamoto, A. Hara, M. Shimizu, Y. Yamada, K. Matsunaga, T. Kuno, N. Yoshimi, S. Sugie and H. Mori. 1999. Dietary prevention of azoxymethane-induced colon carcinogenesis with rice-germ in F344 rats. Carcinogenesis 20(11): 2109-2155.
- SAS. 1996. SAS User's Guide: A Basic Version 6, 4ed SAS Institute Inc, North Carolina. 1686 p.
- Steel, R. G. D. and J. h. Torrie. 1980. Principle and Procedure of statistics: MC Graw-Hill Book company, New York. 631 p.
- Tathong, T., S. Worrawattanatham and S. Srihan. 2009. A study carcass qualities, carcass composition and meat quality of common Thai indigenous chicken raised by natural farming in Nakhon Phanom Province. Proceeding of attended the fourth GMSARN international: Vietnam: 54-60.
- Worrawattanatham, S., T. Tathong and S. Srihan. 2009. A study on carcass quality, carcass composition and meat quality of common Thai indigenous chicken by natural farming in Nakhon Phanom Province. Proceeding of Greater Mekhong Sub-region Conference on Sustainable Development: 254-257.

อิทธิพลของรูปแบบการให้อาหารต่อปริมาณ และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะ

Influence of Feeding Regimens on Goat Milk Yield and Chemical Composition

สุภาณี ด่านวิริยะกุล^{1/} สุเมธี กิตติพงศ์ไพศาล^{2/} สมเกียรติ ศิลสุทธิ์^{1/} และ นงเยาว์ จันทราช^{3/}
Supanee Danviriyakul^{1/}, Sumetee Kittipongpysan^{2/}, Somkiat Seilsuth^{1/} and Nongyao Chantaraj^{3/}

Abstract: The study was aimed to provide the information on goat farming status in Thailand. The effects of nutritive values of feedstuffs and feeding regimens on milk production and quality were investigated under a routine goat farming program in the Northern Central Region of Thailand, including Nontaburi, Pathumthani, Singburi, Suphanburi, Saraburi, Lopburi, Ang-thong, Chainat, Phra Nakhon Si Ayutthaya provinces, and Bangkok suburbs. Most commonly used feedstuffs for dairy goat farming were fresh pangola and paragrass, corn stover and husk either fresh or silage as roughage. In addition, other feedstuffs such as dry pangola, rice straw, pressed pineapple cake, and fresh *Leucaena leucocephala* may be fed or allowed free grazing on fresh forages depending on their availability. Fresh pangola contained higher DM (31.72%) and lower CP (6.94%) than those obtained from paragrass (18.52 - 22.05 and 11.62 - 20.82%, respectively). Corn stover silage had more CP (8.48%) but less ADF and NDF than corn husk silage. Both soy bran and soy hull were also used to provide energy and CP for dairy goats. Compared to other sources of feed concentrate, soy hull which contained a considerable amount of CP, ADF and NDF at 16.81, 45.95, and 60.88% DM, respectively, could be served both as a source of protein and fiber. The amount of DM from roughage were used in the range of 22 to 86% with the corresponding DM, CP, EE, CF, NDF, ADF, and NFC of 4.00 - 5.84% BW, 10.50 - 20.35% DMI, 1.26 - 3.78% DMI, 21.70 - 29.42% DMI, 34.31 - 40.04% DMI, 51.50 - 68.55% DMI, and 14.05 - 20.00%, respectively. No significant effects of DM on the chemical composition of milk were observed. The chemical composition containing fat, protein, lactose, ash, TS, and MSNF showed the values in the ranges of 3.05 - 4.27, 2.96 - 3.70, 4.39 - 4.86, 0.71 - 0.85, 11.60 - 13.28 and 8.33 - 9.18%, respectively. Goats supplied with 40 - 50% of roughage DM produced the highest milk yield at 1.33 ± 0.32 kg/hd/day. However no trend in the change of milk yield was observed among those roughage DM levels.

Keywords: Feeding regimens, feed nutrition, yield, goat milk chemical composition

^{1/} สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพฯ 10900

^{1/} Program of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Chandrakasem Rajabhat University, Thailand

^{2/} สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพฯ 10900

^{2/} Program of Agriculture, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Chandrakasem Rajabhat University, Thailand

^{3/} Department of Agricultural Biotechnology, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, South Korea

บทคัดย่อ: ผลจากการสำรวจและวิเคราะห์ชนิดของอาหารของฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนมในเขตภาคกลางตอนบน ซึ่งประกอบด้วยจังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี สระบุรี ลพบุรี อ่างทอง ชัยนาท พระนครศรีอยุธยา และขอนแก่น พบว่า ชนิดของอาหารหยาบที่มีการใช้ในการเลี้ยงแพะทั่วไป ประกอบด้วย หญ้าสด และต้นข้าวโพดทั้งชนิดสดและหมัก บางฟาร์มอาจมีการใช้หญ้าแห้ง ฟางข้าว กระถิน และกากสับปะรด หรือปล่อยให้แพะแทะเล็มในแปลงหญ้า หญ้าแพงโกลามีปริมาณของวัตถุแห้งที่สูง (31.72 เปอร์เซ็นต์) แต่มีโปรตีน (6.94 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าหญ้าขน (18.52 - 22.05 และ 11.62 - 20.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ในขณะที่ต้นข้าวโพดหมักมีปริมาณ CP (8.48 เปอร์เซ็นต์) สูง แต่มี ADF และ NDF ต่ำกว่าเปลือกข้าวโพดหมักเล็กน้อย ส่วนการให้อาหารชั้นนิยมใช้จุกกล้วยและเปลือกกล้วยแห้งซึ่งนอกจากใช้เป็นแหล่งของโปรตีนแล้วสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งของอาหารหยาบได้อีกด้วย เนื่องจากมีส่วนประกอบของ DM, NDF และ ADF ในปริมาณที่สูง คิดเป็น 89.92, 60.88 และ 45.95 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ ส่วน แป้งข้าวและจุกข้าว กากน้ำเต้าหู้ กากวันเส้น และกากข้าวสาลีหมัก มีการใช้บ้างขึ้นอยู่กับการเข้าถึงแหล่งวัตถุดิบ ซึ่งอาจมีการเสริมอาหารชั้นสำเร็จรูป จากการเปรียบเทียบปริมาณของสารอาหารที่แพะได้รับ พบว่าอัตราส่วนของวัตถุแห้งจากอาหารหยาบต่ออาหารชั้น (R:C) ของอาหารรวมซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 22:78 - 86:14 โดยมีปริมาณสารอาหารที่แพะได้รับในรูปของ DM, CP, EE, CF, NDF, ADF และ NFC ในช่วง 4.00 - 5.84% BW, 10.50 - 20.35% DMI, 1.26 - 3.78% DMI, 21.70 - 29.42% DMI, 34.31 - 40.04% DMI, 51.50 - 68.55% DMI และ 14.05 - 20.00% ตามลำดับ ไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างขององค์ประกอบของน้ำนมแพะ ($P>0.05$) ซึ่งมีปริมาณไขมัน โปรตีน แล็กโทส เถ้า ของแข็งทั้งหมด และของแข็งไม่รวมมันเนยอยู่ในช่วง 3.05 - 4.27, 2.96 - 3.70, 4.39 - 4.86, 0.71 - 0.85, 11.60 - 13.28 และ 8.33 - 9.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แพะที่ได้รับอาหารที่มีสัดส่วนของวัตถุแห้งจากอาหารหยาบในช่วง 40 - 50 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตน้ำนมสูงกว่าที่ระดับอื่น ๆ (1.33 ± 0.32 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ไม่แสดงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงผลผลิตที่เกิดจากสัดส่วนของวัตถุแห้งจากอาหารหยาบที่ชัดเจนมากนัก

คำสำคัญ: รูปแบบการให้อาหาร โภชนะอาหารแพะ ผลผลิต องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะ

คำนำ

แพะ (goat, *Capra hircus*) เป็นสัตว์เลี้ยงเคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่มีแนวโน้มที่จะมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นสัตว์ที่มีศักยภาพในการเปลี่ยนอาหารหยาบและเศษเหลือผลพลอยได้จากผลิตผลทางการเกษตรให้เป็นเนื้อหรือนมที่มีคุณภาพดี การขยายพันธุ์ทำได้เร็ว จึงเหมาะกับการส่งเสริมให้กับเกษตรกรรายย่อยและการรวมตัวของชุมชน (ปริศนา, 2543 อ้างใน สมชัย และณิชารัตน์, 2546) พื้นที่การเลี้ยงแพะในประเทศไทยมีการกระจายตัวไปตามภูมิภาคต่าง ๆ ตามรายงานสถิติของกรมปศุสัตว์ (2551) พบว่า เขตภาคกลางตอนบน ซึ่งประกอบด้วย จังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี สระบุรี ลพบุรี อ่างทอง ชัยนาท อยุธยา และขอนแก่น

มีการเลี้ยงแพะนมหนาแน่นมากที่สุด มีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนม 282 ครัวเรือน และมีแพะตัวเมียจากการสำรวจ 7,731 ตัว

แพะเป็นสัตว์เลี้ยงเคี้ยวเอื้อง กินพืชเป็นหลัก โดยมีแหล่งพลังงานที่สำคัญจากคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ซึ่งมีอยู่ในอาหารหยาบ (เซลลูโลส) และอาหารชั้น (แป้งและไขมัน) ส่วนประกอบของอาหารและปริมาณอาหารที่กิน มีความสัมพันธ์กับความต้องการในการผลิตนม โดยทั่วไปแพะต้องการอาหารคิดเป็นน้ำหนักแห้งประมาณร้อยละ 3 ของน้ำหนักตัว แต่อาจสูงถึงร้อยละ 5 สำหรับตัวที่ผลิตนมได้มาก ทั้งนี้ควรมีสัดส่วนของอาหารหยาบไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้งของสูตรอาหารรวม อาหารหยาบเป็นแหล่งอาหารพลังงานที่มีเยื่อใยมากกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความหนาแน่นของพลังงานน้อย เช่น

หญ้าสด หญ้าแห้ง หญ้าหมัก ฟางข้าว กระถิน ต้นข้าวโพดสด ต้นข้าวโพดหมัก และผลพลอยได้ (by-products) จากอุตสาหกรรม เช่น เปลือกสับปะรด เป็นต้น เนื่องจากอาหารพวกนี้จะช่วยให้กระเพาะรูเมนทำงานเป็นปกติกระตุ้นการขับน้ำลายซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ (buffer) ช่วยรักษาความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนให้เป็นปกติ หากกระเพาะรูเมนมีสภาพเป็นกรดจัดจะเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยอาหารและต่อแพะเอง การให้อาหารขึ้นเป็นการเสริมพลังงานให้แก่แพะนม ปริมาณที่ให้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของอาหารหยาบ การให้อาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำหรือปานกลางนอกเหนือจากการเสริมแหล่งของพลังงานแล้ว จำเป็นต้องมีการเสริมโปรตีนเข้าไปด้วย โปรตีนมีความสำคัญรองจากพลังงาน จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนซึ่งทำหน้าที่ในการย่อยเยื่อใยและการผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acid) ที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ธาตุอาหารที่เป็นส่วนประกอบของนม การเพิ่มอาหารประเภทโปรตีนในระดับที่เหมาะสมจะมีผลต่อการผลิตน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูง (Andrighetto and Bailoni, 1994; Sampelayo *et al.*, 1998)

อาหาร และรูปแบบการให้อาหาร เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของน้ำมันแพะ คุณภาพของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงแพะในแต่ละพื้นที่ก็มีความแตกต่างกัน ข้อมูลการศึกษาส่วนใหญ่เป็นของต่างประเทศ ซึ่งใช้แหล่งวัตถุดิบอาหารที่คุณภาพต่างจากวัตถุดิบที่ใช้ในกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนมในประเทศไทย การศึกษาข้อมูลการให้อาหารและคุณภาพของอาหารที่ใช้เลี้ยงแพะนมจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดการการให้อาหารแพะนมที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลการให้อาหารแพะนมและองค์ประกอบทางเคมีของ น้ำมันแพะจากฟาร์มที่เลี้ยงในเขตภาคกลางตอนบน และ 2) เปรียบเทียบผลของการได้รับโภชนะของแพะนม ในอัตราที่แตกต่างกันที่มีต่อปริมาณผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันแพะ

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาชนิดของอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันแพะในสภาวะการเลี้ยงปกติภายในฟาร์ม

เก็บข้อมูลชนิดของอาหารสัตว์ที่ใช้ในการเลี้ยงแพะจากฟาร์มทั่วไปในเขตภาคกลางตอนบน ประกอบด้วยจังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี สระบุรี ลพบุรี อ่างทอง ชัยนาท อโยธยา และกรุงเทพมหานคร จำนวนทั้งสิ้น 20 ฟาร์ม ในช่วงเดือนเมษายน ถึง มิถุนายน 2552 สุ่มตัวอย่างนมดิบจากแม่แพะแต่ละตัวและนมรวมของฟาร์มจากแพะที่มีเลือดพันธุ์ชาแนลในช่วง 50 - 75 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในช่วงการให้นมครั้งที่ 2 - 5 โดยมีการสุ่มตัวอย่างซ้ำ 3 ครั้ง โดยมีระยะห่างของการสุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 สัปดาห์ มีจำนวนทั้งสิ้น 109 ตัว มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การทดลองเปรียบเทียบการได้รับโภชนะของสัตว์ทดลอง

คัดเลือกฟาร์มเกษตรกรเลี้ยงแพะนม จำนวน 7 ฟาร์ม คัดเลือกแม่แพะที่มีอายุระหว่าง 2 - 4 ปี ที่มีเลือดพันธุ์ชาแนลในช่วง 50 - 75 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในช่วงการให้นมครั้งที่ 2 - 3 น้ำหนักตัว 30 - 40 กิโลกรัม จำนวน 55 ตัว เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลของการได้รับโภชนะในอัตราที่แตกต่างกันที่มีต่อปริมาณผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันแพะ โดยการบันทึกน้ำหนักแพะเริ่มต้น และทำการทดลองการให้อาหารโดยใช้หญ้าสด หญ้าแห้ง ต้นข้าวโพดหมัก และเปลือกข้าวโพดหมัก เป็นอาหารหยาบ และให้กากน้ำเต้าหู้ กากวันเส้น กากข้าวสาลีหมัก เป็นอาหารข้น มีการเสริมเปลือกผิวถั่วเหลือง ให้อาหารวันละ 2 เวลา (เช้า-เย็น) มีการให้น้ำและเสริมก้อนแร่ธาตุให้กินตลอดเวลา ซึ่งนอกจากอาหารข้างต้นแล้วแพะบางฟาร์มอาจมีการได้รับเมล็ดถั่วเขียว และอาหารเม็ดสำเร็จรูปเพิ่มเติม

โดยมีการเก็บข้อมูล 1) ปริมาณอาหารที่สัตว์กินเพื่อใช้ในการคำนวณค่าวัตถุแห้ง (dry matter: DM) CP (crude protein) เถ้า (ash) EE (ether extract) NDF (neutral detergent fiber) และ ADF (acid detergent fiber) ที่สัตว์ได้รับคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งของ

อาหาร (% DMI) และน้ำหนักตัว (% BW) และ 2) ปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ต่อตัวต่อวัน โดยวิธีการรีดด้วยมือ วันละ 1 ครั้ง ต่อเนื่องเป็นระยะเวลาประมาณ 2 เดือน ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน 2552 เก็บตัวอย่างน้ำนมดิบทุกสัปดาห์มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของอาหารสัตว์

นำตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงแพะแต่ละฟาร์มมาวิเคราะห์ค่าวัตถุแห้ง (dry matter) โปรตีนหยาบ (crude protein: CP) (ISO, 2005) เถ้า (ash) และไขมัน (ether extract: EE) (AOAC, 2000) วิเคราะห์เยื่อใยจากวิธีการของ Goering and Van Soest (1970) ด้วยการย่อยด้วยดีเทอร์เจนต์ที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber: NDF) และเยื่อใยจากวิธีการย่อยด้วยกรด (acid detergent fiber: ADF) คำนวณปริมาณ NFC (non fibrous carbohydrate) จากสมการ $100 - (\% \text{ CP} + \% \text{ EE} + \% \text{ Ash} + \% \text{ NDF})$

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำนมแพะดิบ

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะประกอบด้วย ไขมัน โปรตีน แล็กโทส เถ้า ของแข็งทั้งหมด และของแข็งไม่รวมมันเนย ด้วยวิธีการมาตรฐาน (AOAC, 2000) และเทคนิค Fourier Transform Infrared (FTIR) spectrophotometry (Milkoscan 6000)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบระดับของการได้รับโภชนาของสัตว์ทดลองที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะ โดยการคำนวณปริมาณโภชนาที่สัตว์ได้รับและนำมาจัดกลุ่มตามปริมาณของแข็งที่ได้จากอาหารหยาบ (Roughage DM, %) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) โดยในแต่ละกลุ่มมีจำนวนแพะตั้งแต่ 4 ถึง 11 ตัว วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ GLM ของโปรแกรม SPSS และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้วิธีของ Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

อาหารสัตว์และองค์ประกอบทางเคมี

จากการศึกษาชนิดของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงแพะนมของเกษตรกรในเขตภาคกลางตอนบน จำนวน 20 ฟาร์ม พบว่า รูปแบบการให้อาหารแพะของฟาร์มแต่ละฟาร์มค่อนข้างมีความหลากหลาย มีการให้อาหารหยาบประกอบด้วย หญ้าสด หญ้าแห้ง ต้นข้าวโพดชนิดสดและหมัก ฟางข้าว กระถิน และกากสับประดอดก้นที่เป็นเศษเหลือจากโรงงานสับประรดกระป๋อง ซึ่งประกอบด้วยเปลือกและกากที่เหลือหลังจากการคั้นน้ำ และการปล่อยให้แพะแทะเล็มในแปลงหญ้า ส่วนอาหารข้นพบว่ามีการใช้กากถั่วเหลือง กากถั่วเขียว กากงา กากข้าวสาลีหมัก เปลือกฝักและจมูกถั่วเหลือง แป้งข้าวและจมูกข้าว และอาหารเม็ดสำเร็จรูป

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงแพะนมจากฟาร์มเกษตรกร (ตารางที่ 1) พบว่า อาหารสดและหมักมีปริมาณวัตถุแห้งประมาณ 18.52 - 31.72 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อาหารแห้งมีปริมาณวัตถุแห้งประมาณ 88.58 - 90.74 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหากต้องการให้อาหารแพะนมที่มีวัตถุแห้ง 1 กิโลกรัม จะต้องใช้หญ้าแห้งประมาณ 1.12 กิโลกรัม ต้นข้าวโพดหมัก 4.18 กิโลกรัม เปลือกข้าวโพดหมัก 3.42 กิโลกรัม หรือหญ้าสด 3.15 - 5.40 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบวัตถุแห้งของหญ้าสด ซึ่งจากข้อมูลการให้อาหารในฟาร์มแพะนมส่วนใหญ่ พบว่าชนิดของอาหารหยาบที่มีการใช้กันมากที่สุด คือ หญ้าสด ต้นข้าวโพดหมัก และหญ้าแห้ง ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่มีอยู่ในพื้นที่หรือที่สามารถหามาได้

องค์ประกอบวัตถุแห้ง และโปรตีนของหญ้าสดมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของหญ้า หญ้าแพงโกลา (FG-1) ซึ่งได้มาจากแปลงหญ้าที่ปลูกภายในฟาร์ม มีปริมาณของวัตถุแห้งที่สูง (31.72 เปอร์เซ็นต์) แต่มีโปรตีน (6.94 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าหญ้าขน (FG-2 และ FG-3) ซึ่งเป็นหญ้าที่ขึ้นอยู่ตามที่สาธารณะในบริเวณใกล้เคียงกับฟาร์มแพะนม (DM 18.52 - 22.05% DM โปรตีน 11.62 - 20.82% DM) แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง

Table 1 Chemical composition of dairy goat feedstuffs

Feed Type	DM (%)	CP	Ash	EE	CF	NDF	ADF	NFC
		← % DM				→		
<u>Roughage</u>								
Fresh grass								
Pangola-(FG-1)	31.72	6.94	9.53	2.71	32.71	65.98	46.80	14.84
Paragrass-1-(FG-2)	18.52	11.62	10.80	1.08	32.28	68.16	43.00	8.34
Paragrass-2-(FG3)	22.05	20.82	14.30	2.53	26.45	54.96	39.77	7.39
Dry grass (pangola)	89.46	3.21	5.00	0.80	31.30	70.34	42.73	20.65
Corn stover silage	23.92	8.48	5.91	1.25	32.60	65.38	39.84	18.98
Corn husk silage	29.25	5.50	3.44	0.35	32.39	81.16	41.01	9.55
<u>Concentrate</u>								
Soy hull	89.92	16.81	4.96	3.80	33.01	60.88	45.95	13.55
Mungbean seed (broken)	88.58	28.28	3.70	6.39	5.58	32.24	15.12	29.39
Vermicelli residue	22.26	15.52	2.18	0.32	22.69	49.30	31.82	32.68
Soymilk residue	19.27	31.05	3.43	9.33	14.85	29.98	25.68	26.21
Brewer's residue	22.84	32.56	3.38	4.13	15.45	56.98	41.89	2.95
Commercial feed	90.74	19.41	8.77	3.91	10.40	34.44	23.10	33.47

Note: FG-1 =Pangola FG-2 = Paragrass-1 FG-3 = Paragrass-2
DM = Dry matter CP = Crude protein EE = Ether extract
NFC = Non fibrous carbohydrate CF = Crude fiber ADF = Acid detergent fiber
NDF = Neutral detergent fiber

ปริมาณ CF, NDF และ ADF ของหญ้าทั้ง 2 ชนิด พบว่า หญ้าแพงโกลา และหญ้าขน FG-2 มีปริมาณของค่าดังกล่าวสูงกว่าหญ้าขน FG-3 ทั้งนี้ นอกเหนือจากปัจจัยที่มาจากความแตกต่างของชนิดของหญ้าแล้ว อาจเกิดจากความแตกต่างของอายุและส่วนของหญ้าที่นำมาใช้ ซึ่งจากรายงานของ Lee *et al.* (2000) พบว่าหญ้าแพงโกลาที่มีอายุน้อย (45 วัน) มีองค์ประกอบของสารอาหารที่ย่อยได้ในปริมาณที่สูงกว่าหญ้าที่มีอายุมากกว่า (70 วัน) และจากรายงานการเปรียบเทียบองค์ประกอบของสารอาหารที่ได้จากใบและลำต้นของหญ้าอัลฟาฟา (Alfalfa) และทิโมธี (Timothy) โดย Collins (1998) พบว่า ส่วนใบมีส่วนประกอบของโปรตีนสูงกว่าส่วนก้าน ในขณะที่ส่วนก้านจะมีปริมาณ NDF และ ADF ที่สูงกว่าใบ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างต้นข้าวโพดหมักและเปลือกข้าวโพดหมัก พบว่า เปลือกข้าวโพดหมักมีปริมาณวัตถุดิบแห้งและ NDF สูงกว่าต้นข้าวโพดหมัก แต่ต้นข้าวโพดหมักมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเปลือกข้าวโพดหมัก โดยมีปริมาณโปรตีนในระดับปานกลาง (8.48 เปอร์เซ็นต์) ประกอบกับมีความน่ากินมากกว่า จึงสามารถนำไปใช้แทนที่หญ้าสดได้ดีกว่าเปลือกข้าวโพดหมัก ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมการกินของแพะ พบว่าสามารถใช้ต้นข้าวโพดหมักแทนที่หญ้าสดได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์

ส่วนหญ้าแห้งมีปริมาณวัตถุดิบแห้ง 89.46 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนโดยน้ำหนักแห้ง 3.21 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าวัตถุดิบอาหารหยาบชนิดอื่น ๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งหากมีการใช้หญ้าแห้งเป็น

อาหารหยาบสำหรับการเลี้ยงแพะ จำเป็นที่จะต้องมีการเสริมแหล่งของโปรตีนเพิ่มเติมเช่นเดียวกับกับเปลือกข้าวโพดหมัก

อาหารข้นเป็นแหล่งที่ให้สารอาหารโปรตีนและไขมัน ซึ่งมีน้อยในอาหารหยาบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของหญ้าแห้ง และเปลือกข้าวโพดหมัก เมล็ดถั่วเขียว (mungbean seed) กากน้ำเต้าหู้ (soymilk residue) และกากข้าวสาลีหมัก (brewer's residue) เป็นวัตถุดิบที่มีโปรตีนหยาบในปริมาณสูง ประมาณ 28.28, 31.05 และ 32.56 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าที่พบในเปลือกถั่วเหลือง (soy hull) กากวุ้นเส้น (vermicelli residue) และอาหารเม็ดสำเร็จรูป (commercial feed) ที่มีปริมาณโปรตีนหยาบในระดับที่ใกล้เคียงกัน คือ 16.81, 15.52 และ 19.41 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนปริมาณไขมัน นั้น พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 3.80 - 9.33 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง ยกเว้นกากวุ้นเส้นซึ่งมีไขมันต่ำเพียง 0.32 เปอร์เซ็นต์ นอกเหนือจากการนำไปใช้เป็นแหล่งโปรตีนแล้ว เปลือกถั่วเหลืองและกากข้าวสาลีหมัก ยังมีส่วนประกอบของ NDF และ ADF ในปริมาณที่สูง 56.98 - 60.88 และ 41.89 - 45.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใกล้เคียงกับหญ้าสดและต้นข้าวโพดหมัก ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลพบว่าเกษตรกรบางฟาร์มได้มีการนำเปลือกถั่วเหลือง มาใช้แทนการให้หญ้าสดหรือต้นข้าวโพดหมัก ในกรณีที่ไม่สามารถไปตัดหญ้าหรือหาซื้อต้นข้าวโพดหมักมาใช้ในฟาร์มได้ เนื่องจากเปลือกถั่วเหลืองเป็นวัสดุแห้งสามารถใช้ได้ในปริมาณน้อยกว่าการให้อาหารหยาบที่มีความชื้นสูง ลดปัญหาการจัดเก็บ และมีวัตถุดิบเพียงพอ สามารถหาซื้อได้เกือบทุกฤดูกาล ในกรณีที่มีการใช้ถั่วเหลืองทดแทนการให้อาหารหยาบอื่นๆ พบว่ามักมีการให้สัตว์กินประมาณ 1 กิโลกรัมต่อวัน โดยอาจมีการให้จมูกถั่วเหลืองเพื่อเสริมปริมาณโปรตีนและไขมัน เพิ่มเข้าไปประมาณ 0.2 - 0.3 กิโลกรัม

การใช้กากน้ำเต้าหู้ กากวุ้นเส้น และกากเปียร์ ขึ้นอยู่กับการเข้าถึงแหล่งวัตถุดิบ และการจัดการปัญหาการเน่าเสียในระหว่างการเก็บ เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่มีความชื้นสูง เกิดการเน่าเสียได้ง่าย จะต้องนำมาบรรจุในภาชนะหรือถุงพลาสติกที่ใช้ในการเก็บวัตถุดิบ และไล่อากาศออกไปโดยการอัดให้แน่น เพื่อช่วยให้เกิดการหมัก

และป้องกันการเน่าเสีย โดยพบว่า การเก็บโดยวิธีดังกล่าว จะสามารถเก็บวัตถุดิบเหล่านี้ไว้ได้นานกว่า 1 เดือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีเด็มน้ำหนักชีวภาพเพื่อช่วยให้เกิดกระบวนการหมักได้เร็วขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างโภชนะ และปริมาณผลผลิต และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะ

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำนมแพะรวมที่สุ่มมาจากฟาร์มแพะนมตามสภาพการเลี้ยงตามปกติของเกษตรกรในเขตภาคกลางตอนบน ประกอบด้วย จังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี สระบุรี ลพบุรี อ่างทอง ชัยนาท อยุธยา และกรุงเทพมหานคร จำนวนทั้งสิ้น 20 ฟาร์ม ในช่วงเดือนเมษายน ถึงมิถุนายน 2552 ก่อนการเก็บข้อมูลการให้อาหาร (ตารางที่ 2) พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะที่ผลิตได้จากฟาร์มแต่ละฟาร์มค่อนข้างมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะโปรตีน และไขมัน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 2.40 - 5.21 และ 2.60 - 6.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความแตกต่างเหล่านี้จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะที่ได้จากแพะแต่ละตัว ซึ่งพบว่ามีค่าโปรตีน 2.24 - 6.80 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 2.00 - 7.80 เปอร์เซ็นต์ โดยความแตกต่างเหล่านี้อาจเกิดจากปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัย เช่น สายพันธุ์ ลักษณะทางพันธุกรรม อายุ ระยะการให้ผลผลิต สภาพแวดล้อม การจัดการและการได้รับอาหารของสัตว์แต่ละตัว แต่อย่างไรก็ตามเมื่อนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยแล้วพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน โดยโปรตีน ไขมัน แล็กโทส ของแข็งทั้งหมด และของแข็งไม่รวมมันเนยของนมรวมฟาร์มมีค่าเท่ากับ 3.29, 4.12, 0.84, 4.62, 12.87 และ 8.75 เปอร์เซ็นต์ และน้ำนมแพะที่ได้จากแพะแต่ละตัว มีค่าเท่ากับ 3.30, 4.11, 0.83, 4.64, 12.88 และ 8.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

แพะเป็นสัตว์ที่มีพฤติกรรมการกินตามความเคยชินกับรูปแบบการเลี้ยงของแต่ละฟาร์ม การปรับรูปแบบการให้อาหารต้องอาศัยเวลา และบางครั้งพบว่าการปฏิเสธอาหารใหม่ที่ไม่ให้ ซึ่งส่งผลเสียต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ดังนั้น ในการศึกษาอิทธิพลของอาหารสัตว์ที่มีต่อคุณภาพของน้ำนมแพะ จึงอาศัยการเก็บข้อมูล

Table 2 Chemical composition of goat milk

Attributes	Farm milk	Milk from individual goat
Specific gravity	1.029 ±0.002	1.030 ±0.001
Protein (%)	3.29 ±0.58	3.30 ±0.74
Fat (%)	4.12 ±0.81	4.11 ±1.13
Ash (%)	0.84 ±0.06	0.83 ±0.09
Lactose (%)	4.62 ±0.20	4.64 ±0.45
Total solids (%)	12.87 ±1.27	12.88 ±1.70
Milk Solid Not Fat (%)	8.75 ±0.61	8.77 ±0.80

ในสภาวะการเลี้ยงแพะในฟาร์มโดยทั่วไป ซึ่งเป็นสภาพการเลี้ยงจริงซึ่งไม่สามารถควบคุมปัจจัยที่ใช้ในการวางแผนการทดลองได้มากนัก ด้วยวิธีการบันทึกชนิดและปริมาณอาหารเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณสารอาหารที่แพะได้รับ ปริมาณการกินของแพะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่ให้ การให้อาหารหยাবทั่วไปจะมีลักษณะเป็นแบบผสม เช่น หญ้าสดเสริมหญ้าแห้ง หรือ ต้นข้าวโพดหมักเสริมหญ้าสดหรือหญ้าแห้ง ในกรณีที่ใช้เปลือกข้าวโพดหมักจะต้องใช้ร่วมกับอาหารหยাবชนิดอื่นในอัตราส่วนประมาณ 1 : 1 ทั้งนี้พบว่า มีน้ำหนักการให้อาหารหยাবชนิดสดและหมักรวมกันเฉลี่ย 2.88 ± 1.25 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยในกรณีที่มีการเสริมหญ้าแห้งจะมีการให้อยู่ในช่วง 0.50 - 1.76 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน

ส่วนการให้อาหารชั้นประเภทกากน้ำเต้าหู้ กากวันเส้น และกากข้าวสาลีหมักนั้น พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.87 ± 1.21 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน มีการให้เปลือกผิวถั่วเหลือง 0.2 - 0.55 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในกรณีที่มีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปโดยไม่มีการให้อาหารชั้นชนิดอื่น พบว่ามีการให้อยู่ในปริมาณ 0.5 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน

จากการคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่แพะได้รับพบว่าอยู่ในช่วง 1.90 - 12.50% BW โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $4.82 \pm 2.28\%$ BW โดยมีสัดส่วนวัตถุดิบที่ได้จากอาหารหยাবต่ออาหารชั้นในช่วง 22:78 - 86:14 (ข้อมูลดิบ) อาหารที่มีปริมาณวัตถุดิบจากอาหารหยাবในปริมาณสูงมีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนของ CF และ ADF สวนทางกับการลดลงของ CP ($P \leq 0.05$) มีค่าเฉลี่ยในช่วง 21.70 - 29.42% DMI, 51.50 - 68.55% DMI และ 10.50 - 20.35% DMI ตามลำดับ แพะที่ได้รับอาหารที่มีสัดส่วน

ของวัตถุดิบจากอาหารหยাবในช่วง 41 - 50 เปอร์เซ็นต์ให้ผลผลิตน้ำนมสูงกว่าที่ระดับอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ไม่สามารถแสดงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงผลผลิตน้ำนมดิบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของวัตถุดิบจากอาหารหยাবที่ชัดเจนมากนัก ทั้งนี้อาจเกิดจากผลกระทบจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความแตกต่างของคุณภาพโภชนาที่ได้จากอาหารแต่ละชนิด ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าการย่อยและการนำไปใช้ ทั้งนี้พบว่า น้ำนมดิบที่ได้มีปริมาณไขมัน โปรตีน แล็กโทส แอ้า ของแข็งทั้งหมด และของแข็งไม่รวมมันเนย ในช่วง 3.05 - 4.27, 2.96 - 3.47, 4.39 - 4.86, 0.71 - 0.85, 11.60 - 13.28 และ 8.33 - 9.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 3)

ความสมดุลของการได้รับอาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของน้ำนมแพะ วัตถุดิบที่แพะควรได้รับขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวของแพะ สำหรับการเลี้ยงโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 1.6 - 2.8% BW โดยแพะที่มีน้ำหนักตัวน้อยควรได้รับวัตถุดิบในอัตราที่สูงกว่าแพะที่มีน้ำหนักตัวมากกว่า เช่น แพะที่มีน้ำหนักตัว 40.9 กิโลกรัม ควรได้รับวัตถุดิบ 0.83 กิโลกรัม หรือ 2.03% BW ในขณะที่แพะที่มีน้ำหนักตัว 60.9 กิโลกรัม ควรได้รับวัตถุดิบ 1.11 กิโลกรัม หรือ 1.82% BW แต่ในกรณีให้นมต้องมีการเสริมโปรตีนเข้าไปในอัตรา 59 - 64 กรัมต่อน้ำนมที่เพิ่มขึ้น 0.45 กิโลกรัม สำหรับน้ำนมที่มีองค์ประกอบของไขมัน 3 เปอร์เซ็นต์ และ 77 - 82 กรัมสำหรับน้ำนมที่มีองค์ประกอบของไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ (Gimenez, 1994) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณดังกล่าวอาจไม่เหมาะสมสำหรับสถานการณ์อื่น ๆ ซึ่งจากรายงานของ Rashid (2008) พบว่ามีปริมาณแนะนำการให้วัตถุดิบแก่

Table 3 Effect of feeding regimens on the milk yield and chemical composition

Items	Roughage DM (%)						
	20-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90
	25.57±2.87	33.87±3.49	47.76±1.61	53.03±3.28	64.20±2.24	76.78±2.28	84.93±0.93
DMI ^{ns} , %BW	5.84±2.46	5.32±1.91	5.61±3.93	4.64±1.62	4.07±1.25	4.00±1.41	5.35±2.99
Nutrients based on feed intake dry matter (%DMI)							
-CP	20.35±4.51 ^d	14.83±1.79 ^{bc}	16.54±3.83 ^c	14.81±3.05 ^{bc}	12.31±4.12 ^{ab}	11.59±1.64 ^{ab}	10.50±1.94 ^a
-EE ^{ns}	3.78±1.60	2.29±0.48	2.73±1.39	2.26±1.03	2.25±1.49	2.61±0.74	1.26±0.50
-CF	21.70±5.10 ^a	28.39±3.57 ^{bc}	25.63±2.67 ^b	26.90±2.21 ^{bc}	26.97±1.74 ^{bc}	28.33±1.55 ^{bc}	29.42±0.73 ^c
-NDF	34.31±3.36 ^a	40.04±3.11 ^b	38.17±2.42 ^b	38.56±2.61 ^b	37.67±1.58 ^b	38.72±1.54 ^b	39.77±0.79 ^b
-ADF	51.50±4.87 ^a	58.97±3.97 ^b	57.50±5.27 ^b	59.75±3.98 ^b	61.32±7.28 ^b	63.31±6.09 ^{bc}	68.55±5.01 ^c
-NFC ^{ns}	20.00±1.39	18.71±3.04	17.72±4.49	17.85±4.57	18.47±3.87	17.19±3.16	14.05±5.02
Nutrients based on body weight (%BW)							
-CP	1.25±0.7 ^b	0.80±0.38 ^a	0.88±0.56 ^{ab}	0.68±0.24 ^a	0.49±0.17 ^a	0.46±0.15 ^a	0.56±0.31 ^a
-EE ^{ns}	0.24±0.17	0.13±0.07	0.15±0.10	0.11±0.08	0.09±0.04	0.11±0.04	0.08±0.08
-CF ^{ns}	1.19±0.33	1.48±0.42	1.41±0.91	1.24±0.39	1.10±0.36	1.13±0.39	1.57±0.86
-NDF ^{ns}	1.95±0.70	2.11±0.69	2.12±1.43	1.77±0.53	1.54±0.50	1.55±0.55	2.12±1.18
-ADF ^{ns}	2.94±1.07	3.13±1.10	3.25±2.31	2.75±0.86	2.50±0.83	2.52±0.92	3.60±1.95
-NFC ^{ns}	1.15±0.44	0.98±0.37	1.05±0.85	0.86±0.47	0.76±0.31	0.70±0.27	0.79±0.53
Milk Yield, kg/hd/day	0.86±0.23 ^a	0.93±0.23 ^a	1.33±0.32 ^b	1.04±0.31 ^{ab}	0.95±0.26 ^a	1.09±0.22 ^{ab}	0.84±0.38 ^a
Milk Composition							
-Fat ^{ns} , %	3.85±0.88	3.05±0.88	3.45±1.52	3.81±0.55	3.60±1.36	3.07±1.22	4.27±0.97
-Protein ^{ns} , %	3.47±0.33	3.70±0.79	3.24±0.74	3.54±0.56	2.96±0.65	3.19±0.77	3.47±0.71
-Lactose ^{ns} , %	4.86±0.76	4.39±0.44	4.52±0.56	4.68±0.57	4.63±0.87	4.58±0.63	4.83±0.59
-Ash ^{ns} , %	0.85±0.08	0.82±0.10	0.78±0.10	0.80±0.08	0.74±0.06	0.76±0.10	0.71±0.07
-Total solids ^{ns} , %	13.03±0.90	11.96±0.92	11.99±2.05	12.83±1.02	11.93±1.42	11.60±1.90	13.28±1.86
-MSNF ^{ns} , %	9.18±0.37	8.91±1.19	8.54±1.14	9.02±0.90	8.33±1.45	8.53±1.00	9.01±1.06

^{a-d} Means with different letters within the same row are significantly different ($P \leq 0.05$)

^{ns} Means are not significantly different ($P > 0.05$)

แพะที่ให้ น้ำนมในระดับที่สูงกว่า คือ 2.8 - 4.6% BW โดยในจำนวนนี้ควรประกอบด้วยโปรตีน 12 - 17% DMI และ TDN 53 - 66% DMI

นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Min *et al.* (2005) ที่พบว่า การเพิ่มปริมาณอาหารขึ้นให้กับแพะในอัตรา 0.66 กิโลกรัมต่อน้ำหนักนมที่เพิ่มขึ้นทุก 1 กิโลกรัม ในส่วนที่เกินจาก 1.5 กิโลกรัมแรก จะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตน้ำนมประมาณ 0.9 - 1.7 กิโลกรัม หรือประมาณ

22 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการให้อาหารขึ้นในระดับปกติ นอกจากนี้ ยังพบว่า น้ำนมแพะที่ได้จากแพะที่ไม่มีการเสริมอาหารขึ้นนั้นมีปริมาณไขมันต่ำกว่าการเสริมอาหารขึ้นทั้ง 2 ระดับ (0.33 และ 0.66 กิโลกรัม)

นอกเหนือจากโปรตีนแล้ว ปริมาณ NFC ก็มีผลสำคัญต่อการนำไปใช้ เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่ถูกย่อยได้ง่าย ในกรณีของโคนมแนะนำอยู่ในช่วง 32 - 43 เปอร์เซ็นต์ (National Research Council, 2001 อ้างใน

วิโรจน์, 2546) หรือ 1.1% BW (Mertents, 1987 อ้างใน วิโรจน์, 2546) ซึ่งในกรณีของแพะที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีค่าค่อนข้างต่ำประมาณ 14.05 - 20.00% DMI หรือ 0.70 - 1.15% BW เช่นเดียวกับปริมาณของ EE ที่มีอยู่ในอาหารรวมพบว่ามีอยู่ในปริมาณค่อนข้างต่ำ คิดเป็น 1.26 - 3.78% DMI หรือ 0.08 - 0.24% BW อาจไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการสร้างผลผลิตน้ำนมแพะให้มีปริมาณสูงขึ้นได้

สรุป

อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงแพะขึ้นอยู่กับการเลือกแหล่งของวัตถุดิบที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่ อาหารหยาบที่พบว่า มีการใช้ อยู่ทั่วไปในเขตภาคกลางตอนบน ประกอบด้วย หญ้าสด และต้นข้าวโพดทั้งชนิดสดและหมัก บางฟาร์มอาจมีการ ใช้หญ้าแห้ง ฟางข้าว กระถิน และกากสับปะรด หรือ ปล่อยให้แพะแทะเล็มในแปลงหญ้า เปลือกข้าวโพดหมักมี ปริมาณวัตถุดิบแห้ง และ NDF สูงกว่าต้นข้าวโพดหมัก แต่ ต้นข้าวโพดหมักมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเปลือก ข้าวโพด หมัก ประกอบกับมีความน่ากินมากกว่า จึงสามารถ นำไปใช้แทนที่หญ้าสดได้ดีกว่าเปลือกข้าวโพดหมัก การ ให้อาหารชั้นนิยมใช้จุ่มกล้วยเหลือง และเปลือกกล้วย เหลืองซึ่งนอกจากใช้เป็นแหล่งของโปรตีนแล้วสามารถ นำมาใช้เป็นแหล่งของอาหารหยาบได้อีกด้วย เนื่องจากมี ส่วนประกอบของ DM, NDF และ ADF ในปริมาณที่สูง ส่วนแบ่งข้าวและจุ่มข้าว กากน้ำเต้าหู้ กากงุ่นเส้น และ กากข้าวสาลีหมัก มีการใช้บ้างขึ้นอยู่กับการเข้าถึง แหล่ง วัตถุดิบ ซึ่งอาจมีการเสริมอาหารเม็ดสำเร็จรูป อาหารที่มี ปริมาณวัตถุดิบแห้งจากอาหารหยาบในปริมาณสูง มี แนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนของ CF และ ADF สวนทางกับการลดลงของ CP ปริมาณการได้รับวัตถุดิบแห้ง ในช่วง 1.90 - 12.50% BW ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $4.82 \pm 2.28\%$ BW ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตและ องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะมากนัก ซึ่งอาจมี สาเหตุมาจากการขาดความสมดุลของสารอาหาร ซึ่ง พบว่าอาหารที่แพะได้รับมีปริมาณ CP, NFC และ EE ค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว เนื่องจากวัตถุดิบ อาหาร บางชนิดมีความชื้นค่อนข้างสูง หากต้องการให้

แพะได้รับสารอาหารต่าง ๆ ในปริมาณที่เพียงพอจะต้องใช้ ในปริมาณที่สูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ที่สนับสนุนทุนวิจัยใน การศึกษาครั้งนี้ รวมทั้งกลุ่มตรวจสอบคุณภาพนมและ ผลิตภัณฑ์นม สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ จังหวัดปทุมธานี และศูนย์วิจัยและพัฒนา อาหารสัตว์ จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ใน การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ น้ำนมดิบและอาหารสัตว์

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2551. สถิติปศุสัตว์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.dld.go.th/ict/stat_web/yearly/yearly51/stock51/region/report5.xls (18 สิงหาคม 2554).
- ปริศนา จิตต์ปรารพ. 2543. ต้นทุนและผลตอบแทนจาก การเลี้ยงแพะนม ในฟาร์มขนาดใหญ่: กรณีศึกษา บริษัทสยามแผ่นดินทอง จำกัด. วิทยานิพนธ์. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย เชียงใหม่. 83 หน้า.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2546. โคนม. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 435 หน้า.
- สมชัย สวาสดิพันธ์ และ นิชารัตน์ สวาสดิพันธ์. 2546. นมแพะเพื่อสุขภาพที่ดีกว่า. หจก. ศิริธรรม ออฟเซ็ท อุบลราชธานี. 66 หน้า.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. AOAC International, Maryland. 2,000 p.
- Andrighetto, I. and L. Bailoni. 1994. Effect of different animal protein sources on digestive and metabolic parameters and milk production in dairy goats. Small Rumin. Res. 13: 127-132.

- Collins, M. 1988. Composition and fibre digestion in morphological components of an alfalfa-timothy sward. *Anim. Feed Sci. Tech.* 19: 135-143.
- Gimenez, D. M. Jr., 1994. Nutrient requirements of sheep and goats. Alabama Cooperative Extension System. Alabama A & M and Auburn Universities. (Online). Available: <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0812/ANR-0812.pdf> (October 9, 2012).
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications) *Agric. Handbook* No. 379. Washington. D. C.: ARS-USDA. 20 p.
- ISO. 2005. ISO/DIS 5983-2: Animal Feeding Stuffs - Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content-part 2: block digestion/steam distillation method. 14 p.
- Lee, M. J., S. Y. Hwang and P. W. S. Chiou. 2000. Metabolizable energy of roughage in Taiwan. *Small Rumin. Res.* 36: 251-259.
- Mertents, D. R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical model of ruminal function. *J. Anim. Sci.* 64: 1548.
- Min, B. R., S. P. Hart, T. Sahlu and L. D. Satter. 2005. The effect of diets on milk production and composition, and on lactation curves in pastured dairy goats. *J. Dairy Sci.* 88(7): 2604-2615.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 381 p.
- Rashid, M. 2008. Goats and their nutrition. Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives. (Online). Available: <http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/goat/pdf/bta01s08.pdf> (October 9, 2012).
- Sampelayo, M. R. S., L. Amigo, J. L. Ares, B. Sanz and J. Boza. 1998. The use of diets with different protein sources in lactating goats: composition of milk and its suitability for cheese production. *Small Rumin. Res.* 31: 37-43.
-

คุณค่าทางโภชนาและระดับที่เหมาะสมของฝุ่นข้าวโพด จากกระบวนการสีเมล็ดในอาหารโคเนื้อ

Nutritive Value and Optimum Level of Corn Dust from Seed Milling Process in Beef Cattle Feed

สุรพันธ์ ไชยรินคำ^{1/} และ โชค มิเกล็ด^{1/}
Surapun Chairinkum^{1/} and Choke Mikled^{1/}

Abstract: The study was conducted in 4 experimental trials. Experiment 1 studied the nutritive value of corn dust and 4 concentrate diets containing corn dust at 0, 20, 40 and 60%, respectively (16% CP on DM basis), it was found that corn dust consisted 88.13% DM and had nutrients on DM basis as follows: 10.93% CP, 12.52% CF, 4.59% EE, 3.54% Ash, 57.79% NDF, 15.26% ADF, and 7.86% ADL. Moreover, DM, EE and ADL decreased significantly ($P<0.05$) while NDF increased significantly ($P<0.05$) when the levels of corn dust in the diets increased. Experiment 2 studied the degradation of dry matter in the rumen by using Nylon bag technique. It was found that when the levels of corn dust in the diets increased, the degradation of dry matter tended to increase. Experiment 3 evaluated the digestibility and the energy value of the diets by using the Hohenheim gas production technique. It was found that at 40% of corn dust, GP₂₄ and OMD were the lowest ($P<0.05$). In addition, when the levels of corn dust in the diets increased, ME decreased significantly ($P<0.05$). Experiment 4 studied on the performance and the production costs of 16 heads Brahman × native crossbred bulls with the initial weight about 150 kg. The animals were randomly allotted according to the Complete Randomized Design (CRD) into 4 treatment groups. They were fed with rice straw as a roughage and supplemented with one of the concentrate diets containing 0, 20, 40 or 60% of corn dust at 1.25% of body weight for 90 days. The result revealed that the increased levels of corn dust had no effect ($P>0.05$) on ADG (0.21, 0.21, 0.20 and 0.23 kg, respectively), FCR (18.49, 19.10, 20.00 and 17.61 respectively), and daily dry matter intake (2.70, 2.75, 2.72 and 2.70% of body weight, respectively), but feed cost per weight gain (FCG = 67.32, 60.18, 51.69 and 38.09 baht, respectively) decreased significantly ($P<0.05$). It was suggested that corn dust could be used in the concentrate of diet for beef cattle as high as 60% which can reduce the production cost.

Keywords: Corn dust, corn milling by-products, beef cattle diet

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

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

บทคัดย่อ: การศึกษาแบ่งเป็น 4 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของฟืนข้าวโพดและอาหารชั้นที่มีฟืนข้าวโพดเป็นส่วนผสมระดับต่างกัน 4 ระดับคือ 0, 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยทุกสูตรมี 16 เปอร์เซ็นต์ CP (DM basis) พบว่าฟืนข้าวโพดประกอบด้วย DM 88.13 เปอร์เซ็นต์ และมีโภชนาการเป็นร้อยละของวัตถุดิบดังนี้คือ CP 10.93, CF 12.52, EE 4.59, Ash 3.54, NDF 57.79, ADF 15.26 และ ADL 7.86 อีกทั้งการเพิ่มระดับของฟืนข้าวโพดในสูตรอาหาร ทำให้ DM, EE และ ADL ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ NDF เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การทดลองที่ 2 ศึกษาการย่อยสลายของวัตถุดิบในกระเพาะหมัก โดยใช้ Nylon bag technique พบว่าการเพิ่มระดับของฟืนข้าวโพดในสูตรอาหาร ทำให้ปริมาณการย่อยสลายของวัตถุดิบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การทดลองที่ 3 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงาน โดยใช้เทคนิคการวัดแก๊ส พบว่าอาหารชั้นที่มีฟืนข้าวโพดผสมระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาตรแก๊สสุทธิ ณ ชั่วโมง 24 และการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) นอกจากนี้การเพิ่มระดับของฟืนข้าวโพดในสูตรอาหารทำให้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การทดลองที่ 4 ศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิต ของโคขุนลูกผสมบราห์มัน × พันเมือง เพศผู้ ที่ไม่ได้ตอน น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 150 กิโลกรัม จำนวน 16 ตัว โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ให้โคได้รับฟางข้าวเป็นอาหารหยาบแล้วเสริมด้วยอาหารชั้นที่มีฟืนข้าวโพดในระดับ 0, 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในอัตรา 1.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ใช้ระยะเวลาทดลอง 90 วัน พบว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่มีการเพิ่มระดับของฟืนข้าวโพดในสูตรอาหาร ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในส่วนของค่าเจริญเติบโต (ADG = 0.21, 0.21, 0.20 และ 0.23 กิโลกรัม ตามลำดับ) อัตราการแลกน้ำหนัก (FCR = 18.49, 19.10, 20.00 และ 17.61 ตามลำดับ) และปริมาณการกินได้คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว (2.70, 2.75, 2.72 และ 2.70 ตามลำดับ) แต่ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม (FCG = 67.32, 60.18, 51.69 และ 38.09 บาท ตามลำดับ) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งชี้ให้เห็นได้ว่าสามารถนำเอาฟืนข้าวโพดมาเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงโคเนื้อ ได้สูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้

คำสำคัญ: ฟืนข้าวโพด ผลพลอยได้จากการสีข้าวโพด อาหารโคเนื้อ

คำนำ

การเลี้ยงโคเนื้อในปัจจุบันนี้ ต้องให้อาหารชั้นเสริมเพื่อให้โคได้รับพลังงานและโปรตีนสูงขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากธัญพืชเป็นหลัก และมีแนวโน้มที่จะมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตเป็นอย่างมาก ดังนั้นการผสมอาหารชั้นใช้เอง น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนได้ โดยควรเลือกใช้วัตถุดิบชนิดใหม่ที่มีราคาถูก นอกจากนี้การใช้ผลพลอยได้ (by-products) จากการปลูกพืชเศรษฐกิจและโรงงานอุตสาหกรรมทางการเกษตรก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสม เช่น ผลพลอยได้จากข้าวโพด ซึ่งนอกจากจะมีส่วนของเปลือกฝัก ไหม และชังข้าวโพด ยังมีผลพลอยได้จากการสีหรือการกะเทาะเมล็ดข้าวโพดโดยใช้เครื่องจักรที่เรียกว่า “ฟืนข้าวโพด” (corn dust) ซึ่งส่วนใหญ่

ประกอบด้วยส่วนของกลีบเลี้ยง บางส่วนของผิวเปลือกนอกที่หุ้มเมล็ดบริเวณปลายคัพภะ เปลือกนอกของเมล็ดคัพภะ แบ่ง เมล็ดที่แตกหัก และเศษชังข้าวโพด เป็นต้น ซึ่งมีปริมาณมากและราคาถูก โดยพบว่าในกระบวนการสีเมล็ดข้าวโพด จะทำให้เกิดส่วนของฟืนข้าวโพดไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 ของปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่สีทั้งฝัก (บริษัท รุ่งแสงอรุณเกษตรกิจ จำกัด, 2554 ติดต่อบริษัท) ซึ่งส่วนนี้น่าจะนำมาใช้เลี้ยงโคเนื้อได้ แต่เนื่องจากเป็นวัตถุดิบชนิดใหม่ ยังไม่มีข้อมูลในการศึกษาที่แน่ชัด จึงไม่ได้รับความนิยมนักเท่าที่ควร

การทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงคุณค่าทางโภชนาการของฟืนข้าวโพดและอาหารชั้นสำหรับโคเนื้อที่มีฟืนข้าวโพดระดับต่างกันต่อการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนและสมรรถภาพการผลิตตลอดจนต้นทุนการผลิตโคเนื้อเพื่อให้ทราบถึงระดับที่เหมาะสม ในการใช้ทดแทนวัตถุดิบ

อาหารที่มีราคาแพง และสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุน เพิ่มผลกำไร ให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาในอนาคตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

ทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของฝุ่นข้าวโพดและอาหารข้นที่มีฝุ่นข้าวโพดในระดับต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยคำนวณให้ทุกสูตรมีโปรตีนรวม 16 เปอร์เซ็นต์ DM (ตารางที่ 1) จากนั้นสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการโดยใช้ Proximate analysis (AOAC., 2000) และวิเคราะห์องค์ประกอบที่เป็นโครงสร้างโดยวิธี Detergent method (Van Soest, 1982)

การทดลองที่ 2 ศึกษาการย่อยสลายของวัตถุดิบในกระเพาะหมัก โดยใช้ Nylon bag technique

ทำการทดลองโดยใช้โคพื้นเมืองเพศผู้ จำนวน 4 ตัว ที่ได้รับการผ่าตัดใส่ท่อเก็บตัวอย่างอาหารที่

กระเพาะหมัก (rumen fistula) ตามวิธีการของทัศนีย์ และ เทอดชัย (2530) จากนั้นนำตัวอย่างอาหารขึ้นทั้ง 4 กลุ่มมาวิเคราะห์การย่อยสลายของวัตถุดิบในกระเพาะหมักโดยใช้ Nylon bag techniques ตามวิธีการที่ได้ปรับปรุงจาก Ørskov and McDonald (1979) แล้วนำค่าเปอร์เซ็นต์ DM disappearance ที่ชั่วโมงต่าง ๆ ไปคำนวณหาการย่อยสลาย และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY จากสมการดังนี้

$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

เมื่อ P = ค่าจากการย่อยสลาย ณ ช่วงเวลา t
 A = Washing loss หรือส่วนที่ละลายได้ทันที
 B = ส่วนที่ไม่ละลายได้ทันทีแต่สามารถย่อยสลายได้
 $A + B$ = ค่าการย่อยสลายทั้งหมด
 a = ค่าของเส้นกราฟที่ตัดแกน y
 $b = (A + B) - a$
 c = อัตราการย่อยสลายของ B
 t = ช่วงระยะเวลาต่าง ๆ
 I = ระยะเวลาที่รอให้จุลินทรีย์เข้าสู่สัมผัสอาหารและทำการย่อยสลาย (lag phase)
 e = ค่าคงที่ของ $\log_{10}$

Table 1 Experimental diets containing different levels of corn dust

Ingredient (kg)	Substitution levels of corn dust in concentrate (%)			
	0	20	40	60
Soybean meal	6.9	6.9	6.9	6.9
Rice hull	39.0	33.0	27.0	21.0
Ground corn	32.0	23.0	14.0	5.0
Fine rice bran	19.0	14.0	9.0	4.0
Corn dust ^{1/}	0.0	20.0	40.0	60.0
Urea	1.0	1.0	1.0	1.0
Dicalcium phosphate	1.0	1.0	1.0	1.0
Salt	1.0	1.0	1.0	1.0
Sulfur powder	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Crude protein (from the calculation, %)	16.0	16.0	16.0	16.0

^{1/}By product from corn seed milling process composed of glum (bee's wing), tip cap, hull, germ, starch, broken seed, and cob

การทดลองที่ 3 ประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานโดยใช้เทคนิคการวัดแก๊ส (hohenheim gas production technique)

ศึกษาการย่อยได้ของโภชนะและประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy; ME) ของอาหารชั้นที่มีฟ่อนข้าวโพดในระดับต่างกัน 4 ระดับ โดยใช้เทคนิคการวัดแก๊ส ตามวิธีการของ Menke and Steingass (1988)

การทดลองที่ 4 ศึกษาสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิต

ทำการทดลองโดยใช้โครุ่น ลูกผสมบราห์มัน × พันธุ์เมือง เพศผู้ อายุประมาณ 1.5 ปี ที่ไม่ได้ต้อน จำนวน 16 ตัว แต่ละตัวมีน้ำหนักเริ่มต้นใกล้เคียงกันประมาณ 150 กิโลกรัม สุ่มสัตว์ทดลองตามแผนการสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) (Steel and Torrie, 1980) ออกเป็น 4 กลุ่ม เลี้ยงในคอกแบบถาวรที่มีพื้นที่เมนต์ ใช้การผูกแบบสนสายแทนการขังเดี่ยวเพื่อความสะดวกในการจัดการ มีการให้น้ำสะอาดและอาหารหยาบ (คือ ฟางข้าว เนื่องจากมีความสะดวกและความสม่ำเสมอในด้านโภชนะ) อย่างเต็มที่ และให้อาหารชั้นแก่โควันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น ในอัตรา 1.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวโค โดยคำนวณจากค่าความต้องการโปรตีนและการกินได้ของวัตถุดิบ ตามมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย (2551) ใช้ระยะเวลาก่อนการทดลองประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพโคให้พร้อมับสภาพคอกและอาหาร แล้วทำการทดลองเป็นเวลา 90 วัน บันทึกน้ำหนักตัวโคแต่ละตัว ในช่วงเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณอาหารชั้นและหยาบที่กิน คำนวณอัตราการผลิตเนื้อและต้นทุนอาหารทดลองที่ใช้ทั้งหมดตลอดช่วงการทดลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณค่าทางโภชนะ

จากการวิเคราะห์พบว่าฟ่อนข้าวโพดประกอบไปด้วย DM, CP, CF, EE, Ash, NDF, ADF และ ADL เท่ากับ 88.13, 10.93, 12.52, 4.59, 3.54, 57.79, 15.26 และ 7.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากนั้นคำนวณหาค่า OM, NFE, Cell contents, Hemicellulose และ Cellulose พบว่ามีค่าเท่ากับ 96.46, 68.42, 45.47, 30.93 และ 16.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของกรมปศุสัตว์ (2547) ที่รายงานว่าฟ่อนข้าวโพดจากกระบวนการสีเมล็ดมีค่า DM, CP, CF, EE, ash, NFE, NDF และ ADF เท่ากับ 89.52, 7.08, 17.04, 2.18, 3.93, 69.77, 58.16 และ 24.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับคุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลองที่มีฟ่อนข้าวโพดเป็นส่วนผสม 4 ระดับ (ตารางที่ 2) พบว่าการเพิ่มระดับของฟ่อนข้าวโพดขึ้นจนถึง 60 เปอร์เซ็นต์ โดยทดแทนข้าวโพดบด รำหยาบและรำละเอียด ไม่มีผลต่อค่า CP, CF, Ash และ ADF แต่ทำให้ค่า DM, EE และ ADL ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งให้ผลในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของนิรุจน์ (2554) ที่พบว่าการเพิ่มระดับของเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพดขึ้น 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่า EE มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่า NDF เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องมาจากฟ่อนข้าวโพดประกอบด้วยส่วนของ EE ที่ค่อนข้างต่ำ แต่มี NDF ที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น ๆ ในสูตรอาหารทดลอง เช่น ข้าวโพดบด รำหยาบและรำละเอียด เป็นต้น

การย่อยสลายของวัตถุดิบในกระเพาะหมัก โดยใช้ Nylon bag technique

ลักษณะการย่อยสลายของวัตถุดิบในกระเพาะหมักของฟ่อนข้าวโพดที่คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY พบว่าเกิดการละลายได้ในปริมาณที่มาก (A 45.19 เปอร์เซ็นต์) ก่อนที่จะถูกย่อยสลายด้วยการทำงาน

**คุณค่าทางโภชนาการและระดับที่เหมาะสมของฟ่อนข้าวโพด
จากกระบวนการสีเมล็ดในอาหารโคเนื้อ**

ของจุลินทรีย์ (B 48.32 เปอร์เซ็นต์) และมีค่าการย่อยสลายทั้งหมดอยู่ค่อนข้างสูง (A+B 93.51 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากฟ่อนข้าวโพดประกอบด้วย NFE ที่ค่อนข้างสูง (68.42 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถละลายได้ง่าย หลังจากนั้นจะถูกย่อยสลายต่อไปอย่างช้า ๆ (c 0.02 ส่วน

ต่อชั่วโมง) นอกจากนี้การเพิ่มระดับของฟ่อนข้าวโพดในสูตรอาหาร ส่งผลในทางเดียวกันต่อปริมาณการย่อยสลายของวัตถุดิบโดยรวม (A, B, A+B, a, และ ED_{0.05} มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น) แต่ส่งผลในทางตรงข้ามต่ออัตราการย่อยสลาย (c มีแนวโน้มลดลง) (ตารางที่ 3)

Table 2 Chemical composition of corn dust and concentrate containing different levels of corn dust (% DM)

Items	Corn dust	Substitution levels of corn dust in concentrate (%)			
		0	20	40	60
Dry matter (DM)	88.13 ±0.01	88.75 ^b ±0.14	88.59 ^b ±0.01	88.46 ^{ab} ±0.03	88.20 ^a ±0.17
Crude protein (CP)	10.93 ±0.20	16.45 ±0.20	16.46 ±0.10	16.50 ±0.20	16.55 ±0.27
Crude fiber (CF)	12.52 ±0.92	14.39 ±0.31	14.23 ±0.30	14.40 ±0.10	15.00 ±1.01
Ether extract (EE)	4.59 ±0.49	7.71 ^c ±0.03	7.21 ^c ±0.15	6.23 ^b ±0.56	5.22 ^a ±0.20
Total ash	3.54 ±0.60	9.90 ±0.45	8.86 ±0.09	8.22 ±0.02	8.53 ±0.71
Neutral detergent fiber (NDF)	57.79 ±1.44	39.52 ^a ±0.53	47.21 ^b ±1.99	50.18 ^{bc} ±1.18	54.53 ^c ±2.90
Acid detergent fiber (ADF)	15.26 ±2.14	27.57 ±1.31	26.33 ±1.43	24.89 ±0.12	23.60 ±0.01
Acid detergent lignin (ADL)	7.86 ±0.01	7.72 ^{bc} ±0.29	8.18 ^c ±0.14	7.36 ^{ab} ±0.12	7.05 ^a ±0.09
Organic matter (OM)	96.46	90.10	91.14	91.78	91.47
Nitrogen free extract (NFE)	68.42	51.55	53.24	54.66	54.70
Cell content	45.47	60.48	52.79	49.82	45.47
Hemicellulose	30.93	11.95	20.88	25.29	30.93
Cellulose	16.54	19.85	18.15	17.52	16.54

^{abc} The different letters in the same row are statistically significant different ($P < 0.05$)

Table 3 Ruminant degradation parameters of dry matter of corn dust and concentrate containing different levels of corn dust

Items	Corn dust	Substitution levels of corn dust in concentrate (%)			
		0	20	40	60
Immediately soluble part (a)	48.20	41.15	42.42	42.36	44.95
Insoluble fermentable material (b)	45.31	34.85	43.28	42.35	47.51
Degradation rate (c)	0.02	0.04	0.02	0.03	0.02
Washing loss (A)	45.19	35.96	38.08	40.11	41.74
Degradability of water insoluble (B)	48.32	40.04	47.62	44.60	50.72
Potential degradability (A+B)	93.51	76.00	85.70	84.71	92.46
Effective degradability at 0.05 fraction/hour (ED _{0.05})	59.40	56.40	56.80	57.00	57.60

การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงาน โดยใช้เทคนิคการวัดแก๊ส

ฟ่อนข้าวโพดมีค่า OMD 66.89 เปอร์เซ็นต์, ME 10.67 MJ/kg DM และ NEL 6.51 MJ/kg DM ต่ำกว่าข้าวโพดบดที่มีค่า OMD 78.90 เปอร์เซ็นต์, ME 12.81 MJ/kg DM และ NEL 8.08 MJ/kg DM (นฤมล, 2541) ซึ่ง Menke *et. al.* (1979) กล่าวว่า การวัดปริมาณแก๊ส ณ ชั่วโมงที่ 24 เมื่อนำมาพิจารณาพร้อมกับค่าโปรตีนและไขมันสามารถนำมาใช้ทำนายค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ดี โดยมีค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างสูง ($R^2 = 0.98$) นอกจากนี้อาหารอาหารชั้นที่มีฟ่อนข้าวโพดผสมระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ยังมีค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับค่า GP_{24} ที่มีค่าต่ำที่สุดเช่นกัน ในขณะที่การเพิ่มระดับของฟ่อนข้าวโพดในสูตรอาหาร ทำให้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4)

การเจริญเติบโตและอัตราการแลกน้ำหนักของโคเนื้อรุ่นเพศผู้

เมื่อทำการเพิ่มระดับของฟ่อนข้าวโพดในสูตรอาหารขึ้น ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดทำการทดลอง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.21, 0.21, 0.20 และ 0.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ซึ่งใกล้เคียงกับคำแนะนำของ คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย (2551) ที่เสนอว่า โคลูกผสมบราห์มัน ที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 150 กิโลกรัม มีค่าการกินได้ของวัตถุดิบและโปรตีนประมาณ 3.75 และ 0.382 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ควรจะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยประมาณ 0.25 กิโลกรัมต่อวัน อีกทั้งยังให้ผลในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาในแพะรุ่นเพศผู้ของนิรุจน์ (2554) ที่พบว่า การเพิ่มระดับของเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดในสูตรอาหาร 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่า ADG ของแพะในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) นอกจากนี้ยัง

Table 4 Gas production, organic matter digestibility, metabolizable energy and net energy for lactation of corn dust and concentrate containing different levels of corn dust

Items	Corn dust	Substitution levels of corn dust in concentrate (%)			
		0	20	40	60
Gas production (GP_{24} ; ml)	50.79 $\pm$ 0.83	43.92 ^b $\pm$ 0.28	44.30 ^b $\pm$ 0.57	42.76 ^a $\pm$ 0.51	44.52 ^b $\pm$ 0.64
Organic matter digestibility (OMD; %)	66.89 $\pm$ 0.83	64.46 ^b $\pm$ 0.28	64.63 ^b $\pm$ 0.57	63.02 ^a $\pm$ 0.51	64.92 ^b $\pm$ 0.64
Metabolizable energy (ME; MJ/kg DM)	10.67 $\pm$ 0.13	10.23 ^b $\pm$ 0.04	10.26 ^b $\pm$ 0.09	9.86 ^a $\pm$ 0.08	9.91 ^a $\pm$ 0.10
Net energy for lactation (NEL; MJ/kg DM)	6.51 $\pm$ 0.10	6.11 ^b $\pm$ 0.03	6.14 ^b $\pm$ 0.07	5.87 ^a $\pm$ 0.06	5.92 ^a $\pm$ 0.07

^{ab} The different letters in the same row are statistically significant different ($P < 0.05$)

Table 5 Performance of beef cattle fed with concentrate containing different levels of corn dust for 90 days (n=4)

Items	Substitution levels of corn dust in concentrate (%)			
	0	20	40	60
- Initial weight (kg)	144.03 $\pm$ 8.71	146.15 $\pm$ 18.02	145.00 $\pm$ 9.48	150.85 $\pm$ 22.64
- Final weight (kg)	163.15 $\pm$ 7.60	165.00 $\pm$ 18.29	163.05 $\pm$ 10.76	171.55 $\pm$ 23.77
- Weight gain (kg)	19.13 $\pm$ 2.64	18.85 $\pm$ 1.17	18.05 $\pm$ 3.13	20.70 $\pm$ 1.24
- Average daily intake (kg DM)	3.88 $\pm$ 0.16	4.00 $\pm$ 0.21	3.95 $\pm$ 0.27	4.06 $\pm$ 0.41
- Average daily gain; ADG (kg)	0.21 $\pm$ 0.03	0.21 $\pm$ 0.01	0.20 $\pm$ 0.03	0.23 $\pm$ 0.01
- Feed conversion ratio; FCR	18.49 $\pm$ 2.08	19.10 $\pm$ 0.76	20.00 $\pm$ 2.52	17.61 $\pm$ 0.85

พบว่า การเพิ่มระดับของฝุ่นข้าวโพดในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่ออัตราการแลกน้ำหนัก ($P>0.05$) ซึ่งให้ผลในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของนิรุจน์ (2554) เช่นกัน

ปริมาณการกินได้และต้นทุนการผลิตของโคเนื้อรุ่นเพศผู้

ผลการศึกษาด้านปริมาณการกินได้ของโคเนื้อรุ่นเพศผู้แสดงในตารางที่ 6 พบว่าเมื่อเพิ่มระดับของฝุ่นข้าวโพดในสูตรอาหาร ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ต่อปริมาณอาหารทดลองที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน ปริมาณฟางข้าวที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน ปริมาณวัตถุดิบที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน และปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน โดยโคทุกกลุ่มทดลองมีค่าปริมาณวัตถุดิบที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 3.88, 4.00, 3.95 และ 4.06 กิโลกรัม ตามลำดับ และมีค่าปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 0.33, 0.34, 0.34 และ 0.36 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับคำแนะนำของคณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย (2551) ที่เสนอว่า โคลูกผสมบราห์มัน ที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 150 กิโลกรัม

และมีอัตราการเจริญเติบโตประมาณวันละ 0.25 กิโลกรัม มีค่าการกินได้ของวัตถุดิบและค่าความต้องการโปรตีนเท่ากับ 3.75 เท่ากับ 0.382 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังให้ผลในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาในแพะรุ่นเพศผู้ของนิรุจน์ (2554) ที่พบว่า การเพิ่มระดับของเปลือกเมล็ดและคัพภะข้าวโพดในสูตรอาหาร 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่า ค่าปริมาณวัตถุดิบที่กินได้และปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน ของแพะในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่ให้ผลในทิศทางตรงข้ามกับ Montgomery *et al.* (2005) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการเสริมคัพภะข้าวโพดแห้งไขมันเต็ม (dried full-fat corn germ) ในระดับ 0, 5, 10, และ 15 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบในอาหารโคขุน พบว่าการเพิ่มระดับของคัพภะข้าวโพดทำให้ค่าการกินได้ของวัตถุดิบลดลง

ในด้านต้นทุนการผลิต พบว่าอาหารทดลองที่มีฝุ่นข้าวโพดเป็นส่วนผสมในระดับ 0, 20, 40, 60 เปอร์เซ็นต์ และฟางข้าว มีราคาต่อกิโลกรัมเท่ากับ 7.95, 6.68, 5.41, 4.15 และ 0.50 บาท ตามลำดับ (อ้างอิงราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2554) ซึ่งจะ

Table 6 Feed intake and production cost of beef cattle fed with concentrate containing different levels of corn dust for 90 days (n=4)

Items	Substitution levels of corn dust in concentrate (%)			
	0	20	40	60
- Cost of experimental feed (baht/kg)*	7.95	6.68	5.41	4.15
- Cost of experimental feed on dry matter (baht /kg)	8.95	7.54	6.12	4.71
- Cost of rice straw on dry matter (baht /kg)	0.57	0.57	0.57	0.57
- Concentrate intake (kg DM/day)	1.43 ±0.16	1.48 ±0.14	1.46 ±0.26	1.57 ±0.27
- Rice straw intake (kg DM/day)	2.45 ±0.10	2.51 ±0.11	2.49 ±0.08	2.49 ±0.17
- Total dry matter intake (kg/day)	3.88 ±0.16	4.00 ±0.21	3.95 ±0.27	4.06 ±0.41
- Daily dry matter intake (% of BW)	2.70 ±0.20	2.75 ±0.23	2.72 ±0.16	2.70 ±0.14
- Protein intake (kg DM/day)	0.33 ±0.02	0.34 ±0.02	0.34 ±0.04	0.36 ±0.05
- Feed cost per weight gain; FCG (baht)	67.32 ^d ±3.07	60.18 ^c ±2.30	51.69 ^b ±2.50	38.09 ^a ±3.54

^{abcd} The different letters in the same row are statistically significant different ($P<0.05$)

* Reference cost (bath/kg) of raw feed ingredient at 1 May 2011; rice straw 0.50, soybean meal 13.20, rice hull 4.00, ground corn 10.00, fine rice bran 10.20, urea 14.60, dicalcium phosphate 9.50, salt 4.50, sulfur powder 30.00 ,and corn dust 2.00

เห็นได้ว่าการเพิ่มฝุ่นข้าวโพดในระดับ 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดราคาอาหารต่อกิโลกรัมได้ถึง 1.27, 2.54 และ 3.80 บาท โดยคิดเป็นร้อยละ 15.97, 31.95 และ 47.80 ตามลำดับ ซึ่งทำให้ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม (feed cost per weight gain; FCG) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 67.32, 60.18, 51.69 และ 38.09 บาท ตามลำดับ ซึ่งสามารถลดค่า FCG ได้ถึง 7.14, 15.63 และ 29.23 บาท โดยคิดเป็นร้อยละ 10.60, 23.22 และ 43.42 ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

การเพิ่มระดับของฝุ่นข้าวโพดในสูตรอาหาร ทำให้ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม มีค่าลดลงโดยไม่ส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโต อัตราการแลกน้ำหนัก และปริมาณการกินได้ของโค โดยสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารขึ้นได้มากถึงร้อยละ 43.42 ดังนั้นจึงชี้ให้เห็นได้ว่าสามารถนำเอาฝุ่นข้าวโพดมาเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงโคเนื้อได้สูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

ฝุ่นข้าวโพดที่ได้นำมาศึกษานั้น แม้มีคุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ที่ค่อนข้างสูง ซึ่งน่าจะสามารถนำมาใช้ทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์หลายชนิดได้ก็ตาม แต่ควรคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย ไม่ว่าจะเป็นราคาและความสม่ำเสมอของปริมาณ ระยะทางจากแหล่งผลิตมายังฟาร์มสัตว์ วิธีการเก็บรักษา ความน่ากิน การปนเปื้อน เป็นต้น อีกทั้งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ น่าจะสามารถนำไปปรับใช้และควรทำการศึกษาในขั้นต่อไปกับสัตว์เศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2547. ตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 37 หน้า.

คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนาของโคเนื้อในประเทศไทย. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์คลังนาวิทยาศาสตร์. 193 หน้า.

ทัศนีย์ อภิชาติสร้างกูร และเทอดชัย เวียร์ศิลป์. 2530. การผ่าตัดใส่ท่อ Rumen Fistula ในวัวนม โดยวิธีการผ่าตัดครั้งเดียว (on-stage operation). เวชสารสัตวแพทย์ 17(4): 349-355.

นฤมล สุมาลี. 2541. การหาค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ในอาหารโคนม โดยใช้เทคนิคการวัดแก๊สแบบไฮเซนไฮม์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 115 หน้า.

นิรุจน์ มณีสว่าง. 2554. การย่อยได้ปรากฏและการเสริมในอาหารของเปลือกเมล็ดและคัพพะข้าวโพดต่อสมรรถภาพการผลิตแพะรุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 90 หน้า.

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

Menke, K. H., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev. 28: 7-55.

Montgomery, S. P., J. S. Drouillard, J. J. Sindt, M. A. Greenquist, B. E. Depenbusch, E. J. Good, E. R. Loe, M. J. Sulpizio, T. J. Kessen and R. T. Ethington. 2005. Effects of dried full-fat corn germ and vitamin E on growth performance and carcass characteristics of finishing cattle. J. Anim. Sci., 83: 2440-2447.

Ørskov E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighted

- according to rate of passage. J. Agri. Sci. (Camb), 92(02): 499-503.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principle and Procedures of Statistic. 2nd ed., McGrew-Hill Book Company, Inc., New York. 481 p.
- Van Soest, P. J. 1982. Nutrition Ecology of the Ruminant. O&B Book, Inc., Corvallis, Oregon. 337 p.
-

การวิเคราะห์จำแนกประเภทเพื่อการจำแนกกลุ่ม ของขนาดฟาร์มโดยใช้ข้อมูลการจัดการฟาร์ม

Discriminant Analysis for Classifying Farm Size Based on Farm Management Variables

อรอุมา ทองหล่อ^{1/} สุภาวดี มานะไตรนนท์^{1/*} และ อนันท์ เชาว์เครือ^{1/}
On-uma Thonglor^{1/}, Supawadee Manatrinon^{1/} and Anan Chaokaur^{1/}*

Abstract: The aim of this study was to survey the background information of 120 dairy cattle farmers in the South-Central area. The information of individual farm managements was collected by interview schedule during 4 to 17 March, 2011. Discriminant analysis with proportional priors was used to analyze the effect of farm managements on the size of farms including small, medium and large farm sizes depend on the number of milking cows (n) within farms including $n < 15$ (8 farms), $15 \leq n < 30$ (54 farms) and $n \geq 30$ (58 farms), respectively. Eight variables based on farm managements were analyzed and found that 7 variables including sex of farmer, age of farmer, number of family members, time duration to be the member of cooperation, blood level of Holstein Friesian, the amount of concentrate feed and the amount of roughage were significantly different ($P < 0.20$) while percentage of concentrate feed was not significantly different ($P = 0.225$). The discriminant analysis with proportional priors was used to classify farms into the group of 3 different farm sized based on 8 variables. The result showed that the predictive discriminant model has ability to classify farms in to the corrected group ($P < 0.20$) with Wilks' Lambda = 0.697, chi-square = 37.378, df = 20, $P = 0.011$ and canonical correlation = 0.465. The highest values of standardized canonical discriminant function coefficient were blood level of Holstein Friesian (0.836), the amount of concentrate feed (0.622), percentage of concentrate feed (0.462), number of family members (0.450), age of farmer (0.304), time duration to be the member of cooperation (0.279), sex of farmer (0.158) and the amount of roughage (0.158), respectively. The misclassification of the predictive discriminant model was 39.6%. The result showed that the most of cattles in the farms were less than or equal to 87.5% of Holstein blood. It might be that cattles with less than 87.5% of Holste Friesian blood suitable to survive in the environment in the South-Central Area.

Keywords: Dairy cattle, farm size, farm management, prediction, discriminant analysis

^{1/} คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี จ.เพชรบุรี 76120

^{1/} Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Phetchaburi 76120, Thailand

* Corresponding Author, E-mail: msupawad@su.ac.th

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรฟาร์มโคนมในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างจำนวน 120 ฟาร์ม โดยใช้แบบสัมภาษณ์ระหว่างวันที่ 4 - 17 มีนาคม พ.ศ. 2554 นำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการฟาร์มด้วยวิธี Discriminant analysis with proportional priors เพื่อให้ทราบปัจจัยที่มีผลทำให้การจัดการฟาร์มของฟาร์มขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่แตกต่างกัน โดยขนาดของฟาร์มแบ่งตามจำนวนโคนม คือ จำนวนโคนมภายในฟาร์มน้อยกว่า 15 ตัว (8 ฟาร์ม) ตั้งแต่ 15 ถึง 30 ตัว (54 ฟาร์ม) และตั้งแต่ 30 ตัว ขึ้นไป (58 ฟาร์ม) ตามลำดับ จากผลการศึกษาทั้งหมด 8 ตัวแปร พบว่ามีอยู่ 7 ตัวแปร คือ เพศของเกษตรกร อายุของเกษตรกร ขนาดสมาชิกครอบครัว ระยะเวลาการเป็นสมาชิกสหกรณ์ ระดับเลือดโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน ปริมาณอาหารข้น ปริมาณอาหารหยาบ ที่มีผลทำให้การจัดการฟาร์มทั้ง 3 ขนาด แตกต่างกัน ($P < 0.20$) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างของตัวแปรเปอร์เซ็นต์อาหารข้น ($P = 0.225$) ในการวิเคราะห์หาสมการในการจำแนกกลุ่มด้วยวิธี Discriminant analysis with proportional priors พบว่าสมการมีความสามารถในการจำแนกกลุ่มได้ ($P < 0.20$) ด้วยค่า Wilks' Lambda = 0.697, Chi-Square = 37.378, df = 20, $P = 0.011$ และ Canonical Correlation = 0.465 จากค่า Standardized Canonical Discriminant Function Coefficient สรุปได้ว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักในการจำแนกสูงสุดเรียงตามลำดับ คือ ระดับเลือดโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน (0.836) ปริมาณอาหารข้น (0.622) เปอร์เซ็นต์อาหารข้น (0.462) ขนาดสมาชิกครอบครัว (0.450) อายุของเกษตรกร (0.304) ระยะเวลาการเป็นสมาชิกสหกรณ์ (0.279) เพศของเกษตรกร (0.158) และปริมาณอาหารหยาบ (0.158) โดยความผิดพลาดของการใช้สมการในการจำแนกกลุ่มของฟาร์มตามขนาดฟาร์มมีค่าเท่ากับ 39.6 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษานี้ยังสามารถบอกได้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เลี้ยงโคนมลูกผสมที่มีระดับเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 87.5 เปอร์เซ็นต์ ในทุกขนาดฟาร์ม ซึ่งเป็นไปได้ว่าโคนมที่มีระดับเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนที่ไม่สูงมากนักเป็นระดับเลือดที่เหมาะสมกับการเลี้ยงในสภาวะแวดล้อมในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง

คำสำคัญ: โคนม ขนาดฟาร์ม การจัดการฟาร์ม การทำนาย การวิเคราะห์จำแนกประเภท

คำนำ

อาชีพการเลี้ยงโคนมถือเป็นอาชีพพระราชทานจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2505 โดยได้ทรงร่วมกับพระเจ้าเฟรเดริกที่ 9 แห่งประเทศเดนมาร์ก นำโคนมพันธุ์เรดเดนเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทย ณ ศูนย์ฝึกอบรมการเลี้ยง โคนมไทย-เดนมาร์กขึ้นที่อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ซึ่งต่อมากลายเป็นองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) ในปัจจุบันพบว่าด้วยการใช้เทคโนโลยีของการผสมเทียมทำให้การเลี้ยงโคนมมีการพัฒนาไปมากโดยพันธุ์โคนมที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทยได้แก่โคนมพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียนที่มีระดับเลือดตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป

ปัจจุบันได้มีการพยายามเพิ่มผลผลิตน้ำนมโคอย่างต่อเนื่อง ซึ่งน้ำนมเป็นรายได้หลักส่วนใหญ่จากการเลี้ยงโคนม ยิ่งโคนมให้ปริมาณน้ำนมมากเท่าไรยิ่งหมายถึงผลกำไรที่ได้มากขึ้นเท่านั้น ปัจจัยที่มีผลต่อการ

ให้ปริมาณน้ำนม ได้แก่ ปัจจัยทางด้านสายพันธุ์โคนม อาหาร และการจัดการฟาร์ม โดยการจัดการฟาร์มในแต่ละพื้นที่หรือแต่ละประเทศจะมีพื้นฐานของปัจจัยเหล่านี้แตกต่างกันไป ซึ่งผู้เลี้ยงจะต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมากเพราะปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อปริมาณผลผลิตน้ำนมของฟาร์มได้ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีการศึกษาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการผลิตที่แท้จริงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการฟาร์ม และสภาพการจัดการด้านอาหารโคนมของเกษตรกร (วลัยกานต์ และวรรณ, 2541) ปริมาณและคุณภาพของน้ำนมในแต่ละพื้นที่นั้น ๆ เพื่อที่จะทราบข้อมูลที่แท้จริงที่ทำให้การเลี้ยงโคนมในแต่ละพื้นที่ประสบความสำเร็จ (Tedesse and Dessie, 2003; Millogo et al., 2008; Mureda and Zeleke, 2008) สำหรับในประเทศไทยมีแหล่งเลี้ยงโคนมที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดสระบุรี นครราชสีมา ลพบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย ราชบุรี และนครปฐม

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรฟาร์มโคนมในเขตพื้นที่ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อศึกษาปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร ปัจจัยเกี่ยวกับการผลิต และปัจจัยเกี่ยวกับพันธุกรรม ที่มีผลต่อรูปแบบการจัดการฟาร์มว่าฟาร์มที่มีขนาดแตกต่างกันจะมีรูปแบบของการจัดการฟาร์มแตกต่างกันหรือไม่ในด้านต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรรายใหม่และรายเก่าในการเลือกขนาดฟาร์มที่สอดคล้องกับการจัดการฟาร์มสำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโคนมได้อย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

การรวบรวมข้อมูล

ประชากรในการศึกษา คือ กลุ่มเกษตรกรรายย่อยที่เลี้ยงโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน (Holstein Friesian, HF) ในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และเขตปาละดู ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยคัดเลือกเกษตรกรที่เลี้ยงโคนมในเขตพื้นที่ดังกล่าวจำนวน 120 ฟาร์ม แบ่งเป็นพื้นที่ละ 60 ฟาร์ม และใช้แบบสัมภาษณ์ (interview schedule) เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล รวมถึงสังเกต (observation) จัดบันทึกสภาพแวดล้อมภายในฟาร์มของเกษตรกร ในการศึกษาครั้งนี้เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 4 - 17 มีนาคม พ.ศ. 2554 จากการสำรวจพบว่าสามารถแบ่งขนาดของฟาร์มตามจำนวนโครีดแยกตามพื้นที่ได้ออกเป็น 3 ขนาด คือ ฟาร์มขนาดเล็ก (8 ฟาร์ม) ฟาร์มขนาดกลาง (54 ฟาร์ม) และฟาร์มขนาดใหญ่ (58 ฟาร์ม) โดยแต่ละขนาดฟาร์มจะมีจำนวนโครีดนมไม่น้อยกว่า 15 ตัว ระหว่าง 15 ถึง 30 ตัว และมากกว่า 30 ตัว ขึ้นไป ตามลำดับ การเก็บข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร (เพศ อายุ ระดับการศึกษา ขนาดสมาชิกครอบครัว อาชีพหลัก อาชีพเสริม

ระยะเวลาการเป็นสมาชิกสหกรณ์ และแหล่งเงินทุนที่ใช้ในการเลี้ยงโคนม) ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต (ปริมาณอาหารข้นและอาหารหยาบที่ให้โคกิน) และข้อมูลเกี่ยวกับพันธุกรรม (ระดับเลือด HF ของโค อายุ และปีเกิด)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลพื้นฐานฟาร์มดังที่กล่าวข้างต้นมาทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวกับขนาดฟาร์ม พบว่ามีเพียงบางตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับขนาดฟาร์ม คือ เพศของเกษตรกร อายุของเกษตรกร ขนาดสมาชิกครอบครัว ระยะเวลาการเป็นสมาชิกสหกรณ์ ระดับเลือด HF ของโค ปริมาณอาหารข้น ปริมาณอาหารหยาบ และเปอร์เซ็นต์อาหารข้น โดยแบ่งตัวแปรออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ตัวแปรเชิงกลุ่ม และตัวแปรต่อเนื่อง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์จำแนกประเภท หรือที่เรียกว่า Discriminant analysis (DA) ซึ่งได้ถูกนำมาใช้ในการจัดกลุ่มของข้อมูล โดยทดสอบว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามจนถึงขั้นที่สามารถจำแนกประชากรออกเป็นกลุ่มตามกลุ่มของตัวแปรตามได้ จะทำให้ได้สมการจำแนกประเภทออกมาแล้วจึงนำสมการจำแนกประเภทนั้นไปใช้ในการทำนายการเป็นสมาชิกของกลุ่มของตัวแปรตาม โดยทำการสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายกลุ่มของขนาดฟาร์มโดยใช้สมการจำแนกประเภทเป็นชนิดความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นก่อนจากสัดส่วนของสมาชิกกลุ่ม (DA with proportional priors) เพื่อกำจัดอิทธิพลของความลำเอียงอันเนื่องมาจากจำนวนฟาร์มในแต่ละกลุ่มของขนาดฟาร์มมีจำนวนหรือสัดส่วนไม่เท่ากัน ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของสมการที่ความเชื่อมั่น 80 เปอร์เซ็นต์ (Montgomery *et al.*, 1987; Hossain *et al.*, 2002) โดยให้ขนาดของฟาร์มเป็นตัวแปรตามและให้ปัจจัยทางด้านข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรทั้ง 8 ตัวแปร เป็นตัวแปรต้น ดังมีรายละเอียดในตารางที่ 1

Table 1 Detail of variables

Variables	Detail
Discontinuous variables*	
1. Sex of farmer	2 groups (male and female)
2. Age of farmer	3 groups (21 - 30 years, 31 - 40 years and > 40 years)
3. Number of family members	2 groups (< 5 persons and ≥ 5 persons)
4. Time duration to be the member of cooperation	2 groups (< 5 years and ≥ 5 years)
5. Blood level of Holstein Friesian	3 groups (< 87.5%, = 87.5% and > 87.5%)
Continuous variables	
6. Amount of concentrate feed	The average amount of concentrate feed (kg/cow/day)
7. Amount of roughage	The average amount of roughage (kg/cow/day)
8. Percentage of concentrate feed	Ratio between amount of concentrate feed (%) and roughage (%)

* Discontinuous variables are dummy variables (0=no and 1=yes)

และสมการที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มแสดงดังนี้

$$\text{แบบหุ่น } Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10}$$

โดย Y_i คือ ขนาดฟาร์ม ($i = 1, 2, 3$) โดย ฟาร์มขนาดเล็ก = 1 ฟาร์มขนาดกลาง = 2 และฟาร์มขนาดใหญ่ = 3

X_1 คือ เพศของเกษตรกร โดย เพศหญิง = 0 และ เพศชาย = 1

X_2 คือ ดมมีกลุ่มอายุ 21 - 30 ปี โดยอายุ 21-30 ปี = 1 และอายุอื่น ๆ = 0

X_3 คือ ดมมีกลุ่มอายุ 31 - 40 ปี โดยอายุ 31-40 ปี = 1 และอายุอื่น ๆ = 0

X_4 คือ ขนาดสมาชิกครอบครัว โดยจำนวนสมาชิกต่ำกว่า 5 คน = 1 และ จำนวนสมาชิก 5 คนขึ้นไป = 0

X_5 คือ ระยะเวลาการเป็นสมาชิกสหกรณ์ โดย ระยะเวลาต่ำกว่า 5 ปี = 1 และระยะเวลา 5 ปีขึ้นไป = 0

X_6 คือ ปริมาณอาหารข้น (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)

X_7 คือ ปริมาณอาหารหยาบ (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)

X_8 คือ เปอร์เซ็นต์อาหารข้น

X_9 คือ ดมมีกลุ่มระดับเลือด HF ต่ำกว่า 87.5 โดยระดับเลือด HF ต่ำกว่า 87.5 = 1 และระดับอื่น ๆ = 0

X_{10} คือ ดมมีกลุ่มระดับเลือด HF เท่ากับ 87.5 โดยระดับเลือด HF เท่ากับ 87.5 = 1 และระดับอื่น ๆ = 0

β_0 คือ intercept และ $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{10}$ คือ สัมประสิทธิ์ของตัวแปร $X_1, X_2, \dots, X_{10}$

ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาพบว่าขนาดฟาร์มโคนมส่วนใหญ่ในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างเป็นฟาร์มขนาดใหญ่ (58 ฟาร์ม) และฟาร์มขนาดกลาง (54 ฟาร์ม) ส่วนฟาร์มขนาดเล็กมีอยู่เพียง 8 ฟาร์ม เท่านั้น จึงใช้กำหนดขนาดฟาร์มในการจำแนกประเภทฟาร์มในครั้งนี้ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ในเขตนี้มีการเลี้ยงโคนมโดยมีโครีดอยู่ภายในฟาร์มตั้งแต่ 15 ตัวขึ้นไป

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยทางด้านข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร ปัจจัยทางด้านอาหาร และปัจจัยของระดับเลือดโคของฟาร์มขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่

จากข้อมูลในตารางที่ 2 แสดงให้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐานของฟาร์มในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร ปัจจัยทางด้านอาหารสัตว์ และพันธุ์สัตว์ พบว่าเจ้าของฟาร์มโคนมส่วนใหญ่ในเขตพื้นที่นี้จะเป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิงไม่ว่าจะเป็นฟาร์มขนาดใดก็ตาม โดยยิ่งฟาร์มมีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นก็จะยิ่งเพิ่มสัดส่วนของเจ้าของฟาร์มที่เป็นเพศชายเพิ่มขึ้นตามด้วย ดังจะเห็นว่าสัดส่วนของเจ้าของฟาร์มเพศชายในฟาร์มโคนมขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่มีค่าเท่ากับ 62.5, 67.3 และ 81.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเจ้าของฟาร์มส่วนใหญ่จะมีอายุมากกว่า 40 ปี ขึ้นไป โดยมีมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ (ฟาร์มขนาดเล็ก = 62.5 เปอร์เซ็นต์, ฟาร์มขนาดกลาง = 70.4 เปอร์เซ็นต์ และฟาร์มขนาดใหญ่ = 74.1 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาเจ้าของฟาร์มจะมีอายุอยู่ในช่วง 31 - 40 ปี และอยู่ในช่วง 21 - 30 ปี ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าขนาดสมาชิกของครอบครัวที่ถูกจัดอยู่ในฟาร์มขนาดใหญ่จะมีสมาชิกในครอบครัวมากกว่า 5 คน ขึ้นไป (60.7 เปอร์เซ็นต์) ส่วนฟาร์มขนาดกลางจะมีขนาดสมาชิกในครอบครัวทั้งมากกว่า 5 คน ขึ้นไป และน้อยกว่า 5 คน ลงมาด้วยสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน (48.1 และ 51.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ในขณะที่ฟาร์มขนาดเล็กจะมีขนาดสมาชิกของครอบครัวโดยส่วนใหญ่ไม่น้อยกว่า 5 คน ลงมา (75.0 เปอร์เซ็นต์) และหากพิจารณาที่ระยะเวลาในการเป็น

สมาชิกสหกรณ์จะพบว่าฟาร์มส่วนใหญ่ในทุกขนาดฟาร์มจะมีระยะเวลาในการเป็นสมาชิกสหกรณ์มากกว่า 5 ปี ขึ้นไป โดยพบว่าฟาร์มขนาดใหญ่จะมีสัดส่วนของฟาร์มที่เป็นสมาชิกมากกว่าฟาร์มขนาดกลาง และฟาร์มขนาดเล็กตามลำดับ (ฟาร์มขนาดเล็ก = 62.5 เปอร์เซ็นต์, ฟาร์มขนาดกลาง = 83.3 เปอร์เซ็นต์ และฟาร์มขนาดใหญ่ = 89.7 เปอร์เซ็นต์)

หากพิจารณาในแง่ของปัจจัยทางด้านอาหารจะพบว่าโครีดนมจะได้รับปริมาณอาหารข้นและปริมาณอาหารหยาบมากขึ้นตามขนาดฟาร์มที่ใหญ่ขึ้นด้วยโดยในฟาร์มขนาดเล็กจะมีการให้อาหารข้นและอาหารหยาบมีค่าเท่ากับ 3.11 ± 1.47 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และ 20.32 ± 16.55 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ในขณะที่ฟาร์มขนาดกลางจะมีการให้อาหารข้นและอาหารหยาบมีค่าเท่ากับ 4.07 ± 2.10 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และ 36.56 ± 46.47 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และในขณะที่ฟาร์มขนาดใหญ่จะมีการให้อาหารข้นและอาหารหยาบปริมาณมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 6.00 ± 4.69 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และ 54.91 ± 57.62 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาในแง่ของเปอร์เซ็นต์อาหารข้นกลับพบว่าฟาร์ม ทั้ง 3 ขนาด มีค่าเปอร์เซ็นต์อาหารข้นไม่แตกต่างกันด้วยค่า $P=0.225$ และมีค่าเปอร์เซ็นต์อาหารข้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 16.29 ± 14.83 ถึง 22.03 ± 19.98 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน

เมื่อพิจารณาถึงระดับเลือดโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน จะพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ทั้ง 3 ขนาดฟาร์มจะเลี้ยงโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนที่มีระดับเลือดต่ำกว่า 87.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเท่ากับ 87.5 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่า 87.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นว่าระดับเลือดของโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนที่ระดับเลือดต่ำกว่าหรือเท่ากับ 87.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมกับการเลี้ยงโคนมในเขตพื้นที่นี้มากกว่าโคนมที่มีระดับเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนสูงเนื่องจากโคนมที่มีระดับเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนสูงจะมีความต้องการการจัดการและการดูแลมากกว่าโคนมที่มีระดับเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนต่ำ และประกอบกับถ้ามีระดับเลือดสูงจะมีผลต่อความสามารถในการทนร้อนโรคและแมลงได้ต่ำ

Table 2 Data information of each variable based on small, medium and large farm sizes

Variables	Farm sizes			P-Value
	Small	Medium	Large	
1. Sex of farmer (%)				0.199
- female	37.5	32.7	19.0	
- male	62.5	67.3	81.0	
2. Age of farmer (%)				0.120
- 21 - 30 years	0	14.8	3.4	
- 31 - 40 years	37.5	14.8	22.4	
- > 40 years	62.5	70.4	74.1	
3. Number of family members (%)				0.114
- < 5 persons	75.0	51.9	39.3	
- ≥ 5 persons	25.0	48.1	60.7	
4. Time duration to be the member of cooperation (%)				0.118
- < 5 years	37.5	16.7	10.3	
- ≥ 5 years	62.5	83.3	89.7	
5. Amount of concentrate feed (mean ±S.D.; kg/cow/day)	3.11 ±1.47	4.07 ±2.10	6.00 ±4.69	0.008
6. Amount of roughage (mean ±S.D.; kg/cow/day)	20.32 ±16.55	36.56 ±46.47	54.91 ±57.62	0.068
7. Percentage of concentrate feed (mean ±S.D.)	20.03 ±17.67	22.03 ±19.98	16.29 ±14.83	0.225
8. Blood level of Holstein Friesian (%)				0.060
- < 87.5%	75.0	75.5	62.1	
- = 87.5%	25.0	13.2	34.5	
- > 87.5%	0	11.3	3.4	

อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบความแตกต่างของปัจจัยทางด้านข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร ปัจจัยทางด้านอาหารและปัจจัยของระดับเลือดโคของฟาร์มขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ (ตารางที่ 2) โดยใช้ตัวทดสอบไคสแควร์สำหรับตัวแปรเชิงกลุ่ม และตัวทดสอบเอฟ สำหรับตัวแปรต่อเนื่อง พบว่า เกือบทุกตัวแปรมีความสามารถในการใช้แยกความแตกต่างระหว่างกลุ่มฟาร์มขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ออกจากกันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.20$) ยกเว้นตัวแปรเปอร์เซ็นต์อาหารข้น ($P = 0.225$)

รูปแบบสมการจำแนกกลุ่ม

นำตัวแปรต้นทั้งหมด 8 ตัวแปร (ตารางที่ 2) มาสร้างสมการในการจำแนกกลุ่มตามขนาดฟาร์ม (ตัวแปรตาม) โดยใช้ DA with proportional priors ได้สมการ Fisher's linear discriminant functions สำหรับจำแนกกลุ่มฟาร์มขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3 ซึ่งผลการทดสอบความเหมาะสมของรูปแบบสมการจำแนกกลุ่ม พบว่าสมการมีความสามารถในการจำแนกกลุ่มได้ด้วยค่า $P < 0.20$ (Wilks' Lambda = 0.697, Chi-Square = 37.378, df = 20,

**การวิเคราะห์จำแนกประเภทเพื่อการจำแนกกลุ่ม
ของขนาดฟาร์มโดยใช้ข้อมูลการจัดการฟาร์ม**

$P=0.011$, Canonical Correlation = 0.465) และจากค่า Standardized Canonical Discriminant Function Coefficient สรุปได้ว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักในการจำแนกสูงสุดหรือมีอิทธิพลสูงสุดเรียงตามลำดับคือ ระดับเลือดโคพันธุ์โฮลสไตน์เฟรียเซียน (0.836) ปริมาณอาหารข้น (0.622) เปอร์เซ็นต์อาหารข้น (0.462) ขนาดสมาชิกครอบครัว (0.450) อายุของเกษตรกร (0.304) ระยะเวลาการเป็นสมาชิกสหกรณ์ (0.279) และสุดท้ายคือเพศของเกษตรกรกับปริมาณอาหารหยابซึ่งทั้ง 2 ตัวแปร จะมีน้ำหนักในการจำแนกเท่ากันโดยมีน้ำหนักในการจำแนก

เท่ากับ 0.158 เมื่อทำการสร้างกราฟระหว่าง Discriminant function I กับ Discriminant function II ได้ภาพดังภาพที่ 1

ผลการจำแนกกลุ่มพบว่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการใช้สมการจำแนกกลุ่มในกลุ่มฟาร์มขนาดเล็ก กลุ่มฟาร์มขนาดกลาง และกลุ่มฟาร์มขนาดใหญ่ มีค่าเท่ากับ 75, 44.9 และ 29.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งโดยรวมแล้วพบว่าร้อยละความผิดพลาดในการจำแนกกลุ่มเท่ากับ 39.6 เปอร์เซ็นต์

Table 3 Discriminant function coefficient in order to separate three groups of farm sizes

Variables	Group of small farms	Group of medium farms	Group of large farms
Intercept	-16.461	-11.216	-12.756
1. Sex of farmer	1.059	1.070	1.441
2. Age of farmer			
- dummy group: 21 - 30 years	0.274	3.397	2.234
- dummy group: 31 - 40 years	3.548	2.504	3.208
3. Number of family members	3.849	2.773	2.054
4. Time duration to be the member of cooperation	5.137	2.177	1.993
5. Amount of concentrate feed	-0.094	0.016	0.171
6. Amount of roughage	0.043	0.043	0.047
7. Percentage of concentrate feed	0.166	0.139	0.112
8. Blood level of Holstein Friesian			
- dummy group: < 87.5%	16.820	15.166	16.337
- dummy group: = 87.5%	17.315	14.477	16.289

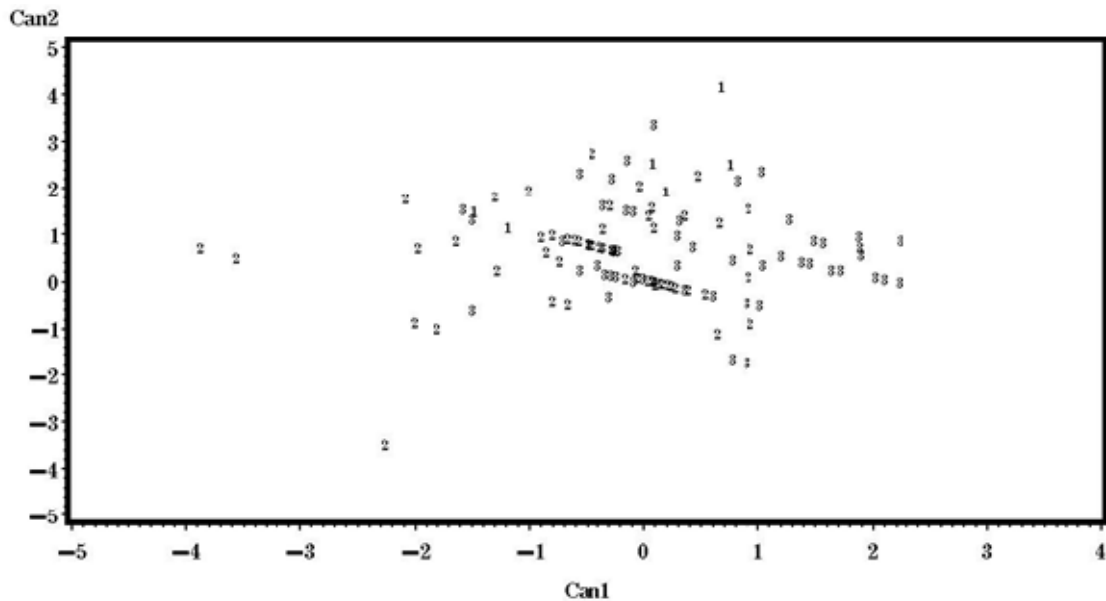


Figure 1 Classification of farm into any groups of farms based on discriminant function analysis with proportional priors (1 = group of small farms, 2 = group of medium farms and 3 = group of large farms)

วิจารณ์

ผลจากการใช้ DA with Proportional Priors ในการจำแนกกลุ่มฟาร์มประกอบไปด้วยกลุ่มฟาร์มขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ พบว่าทั้ง 8 ตัวแปร ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีความสามารถในการจำแนกกลุ่มฟาร์มดังกล่าวออกจากกันได้โดยพบว่า ตัวแปรที่มีน้ำหนักในการจำแนกสูงสุดหรือมีอิทธิพลสูงสุดเรียงตามลำดับ คือ ระดับเลือด HF ปริมาณอาหารชั้น เปอร์เซ็นต์อาหารชั้น ขนาดสมาชิกครอบครัว อายุของเกษตรกร ระยะเวลาการเป็นสมาชิกสหกรณ์ และเพศของเกษตรกรกับปริมาณอาหารหยาบ จากรายงานการศึกษาวิจัยของรักพงษ์ และคณะ (2549) พบว่าโคสาวที่มีเปอร์เซ็นต์ระดับสายเลือดไฮลสไตน์ฟรีเซียน (มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์) จะมีอายุที่สามารถทำการผสมได้ครั้งแรกน้อยกว่าโคสาวที่มีเปอร์เซ็นต์ระดับสายเลือดไฮลสไตน์ฟรีเซียนปานกลาง (น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งจะมีผลต่อการเพิ่มจำนวนโคนมในฟาร์มและขยายขนาดของฟาร์มให้ใหญ่ขึ้นในอนาคตได้ นอกจากนี้แล้วปัจจัยสภาพพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมบางประการของเกษตรกร รวมไปถึง

ปัญหาและอุปสรรคของการจัดการเลี้ยงโคนมมีความสัมพันธ์กับผลตอบแทนจากการเลี้ยงโคนมในแหล่งต่าง ๆ อาทิ จังหวัดสกลนคร ตามรายงานการวิจัยของสมศักดิ์ และคณะ (2541) โดยมีข้อมูลสอดคล้องกันพบว่า ปัจจัยสภาพพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมบางประการของเกษตรกร เช่น อายุของเกษตรกร ขนาดครอบครัว รายได้สภาพโรงเรือน อาหารหยาบ การให้อาหารชั้น การผสมพันธุ์ การรับบริการแจ้งสัตว์ป่วย มีความสัมพันธ์กับผลตอบแทนจากการเลี้ยงโคนม ตลอดจนรวมไปถึงปัญหาและอุปสรรคของการจัดการเลี้ยงโคนม เช่น การขาดความรู้ในการเลี้ยงโคนม พื้นที่แปลงหญ้ามีขนาดเล็ก มีโคนมเลี้ยงจำนวนน้อย การขาดเครื่องมืออุปกรณ์และการขาดเงินทุนหมุนเวียนในการประกอบการ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปัจจัยต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นล้วนมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อขนาดของฟาร์มโคนมและมีอิทธิพลต่อการจำแนกขนาดของฟาร์มโคนมด้วย อย่างไรก็ตามถึงแม้สมการทำนายจะสามารถจำแนกประเภทของกลุ่มฟาร์มได้ว่าค่า Wilks' Lambda มีค่าสูง (0.697) ส่วน Canonical Correlation กลับมีค่าต่ำ (0.465) ซึ่งผลการทดสอบทางสถิติทั้ง 2 ค่า แสดงให้เห็นว่ายังมีปัจจัยอื่น ๆ

ที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มฟาร์มอีก ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรนำปัจจัยอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการจำแนกกลุ่มฟาร์ม เช่น ขนาดพื้นที่ทำฟาร์ม การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ และจำนวนคอกสัตว์ภายในฟาร์ม เป็นต้น (Riveiro-Valino *et al.*, 2009) นอกจากนี้แล้วสภาพการจัดการด้านอาหารโคนมของเกษตรกรในพื้นที่ ทั้งในแง่ของปริมาณและคุณภาพให้เพียงพอความต้องการของโคนมและลดการขาดแคลน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งต่อการพัฒนาฟาร์มเลี้ยงโคนม (วลัยกานต์ และวรรณ, 2541) แต่อย่างไรก็ตามจากการทดสอบสมการที่ได้ดังกล่าวย้อนกลับไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลเดิมอีกครั้ง (cross-validate) ทำให้สามารถชี้ให้เห็นถึงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มฟาร์มดังกล่าวโดยใช้สมการทำนายเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงที่ได้จากการสำรวจ ซึ่งพบว่ามีความผิดพลาดในการใช้สมการทำนายดังกล่าวเท่ากับ 39.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่าถึงแม้งานวิจัยครั้งนี้จะมีตัวแปรที่ใช้ในการสร้างสมการทำนายยังไม่สมบูรณ์แต่ก็ยังสามารถใช้สมการนี้ในการทำนายกลุ่มของฟาร์มได้ซึ่งก็ยังคงมีความถูกต้องของการใช้สมการทำนายนี้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการจำแนกกลุ่มของขนาดฟาร์มโดยใช้ข้อมูลการจัดการฟาร์มในการศึกษานี้จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาฟาร์มโคนมสำหรับเกษตรกรรายย่อย เพื่อการขยายขนาดฟาร์มและการพัฒนาคุณภาพการจัดการฟาร์มโคนม

สรุป

การใช้ Discriminant Analysis ในการจำแนกกลุ่มของขนาดฟาร์มโดยใช้ข้อมูลการจัดการฟาร์มจำนวน 8 ตัวแปร มาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการฟาร์มด้วยวิธี Discriminant analysis with proportional priors สรุปว่าตัวแปรที่มีน้ำหนักในการจำแนกสูงสุดเรียงตามลำดับ คือ ระดับเลือดโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน (0.836) ปริมาณอาหารข้น (0.622) เปอร์เซ็นต์อาหารข้น (0.462) ขนาดสมาชิกครอบครัว (0.450) อายุของเกษตรกร (0.304) ระยะเวลาการเป็นสมาชิกสหกรณ์ (0.279) เพศของเกษตรกร (0.158) และปริมาณอาหารหยาบ (0.158) โดยความผิดพลาดของการใช้สมการใน

การจำแนกกลุ่มของฟาร์มตามขนาดฟาร์มมีค่าเท่ากับ 39.6 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาครั้งนี้ยังสามารถบอกได้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เลี้ยงโคนมลูกผสมที่มีระดับเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 87.5 เปอร์เซ็นต์ ในทุกขนาดฟาร์ม ซึ่งเป็นไปได้ว่าโคนมที่มีระดับเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียนที่ไม่สูงมากนักเป็นระดับเลือดที่เหมาะสมกับการเลี้ยงในสภาวะแวดล้อมในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง

จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่ายังมีตัวแปรอื่นนอกเหนือจากที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ที่มีผลต่อการจัดกลุ่มของฟาร์มตามขนาดของจำนวนโครีด ซึ่งในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเก็บตัวแปรอื่น ๆ ร่วมด้วยซึ่งจะทำให้สมการทำนายที่ได้มีความแม่นยำมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามถ้ามีจำนวนตัวแปรเพิ่มขึ้นจำนวนฟาร์มที่เก็บข้อมูลก็จะต้องเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัวด้วย และถึงแม้สมการทำนายที่ได้ในครั้งนี้จะไม่สามารถอธิบายปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มฟาร์มได้ครบถ้วนทุกปัจจัย แต่ความถูกต้องของสมการทำนายก็อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบคุณการส่งเสริมกิจการโคนมช่วยเหลือสัตว์ใหญ่และสหกรณ์ ณ ศูนย์รับนมในเขตพื้นที่ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่เอื้อเฟื้อในการให้ข้อมูลปริมาณน้ำนม และขอขอบคุณเกษตรกรโคนมทั้งสองพื้นที่ที่กรุณาสละเวลาในการให้ข้อมูลในครั้งนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

รักพงษ์ ตาใจ ทวีศาสตร์ ตันกิตยานนท์ ณรงค์ แก่นแก้ว
ปรมินทร์ วินิจจุลกุล ขวัญชาย เครือสุคนธ์
ศุกลรัตน์ บุญยยาตรา ศร ธิปฏิมากร และ
วิทยา สุริยาสถาพร. 2549. ปัจจัยของเปอร์เซ็นต์
สายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียนและฤดูกาลที่โค

- เกิดต่ออายุของโคสาวเมื่อได้รับการผสมครั้งแรก. เชียงใหม่สัตวแพทยสาร. 4(1): 19-24.
- วลัยกานต์ เจียมเจตจรรยา และ วรณา อ่างทอง. 2541. รายงานเบื้องต้นสภาพการจัดการด้านอาหารโคเนื้อและโคนมของเกษตรกรในพื้นที่ 11 จังหวัดภาคกลาง. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2541 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 295-313.
- สมศักดิ์ เกาทอง ประเทศ ปุ๋ยพันธวงศ์ และ วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย. 2541. การสำรวจสภาพการเลี้ยงโคนมของเกษตรกร ตำบลพังขว้าง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2541 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 12-32.
- Hossain, M., S. Wright and L. A. Petersen. 2002. Comparing performance of multinomial logistic regression and discriminant analysis for monitoring access to care for acute myocardial infarction. *Journal of Clinical Epidemiology* 55: 400-406.
- Millogo, V., G. A. Ouedraogo, S. Agenas and K. Svennersten-Sjaunja. 2008. Survey on dairy cattle milk production and milk quality problems in peri-urban areas in Burkina Faso. *African Journal of Agricultural Research* 3(3): 215-224.
- Montgomery, M. E., M. E. White and S. W. Martin. 1987. A comparison of discriminant analysis and logistic regression for the prediction of coliform mastitis in dairy cows. *Canadian Journal of Veterinary Research* 51: 495-498.
- Mureda, E. and Z. M. Zeleke. 2008. Characteristics and constraints of crossbred dairy cattle production in lowland areas of Eastern Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*. 20(4): article 57 <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/mure20057.htm> (December 20, 2011).
- Riveiro-Valino, J. A., C. J. Alvarez-Lopez and M. Fco. Marey-Perez. 2009. The use of discriminant analysis to validate a methodology for classifying farms based on a combinatorial algorithm. *Computers and Electronics in Agriculture* 66: 113-120.
- Tadesse, M. and T. Dessie. 2003. Milk production performance of zebu, Holstein Friesian and their crosses in Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development* 3(15).

การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของสายพันธุ์ปลานิล ที่เลี้ยงในจังหวัดพะเยา

Growth Performance Comparison of Nile tilapia Strains for Culture in Payo Province

เกตุนภัส ศรีไพโรจน์^{1/, 2/} รุ่งกานต์ กล้าหาญ^{1/} พงศนรินทร์ เมฆขุนทด^{1/} และ ทองอยู่ อุดเลิศ^{3/}
Kednapat Sriphairoj^{1/, 2/}, Rungkan Klahan^{1/}, Pongnarin Mekkhuntod^{1/} and Thongyoo Outlert^{3/}

Abstract: This study aimed to assess growth performance of three strains Nile tilapia (Chitralada 1, Chitralada 3 and Red tilapia) cultured in low temperature area. The experiment was conducted between December 2011 - April 2012, average temperature throughout the experiment ranged from 19 - 25 degreecelcius. Completely randomized design was used, fish of each strain (average initial weight ranged from 27.5 to 39.7 g) were randomly stocked in nine cages (12.6 m³), at a stocking density of 24 fish/m³. The fish were fed twice a day with 28 - 30% protein commercially available feed. Results showed that the average daily gain (ADG) of Chitralada 1, Chitralada 3 and Red tilapia were 0.87 ±0.07, 1.37 ±0.13 and 1.66 ±0.05 g/day, respectively. ADG of Red tilapia was the highest ($P<0.05$). Specific growth rate (SGR) of Chitralada 1, Chitralada 3 and Red tilapia were 1.30 ±0.06, 1.35 ±0.11 and 1.58 ±0.14%/day, respectively. SGR of Chitralada strain was significantly lower than red tilapia ($P<0.05$). Feed conversion ratio (FCR) of Chitralada 1, Chitralada 3 and Red tilapia were 0.87 ±0.08, 0.60 ±0.07 and 0.52 ±0.04, respectively. FCR of Red tilapia and Chitralada 3 strain were the lowest ($P<0.05$). Survival rate of three strains ranged from 94.22 to 96.11% which was no significantly different among fish group.

Keywords: Nile tilapia, growth, low temperature

^{1/} คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จ.พะเยา 56000

^{1/} School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Thailand 56000

^{2/} คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จ.สกลนคร 47000

^{2/} Faculty of Natural Resources and Agro-Industry, Kasetsart University Chalemphrakiat Sakon Nakhon Province Campus 47000

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำอุดรดิตถ์ จ.อุดรดิตถ์ 53140

^{3/} Uttaradit Aquatic Animal Genetics Research and Development Center, Uttaradit 53140

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบสายพันธุ์ปลานิลที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ โดยเป็นการทดลองเลี้ยงปลานิลสามสายพันธุ์ ได้แก่ จิตรลดา 1 จิตรลดา 3 และปลานิลแดง เป็นระยะเวลา 122 วัน ระหว่างเดือนธันวาคม 2554 ถึง เมษายน 2555 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงอยู่ระหว่าง 19 - 25 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) เลี้ยงปลาในกระชังขนาด 3.5 x 2.4 x 1.5 เมตร จำนวน 9 กระชัง อัตราปล่อย 24 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ให้อาหาร 25 - 30 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนวันละ 2 ครั้ง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain; ADG) ของปลานิลจิตรลดา 1 ปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดง เท่ากับ 0.87 ± 0.07 , 1.37 ± 0.13 และ 1.66 ± 0.05 กรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยปลานิลแดงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันมากที่สุด อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate; SGR) ของปลานิลจิตรลดา 1 ปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดง เท่ากับ 1.30 ± 0.06 , 1.35 ± 0.11 และ 1.58 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ปลานิลจิตรลดาทั้ง 2 สายพันธุ์ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่ำกว่าปลานิลแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (feed conversion ratio; FCR) ของปลานิลจิตรลดา 1 ปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดง เท่ากับ 0.87 ± 0.08 , 0.60 ± 0.07 และ 0.52 ± 0.04 ตามลำดับ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของปลานิลแดง และปลานิลจิตรลดา 3 มีค่าต่ำที่สุด ($P < 0.05$) อัตรารอดของปลาทั้งสามสายพันธุ์มีค่าอยู่ระหว่าง 94.22 - 96.11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอัตราการรอดของปลาทั้ง 3 สายพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ: ปลานิล การเจริญเติบโต อุณหภูมิต่ำ

คำนำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญมากขึ้นเป็นลำดับในปัจจุบัน ในภาวะซึ่งผลผลิตการจับสัตว์น้ำจากธรรมชาติมีปริมาณลดลง ปลานิลจัดเป็นสัตว์น้ำจืดที่มีผู้นิยมเลี้ยงกันมากในประเทศไทย โดยนับตั้งแต่ปี 2547 เป็นต้นมาปริมาณผลผลิตและมูลค่าการผลิตปลานิลจัดอยู่ในอันดับหนึ่งของประเทศ ในปี 2550 ปริมาณผลผลิตปลานิลจากการเพาะเลี้ยงมีปริมาณสูงถึง 213,812 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 5,000 ล้านบาท (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2550) ทั้งนี้เนื่องจากปลานิลมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยง และคุณภาพเนื้อเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ส่งผลให้ปลานิลมีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอันดับหนึ่งของประเทศไทย (เพ็ญพรรณ และคณะ, 2551) สำหรับในเขตภาคเหนือปลานิลก็จัดเป็นสัตว์น้ำที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงกันมาก ปริมาณผลผลิตในปี 2550 มีถึงประมาณ 40,000 ตัน (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2550) นอกจากนี้ ปลานิลยังเป็นปลาที่มีผู้นิยมบริโภคมากที่สุดในเขตภาคเหนือด้วย เห็นได้จากปริมาณความต้องการบริโภคที่แม้ในจังหวัดเชียงใหม่เพียงแห่งเดียวยังสูงถึง 40 ตันต่อวัน (เทพรัตน์ และคณะ, 2545)

ปัจจัยสำคัญซึ่งส่งผลต่อผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้น นอกจากคุณภาพน้ำ อาหาร และการจัดการระหว่างการเลี้ยงแล้ว พันธุกรรมจัดเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลอย่างมากต่อผลผลิตสัตว์น้ำ ด้วยเหตุนี้ปลานิลจึงได้รับการปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาสายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ปลานิลที่ให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดี ซึ่งสายพันธุ์ปลานิลที่ได้รับการพัฒนาและเลี้ยงกันทั่วไปในประเทศไทยปัจจุบันมีอยู่ประมาณ 5 สายพันธุ์ (เพ็ญพรรณ และคณะ, 2551) สายพันธุ์และชนิดที่นิยมเลี้ยงกันทั่วไป ได้แก่ ปลานิลจิตรลดา 1 ปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดง (สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, 2549; Pongthana *et al.*, 2010) สายพันธุ์จิตรลดา 1 เป็นปลานิลที่พัฒนามาจากปลานิลสายพันธุ์ดั้งเดิมที่เลี้ยงในพระตำหนักจิตรลดารโหฐานซึ่งมีวิธีการคัดพันธุ์ ได้ปลาที่มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าสายพันธุ์เดิมประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์จิตรลดา 3 คือปลานิลที่ได้รับการพัฒนามาจากปลานิล GIFT (genetically improved farmed tilapia) ด้วยวิธีการคัดพันธุ์ โดยมีลักษณะเด่นประจำพันธุ์คือหัวเล็ก เนื้อมาก และโตเร็ว (สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, 2549) สำหรับปลานิลแดงเป็นลูกผสมระหว่างปลานิล *Oreochromis niloticus* และปลาหมอเทศ

Oreochromis mossambicus (McAndrew, 1981) เป็นปลานิลอีกชนิดที่นิยมเลี้ยงกันมากขึ้นในปัจจุบัน และมีแนวโน้มเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากขึ้นเนื่องจากสีเนื้อที่คล้ายคลึงกับปลาทะเล (Pongthana *et al.*, 2010) ปลานิลเหล่านี้ต่างก็ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีอัตราการเจริญเติบโต อัตรารอด และปริมาณเนื้อที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามการพัฒนาลักษณะดีประจำสายพันธุ์ที่ได้รับการพัฒนามาอาจให้ผลที่แตกต่างในสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ปลาที่ได้รับการพัฒนาให้โตเร็ว อาจจะไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อม หรืออาจมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อเทียบกับสายพันธุ์อื่น ดังนั้นการตรวจสอบหาสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงในสภาพแวดล้อมจริงในแต่ละพื้นที่จึงมีความสำคัญมาก (อุทัยรัตน์, 2543) ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนมักมีภูมิอากาศค่อนข้างต่ำกว่าภาคอื่น ๆ โดยเฉพาะในฤดูหนาวอุณหภูมิจะลดลงมาก มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปลานิล การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะที่สำคัญเชิงเศรษฐกิจระหว่างสายพันธุ์จะทำให้ทราบว่า ปลานิลสายพันธุ์ใดจะให้ผลผลิตดีที่สุดและมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงในฤดูหนาวของพื้นที่ภาคเหนือตอนบนมากที่สุด นอกจากจะทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญสำหรับการพัฒนาการเลี้ยงปลานิลในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนแล้วยังเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในเขตพื้นที่ดังกล่าวด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมปลาทดลอง

สายพันธุ์ปลานิลที่ทำการทดลองประกอบไปด้วย สายพันธุ์จิตรลดา 1 สายพันธุ์จิตรลดา 3 และปลานิลแดง (สายพันธุ์อุตรดิตถ์) เพาะพันธุ์ปลานิลทั้ง 3 สายพันธุ์ในเวลาเดียวกัน ลูกปลาที่ได้ถูกนำไปแปลงเพศให้เป็นเพศผู้โดยใช้ฮอร์โมน 17 α -methyltestosterone (60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม) ผสมลงในอาหารและใช้เลี้ยงลูกปลาเป็นเวลา 21 วัน อนุบาลลูกปลาเป็นเวลา 3 เดือน สุ่มปลาทดลองทั้ง 3 สายพันธุ์มาทำการทดลองเลี้ยงต่อ โดยปรับสภาพปลาให้คุ้นเคยกับสภาพกระชังที่ใช้เลี้ยงก่อนเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วจึงสุ่มปลาลงเลี้ยงในกระชัง (12.6 ลูกบาศก์เมตร) ที่อยู่ในบ่อดิน น้ำหนักปลาเฉลี่ย

เริ่มต้นประมาณ 30 กรัม อัตราปล่อย 300 ตัวต่อกระชัง (24 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ให้อาหารสำเร็จรูปที่มีปริมาณโปรตีนประมาณ 28 - 30 เปอร์เซ็นต์ วันละ 2 ครั้ง โดยให้กินแบบเต็มท้อง และมีการเปิดเครื่องตีน้ำในช่วงเช้าของวันทำการทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 122 วัน (ธันวาคม 2554 ถึง เมษายน 2555) ณ พื้นที่ปฏิบัติการสาขาวิชาการประมงมหาวิทยาลัยพะเยา

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design; CRD) โดยแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง (treatment) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (replication) ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 : ปลานิลจิตรลดา 1
- ชุดการทดลองที่ 2 : ปลานิลจิตรลดา 3
- ชุดการทดลองที่ 3 : ปลานิลแดง

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต

สุ่มปลาจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนปลาในแต่ละกระชัง ($N=30$) จำนวนทั้งหมด 9 กระชัง มาชั่งวัดขนาดความยาวลำตัว (total length) และน้ำหนัก ทุก ๆ 1 เดือน บันทึกปริมาณอาหารที่กิน นับจำนวนปลาทดลองทั้งหมดที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดมาหาค่าอัตราการเจริญเติบโต ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (average daily weight gain, ADG) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (percentage weight gain, PWG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate, SGR) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion ratio, FCR) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอด (survival rate) ตามการคำนวณต่อไปนี้

1. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain, กรัม)
= น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง - น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง

2. น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (average daily weight gain; ADG, กรัมต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาทดลอง}}$$
3. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (percentage weight gain; PWG, เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$
4. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate; SGR, เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

$$= \frac{(\ln \text{น้ำหนักสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเริ่มต้น})}{\text{ระยะเวลาทดลอง}} \times 100$$
5. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion ratio, FCR)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ให้}}{\text{น้ำหนักสัตว์น้ำที่เพิ่มขึ้น}}$$
6. ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion efficiency; FCE, เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{น้ำหนักสัตว์น้ำที่เพิ่มขึ้น}}{\text{น้ำหนักของอาหารที่กิน}} \times 100$$
7. อัตรารอด (survival rate; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}} \times 100$$

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบ One-way Analysis of Variance แปลงข้อมูลอัตรารอดด้วย arcsine transformation ก่อนการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายเป็นแบบปกติ (normal distribution) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test กำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เก็บข้อมูลคุณภาพน้ำของพื้นที่การเลี้ยงเดือนละ 1 ครั้ง (รวมทั้งหมดจำนวน 5 ครั้ง ตลอดการทดลอง) โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

(dissolved oxygen, DO) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) แอมโมเนียรวม (total ammonia) ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรต ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำบริเวณกระชังเลี้ยงจำนวน 3 จุด วันละ 2 ครั้ง เวลา 8.00 และ 17.00 นาฬิกา โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่บันทึกอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด บันทึกอุณหภูมิที่สูงสุดและต่ำสุดในรอบวัน

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลทั้งสามสายพันธุ์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าดังนี้ น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของปลานิลจิตรลดา 1 ปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดง มีค่าเท่ากับ 106.99 ± 7.94 , 159.07 ± 10.98 และ 202.83 ± 5.70 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันของปลานิลจิตรลดา 1 ปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดง มีค่าเท่ากับ 0.88 ± 0.07 , 1.37 ± 0.13 และ 1.66 ± 0.05 กรัมต่อวัน ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลจิตรลดา 1 ปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดง มีค่าเท่ากับ 389.57 ± 34.51 , 424.69 ± 69.10 และ 596.46 ± 115.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลจิตรลดา 1 ปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดง มีค่าเท่ากับ 1.30 ± 0.06 , 1.35 ± 0.11 และ 1.58 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยพบว่า ปลานิลแดงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลจิตรลดา 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย และน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันของปลานิลจิตรลดา 3 มีค่าน้อยกว่าปลานิลแดง ($P < 0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลจิตรลดา 3 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปลานิลจิตรลดา 1 ($P > 0.05$) (ตารางที่ 1)

Table 1 Growth, feed conversion ratio, feed conversion efficiency and survival rate of Chitralada 1, Chitralada 3 and Red Tilapia

Performance	Strains		
	Chitralada 1	Chitralada 3	Red Tilapia
Weight gain (g)	106.99 ±7.94 ^c	159.07 ±10.98 ^b	202.83 ±5.70 ^a
Average Daily Gain (g/day)	0.88 ±0.07 ^c	1.37 ±0.13 ^b	1.66 ±0.05 ^a
Percentage Weight Gain (%)	389.57 ±34.51 ^b	424.69 ±69.10 ^b	596.46 ±115.59 ^a
Specific Growth Rate (%/day)	1.30 ±0.06 ^b	1.35 ±0.11 ^b	1.58 ±0.14 ^a
Feed Conversion Ratio (FCR)	0.87 ±0.08 ^a	0.60 ±0.07 ^b	0.52 ±0.04 ^b
Feed Conversion Efficiency (%)	115.21 ±10.59 ^b	169.09 ±18.43 ^a	193.35 ±15.53 ^a
Survival rate (%)	95.56 ±1.26 ^a	94.22 ±1.39 ^a	96.11 ±0.69 ^a

Means superscripted by the different letter are significantly different ($P<0.05$)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักและ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของปลานิล จิตรลดา 1 ปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดง มีค่าเท่ากับ 0.87 ±0.08, 0.60 ±0.07 และ 0.52 ±0.04 ตามลำดับ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของปลานิลจิตรลดา 1 ปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดง มีค่าเท่ากับ 115.21 ±10.59, 169.09 ±18.43 และ 193.35 ±15.53 ตามลำดับ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของปลานิลจิตรลดา 1 มีค่าสูงกว่าปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของปลานิลจิตรลดา 3 ไม่มีความแตกต่างกับปลานิลแดง ($P>0.05$) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของปลานิลจิตรลดา 1 มีค่าต่ำกว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของปลานิลจิตรลดา 3 ไม่มีความแตกต่างกับปลานิลแดง ($P>0.05$) (ตารางที่ 1)

อัตราการรอด

อัตราการรอดของปลานิลจิตรลดา 1 ปลานิลจิตรลดา 3 และปลานิลแดงมีค่าเท่ากับ 95.56 ±1.26, 94.22 ±1.39 และ 96.11 ±0.69 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อัตราการรอดของปลานิลทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 1)

คุณภาพน้ำ

อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยตลอดการทดลองอยู่ระหว่าง 25.03 ±2.70 - 19.54 ±2.41 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen, DO) ระหว่างการเลี้ยงมีค่าต่ำสุด 3.13 ±0.43 สูงสุด 5.83 ±0.75 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงคือ 3.65 ±0.47 ซึ่งเป็นระดับที่ปลาสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (มันสิน และไพพรรณ, 2538) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) มีค่าระหว่าง 7.27 ±0.12 - 7.72 ±0.07 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของปลา (มันสิน และไพพรรณ, 2538) แอมโมเนียรวม (total ammonia) มีค่าระหว่าง 0.06 ±0.01 - 0.59 ±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของปลา (ที่ pH 7.5 อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ปริมาณแอมโมเนียรวมไม่ควรเกิน 1.43 มิลลิกรัมต่อลิตร, มันสิน และไพพรรณ, 2538) ปริมาณไนโตรเจน มีค่าระหว่าง 0.001 - 0.02 และไนเตรทมีค่าระหว่าง 0 - 0.02 ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (สันธิวัฒน์, 2555)

วิจารณ์

เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตในภาพรวม ปลานิลแดงมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด (น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน 1.66 กรัมต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 1.58 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) รองลงมาคือปลานิลจิตรลดา 3 (น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน 1.37 กรัมต่อวัน อัตรา

การเจริญเติบโตจำเพาะ 1.35 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) และปลานิลจิตรลดา 1 (น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน 0.88 กรัมต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 1.30 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลจิตรลดามีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองที่ผ่านมา ซึ่งสายพันธุ์จิตรลดา 1 มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน 1.86 กรัมต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 1.41 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน สายพันธุ์จิตรลดา 3 มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน 2.40 กรัมต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 1.58 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน (สุทัศน์ และยงยุทธ, 2544) ทั้งนี้ น่าจะมีสาเหตุจากความแตกต่างของสภาพการเลี้ยง ซึ่งการทดลองที่ผ่านมาเป็นการเลี้ยงในบ่อดิน ส่วนครั้งนี้เป็นการเลี้ยงในกระชังในแหล่งน้ำนิ่ง นอกจากนี้ อุณหภูมิที่ต่ำในระหว่างการทดลอง (อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 19.54 - 25.03 องศาเซลเซียส) ก็อาจส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตนี้ด้วย ซึ่งจากการทดลองที่ผ่านมา อุณหภูมิเฉลี่ยจะมีค่าประมาณ 29 - 30 องศาเซลเซียส (สุทัศน์ และยงยุทธ, 2544) แม้ว่าปลานิลจะสามารถทนอยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ได้ (Ballarin and Hatton, 1979) แต่ถ้าอุณหภูมิ น้ำต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ปลาจะกินอาหารได้น้อยลงและมีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต (Caulton, 1982; Behrends *et al.*, 1990) ส่วนปลานิลแดงในการทดลองนี้มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่ำกว่าการทดลองเลี้ยงในกระชังของ อิสระ และคณะ (2548ข) ($SGR = 2.84$ เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) แต่สูงกว่าการทดลองของ Romana-Eguia and Eguia (1999) ($SGR = 1.26$ เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ซึ่งเป็นการทดลองเลี้ยงในบ่อดินในประเทศฟิลิปปินส์

ปลานิลจิตรลดา 1 เป็นปลานิลที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มาจากปลานิลจิตรลดาสายพันธุ์ดั้งเดิมที่เลี้ยงไว้ในพระตำหนักจิตรลดารโหฐาน (เพ็ญพรรณ, 2551) ส่วนปลานิลจิตรลดา 3 เป็นปลานิลที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์มาจากการผสมข้ามระหว่างปลา 8 สายพันธุ์ ประกอบไปด้วย ปลานิลจากประเทศไทย (สายพันธุ์จิตรลดา) ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ไต้หวัน อิสราเอล อียิปต์ กานา เซเนกัล และเคนยา แล้วคัดเลือกปลาที่มีลักษณะที่ต้องการเป็นพ่อแม่พันธุ์รุ่นต่อไป (Bentsen *et al.*, 1998) ปลานิลที่ได้มีชื่อว่า ปลานิล GIFT (genetically improved

farmed tilapia) ซึ่งนำเข้ามาในประเทศไทยในรุ่นที่ 5 และกรมประมงได้ทำการคัดพันธุ์ต่อจนได้ปลานิลจิตรลดา 3 ที่มีลักษณะหัวเล็ก เนื้อมาก โตเร็ว (สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, 2549) ปลานิลจิตรลดามีอิทธิพลร่วมระหว่างจีโนไทป์และสิ่งแวดล้อม (genotype-environment interactions) ต่ำ ดังนั้นปลานิลจิตรลดาที่เจริญเติบโตดีในสภาพแวดล้อมหนึ่งก็อาจจะโตดีในสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ด้วย (Macaranas *et al.*, 1997) แต่จากการทดลองครั้งนี้ปลานิลจิตรลดาทั้ง 2 สายพันธุ์ มีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่าปลานิลแดงซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างปลานิล *O. niloticus* กับปลาหมอเทศ *O. mossambicus* ทั้งที่การทดลองเลี้ยงเปรียบเทียบระหว่างปลานิลจิตรลดากับปลานิลแดงที่ผ่านมาปลานิลจิตรลดาจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าปลานิลแดง (Macaranas *et al.*, 1997) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากปลานิลแดงที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นปลานิลแดงที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์มาแล้ว (ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำอุตสาหกรรม, ติดต่อบริษัท) และอิทธิพลร่วมระหว่างจีโนไทป์และสิ่งแวดล้อมจะมีผลต่อลูกผสมมากนั้นแสดงว่าลักษณะที่แสดงออกของปลานิลแดงจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อนำไปเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่ต่างออกไป (Smitherman and Dunham, 1985) ซึ่งปลานิลแดงที่อัตราการเจริญเติบโตต่ำในสภาพแวดล้อมการเลี้ยงหนึ่งอาจให้ผลตรงข้ามคือมีการเจริญเติบโตที่ดีเมื่อเปลี่ยนสภาพการเลี้ยงดังเช่นในการทดลองนี้ นอกจากนี้ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดาเป็นสายพันธุ์ที่พัฒนาสำหรับการเลี้ยงในบ่อดิน โดยวิธีกึ่งพัฒนา (สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, 2549) ซึ่งอาจไม่เหมาะกับการเลี้ยงในกระชังเช่นการทดลองในครั้งนี้ อีกทั้งการสังเกตพฤติกรรมปลาระหว่างการเลี้ยงพบว่าปลานิลแดงจะมีพฤติกรรมการกินดีกว่าปลานิลจิตรลดา 1 และปลานิลจิตรลดา 3

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของปลานิลทั้งสามสายพันธุ์มีค่าเฉลี่ย 0.52 - 0.87 ซึ่งปลานิลแดงและปลานิลจิตรลดา 3 มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำสุด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของการทดลองครั้งนี้มีค่าต่ำกว่ารายงานที่เคยมีมา ซึ่งพบว่าปลานิลจิตรลดา 1 และจิตรลดา 3 มีอัตราการ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยพะเยา (งบประมาณรายไดปี พ.ศ. 2554) ขอขอบคุณ ศุภวิศณุพร รัตนตรัยวงศ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำอุตรดิตถ์ ที่ให้อาหารอนุเคราะห์ในส่วนของการผลิตลูกปลา คุณอิสระระม แสนสุภา คุณนิภาพร ทิพย์เดช ที่ให้ความช่วยเหลือในการเลี้ยงปลา และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ทำให้บทความมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. 2550. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. ศูนย์สารสนเทศกรมประมง. 91 หน้า.
- เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ สุเทพ ปันธิวงศ์ สมบูรณ์ ใจปิ่นตา ประจวบ ฉายบุญ สุดปราณี มณีศรี และ รุ่งกานต์ อำไพพงษ์. 2545. แนวทางการจัดการปัญหาการผลิตและการตลาดปลาน้ำจืดจังหวัดเชียงใหม่. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 85 หน้า.
- เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเดี่ยว สุภัทรา อุไรวรรณ และ อาภรณ์ โพธิ์พงษ์ศิริวัฒน์. 2551. การรวบรวมความรู้และประสบการณ์ระบบตลาดข้อตกลง (Contract farming) ในประเทศไทย: กรณีศึกษาปลานิล. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 142 หน้า.
- มันสิน ดันทุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2538. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 319 หน้า.
- สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล. 2555. เอกสารประกอบการสอนวิชาคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สาขาวิชาการประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา. 219 หน้า.

เปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1.22 และ 1.07 ตามลำดับ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของปลานิลจิตรลดาทั้ง 2 สายพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (สุทัศน์ และยงยุทธ, 2544) แต่การทดลองครั้งนี้ปลานิลจิตรลดา 1 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวสูงกว่าปลานิลจิตรลดา 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปลานิลแดงมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำกว่ารายงานที่ผ่านมาซึ่งพบว่าปลานิลแดงสายพันธุ์อุตรดิตถ์มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเท่ากับ 1.20 และ 1.09 (อิสระระ และคณะ, 2548ก; 2548ข) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของปลานิลทั้ง 3 สายพันธุ์ ต่ำกว่าการทดลองที่ผ่านมาอาจเกิดจากการทดลองนี้ให้อาหารปลาเพียงวันละ 2 ครั้ง โดยเป็นการให้อาหารครั้งเดียว ซึ่งการทดลองของ สุทัศน์ และยงยุทธ (2544) มีการให้อาหารถึงวันละ 4 ครั้ง ส่วนการทดลองของอิสระระ และคณะ (2548ก; 2548ข) ให้อาหารวันละ 3 ครั้ง ทั้งนี้อาจเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิน้ำที่ต่ำ (อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 19.54 - 25.03 องศาเซลเซียส) ส่งผลให้ปลามีความอยากกินอาหารน้อยลง (Azaza *et al.*, 2008)

อัตราการรอดของปลานิลจิตรลดา 1 จิตรลดา 3 และปลานิลแดงมีค่าระหว่าง 94.22 - 96.11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอัตราการรอดของปลาทั้ง 3 สายพันธุ์ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ อัตราการรอดของปลานิลจิตรลดา 1 จิตรลดา 3 และปลานิลแดงมีค่าใกล้เคียงกับการทดลองที่ผ่านมา ซึ่งปลาทั้ง 3 สายพันธุ์ มีอัตราการรอดสูงกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ (สุทัศน์ และยงยุทธ, 2544; อิสระระ และคณะ, 2548ก; 2548ข)

สรุป

ปลานิลแดงมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดในการทดลองนี้ ซึ่งเป็นการเลี้ยงในกระชังน้ำนิ่ง ให้อาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนประมาณ 28 - 30 เปอร์เซ็นต์ แบบเต็มทีวันละ 2 ครั้ง มีการเปิดเครื่องให้อากาศในช่วงเช้าที่ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าต่ำ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงเท่ากับ 19.54 - 25.03 องศาเซลเซียส อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของปลานิลแดงและปลานิลจิตรลดา 3 มีค่าดีที่สุด ส่วนอัตราการรอดของปลานิลจิตรลดา 1 จิตรลดา 3 และปลานิลแดงไม่มีความแตกต่างกัน

- สุทัศน์ เผือกจีน และ ยงยุทธ ทักษิณ. 2544. การเลี้ยงปลานิลเพศผู้ 3 สายพันธุ์ในบ่อดิน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 24. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดอุดรธานี. กรมประมง. 14 หน้า.
- สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง. 2549. ปลานิล: ปลาพระราชทานเพื่อปวงชนชาวไทย. ส่วนโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริและกิจกรรมพิเศษ, สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, กรมประมง. 134 หน้า.
- อิสระ สุวิทยากรณ์ สุทัศน์ เผือกจีน และ ทองอยู่ อุดเลิศ. 2548ก. ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะสำคัญเชิงเพาะเลี้ยงระหว่างปลานิลแดงเพศผู้ 4 สายพันธุ์ที่เลี้ยงในกระชัง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2548. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ กรมประมง. 16 หน้า.
- อิสระ สุวิทยากรณ์ สุทัศน์ เผือกจีน และ ทองอยู่ อุดเลิศ. 2548ข. ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะสำคัญเชิงเพาะเลี้ยงระหว่างปลานิลแดง 4 สายพันธุ์ที่เลี้ยงในกระชัง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2548. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ กรมประมง. 18 หน้า.
- อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2543. พันธุศาสตร์สัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 203 หน้า.
- Azaza, M. S., M. N. Dhraief and M. M. Kraiem. 2008. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *J. Therm. Biol.* 33: 98-105.
- Ballarin, J. D. and J. D. Hatton. 1979. Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa. Stirling University, 174 p.
- Behrends, L. L., J. B. Kingsley and M. J. Bulls. 1990. Cold tolerance in maternal mouthbrooding tilapias: phenotypic variation among species and hybrids. *Aquaculture* 85: 271-280.
- Bentsen, H. B., A. E. Eknath, M. S. Palada-de Vera, J. C. Danting, H. L. Bolivar, R. A. Reyes, E. E. Dionisio, F. M. Longalong, A. V. Circa, M. M. Tayamen and B. Gjerde. 1998. Genetic improvement of farmed tilapias: growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 160: 145-173.
- Caulton, M. S. 1982. Feeding, metabolism and growth of tilapias: some quantitative considerations. In: Pullin, R.S.V., R.H. Lowe-McConnell, eds. The biology and culture of tilapias. ICLARM, Manila, Philippines, pp. 157-180.
- McAndrew, B. J. 1981. Electrophoretic analysis of tilapia from the Dusit Palace stock, Thailand. THA/75/012/WP6. Programme for the Development of Pond Management Techniques and Disease Control. National Inland Fisheries Institute, Bangkok. 20 p.
- Macaranas, J. M., P. B. Mather, S. N. Lal, T. Vereivalu, M. Lagibalavu and M. F. Capra. 1997. Genotype and environment: A comparative evaluation of four tilapia stocks in Fiji. *Aquaculture* 150: 11-24.
- Pongthana, N., N. H. Nguyen and R. W. Ponzoni. 2010. Comparative performance of four red tilapia strains and their crosses in fresh- and saline water environments. *Aquaculture* 308: S109-S114.
- Romana-Eguia, M.R.R. and R.V. Eguia. 1999. Growth of five Asian red tilapia strains in saline Environments. *Aquaculture* 173: 161-170.
- Smitherman, R. O. and R. A. Dunham. 1985. Genetics and breeding. In: C.S. Tucker, editor. Channel catfish culture. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, pp. 283-316.

อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารฟีโรโมนเพศสังเคราะห์ เพื่อดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผัก

Suitable Ratio of Synthetic Sex Pheromone for Attracting Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L.

อนุสรณ์ พงษ์มี^{1/} จิราพร กุลสาริน^{1/} และ อภิวัฒน์ ธีรวัฒนกุลรักษ์^{2/}
Anusorn Pongmee^{1/} Jiraporn Kulsarin^{1/} and Aphiwat Teerawutgulrag^{2/}

Abstract: Sex pheromone components of female diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) were identified using Gas chromatography (GC) and GC-mass spectrometry (GC-MS) technique as Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) and Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH). The three chemical components of the sex pheromone can also be synthesized from 11-bromoundecanoic acid in laboratory. The experiments aimed to determine the appropriate ratio of synthetic pheromone to attract male of diamondback moth in wind tunnel under laboratory condition. The ratios of binary blend (Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc) and tertiary blend (Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc : Z11-16 : OH) to attract male moth were compared in wind tunnel at 72 hrs. It was found that binary blend of synthetic pheromones at all ratio were not effective in attracting male moth while tertiary blend at the ratio of 50 : 50 : 1 at the amount of 100 mg could attract 41.50 male moths, similar to commercial lure that attracted 42.00 of those male moths. Therefore, the synthetic pheromone at the ratio of 50 : 50 : 1 was the suitable synthetic pheromone blended to attract diamondback moth and was important to apply for pheromone traps in controlling diamondback moth in the future.

Keywords: Diamondback moth, *Plutella xylostella*, synthetic sex pheromone

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

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

^{2/} ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{2/} Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: สารฟีโรโมนเพศของผีเสื้อหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. เมื่อวิเคราะห์ด้วย Gas chromatography (GC) และ GC-mass spectrometry (GC-MS) พบว่ามีสารประกอบคือ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) และ Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) สารทั้ง 3 ชนิด สามารถสังเคราะห์ได้จากสาร 11-bromoundecanoic acid และนำมาทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้เครื่องมือจำลอง เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ โดยเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนผสมแบบ 2 ส่วนผสม (Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc) และอัตราส่วนผสม แบบ 3 ส่วนผสม (Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc : Z11-16 : OH) เพื่อดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ในระยะเวลา 72 ชั่วโมง พบว่าสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม ไม่มีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ ส่วนสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 ปริมาณ 100 มิลลิกรัม สามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ 41.50 ตัว ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่ดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ 42.00 ตัว ดังนั้นสารฟีโรโมนสังเคราะห์ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 จึงเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ที่ใช้ดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้และมีความสำคัญต่อการนำไปประยุกต์ใช้กับกับดักฟีโรโมนเพื่อการป้องกันกำจัดผีเสื้อหนอนใยผักต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ผีเสื้อหนอนใยผัก สารฟีโรโมนเพศสังเคราะห์

คำนำ

ผักกาดคะหล่ำเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ พบปลูกตามพื้นที่ทางการเกษตรทั่วโลก ปัจจุบันพบการระบาดของแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายและสร้างความเสียหายรุนแรงต่อพืชผักกาดคะหล่ำ คือ หนอนใยผัก (diamondback moth, *Plutella xylostella*) ซึ่งมักพบระบาดทั่วไปตามแหล่งปลูกผักทั่วโลก (Talekar and Shelton, 1993; Lee *et al.*, 2005) โดยมีสาเหตุหลัก คือ การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดไม่เหมาะสม อีกทั้งหนอนใยผักมีวงจรชีวิตสั้น จึงยากต่อการควบคุม (Yang *et al.*, 2007)

ผีเสื้อหนอนใยผักเพศเมียมีความสามารถในการวางไข่สูง สามารถทำการผสมพันธุ์และวางไข่ได้รวดเร็ว หลังฟักออกจากดักแด้เพียง 1 วัน โดยเฉลี่ยสามารถแพร่พันธุ์ได้มากกว่า 20 รุ่น ต่อปี จึงมักพบหนอนใยผักระบาดรวดเร็วและรุนแรงเสมอในเขตที่ราบทั่ว ๆ ไป (Whalley, 1988) เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลงที่มีความรุนแรงในการกำจัดอย่างต่อเนื่อง สารฆ่าแมลงหลายชนิดมีประสิทธิภาพลดลงอย่างรวดเร็วภายหลังจากการใช้ควบคุมหนอนใยผักช่วงระยะเวลาหนึ่ง (คณิตา และคณะ, 2552) ซึ่งมีรายงานถึงแนวโน้มในการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีฆ่าแมลงของหนอนใยผักสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

(Talekar *et al.*, 1990)

สารฟีโรโมนเพศ (sex pheromone) เป็นสารเคมีที่สัตว์สร้างขึ้นมาดึงดูดเพศตรงข้ามในระยะไกล ในแมลงนั้น แมลงเพศเมียมักปล่อยสารฟีโรโมนเพศที่มีกลิ่นเฉพาะเจาะจงในการดึงดูดแมลงเพศผู้ให้เข้ามาใกล้เพื่อทำการผสมพันธุ์ ซึ่งเพศผู้สามารถรับรู้ได้จากระยะไกล และทราบที่อยู่ของเพศเมียโดยการบินขึ้นไปเหนือลมเพื่อรับกลิ่นที่ลอยมา จากการวิเคราะห์สารประกอบจากต่อมผลิตฟีโรโมนของผีเสื้อหนอนใยผักเพศเมียด้วย Gas chromatography (GC) และ GC-mass spectrometry (MS) พบว่ามีสารประกอบคือ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) และ Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) (Tamaki *et al.*, 1977; Chow *et al.*, 1977) และมีการพัฒนาสารเคมีที่ออกฤทธิ์ในการดึงดูดคล้ายกับฟีโรโมนเพศและสามารถผลิตขึ้นได้ โดยสังเคราะห์สารเคมีให้มีโครงสร้างความคล้ายคลึงกับสารฟีโรโมน ที่ผีเสื้อหนอนใยผักเพศเมียปล่อยออกมา (Muirhead-Thomson, 1991) จากการทดลองในประเทศเกาหลีใต้โดยการใช้สารผสมประกอบไปด้วยสารประกอบบริสุทธิ์สองชนิดคือ Z11-16 : Ald และ Z11-16 : OAc ในอัตราส่วน 10 : 90 พบว่าสามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้สูงสุด และเมื่อทำการผสม Z11-16 : OH เพิ่มอีก 1 หรือ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถดึงดูดผีเสื้อ

หนอนใยผักเพศผู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่สารผสมทั้งสามชนิดสามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้เพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยเมื่อเติม 0.1 เปอร์เซ็นต์ Z9-14 : OAc ลงไปและสามารถลดประชากรของหนอนใยผักที่เคยสร้างความเสียหายต่อผลผลิตลงได้ภายใน 11 - 12 วัน (Yang *et al.*, 2007) ส่วนในประเทศจีนมีการทดลองเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ในอัตราส่วนและส่วนผสมที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc : Z11-16 : OH ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 ปริมาณ 50 ไมโครกรัม และ Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc : Z11-16 : OH : butylated hydroxyl toluene (BHT) ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 : 5 ปริมาณ 106 ไมโครกรัม โดยนำไปทดลองในแปลงปลูกกะหล่ำ พบว่าสารเคมีทั้งสองส่วนผสมมีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ดีและได้ผลใกล้เคียงกัน (Wang *et al.*, 2004) จึงสรุปได้ว่าการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารประกอบในฟีโรโมนเพศขึ้นอยู่กับความผันแปรทางด้านภูมิศาสตร์หรือภูมิประเทศ (geographical variation) ของผีเสื้อหนอนใยผักด้วย (Yang *et al.*, 2007; Mayer and Mitchell, 2001) หลักการดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (Suckling and Karg, 2000) โดยการใช้กับดัก ฟีโรโมนที่มีกลไกทำให้แมลงเกิดการสับสนในกิจกรรมในการผสมพันธุ์ ซึ่งเป็นการตัดวงจรชีวิตของผีเสื้อหนอนใยผักรูปแบบหนึ่ง (Suckling and Burnip, 1996) ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้สารฟีโรโมนสังเคราะห์ร่วมกับการใช้กับดักในการควบคุมประชากรผีเสื้อหนอนใยผัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเพาะเลี้ยงผีเสื้อหนอนใยผักเพื่อใช้ในการทดลอง

ทำการเก็บหนอนใยผักจากแปลงเพาะปลูกกะหล่ำปลีของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่และเลี้ยงเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการด้วยกล่องพลาสติกใสขนาด 17.5 x 25 x 9.5 เซนติเมตร ฝาด้านบนเจาะรูและใช้ผ้าตา

ข่ายปิดทับเพื่อเป็นช่องระบายอากาศ ใส่หนอนใยผักประมาณ 100 - 150 ตัว ต่อกลังและใช้ใบกะหล่ำปลีที่ปลอดสารเคมีเป็นอาหาร ทำการเปลี่ยนใบกะหล่ำทุก 2 วัน จนกระทั่งหนอนใยผักเข้าดักแด้ จึงแยกดักแด้ใส่ในกล่องพลาสติกใสและเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 - 7 องศาเซลเซียส เพื่อชะลอการเจริญเป็นตัวเต็มวัย เมื่อมีดักแด้เพียงพอต่อการทดลองจึงนำดักแด้ใส่ในกรงตาข่ายวางไว้ในตู้อุณหภูมิห้อง ดักแด้สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยหนอนใยผักได้ใน 3 - 4 วัน จึงทำการแยกผีเสื้อหนอนใยผักออกและทำการแยกเพศ ซึ่งใช้ผีเสื้อหนอนใยผักเฉพาะเพศผู้ที่มีอายุ 1 วัน ในการทำการทดลอง ส่วนเพศเมียและเพศผู้บางส่วนนำไปเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณต่อโดยนำตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้อัตราส่วน 4 : 1 ตัว ใส่กรงตาข่ายพร้อมใส่น้ำผึ้ง 5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นอาหารของตัวเต็มวัยและใส่ต้นกะหล่ำปลีไว้ในเป็นแหล่งวางไข่และเป็นพืชอาหารสำหรับตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่ เมื่อตัวหนอนเจริญสู่วัยที่ 2 จึงแยกไปเลี้ยงในกล่องพลาสติกใสต่อไป

การแยกเพศผีเสื้อหนอนใยผัก

นำตัวเต็มวัยของผีเสื้อหนอนใยผักมาทำการแยกเพศโดยใช้วิธีการสังเกตจากลักษณะของอวัยวะบริเวณปล้องท้องปล้องสุดท้ายซึ่งเป็นที่ตั้งของอวัยวะสืบพันธุ์และอวัยวะในการวางไข่ (เฉพาะเพศเมีย) โดยผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้มีปลายท้องที่มีลักษณะเรียวยาวแหลมและเป็นแฉกสองแฉกที่สามารถเคลื่อนไหวได้คล้ายคีมคีบ ส่วนเพศเมียมีปลายท้องลักษณะกลมมนกว่าเพศผู้และไม่มีลักษณะคล้ายคีมคีบ (จิราพร และอภิวัฒน์, 2553) ซึ่งผีเสื้อหนอนใยผักที่นำมาทดลองใช้เฉพาะผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ที่มีอายุหลังฟักออกจากดักแด้ 1 วัน เท่านั้น

สารฟีโรโมนสังเคราะห์

สารฟีโรโมนหลักที่ผีเสื้อหนอนใยผักเพศเมียปล่อยออกมาได้แก่ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) และ Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) ซึ่งสารฟีโรโมนเพศทั้ง 3 ชนิด สามารถสังเคราะห์ได้จากสารตั้งต้นคือ 11-bromoundecanoic acid ที่มีราคาถูกและหาได้ปริมาณมาก ตามเส้นทางการสังเคราะห์สารด้านล่างนี้ สามารถ

ตรวจสอบและยืนยันโครงสร้างทางเคมีของสารด้วยนิวเคลียร์แมกนีติกเรโซแนนซ์ (NMR) พบว่ามีโครงสร้างตรงกับโครงสร้างทางเคมีของฟีโรโมนเพศทั้ง 3 ชนิด (จิราพร และอภิวัฒน์, 2553) (แผนภาพที่ 1)

อัตราส่วนในการผสมสารฟีโรโมนสังเคราะห์

การทดลองที่ 1 ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม (binary blend) โดยทำการผสมสารฟีโรโมนสังเคราะห์ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) ในอัตราส่วน 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 70 : 30, 80 : 20 และ 90 : 10 ปริมาณ 100 มิลลิกรัม ทำการทดสอบเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฟีโรโมนดักจับผีเสื้อหนอนใยผักจากประเทศญี่ปุ่น โดยใช้อุโมงค์จำลองทิศทางลม ทดสอบกับผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้อายุ 1 วัน จำนวน 50 ตัว ต่อ 1 การทดลอง ทำการบันทึกผลการทดลองเมื่อเวลาผ่านไป 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

การทดลองที่ 2 ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม (tertiary blend) โดยทำการผสมสารฟีโรโมนสังเคราะห์ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl

acetate (Z11-16 : OAc) : Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) ในอัตราส่วน 10 : 90 : 1, 20 : 80 : 1, 30 : 70 : 1, 40 : 60 : 1, 50 : 50 : 1, 60 : 40 : 1, 70 : 30 : 1, 80 : 20 : 1 และ 90 : 10 : 1 ปริมาณ 101 มิลลิกรัม ทำการทดสอบเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฟีโรโมนดักจับผีเสื้อหนอนใยผักโดยใช้อุโมงค์จำลองทิศทางลม ทดสอบกับผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้อายุ 1 วัน จำนวน 50 ตัว ต่อ 1 การทดลอง ทำการบันทึกผลการทดลองเมื่อเวลาผ่านไป 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

อุโมงค์ลมจำลอง

อุโมงค์ลมจำลอง (wind tunnel) มีต้นแบบจากการทดลองของ Miller and Roelofs (1978) โดยใช้แผ่นพลาสติกถูกพูกความหนา 5 มิลลิเมตร ประกอบกันเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 65 x 180 x 90 เซนติเมตร ภายในใช้แผ่นพลาสติกใส่ทำเป็นอุโมงค์ตลอดความยาว 180 เซนติเมตร ซึ่งเป็นอุโมงค์สำหรับจำลองทิศทางเคลื่อนที่ของอากาศเพื่อใช้ในการจำลองทิศทางการกระเหยของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ให้มีการเคลื่อนที่ในทิศทางเดียว จากปลายอุโมงค์ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยทำการติดตั้งพัดลมสำหรับดูดอากาศออกจากอุโมงค์

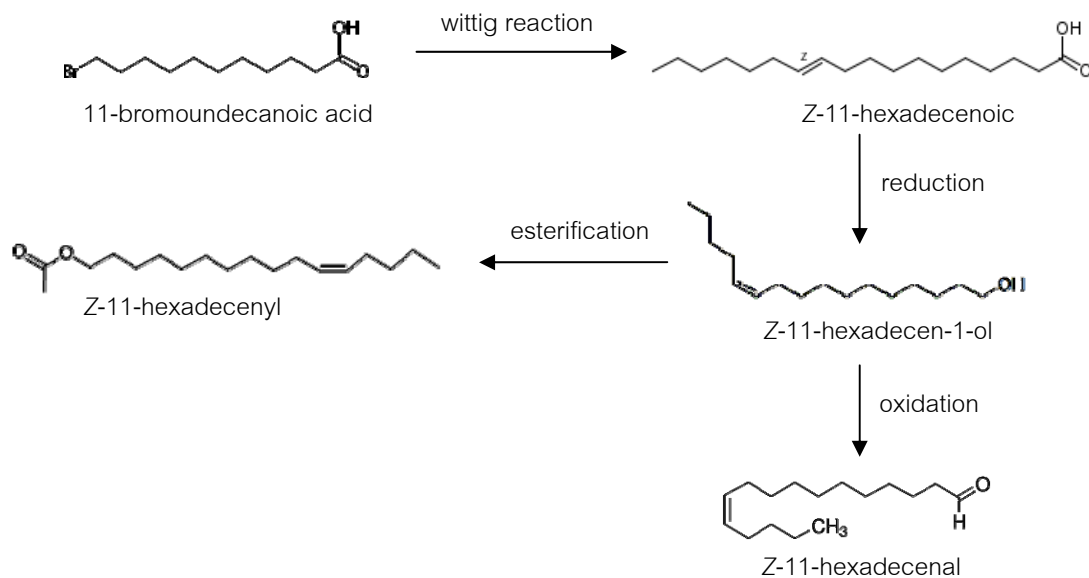


Figure 1 Synthesis approach of Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) and Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) from 11-bromoundecanoic acid

และพัสดุดังกล่าวสามารถปรับความเร็วลมที่ปลายอุโมงค์อยู่ที่ 0.4 - 0.6 เมตรต่อวินาที ส่วนด้านบนของอุโมงค์ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่อใช้ในการเพิ่มแสงให้แก่อุโมงค์ที่อยู่ในสภาพในห้องทดลองให้มีช่วงแสงมืดและสว่างเท่ากับ 12 : 12 ชั่วโมง (Reddy and Guerrero, 2000) (ภาพที่ 2) ทำการทดลองโดยใช้สารฟีโรโมนสังเคราะห์ในอัตราส่วนที่ต้องการทดสอบวางบนแผ่นกาวภายในกับดักกาวเหนียวทรงสามเหลี่ยม (delta trap) และวางไว้ในอุโมงค์ ทางด้านปลายสุดตรงข้ามกับด้านที่ติดตั้งพัสดุม พร้อมกับวางน้ำผึ้ง 5 เปอร์เซ็นต์ ไว้บริเวณกลางอุโมงค์ เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับผีเสื้อหนอนใยผักและปล่อยผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ เพื่อศึกษาพฤติกรรมการบินและประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วนต่าง ๆ และทำการบันทึกผลการทดลองเมื่อเวลาผ่านไป 24, 28 และ 72 ชั่วโมง ทำความสะอาดอุโมงค์เมื่อเสร็จการทดลองแต่ละครั้ง นำจำนวนแมลงที่ติดบนกับดักกาวเหนียวทรงสามเหลี่ยมมาคำนวณและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์โดยวิธีทางสถิติ

ผลการทดลอง

ประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม

สารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม สามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้เข้าหากับดักได้มากที่สุด คือ

5.00 ตัว ในระยะเวลา 72 ชั่วโมง คือ อัตราส่วน 50 : 50 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) กับส่วนผสมในอัตราส่วน 30 : 70, 60 : 40, 70 : 30 และ 40 : 60 ที่สามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ 4.67, 3.67, 2.67 และ 2.33 ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์ฟีโรโมนดักจับผีเสื้อหนอนใยผัก โดยสามารถดึงดูดได้ 34.00 ตัว จากจำนวนผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ที่ใช้ในการทดลอง 50 ตัว ดังนั้นจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม ในอัตราส่วนใดที่มีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ดี (ตารางที่ 1)

ประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม

สารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม ที่สามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้เข้าหากับดักได้มากที่สุด ในระยะเวลา 72 ชั่วโมง คือ อัตราส่วน 50 : 50 : 1 โดยสามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ 41.50 ตัว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์ฟีโรโมนดักจับผีเสื้อหนอนใยผัก ที่สามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ 42.00 ตัว แต่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กับสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม ในอัตราส่วนอื่น ๆ และชุดควบคุม ดังนั้นสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วน 50 : 50 : 1 จึงเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ เพื่อนำไปใช้ดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ (ตารางที่ 2)

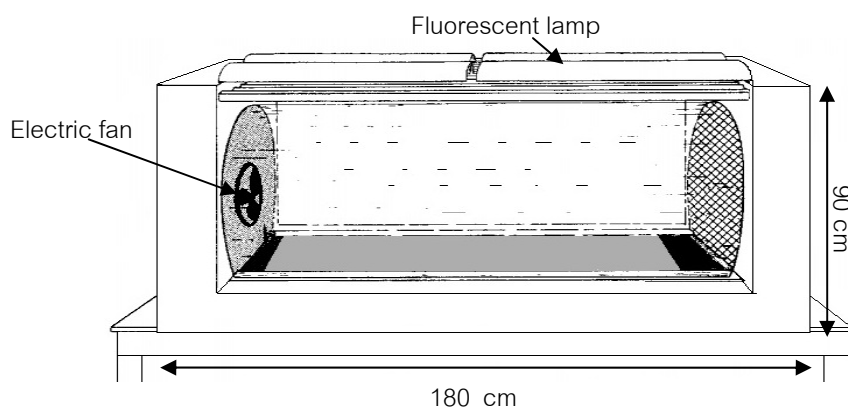


Figure 2 Over-all view of wind tunnel

Table 1 Average number of male diamondback moth responding to binary blend of synthetic pheromone based on ratio of Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) in wind tunnel at 24, 48 and 72 hrs

Compound	Average number of male moth ^{1/}		
	24 hrs	48 hrs	72 hrs
10 : 90	1.00	1.67	2.00 cde
20 : 80	0.33	1.67	1.67 de
30 : 70	1.67	3.00	4.67 bc
40 : 60	1.00	2.00	2.33 bcde
50 : 50	2.67	4.67	5.00 b
60 : 40	2.00	2.33	3.67 bcd
70 : 30	1.67	2.67	2.67 bcde
80 : 20	0.00	0.67	0.67 e
90 : 10	0.00	0.00	1.00 de
Commercial pheromone	17.67	20.33	34.00 a
Check	0.00	0.33	1.67 de

^{1/} Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at 95% confidence

Table 2 Average number of male diamondback moth responding to tertiary blend of synthetic pheromone based on ratio of Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) : Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) in wind tunnel at 24, 48 and 72 hrs

Compound	Average number of male moth ^{1/}		
	24 hrs	48 hrs	72 hrs
10 : 90 : 1	0.00	1.00	1.00 c
20 : 80 : 1	0.50	1.00	2.75 c
30 : 70 : 1	0.00	0.25	1.50 c
40 : 60 : 1	14.25	16.50	19.00 b
50 : 50 : 1	36.50	39.25	41.50 a
60 : 40 : 1	12.00	13.25	15.50 b
70 : 30 : 1	1.25	2.00	3.25 c
80 : 20 : 1	0.25	0.25	1.75 c
90 : 10 : 1	0.00	2.50	4.00 c
Commercial pheromone	28.75	38.50	42.00 a
Check	0.00	1.33	1.67 c

^{1/} Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at 95% confidence

วิจารณ์

สารฟีโรโมนสังเคราะห์ทั้ง 3 ชนิด คือ Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) : Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) ที่ได้จากขั้นตอนในการสังเคราะห์จาก 11-bromoundecanoic acid เมื่อนำมาผสมกันในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 ในปริมาณ 100 มิลลิกรัม ภายในระยะเวลา 72 ชั่วโมง พบว่า มีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้ดีใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ฟีโรโมนดักจับผีเสื้อหนอนใยผัก สอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศไทยของ อัจฉราพร และคณะ (2528) โดยทำการทดลองสวนผักของเกษตรกร อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี ระหว่าง ธันวาคม 2527 ถึง มีนาคม 2528 พบว่าการใช้กับดักชนิดกล่องพลาสติกกลมทากาว Rimifoot ร่วมกับสารฟีโรโมนเพศสังเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) : Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) อัตราส่วน 5 : 5 : 0.1 ในปริมาณ 100 ไมโครกรัม เป็นกับดักที่มีประสิทธิภาพสูงในการดักจับผีเสื้อหนอนใยผัก และ สอดคล้องกับการทดลองของ Wang *et al.* (2004) ที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบผสมระหว่าง Z11-16 : Ald : Z11-16 : OAc : Z11-16 : OH ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 ปริมาณ 50 ไมโครกรัม บรรจุในจุกยางสีเขียว วางบนถาดพลาสติกวงกลมใส่น้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร วางสูงจากพื้นดิน 30 เซนติเมตร ทดสอบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีในประเทศจีน พบว่าสามารถดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ได้มากถึง 333.1 ± 34.5 ตัว ภายในระยะเวลา 7 วัน แต่ไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Deng *et al.* (2007) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารฟีโรโมนสังเคราะห์ในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักในประเทศจีนเช่นกัน ซึ่งใช้สารผสมแบบ 3 ส่วนผสม ระหว่าง Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald) : Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) : Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) ในอัตราส่วน 7 : 3 : 1 ในปริมาณ 50 ไมโครกรัม มีประสิทธิภาพในการดึงดูดสูงกว่าการผสมสารแบบ 3 ส่วนผสม ในอัตราส่วนอื่นๆ

อย่างไรก็ตาม อัตราส่วนของการผสมสารฟีโรโมนสังเคราะห์มีผลต่อการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักแตกต่างกันตามสภาพภูมิศาสตร์หรือภูมิประเทศ (geographical variation) ของพื้นที่ที่ใช้สาร (Yang *et al.*, 2007; Mayer and Mitchell, 2001) อีกทั้งด้วยความก้าวหน้าทางเคมีอินทรีย์สังเคราะห์ทำให้ในปัจจุบันได้มีการค้นพบปฏิกิริยาเคมีใหม่ ๆ หรือการควบคุมปฏิกิริยาเคมีให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ โดยมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลงมาก การสังเคราะห์สารฟีโรโมนสังเคราะห์สามารถใช้สารตั้งต้นที่หาง่ายและมีราคาถูกสามารถลดต้นทุนในการผลิตฟีโรโมนหนอนใยผักได้อย่างมาก (จิราพร และ อภิวัฒน์, 2553) ทำให้การพัฒนาต่อดักฟีโรโมน เพื่อการป้องกันกำจัดผีเสื้อหนอนใยผักมีความเป็นไปได้เป็นอย่างดี

สรุป

อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารฟีโรโมนสังเคราะห์เพื่อควบคุมผีเสื้อหนอนใยผักคือสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม ระหว่าง Z-11-hexadecenal (Z11-16 : Ald), Z-11-hexadecenyl acetate (Z11-16 : OAc) และ Z-11-hexadecen-1-ol (Z11-16 : OH) ในอัตราส่วน 50 : 50 : 1 ตามลำดับ ปริมาณ 100 มิลลิกรัม มีประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้สูงใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ดักจับผีเสื้อหนอนใยผัก เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการควบคุมผีเสื้อหนอนใยผัก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

เอกสารอ้างอิง

คณิตา ทองเจริญ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิช-พันธุ์ และ จิราพร ตยุดิวิกุล. 2552. ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดที่มีต่อหนอนใย

- ผักในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย.
วารสารเกษตร 25(3): 245-255.
- จิราพร กุลสาริน และ อภิวัฒน์ อีรวุฒิกุลรักษ์. 2553. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์กับดักฟีโรโมนเพื่อควบคุมหนอนใยผักในการปลูกพืชตระกูลกะหล่ำบนที่สูง. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). เชียงใหม่. 45 หน้า.
- อัจฉราพร เกตุกระทุ่ม เกศรา จีระจรรยา และ สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2528. กับดักสารเพศของหนอนใยผัก. วารสารวิชาการเกษตร 3(3): 176-181.
- Chow, Y. S., Y. M. Lin and C. L. Hsu. 1977. Sex pheromone of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Bulletin of the Institute of Zoology Academia Sinica 16: 99-105.
- Deng, J. Y., Y. P. Jiang, Z. G. Wang, J. X. Jiang and J. W. Du. 2007. Field behavioral response of male diamondback moth, *Plutella xylostella* to different components, ratios and dosages of synthetic sex attractant in China. Journal of Zhejiang University (Agric. & Life Sci.) 33(5): 514-518.
- Lee, S., D. W. Lee and K. S. Boo. 2005. Sex pheromone composition of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) in Korea. Journal of Asia Pacific Entomology 8: 243-248.
- Mayer, M. S. and E. R. Mitchell. 2001. Differences between attractive diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), sex pheromone lures are not determinable through analysis of emissions. Agricultural and Forest Entomology 1(3): 229-236.
- Miller, J. R. and W. L. Roelofs. 1978. Sustained-flight tunnel for measuring insect responses to wind-borne sex pheromones. Journal of Chemical Ecology 4: 187-198.
- Muirhead-Thomson, R.C. 1991. Trap Responses of Flying Insects. Academic Press Limited, New York. 287 p.
- Reddy, G. P. V. and A. Guerrero. 2000. Behavioral responses of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, to green leaf volatiles of *Brassica oleracea* subsp. *capitata*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 6025-6029.
- Suckling, D. M. and G. Karg. 2000. Pheromones and other semiochemicals. pp. 63-100. In: J.E. Rechcigl and N. A. Rechcigl (eds.). Biological and Biotechnical Control of Insect Pests. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Suckling, D. M. and G. M. Burnip. 1996. Orientation and mating disruption in *Planotortrix octo* using pheromone and inhibitor. Entomologia Experimentalis et Applicata 78: 149-158.
- Tamaki, Y., K. Kawasaki, H. Yamada, T. Kashiara, N. Osaki, T. Ando, S. Yashida and H. Kakinohama. 1977. Z-11-hexadecenal and Z-11-hexadecenyl acetate: Sex pheromone components of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Applied Entomology and Zoology 12: 208-210.
- Talekar, N. S. and A. M. Shelton. 1993. Biology, ecology and management of diamond back moth. Annual Review of Entomology 38: 275-301.
- Talekar, N. S., J. C. Yang and S. T. Lee. 1990. Annotated Bibliography of Diamondback Moth. Volume 2. AVRDC. Shanhua, Taiwan. 199 p.
- Wang, X., V. Le, Y. Fang and Z. Zhang. 2004. Trap effect on the capture of *Plutella xylostella*

- (Lepidoptera: Plutellidae) with sex pheromone lures in cabbage fields in Vietnam. *Applied Entomology and Zoology* 39(2): 303-309.
- Whalley, P. 1988. *Butterfly & Moth*. Dorling Kindersley in Association with Natural History Museum, London. 63 p.
- Yang, C. Y., S. Lee, K. S. Choi, H. Y. Jeon and K. S. Boo. 2007. Sex pheromone production and response in Korean populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 124(3): 293-298.
-

ชีววิทยาและความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหารของด้วงถั่ว

Callosobruchus imitator Kingsolver

Biology and Host Plant Specificity of Bean Beetle,

Callosobruchus imitator Kingsolver

ธวัชชัย ปานสมบัติ^{1/} และ ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์^{1/}

Tawatchai Pansombat^{1/} and Piyawan Suttiapran^{1/}

Abstract: Bean beetle, *Callosobruchus imitator* Kingsolver, is a new stored-bean pest recently found in the world and its basic information is not known. Thus, this study aimed to investigate on biology of the bean beetle reared on azuki bean and its host plant specificity in laboratory condition. The results revealed that the mean durations of egg, larval and pupal stages were 5.33 ± 0.49 , 14.57 ± 1.98 and 5.67 ± 0.51 days, respectively. Male and female longevities were 62.5 ± 24.63 and 73.50 ± 28.64 days, respectively. The mean duration from egg to adult emergence was 25.74 ± 3.49 days. The total of 12 species of bean seeds were tested for host plant specificity of *C. imitator*. It was indicated that the females of *C. imitator* could lay their eggs on red bamboo bean, azuki bean, cowpea, red kidney bean, mung bean, white kidney bean, black bean, yard long bean, string bean, soy bean and garden pea. They did not lay their eggs on peanut. However, *C. imitator* could complete its life cycle on five species of beans, red bamboo bean, azuki bean, cowpea, mung bean and yard long bean, with the average of 30.75, 31.55, 31.27, 32.84 and 30.28 days, respectively.

Keywords: Bean beetle, *Callosobruchus imitator*, life cycle, host plant

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

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

บทคัดย่อ: ตัวด้วง *Callosobruchus imitator* Kingsolver เป็นตัวด้วงชนิดใหม่ที่เข้าทำลายถั่วในโรงเก็บซึ่งถูกค้นพบเมื่อไม่นานมานี้ โดยข้อมูลเบื้องต้นของตัวด้วงชนิดนี้ยังไม่มีการศึกษามากนัก การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชีววิทยาและความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหารของตัวด้วงชนิดนี้ในสภาพห้องปฏิบัติการ ผลการทดลองพบว่าวงจรชีวิตของตัวด้วง *C. imitator* เมื่อเลี้ยงด้วยถั่วอะซูกิ มีดังนี้ คือ ระยะไข่ 5.33 $\pm$ 0.49 วัน ระยะตัวหนอน 14.57 $\pm$ 1.98 วัน และระยะดักแด้ 5.67 $\pm$ 0.51 วัน เพศผู้มีอายุเฉลี่ย 62.5 $\pm$ 24.63 วัน เพศเมียมีอายุเฉลี่ย 73.50 $\pm$ 28.64 วัน ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัยใช้เวลาทั้งหมด 25.74 $\pm$ 3.49 วัน และจากผลการศึกษาความจำเพาะเจาะจงของตัวด้วง *C. imitator* ต่อพืชอาหารจำนวน 12 ชนิด พบว่าตัวด้วงเพศเมียสามารถวางไข่บนเมล็ดถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วแดง ถั่วดำ ถั่วลิสง ถั่วเขียว ถั่วขาว ถั่วดำ ถั่วฝักยาว ถั่วแขก ถั่วเหลือง และถั่วลิ้นเต่า ยกเว้นถั่วลิสง อย่างไรก็ตามตัวด้วง *C. imitator* สามารถเจริญครบวงจรชีวิตเป็นตัวเต็มวัยได้บนถั่วเพียง 5 ชนิด เท่านั้น คือ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วดำ ถั่วฝักยาว และถั่วลิ้นเต่า โดยใช้ระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 30.75, 31.55, 31.27, 32.84 และ 30.28 วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: ตัวด้วง *Callosobruchus imitator* วงจรชีวิต พืชอาหาร

คำนำ

ถั่วชนิดต่าง ๆ หลากหลายชนิดได้รับการคัดเลือก คัดสรร ปรับปรุงพันธุ์จนกลายเป็นพืชที่สำคัญเพื่อใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์มากเป็นอันดับสองรองจากธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ เป็นต้น ซึ่งให้สารอาหารหลักคือคาร์โบไฮเดรตโดยทั่วไปคุณค่าทางอาหารของถั่วมีมากกว่าธัญพืชราว 2 - 3 เท่า สารอาหารสำคัญในถั่วคือโปรตีนซึ่งมีปริมาณระหว่าง 20 - 60 เปอร์เซ็นต์ มีบางชนิดที่ให้โปรตีนสูงถึง 40 - 60 เปอร์เซ็นต์ ถือได้ว่าถั่วเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญที่สุดที่สามารถใช้ทดแทนแหล่งโปรตีนจากสัตว์ต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ถั่วยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในถั่วจัดเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดีเพราะมีกรดไขมันอิ่มตัวค่อนข้างต่ำ ช่วยลดปัญหาการอุดตันของไขมันในเส้นเลือดได้ (ไชยา, 2539) และเมล็ดถั่วยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบในระดับอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย เช่น อุตสาหกรรมแป้งถั่ว และอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ อาทิ แคมพู สบู่ และครีมล้างหน้า เป็นต้น (สุทัศน์, 2547) พืชวงศ์ถั่วสามารถปลูกเป็นพืชคลุมดินและช่วยปรับปรุงคุณภาพและโครงสร้างของดินได้เป็นอย่างดีด้วยคุณสมบัติดังกล่าว ทำให้ความต้องการถั่วชนิดต่าง ๆ ในตลาดโลกมีสูงมากในแต่ละปี และทำให้ถั่วกลายเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ ได้รับการส่งออกเป็นอันดับต้น ๆ ในแต่ละปี (ทรงเชาว์, 2545) โดยปี พ.ศ. 2555 ประเทศ

ไทยมีการส่งออกพืชวงศ์ถั่วในปริมาณที่สูงมากกว่า 2,356,000 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าประมาณกว่า 46 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการผลิตถั่วทั้งเพื่อใช้ในประเทศหรือการส่งออก ปัญหาหลักที่สำคัญคือการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในช่วงการเก็บรักษาถั่วหลังการเก็บเกี่ยว การเข้าทำลายของแมลงภายในเมล็ดถั่ว ทำให้ถั่วสูญเสียคุณภาพ มีลักษณะไม่น่ารับประทาน เกิดการปนเปื้อน ทำให้คุณภาพของแป้งถั่วหลังการแปรรูปมีรสชาติเปลี่ยนไป ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (Takashi, 2008) และจำหน่ายไม่ได้ โดยทั่วไปพบแมลงหลายชนิดที่เข้าทำลายเมล็ดถั่วหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญได้แก่ ตัวด้วงเขียว *Callosobruchus maculatus* Fabricius ตัวด้วงเหลือง *Callosobruchus chinensis* Linnaeus (มยุรา, 2532) โดยตัวหนอนของตัวด้วงเหล่านี้อาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ด สามารถเข้าทำลายตั้งแต่ถั่วยังเป็นฝักอยู่ในไร่ และเจริญเติบโตขยายพันธุ์ต่อในโรงเก็บ (กรมวิชาการเกษตร, 2554) นอกจากนี้ยังพบว่าตัวด้วงในสกุล *Callosobruchus* อีกหนึ่งชนิดที่เข้าทำลายเมล็ดถั่ว พบในสหรัฐอเมริกา โดยมีรายงานว่าติดมากับเมล็ดถั่วดำ (*Vigna unguiculata* subsp. *cylindrica*) ถั่วพุ่ม (*Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata*) และถั่วแดง (*Vigna umbellata*) ที่นำเข้ามาจากประเทศไทยและสาธารณรัฐประชาชนจีน ตัวด้วงชนิดนี้มีรูปร่างลักษณะคล้ายตัวด้วงเหลือง *C. chinensis* และตัวด้วง *C. rhodesianus* ใน

อัฟริกา และในเวลาต่อมาพบว่าเป็นด้วงถั่วชนิดใหม่ จึงตั้งชื่อวิทยาศาสตร์เป็น *Callosobruchus imitator* Kingsolver (Kingsolver, 1999) อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทยยังไม่มีรายงานการศึกษาด้านชีววิทยาและพืชอาหารของด้วงถั่ว *C. imitator* ซึ่งมีความน่าเป็นห่วงอย่างยิ่งว่า ด้วงถั่วชนิดนี้อาจมีแนวโน้มกลายเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของเมล็ดถั่วต่าง ๆ ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในอนาคตได้ ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยาของด้วงถั่ว *C. imitator* และความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหารจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการศึกษาเพื่อได้ข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์สำหรับควบคุมแมลงชนิดนี้ไม่ให้ระบาดสร้างความเสียหายให้กับเมล็ดถั่วในอนาคตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วงถั่ว *C. imitator*

นำตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียด้วงถั่ว *C. imitator* จำนวน 50 ตัว (อัตราส่วน 1 : 1) เลี้ยงรวมกันในกล่องพลาสติกขนาด 12 x 17 x 7 เซนติเมตร ที่มีเมล็ดถั่วอะซูกิอยู่ภายในกล่องเพื่อให้ที่วางไข่และใช้เป็นอาหารของตัวหนอนด้วงถั่ว ปล่อยให้ด้วงผสมพันธุ์และวางไข่เป็นเวลา 2 - 3 วัน จากนั้นทำการย้ายด้วงออกจากกล่องไปใส่ไว้ในกล่องใหม่เพื่อการวางไข่ต่อไป กล่องเดิมที่ด้วงถั่ววางไข่ไว้บนเมล็ดถั่วอะซูกิถูกนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อรอการฟักออกเป็นตัวหนอนและพัฒนาต่อไปเป็นตัวเต็มวัย ด้วยวิธีการดังกล่าวสามารถได้ตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเพียงพอสำหรับใช้ศึกษาทางชีววิทยา และความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหารของด้วงถั่วต่อไป

การศึกษาชีววิทยาของด้วงถั่ว *C. imitator*

การศึกษชีววิทยาของด้วงถั่ว *C. imitator* ดำเนินการภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 30.09 ± 1.53 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 64.33 ± 5.99 เปอร์เซ็นต์ โดยนำตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียของด้วงถั่ว *C. imitator* จำนวน 100 ตัว (อัตราส่วน 1 : 1) ใส่ลงไปในกล่องพลาสติกขนาด 12 x 17 x 7 เซนติเมตร ที่มีเมล็ดถั่วอะซูกิอยู่ภายในกล่อง เพื่อให้ด้วงถั่วผสมพันธุ์และวางไข่ โดยให้ด้วงถั่ววางไข่ทั้งหมด 4 กล่อง ปล่อยให้ด้วง

ถั่วเพศเมียวางไข่บนถั่วอะซูกิเป็นเวลา 1 วัน แล้วใช้ตะแกรงร่อนเอาด้วงถั่วออก เพื่อให้ได้ไข่ของด้วงถั่วที่วางบนเมล็ดถั่วอะซูกิมีอายุเท่ากัน จากนั้นทำการผสมเมล็ดถั่วอะซูกิที่มีไข่ของด้วงถั่วติดอยู่จำนวน 12 เมล็ด ทุกวันทำการบันทึกลักษณะไข่ การพัฒนาของไข่ไปเป็นตัวหนอนก่อนที่เจาะเข้าไปกัดกินภายในเมล็ด พร้อมบันทึกข้อมูลเมื่อไข่พัฒนาเป็นตัวหนอนและเจาะเข้าไปกัดกินอยู่ภายในเมล็ดแล้วทำการผ่าเมล็ดถั่วทุกวันเพื่อศึกษาและบันทึกรูปร่างลักษณะของตัวหนอน และวัยของตัวหนอนโดยพิจารณาจากคราบของตัวหนอนที่ลอกไว้ ระยะเวลาในการเป็นตัวหนอน เมื่อหนอนเข้าดักแด้และพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย ทำการบันทึกรูปร่างลักษณะของดักแด้และตัวเต็มวัย ตลอดจนบันทึกระยะดักแด้และระยะตัวเต็มวัยด้วย

การศึกษาความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหารของด้วงถั่ว *C. imitator*

ทำการบรรจุเมล็ดถั่วจำนวน 12 ชนิดได้แก่ ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea*) ถั่วขาว (*Phaseolus vulgaris*) ถั่วเหลือง (*Glycine max*) ถั่วอะซูกิ (*Vigna angularis*) ถั่วเขียว (*Vigna radiata*) ถั่วดำ (*Phaseolus mungo*) ถั่วฝักยาว (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*) ถั่วพุ่ม (*Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata*) ถั่วนิ้วนางแดงหรือถั่วแดง (*Vigna umbellata*) ถั่วแขก (*Phaseolus vulgaris*) ถั่วแดงหลวง (*Phaseolus vulgaris*) และถั่วลันเตา (*Pisum sativum*) ลงในกล่องพลาสติกขนาด 12 x 17 x 7 เซนติเมตร ชนิดละ 3 กล่อง กล่องละ 50 เมล็ด จากนั้นนำตัวเต็มวัยด้วงถั่วทั้งเพศผู้และเพศเมียที่เพิ่งเจาะออกมาจากเมล็ดถั่วที่ใช้เลี้ยงจำนวน 10 คู่ ใส่ลงไปในกล่องพลาสติกแต่ละกล่องเพื่อให้ด้วงถั่วผสมพันธุ์และวางไข่ เป็นเวลา 3 วัน ทำการตรวจนับไข่ที่ด้วงถั่ววางบนเมล็ดถั่วแต่ละชนิด จำนวนไข่ที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ จำนวนตัวเต็มวัยที่เจาะออกมาจากเมล็ดถั่ว ระยะเวลาตั้งแต่ด้วงถั่ววางไข่จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย ตลอดจนอายุขัยของตัวเต็มวัย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยวิธี LSD ต่อไป

ผลการศึกษา

การศึกษาชีววิทยาของด้วงถั่ว *C. imitator*

ผลการศึกษาชีววิทยาของด้วงถั่ว *C. imitator* ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 30.09 $\pm$ 1.53 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 64.33 $\pm$ 5.99 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เพศเมียของด้วงถั่ววางไข่เป็นแบบฟองเดี่ยว ๆ บนผิวของเมล็ดถั่ว ไข่มีรูปร่างยาวรีขนาดความกว้าง 0.47 $\pm$ 0.04 มิลลิเมตร ความยาว 0.97 $\pm$ 0.46 มิลลิเมตร ไข่มีสีขาวนวลค่อนข้างใสเมื่อถูกวางใหม่ ๆ และเริ่มขุ่นเมื่อไข่มีอายุมากขึ้น ระยะไข่ใช้เวลาเฉลี่ย 5.33 $\pm$ 0.49 วัน หนอนเมื่อฟักออกจากไข่ หนอนเริ่มเจาะผิวเมล็ดถั่วจากบริเวณใต้ไข่ที่ถูกวางไว้ เข้าไปอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ดถั่ว หนอนมีรูปร่างแบบ scarabaeiform ลำตัวโค้งงอเป็นรูปอักษร C มีสีขาวขุ่นและมีรอยย่นตามลำตัว หนอนมีลักษณะขี้ยาไม่ค่อยเคลื่อนที่ หนอนมี 4 วัย เมื่อโตเต็มที่ลำตัวกว้าง 2.25 $\pm$ 0.18 มิลลิเมตร ยาว 2.41 $\pm$ 0.06 มิลลิเมตร ระยะหนอนใช้เวลาเฉลี่ย 14.57 $\pm$ 1.98 วัน และจะเข้าดักแด้ในเมล็ดถั่วที่หนอนกัดกินเป็นอาหาร ดักแด้มีรูปร่างแบบ exarate คือ มีลักษณะยางค์

เป็นอิสระ ไม่ยึดติดกับลำตัว ระยะดักแด้ใช้เวลาเฉลี่ย 5.67 $\pm$ 0.51 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยใหม่ ๆ ลำตัวมีสีน้ำตาลอ่อนและอ่อนนุ่มจากนั้นผนังลำตัวแข็งขึ้น และมีสีแดงเข้มไปจนถึงดำเป็นมัน ลำตัวรูปไข่ ส่วนหัวมีสีดำ หนวดของทั้ง 2 เพศ มีสีเหลือง เป็นแบบ sub serrate ส่วนของ pygidium มีสีเหลืองแดง ขาคู่หน้าและขาคู่กลางมีสีเหลือง ขาคู่หลังและส่วนท้องบางส่วนมีสีแดงบางส่วนมีสีดำเป็นมัน ปีกคู่แรกมีลักษณะเป็นแผ่นแข็ง (elytra) และมีขนละเอียดสีขาวเหลืองขึ้นปกคลุม ด้านข้างของปีกมีสีค่อนข้างเหลือง ปีกคู่แรกสั้นคลุมส่วนท้องไม่มีด มีจุดแต้มสีดำบนปีกทั้งสองข้างปลายปีกมีสีน้ำตาลแดง เพศผู้มีความกว้างของลำตัวเฉลี่ย 1.42 $\pm$ 0.05 มิลลิเมตร ความยาวของลำตัวเฉลี่ย 2.18 $\pm$ 0.12 มิลลิเมตร เพศเมียมีความกว้างของลำตัวเฉลี่ย 1.31 $\pm$ 0.06 มิลลิเมตร ความยาวของลำตัวเฉลี่ย 2.26 $\pm$ 0.09 มิลลิเมตร โดยเพศผู้มีอายุเฉลี่ย 62.50 $\pm$ 24.63 วัน ส่วนเพศเมียมีอายุยืนยาวกว่าเพศผู้ 1.18 เท่า คือ มีอายุเฉลี่ย 73.50 $\pm$ 28.64 วัน และระยะเวลาการเจริญเติบโตครบวงจรชีวิตตั้งแต่ด้วงถั่ววางไข่จนกระทั่งตัวเต็มวัยเจาะออกมาจากเมล็ดถั่วมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.74 $\pm$ 3.49 วัน (ตารางที่ 1)

Table 1 Duration and size of various developmental stages of bean beetle, *Callosobruchus imitator* reared on azuki bean

Developmental stage	Age (days) Mean $\pm$ S.D.	Width (mm) Mean $\pm$ S.D.	Length (mm) Mean $\pm$ S.D.
Egg	5.33 $\pm$ 0.49	0.47 $\pm$ 0.04	0.97 $\pm$ 0.46
Larva			
Instar 1	3.33 $\pm$ 0.49	0.61 $\pm$ 0.01	0.78 $\pm$ 0.04
Instar 2	3.33 $\pm$ 0.49	1.25 $\pm$ 0.01	1.77 $\pm$ 0.03
Instar 3	3.33 $\pm$ 0.49	1.23 $\pm$ 0.02	1.78 $\pm$ 0.05
Instar 4	4.58 $\pm$ 0.51	2.25 $\pm$ 0.18	2.41 $\pm$ 0.06
Instar 1-4	14.57 $\pm$ 1.98	-	-
Pupa	5.67 $\pm$ 0.51	1.70 $\pm$ 0.14	2.83 $\pm$ 0.10
Adult longevity			
Male	62.50 $\pm$ 24.63	1.42 $\pm$ 0.05	2.18 $\pm$ 0.12
Female	73.50 $\pm$ 28.64	1.31 $\pm$ 0.06	2.26 $\pm$ 0.09
Egg to adult emergence	25.74 $\pm$ 3.49	-	-

การศึกษาความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหารของด้วงถั่ว *C. imitator*

ผลการศึกษาความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหารของด้วงถั่ว *C. imitator* เมื่อให้เมล็ดถั่วที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอาหารจำนวน 12 ชนิด ได้แก่ ถั่วอะซูกิ ถั่วฝักยาว ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว ถั่วดำ ถั่วขาว ถั่วแขก ถั่วลิสง และถั่วลันเตา พบว่า เพศเมียของด้วงถั่ว *C. imitator* สามารถวางไข่บนเมล็ดถั่วทดสอบจำนวน 11 ชนิด โดยวางไข่บนเมล็ดถั่วเขียว ถั่วดำ ถั่วขาว ถั่วฝักยาว ถั่วลันเตา ถั่วแขก และถั่วเหลือง โดยมีจำนวนไข่บนเมล็ดถั่วเฉลี่ย 0.42, 0.33, 0.17, 0.15, 0.15, 0.12, 0.1, 0.07,

0.04 และ 0.03 ฟองต่อเมล็ด และไม่พบว่ามีกรวางไข่บนเมล็ดถั่วลิสงเลย (ตารางที่ 2) ถึงแม้ว่าด้วงถั่ว *C. imitator* เพศเมียสามารถวางไข่บนเมล็ดถั่วทดสอบได้เกือบทุกชนิด แต่กลับพบว่า มีเมล็ดถั่วเพียง 5 ชนิด ที่ไข่มีการฟักและพัฒนาต่อไปเป็นตัวเต็มวัยได้ โดยการฟักของไข่บนเมล็ดถั่วพุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดถึงร้อยละ 67.45 รองลงมา คือ ถั่วเขียว ถั่วเขียว ถั่วดำ ถั่วขาว ถั่วฝักยาว ซึ่งมีอัตราการฟักไข่เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 52.38, 49.81, 38.87 และ 24.24 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ ยังพบว่า ระยะเวลาตั้งแต่แมลงวางไข่และพัฒนาไปจนกระทั่งด้วงถั่วตัวเต็มวัยเจาะออกมาจากเมล็ดถั่วทั้ง 5 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) โดยระยะเวลาสั้นที่สุดเป็นเวลาที่ด้วงใช้เมล็ดถั่วฝักยาวเป็นอาหาร คือ 30.28 วัน และระยะเวลานานที่สุดเป็นด้วงที่ใช้เมล็ดถั่วเขียวเป็นอาหาร คือ 32.84 วัน (ตารางที่ 2)

Table 2 Average number of egg/seed, egg hatching percentage and life cycle of bean beetle, *Callosobruchus imitator*, reared on tested legume seeds

Host plant	Number of egg/seed	Hatching percentage	Life cycle (day)
Azuki bean	0.42 ^{ab}	38.87 ^{ab}	31.55 ^a
Yard long bean	0.10 ^{bcd}	24.24 ^{bc}	30.28 ^a
Red bamboo bean	0.87 ^a	49.81 ^{ab}	30.75 ^a
Cowpea	0.33 ^{bc}	67.45 ^a	31.27 ^a
Peanut	0.00 ^d	0.00 ^c	0.00 ^b
Black bean	0.15 ^{bcd}	0.00 ^c	0.00 ^b
Soy bean	0.03 ^{cd}	0.00 ^c	0.00 ^b
White kidney bean	0.12 ^{bcd}	0.00 ^c	0.00 ^b
Garden pea	0.07 ^{cd}	0.00 ^c	0.00 ^b
Mung bean	0.15 ^{bcd}	52.38 ^{ab}	32.84 ^a
String bean	0.04 ^{cd}	0.00 ^c	0.00 ^b
Red kidney bean	0.17 ^{bcd}	0.00 ^c	0.00 ^b

^{1/} Means with in the same column followed by different superscripts are significantly different at $P < 0.05$ by LSD

วิจารณ์

ผลการศึกษาชีววิทยาของด้วงถั่ว *C. imitator* โดยเฉพาะพฤติกรรมการดำรงชีพ เช่น เมื่อฟักออกจากไข่ ตัวหนอนจะเจาะผิวเมล็ดถั่วเข้าไปอาศัยกัดกินอยู่ภายใน เมล็ดถั่วจนโตเต็มที่จะเข้าดักแด้ในเมล็ดถั่วนั้น จากนั้นเมื่อเป็นตัวเต็มวัยจึงจะเจาะผิวเมล็ดถั่วออกมาภายนอก ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ไม่ต่างไปจากด้วงถั่วในสกุล *Callosobruchus* ชนิดอื่นๆ ดังเช่นที่ Beck and Blumer (2013) ได้รายงานไว้ในกรณีของด้วงถั่วเขียว *C. maculatus* นอกจากนี้วงจรชีวิตของด้วงถั่ว *C. imitator* ตั้งแต่ระยะไข่ไปจนถึงตัวเต็มวัยจะออกมาจากเมล็ดถั่วมีค่าแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพ โดยเฉพาะอุณหภูมิ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าอุณหภูมิที่สูงกว่าระดับปกติทำให้แมลงมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วเป็นผลให้วงจรชีวิตสั้นกว่าที่ควร ในการศึกษาวงจรชีวิตของด้วงถั่ว *C. imitator* ได้ดำเนินการใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม) และช่วงฤดูหนาว (เดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) ผลการศึกษพบว่าวงจรชีวิตของด้วงถั่ว *C. imitator* ในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 25.74 ± 3.49 วัน ขณะที่ศึกษาในฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า วงจรชีวิตยืดยาวออกไปมีค่าเท่ากับ 29.08 ± 0.67 วัน สอดคล้องกับ Beck and Blumer (2013) ที่รายงานว่าด้วงถั่วเขียว *C. maculatus* เมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีวงจรชีวิตสั้นประมาณ 3 - 4 สัปดาห์ หากเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วงจรชีวิตนานขึ้นเป็น 5 - 6 สัปดาห์

ในการศึกษาจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหารของด้วงถั่ว *C. imitator* ด้วงถั่วเพศเมียสามารถวางไข่บนเมล็ดถั่วที่ใช้ทดสอบได้ทุกชนิดยกเว้นถั่วลิสงเท่านั้น และมีเมล็ดถั่วเพียง 5 ชนิด คือ ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว ถั่วเขียวนางแดง หรือถั่วแดงถั่วอะซูกิ และถั่วฝักยาว ที่หนอนของด้วงถั่วสามารถใช้ถั่วเหล่านี้เป็นอาหารและพัฒนาไปเป็นตัวเต็มวัยได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งถั่วทั้ง 5 ชนิด นี้จัดอยู่ในสกุล *Vigna* ทั้งสิ้น สอดคล้องกับ Kingsolver (1999) และ Tuda et al. (2005) ที่รายงานการเข้าทำลายของด้วงถั่ว *C. imitator* ที่เก็บรวบรวมได้นั้นมาจากเมล็ดถั่วในสกุล *Vigna* เช่นเดียวกัน จากผลการศึกษาครั้งนี้ จึงเป็นที่

คาดหมายว่าประเทศไทยในอนาคต ด้วงถั่ว *C. imitator* น่าจะเป็นแมลงศัตรูสำคัญอีกชนิดหนึ่งของถั่วหลังการเก็บเกี่ยวชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ในสกุล *Vigna* โดยเฉพาะถั่วเศรษฐกิจ เช่น ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว ถั่วเขียวนางแดงหรือถั่วแดง ถั่วอะซูกิ ถั่วฝักยาว เป็นต้น

สรุป

การศึกษชีววิทยาของด้วงถั่ว *C. imitator* ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิเฉลี่ย 30.09 ± 1.53 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 64.33 ± 5.99 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเพศเมียวางไข่เป็นฟองเดี่ยว ๆ บนเมล็ดถั่ว ไข่มีขนาดเล็ก สีขาวนวล ระยะไข่ 5.33 ± 0.49 วัน หนอนเมื่อฟักออกจากไข่สามารถเจาะเข้าไปอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ดถั่ว หนอนลำตัวอ้วน สีขาวขุ่น มี 4 ขี้น และใช้เวลาอยู่ในระยะนี้นาน 14.57 ± 1.98 วัน จากนั้นจึงเข้าดักแด้ นาน 5.67 ± 0.51 วัน จึงเป็นตัวเต็มวัยและเจาะออกมาจากเมล็ดถั่ว เพศผู้มีชีวิตอยู่ได้นาน 62.5 ± 24.63 วัน ส่วนเพศเมียมีอายุยาวนานกว่าคือ 73.50 ± 28.64 วัน ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัยใช้เวลาทั้งหมด 25.74 ± 3.49 วัน การศึกษาความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหารของด้วงถั่ว *C. imitator* เมื่อให้เมล็ดถั่วจำนวน 12 ชนิด คือ ถั่วอะซูกิ ถั่วฝักยาว ถั่วพุ่ม ถั่วเขียวนางแดงหรือถั่วแดง ถั่วแดงหลวง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วขาว ถั่วแขก ถั่วดำ ถั่วลิสง และถั่วลันเตา พบว่าด้วงถั่ว *C. imitator* สามารถดำรงชีวิตจนครบชีพจักรในเมล็ดถั่วเพียง 5 ชนิด คือ ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว ถั่วเขียวนางแดง ถั่วอะซูกิ และถั่วฝักยาว โดยมีระยะเวลาดังแต่แมลงวางไข่และพัฒนาไปจนกระทั่งด้วงถั่วตัวเต็มวัยจะออกมาจากเมล็ดถั่ว ไม่มีความแตกต่างกัน อยู่ในช่วง 30.28 - 32.84 วัน

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2554. ด้วงถั่วเขียว. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://ait.nisit.kps.ku.ac.th/dbfieldcrop/pest/mungbean/dung.htm> (7 กรกฎาคม 2554).

- ไชยา เพ็งอุ่น. 2539. ถั่วและพืชคลุมดิน. พิมพ์ดี, นนทบุรี. 87 หน้า.
- ทรงเขว้า อินสมพันธ์. 2545. ถั่วเขียว (mungbean). เอกสารประกอบการสอนวิชาพืชไร่ที่สำคัญของประเทศไทย. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 18 หน้า.
- มยุรา ภูริพันธุ์กัญญา. 2532. การศึกษานิเวศวิทยาของ ด้วงถั่วเหลือง *Callosobruchus chinensis* L. ด้วงถั่วเขียว *Callosobruchus maculatus* F. และการป้องกันกำจัด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร ดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 106 หน้า.
- สุทัศน์ จุลศรีไกววัล. 2547. งานปรับปรุงพันธุ์ถั่วอะซูกิ. มุลนิธิโครงการหลวง, เชียงใหม่. 91 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการค้าสินค้า เกษตรไทยกับต่างประเทศ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th/download/journal/trade%20statistics53.pdf> (4 กันยายน 2555).
- Beck, C. W. and L. S. Blumer. 2013. Life cycle of bean beetles, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae). (Online). Available: <http://www.carolina.com/teacher-resources/Interactive/life-cycle-of-bean-beetles/tr25103.tr> (April 4, 2013).
- Kingsolver, J. M. 1999. A new species of *Callosobruchus* (Coleoptera: Bruchidae) from Thailand and China. Entomological News 110: 209-213.
- Takashi, M. 2008. Azuki bean in Thailand: Research for production and marketing. pp. 21-22. In: Proceedings of Azuki Bean: Research and Production in Thailand. 28-29 January 2008. Green Lake Resort, Chiang Mai.
- Tuda, M., L. -Y. Chou, C. Niyomdham, S. Buranapanichpan and Y. Tateishi. 2005. Ecological factors associated with pest status in *Callosobruchus* (Coleoptera: Bruchidae): high host specificity of nonpests to Cajaninae (Fabaceae). Journal of Stored Products Research 41(1): 31-45.

การลดกลิ่นของทุเรียนโดยใช้น้ำมันหอมระเหย ที่กลั่นได้จากใบกะเพรา

Reduction of Durian's Odor Using Essential Oil Distilled from Holy Basil Leaves

ยุวรัตน์ เงินเย็น^{1/} วิจิตรา เดชวีระพานิชย์^{1/} กนกพร ภาราดามิตร^{1/} วรัญญา ขาวผ่อง^{1/}
และ พิมพิลาศ แก่นมัน^{1/}

Yuvarat Ngernyen^{1/}, Wijittra Detwerapanich^{1/}, Kanokpond Paradamit^{1/}, Warunya Kowpong^{1/}
and Pimpilard Kaenmun^{1/}

Abstract: This research was conducted in order to reduce the odor of durian using essential oil distilled from holy basil leaves. Thirty grams of basil leaves and 300 cm³ of water using hydrodistillation method could yield 259 cm³ of essential oil in 6 hrs. Efficiency of the distilled essential oil on durian's order reduction was tested comparing with application of traditional method, that covering durian with holy basil leaves. It was found that the use of the distilled essential oil could reduce durian's odor better than that of the traditional method.

Keywords: Durian's smell, essential oil, extraction, basil leaf

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการลดกลิ่นของทุเรียนโดยใช้น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดใบกะเพรา โดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้ใบกะเพราปริมาณ 30 กรัม ใช้น้ำในการกลั่น 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร และอุณหภูมิในการกลั่น 100 องศาเซลเซียส สามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยออกมาได้ปริมาณเท่ากับ 259 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในเวลา 6 ชั่วโมง และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดกลิ่นของทุเรียนของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้กับวิธีการแบบเดิมคือใช้กะเพราวางคลุมไว้ พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้สามารถลดกลิ่นของทุเรียนได้ดีกว่า

คำสำคัญ: กลิ่นของทุเรียน น้ำมันหอมระเหย การสกัด ใบกะเพรา

^{1/} ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

^{1/} Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

คำนำ

ทุเรียนเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่ผู้คนรู้จักกันเป็นอย่างดีและมีความต้องการในตลาดสูง ซึ่งกลิ่นของทุเรียนนั้นเป็นกลิ่นเฉพาะตัว บางคนว่ามีกลิ่นหอม แต่บางคนกลับว่ามีกลิ่นเหม็นแรง โดยกลิ่นของทุเรียนเกิดจากสารประกอบไธออล (thiol compounds) และเอสเทอร์ (ester) (มาระตรี, 2548) ด้วยเหตุของกลิ่นทุเรียนนี้ ทำให้บางสถานที่มีการห้ามนำทุเรียนเข้า เช่น โรงแรม สนามบิน การขนส่งสาธารณะ เป็นต้น โดยในปัจจุบัน มีการแก้ไขปัญหากลิ่นของทุเรียนโดยการนำไปกะเพรามาโปะไว้บนทุเรียนที่บรรจุอยู่ในกล่องพัสดุหรือบรรจุภัณฑ์ ซึ่งสามารถช่วยลดกลิ่นของทุเรียนลงได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามในบางครั้งการที่จะหาใบกะเพราเพื่อนำมาใช้โปะไว้บนทุเรียนอาจเป็นการยุ่งยาก งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิด ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากใบกะเพรา ซึ่งเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยมาใส่ขวดเก็บเอาไว้ ก็สามารถที่จะนำมาใช้งานได้ตลอดเวลา เกิดความสะดวกเมื่อต้องการใช้งาน

วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยมี 6 วิธี ได้แก่ 1) การกลั่นด้วยไอน้ำ 2) การกลั่นด้วยน้ำหรือการต้มกลั่น 3) การสกัดแบบเอนฟลูเรจ (enfleurage) 4) การสกัดด้วยตัวทำละลาย 5) การคั้นหรือบีบ และ 6) การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต (ธีรศิลป์, 2551) งานวิจัยนี้ได้เลือกการสกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำหรือการต้มกลั่น โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่าคลีเวนเจอร์ (Clevenger) ซึ่งเหมาะกับการสกัดสารที่ใช้ตัวทำละลายปริมาณน้อย โดยหลักการสกัดแบบคลีเวนเจอร์คือ ตัวทำละลายจะหมุนเวียนผ่านสารที่ต้องการสกัดหลายครั้ง โดยตัวทำละลายที่ใช้สกัดแล้ว จะระเหยและถูกทำให้ควบแน่นกลับมาใช้ได้อีกต่อไป

กฤติกา (2548) ได้ศึกษาคุณสมบัติของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิง 5 ชนิด ได้แก่ ขิง ข่า ขมิ้นชัน กระชาย และเร่วหอม โดยการต้มกลั่น การกลั่นด้วยไอน้ำ และการสกัดด้วยตัวทำละลาย พบว่า การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยการกลั่นด้วยไอน้ำใช้เวลาในการสกัดมากกว่าการต้มกลั่นเมื่อเปรียบเทียบ ณ เวลาที่เริ่มมีน้ำมันหอมระเหยออกมา ส่วนการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายนั้น ก่อนการสกัดต้องนำตัวอย่างไปอบเพื่อลดปริมาณความชื้นก่อน และพบว่า

การสกัดสารออกจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 5 ชนิด โดยการต้มกลั่นด้วยไอน้ำ ให้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการสกัดโดยการต้มกลั่นและการสกัดด้วยตัวทำละลาย นอกจากนั้น ธีรศิลป์ (2551) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากขิงด้วยวิธีต้มกลั่นด้วยน้ำและวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ พบว่า วิธีการสกัดแบบต้มกลั่นให้ปริมาณการสกัดที่สูงกว่าวิธีการสกัดแบบกลั่นด้วยไอน้ำ เนื่องจากการต้มกลั่นเป็นการให้ความร้อนแก่น้ำและขิงโดยตรง อีกทั้งน้ำที่ใช้จะสัมผัสกับขิงอย่างทั่วถึง ทำให้เกิดการสกัดได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนการกลั่นด้วยไอน้ำ เป็นการให้ความร้อนแก่น้ำในช่องข้างนอก และไอน้ำไม่สามารถสัมผัสเนื้อขิงได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบกะเพราโดยใช้วิธีการกลั่นด้วยน้ำหรือการต้มกลั่น และนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้มาทดสอบการลดกลิ่นของทุเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกเมื่อต้องการใช้งาน

อุปกรณ์และวิธีการ

การแยกน้ำมันหอมระเหยจากใบกะเพรา

ทำโดยวิธีการต้มกลั่น (Hydrodistillation) โดยตัดใบกะเพราซึ่งเป็นใบสด พันธุ์กะเพราแดง (*Ocimum sanctum*) หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 2 x 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำตัวอย่างปริมาณ 30 กรัม ใส่ลงในขวดก้นกลม ขนาด 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นสารสกัด นำขวดก้นกลมใส่ลงในเตาหลุมให้ความร้อน (heating mantle) ทำการสกัดด้วยชุดกลั่นชนิดคลีเวนเจอร์ (Clevenger) ที่ออกแบบเอง (ภาพที่ 1a) ซึ่งคลีเวนเจอร์นี้ถูกต่อเข้ากับหลอดควบแน่น (condenser) โดยชุดอุปกรณ์ทั้งหมด (ภาพที่ 1b) ทำการทดลองโดยใช้อุณหภูมิในการสกัด 100 องศาเซลเซียส และทำการวัดปริมาตรของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้เป็นเวลา 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: S.D.) โดยน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการต้มกลั่นยังมีน้ำผสมอยู่ ดังนั้น จึงทำการแยกน้ำมันหอม

ระเหยและน้ำออกจากกัน โดยนำมาทำการกลั่นระเหยด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary evaporator)

การทดสอบการลดกลิ่นของทุเรียน

ชุดการทดลองประกอบไปด้วยเปลือกทุเรียนและเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทอง อายุการเก็บเกี่ยวภายหลังออกดอกประมาณ 120 วัน จำนวน 2 พลู น้ำหนักประมาณ 600 กรัม ที่ถูกห่อด้วยแผ่นถนอมอาหารทุกชุดการทดลอง โดยบรรจุไว้ในกล่องกระดาษขนาด 20 x 30 x 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยการทดสอบแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ซึ่งกรรมวิธีที่ 1 มีเฉพาะตัวอย่างทุเรียน

(control) กรรมวิธีที่ 2 ทำการฉีดน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ปริมาณ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงบนตัวอย่าง (ภาพที่ 2a) ซึ่งจากการทดสอบการดมกลิ่นเบื้องต้น พบว่า เมื่อใช้น้ำมันหอมระเหยมากเกินไปกว่า 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำให้ตัวอย่างเกิดกลิ่นเหม็นฉุนของกะเพราะ จึงเลือกใช้ใช้น้ำมันหอมระเหยในปริมาณ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ 3 นำกะเพราทั้งลำต้นและใบปริมาณ 30 กรัม (ปริมาณเท่ากับปริมาณที่ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหย) มาวางคลุมไว้บนตัวอย่าง (ภาพที่ 2b) ปิดฝากล่องให้สนิททิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการทดสอบโดยการดมกลิ่นด้วยกลุ่มบุคคล จำนวน 56 คน ประกอบด้วย

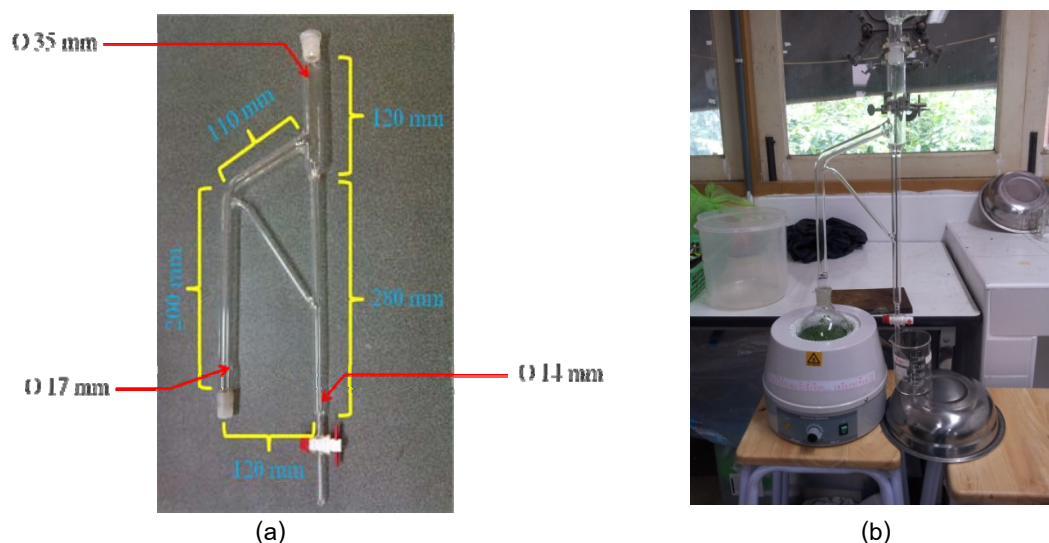


Figure 1 Hydrodistillation method for extracting essential oil of Holy basil leaves (a) modified cleverger apparatus (b) equipment set up



Figure 2 Application of (a) holy basil essential oil and (b) holy basil leaves to reduce durian's odor

คนที่ชอบกลิ่นทุเรียนและไม่ชอบกลิ่นทุเรียน กลุ่มละ 28 คน เพื่อให้คะแนนความสามารถในการจดกลิ่นของทุเรียนของทั้งสองวิธี โดยแบ่งคะแนนตามระดับการจดกลิ่นออกเป็น จดกลิ่นได้ดีมาก ได้ 4 คะแนน จดกลิ่นได้ดี ได้ 3 คะแนน จดกลิ่นได้ปานกลาง ได้ 2 คะแนน จดกลิ่นพอได้ ได้ 1 คะแนน และไม่สามารถจดกลิ่นได้เลยและทำให้กลิ่นเหม็นขึ้น ได้ 0 คะแนน ซึ่งการทดลองทั้ง 3 กรรมวิธี ทำซ้ำ 3 ครั้ง โดยใช้ผู้ทดสอบเดิม ซึ่งผู้ร่วมทดสอบการดมกลิ่น จะได้พักจมูกเป็นเวลา 10 นาที ก่อนทำการดมกลิ่นในชุดตัวอย่างกรรมวิธีต่อไป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การแยกน้ำมันหอมระเหยจากใบกะเพรา

เมื่อทำการแยกใบกะเพราปริมาณ 30 กรัม ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง ได้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้แสดงดังภาพที่ 3 พบว่า ในช่วงเวลาของการกลั่นตั้งแต่ชั่วโมงที่ 2 ถึงชั่วโมงที่ 5 ปริมาตรของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อทำการกลั่นต่อไปจนถึงชั่วโมงที่ 6

ปริมาตรของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่เพิ่มในอัตราที่น้อยกว่า แสดงว่าการกลั่นเริ่มเข้าสู่สมดุล อย่างไรก็ตาม การกลั่นเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ยังไม่ถึงจุดสมดุล (ปริมาตรของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นยังไม่คงที่) แต่ไม่สามารถทำการกลั่นต่อได้ เนื่องจากน้ำที่ใช้เป็นตัวสกัดภายในขวดก้นกลมแห้ง ทำให้ไม่สามารถกลั่นได้นานกว่านี้

เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการต้มกลั่นซึ่งยังมีน้ำผสมอยู่ มาทำการแยกน้ำมันหอมระเหยและน้ำออกจากกัน ด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน โดยใช้ปริมาตรก่อนการกลั่นระเหย 45 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นเวลา 25 นาที พบว่า ได้น้ำมันหอมระเหยปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 44 ของปริมาตรก่อนการกลั่นระเหย ซึ่งน้ำมันหอมระเหยที่ผ่านการแยกน้ำแล้วนี้ นำไปใช้ในการทดสอบการจดกลิ่นของทุเรียนต่อไป โดยลักษณะของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ มีสีใส

การทดสอบการจดกลิ่นของทุเรียน

จากการทดสอบการจดกลิ่นของทุเรียนของกลุ่มบุคคลผู้เข้าร่วมการทดสอบจำนวน 56 คน ซึ่งแบ่งเป็นผู้ที่ชอบกลิ่นทุเรียนจำนวน 28 คน และไม่ชอบกลิ่นทุเรียน

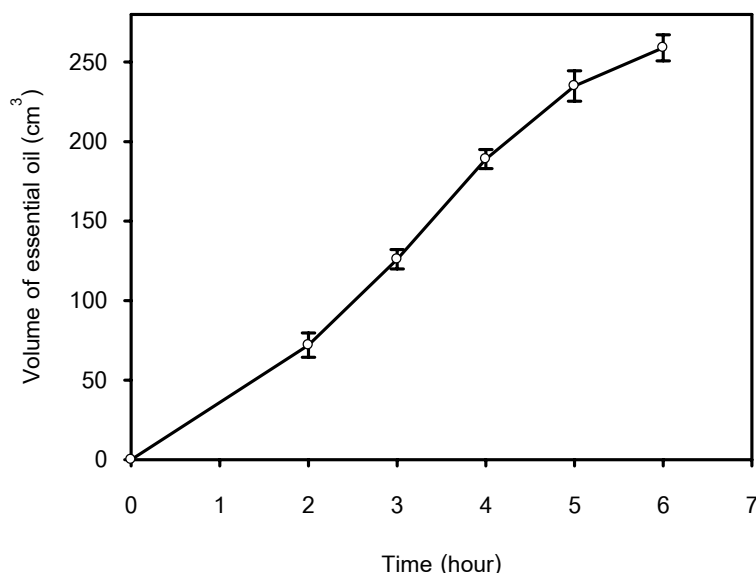


Figure 3 Relationship between distilled essential oil and time of hydrodistillation

จำนวน 28 คน โดยใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ เปรียบเทียบกับการนำกะเพรามาวางคลุมไว้ พบว่า ผู้เข้าร่วมการทดสอบทั้งผู้ที่ชอบกลิ่นทุเรียนและไม่ชอบ กลิ่นทุเรียน ให้การลดกลิ่นของทุเรียนโดยใช้น้ำมันหอม ระเหยที่สกัดได้ สามารถลดกลิ่นของทุเรียนได้ดีมาก (4 คะแนน) จำนวนถึง 53 และ 52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลดกลิ่นได้ดี (3 คะแนน) จำนวน 43 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลดกลิ่นได้ปานกลาง (2 คะแนน) จำนวน 4 และ 11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเฉพาะผู้ที่ไม่ชอบ กลิ่นทุเรียน บอกว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ ลดกลิ่น ทุเรียนพอได้ (1 คะแนน) จำนวน 4 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มี ผู้เข้าร่วมการทดสอบบอกว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ไม่

สามารถลดกลิ่นของทุเรียนได้ (0 คะแนน) (ภาพที่ 4a) ส่วนการลดกลิ่นของทุเรียนโดยการนำกะเพรามาวางคลุม ไว้ที่ตัวอย่าง ไม่มีผู้เข้าร่วมทดสอบบอกว่าวิธีนี้สามารถลด กลิ่นได้ดีมาก ซึ่งส่วนใหญ่ผู้เข้าร่วมทดสอบทั้งผู้ที่ชอบ กลิ่นทุเรียนและไม่ชอบกลิ่นทุเรียนบอกว่าวิธีนี้ลดกลิ่น ไม่ได้เลย (0 คะแนน) จำนวนถึง 35 และ 46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลดกลิ่นพอได้ (1 คะแนน) จำนวน 29 และ 32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลดกลิ่นได้ปานกลาง (2 คะแนน) จำนวน 29 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลดกลิ่นได้ ดี (3 คะแนน) จำนวน 7 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4b) ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงการใช้น้ำมันหอมระเหยที่กลั่น ได้จากใบกะเพรา มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นของ

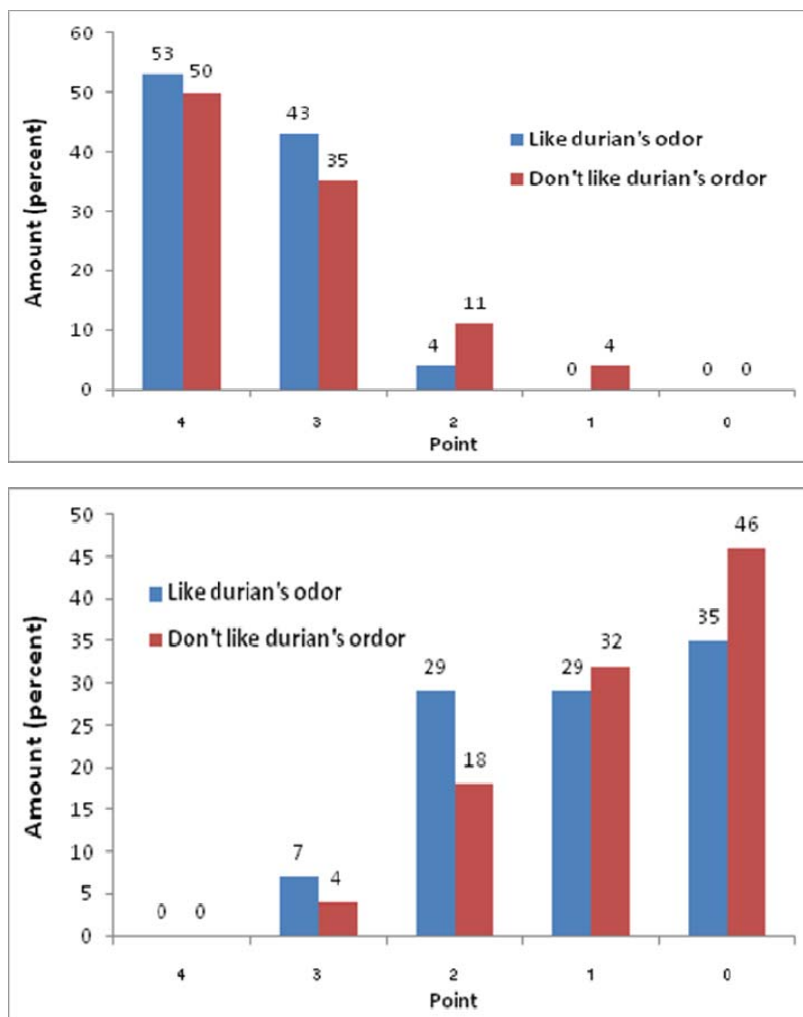


Figure 4 Test result of (a) distilled essential oil and (b) covering with holy basil leaf on durian's odor reducing

ทุเรียนดีกว่าการใช้กะเพรามาวางคลุมไว้ซึ่งเป็นวิธีการแบบเดิม โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ชอบกลิ่นทุเรียน ก็ได้ให้ความเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบกะเพรามีกลิ่นของทุเรียนได้ และเมื่อทิ้งตัวอย่างไว้ เพื่อหาระยะเวลาว่านานเท่าใดที่น้ำมันหอมระเหยจะสามารถกลดกลิ่นของทุเรียน พบว่าผู้ทดสอบทั้ง 58 คน ลงความเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบกะเพรา ไม่สามารถกลดกลิ่นของทุเรียนได้ (0 คะแนน) เมื่อเวลาผ่านไป 10 ชั่วโมง

ความสามารถของกะเพราในการลดกลิ่นทุเรียนเกิดจากการที่กลิ่นหอมของกะเพราไปกลบกลิ่นของทุเรียนซึ่งในใบกะเพรามีน้ำมันหอมหลายชนิด ได้แก่ เมทิลคาวิคอล (methylchavicol) โอซิโมล (ocimol) แครีโอฟิลลีน (caryophyllene) ยูจีนอล (eugenol) บอนีออล (boneol) แคมเฟน (camphene) และไลนาลูอล (linalool) ซึ่งน้ำมันหอมเหล่านี้คิดเป็น 53 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากใบ (พีรศักดิ์ และคณะ, 2544) อย่างไรก็ตามงานวิจัยต่อไปควรทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ทำการกลั่นได้ โดยเทคนิค Gas Chromatography Mass Spectroscopy (GC-MS)

สรุป

การศึกษาการลดกลิ่นของทุเรียนโดยใช้น้ำมันหอมระเหยที่แยกได้จากใบกะเพรา สรุปได้ว่า ที่เวลาในการต้มกลั่นด้วยน้ำ 6 ชั่วโมง สามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้ปริมาณมากที่สุด คือ 259 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อใช้ใบกะเพราปริมาณ 30 กรัม ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวสกัดในปริมาตร 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการต้มกลั่น มาทำการแยกน้ำมันหอมระเหยและน้ำออกจากกันโดยวิธีการกลั่นระเหย พบว่าได้น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 44 ของปริมาตรก่อนการกลั่นระเหย เมื่อทำการ

ทดสอบการลดกลิ่นของทุเรียนโดยใช้น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้มีประสิทธิภาพในการลดกลิ่นของทุเรียนสูงกว่าวิธีการนำใบกะเพรามาวางคลุมไว้ ซึ่งเป็นวิธีการแบบเดิม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- กฤติกา นรจิตร์. 2548. คุณสมบัติของสารสกัดจากพืชวงศ์ชิง: อิทธิพลของวิธีการสกัดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 144 หน้า.
- ธีรศิลป์ ชมแก้ว. 2551. การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากชิงด้วยวิธีการต้มกลั่นและกลั่นด้วยไอน้ำ. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 80 หน้า.
- พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ สุนทร ดุริยะประพันธ์ ทักษิณ อาชาวาคม สายันต์ ตันพานิช ชลธิชา นิवास-ประกฤติ และ ปรียานันท์ สรสูงเนิน. 2544. ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 19 พืชให้น้ำมันหอม. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 369 หน้า.
- มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย. 2548. การใช้สารระเหยจากใบพืชสมุนไพรไทยและพืชที่พบในท้องถิ่นในการดับกลิ่นทุเรียน. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 69 หน้า.

ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อคุณภาพ ของผลพลับพันธุ์พี 2 ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ

Effects of Storage Temperature on Quality of Persimmon Fruit cv. P2 in Vacuum Packaging

สรารุธ ศรีวรรณ^{1/} และ ดนัย บุญเกียรติ^{1/}

Sravut Srivanna^{1/} and Danai Boonyakiat^{1/}

Abstract: Effects of storage temperature on quality of persimmon fruit cv. P2 packed in vacuum packaging was studied. Persimmon fruit were harvested at 80 percent color break and packed in low density polyethylene (LDPE) bag. Subsequently, all bags were vacuumed by a vacuum packaging machine prior to storage at 2, 4 and 8°C for 2 months. After storage, persimmon fruit were put on shelf at 10°C. The study found that persimmon fruit stored at 4°C had the longest shelf life which up to 7 days according to panelists' satisfactions. In addition, the fruit had the lowest incidence of fruit softening, water soak and flesh browning. Whilst vacuum packaged persimmon fruit stored at 2 and 8°C had only 4 days of shelf life since the fruit stored at 2°C developed flesh browning while another stored at 8°C showed fruit softening and developed flesh off-flavor.

Keywords: Shelf life, LDPE, panelist

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลพลับพันธุ์พี 2 ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ โดยเก็บเกี่ยวผลพลับที่มีระยะการพัฒนาสีผิวผลเป็นสีเหลือง 80 เปอร์เซ็นต์ นำมาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด low density polyethylene (LDPE) และทำให้อยู่ในสภาพสุญญากาศด้วยเครื่องบรรจุหีบห่อแบบสุญญากาศก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 2 เดือน หลังจากการเก็บรักษา นำผลพลับไปวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่า ผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีอายุการวางจำหน่ายนานที่สุด คือ 7 วัน ตามการยอมรับของกลุ่มผู้ทดสอบชิม โดยผลพลับมีความเสียหายจากอาการเนื่อผลนิ่ม ช้ำน้ำ และสีเนื้อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลน้อยที่สุด ส่วนผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส มีอายุวางจำหน่ายเพียง 4 วัน เนื่องจากผลพลับที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีสีเนื้อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และผลพลับที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีเนื่อผลนิ่มและรสชาติผิดปกติ

คำสำคัญ: อายุการวางจำหน่าย LDPE ผู้ทดสอบชิม

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

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

คำนำ

พลับ (Oriental persimmon หรือ Japanese persimmon) เป็นผลไม้เขตกึ่งร้อนชนิดผลัดใบ จัดอยู่ในวงศ์ Ebenaceae สกุล *Diospyros* (สังคม, 2532) ในประเทศไทยมีการปลูกมากทางภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงราย จังหวัดเชียงใหม่ และในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง โดยผลพลับแบ่งออกเป็นกลุ่มพันธุ์พลับฝาด เช่น พันธุ์ที่ 2 (Xichu) พันธุ์ที่ 3 (Ang Sai) พันธุ์ที่ 4 (Nui Scin) พันธุ์ Hiratanenashi พันธุ์ Hachiya พันธุ์ Aizumishirazu พันธุ์ Yotsumizo พันธุ์ Yokono และกลุ่มพันธุ์พลับหวาน เช่น พันธุ์ Fuyu พันธุ์ Jiro พันธุ์ Goshō พันธุ์ Suruga และ พันธุ์ Okugoshō (Ito, 1971) สำหรับพลับพันธุ์ฝาด หากต้องการทำให้หายฝาดจะต้องปล่อยให้สุกงอมก่อน แต่เนื้อที่บริโภคจะนุ่มและไม่ใช่สิ่งที่ต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นจำเป็นต้องมีการกำจัดความฝาดให้หมดไปก่อนนำไปบริโภค วิธีการกำจัดความฝาดที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 วิธี คือ การต้มด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และการทำให้ผลพลับอยู่ในสภาพสุญญากาศ (กรมวิชาการเกษตร, 2540; Salvador *et al.*, 2005) ซึ่งทั้ง 2 วิธี เป็นการกำจัดความฝาดโดยที่เนื้อผลพลับยังมีความกรอบอยู่ แต่การกำจัดความฝาดโดยใช้สภาพสุญญากาศมักทำให้ผลพลับกลายเป็นสีน้ำตาลทั้งผล เกิดรสชาติและกลิ่นผิดปกติเนื่องจากกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนเมื่อเก็บรักษาไว้ในสภาพสุญญากาศนานเกินไป ส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่ผลพลับที่เก็บรักษาไว้ก่อนนำออกส่งจำหน่าย (दनัย และคณะ, 2540; Amal and Del Rio, 2003) การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาผลพลับในสภาพสุญญากาศเพื่อลดความเสียหายที่เกิดขึ้นและยืดอายุการวางจำหน่ายได้นานขึ้น

วิธีการทดลอง

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ สุ่ม สมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ใช้อุณหภูมิเก็บรักษาผลพลับในสภาพบรรจุภัณฑ์สุญญากาศเป็น

กรรมวิธี ประกอบด้วยอุณหภูมิ 2, 4 และ 8 องศาเซลเซียส แต่ละกรรมวิธีมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยผลพลับ 500 กรัม

วัสดุวิจัย

เก็บเกี่ยวผลพลับพันธุ์ที่ 2 ที่มีระยะการพัฒนาสีผิวผลจากสีเขียวเป็นสีเหลือง 80 เปอร์เซ็นต์ จากสวนเกษตรกรศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย ขนส่งผลผลิตผลมายังศูนย์ผลิตผลโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่เพื่อคัดเลือกผลพลับที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ไม่มีรอยแผลตำหนิ อาการช้ำ และการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืช

การบรรจุและเก็บรักษา

นำผลพลับที่คัดเลือกไว้มาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด low density polyethylene หรือ LDPE ที่มีขนาด 18 x 28 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว) มีความหนาของพลาสติกเท่ากับ 80 ไมโครเมตร โดยบรรจุผลพลับให้มีน้ำหนักต่อถุงประมาณ 500 กรัม จากนั้นทำบรรจุภัณฑ์ให้อยู่ในสภาพสุญญากาศด้วยเครื่อง vacuum packaging machine (LAPACK 900S Model, QUICKPACK Company, Italy) แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 2 เดือน เมื่อครบระยะเวลากักเก็บรักษา นำผลพลับไปวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์คุณภาพ

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีทุกวันจนผลพลับหมดอายุการวางจำหน่าย ได้แก่ ความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อขนาด 1 กิโลกรัม หัววัดรูปทรงกระบอก (cylinder shape) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ยาว 10 มิลลิเมตร (Fruit hardness tester, Model FHR-1, Nippon Optical Works Co., Ltd., Japan) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) โดยเครื่อง digital refractometer (PR-101A, Brix 0.0 - 45.0%, Palette Series, Atago Co., Ltd., Japan) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เมื่อเทียบเป็นกรดซิตริก (TA) โดยวิธี NaOH titration (AOAC, 2000) และปริมาณวิตามินซีโดยวิธี

2, 6-dichlorophenol indophenol visual titration (Ranganna, 1986) นอกจากนี้ศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน ด้วยการให้คะแนนความชอบ 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 = ไม่ชอบมาก ระดับ 2 = ไม่ชอบ ระดับ 3 = ชอบ และระดับ 4 = ชอบมาก ซึ่งผู้ทดสอบชิมทุกคนประเมินและให้คะแนนความชอบโดยใช้การพิจารณาภายใต้เงื่อนไขดังต่อไปนี้ สีผิวผล สีเนื้อผล ความกรอบ และรสชาติ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้เป็นตัวกำหนดการหาค่าอายุการวางจำหน่ายของผลพลับ คือ ผลมีอาการช้ำน้ำและเนื้อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

ผลการทดลอง

ความแน่นเนื้อ

การศึกษาคูณภาพของผลพลับพันธุ์พี 2 ที่อยู่ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2, 4 และ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2 เดือน พบว่าผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 3.45 กิโลกรัม และมีค่ามากกว่าความแน่นเนื้อของผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.18 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามความแน่นเนื้อของผลพลับที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 4 องศาเซลเซียส นาน 2 เดือน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

นอกจากนี้ เมื่อนำผลพลับมาวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าความแน่นเนื้อของผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงสองวันแรกของการวางจำหน่าย ในขณะที่ความแน่นเนื้อของผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ภาพที่ 1) โดยในวันสุดท้ายของการวางจำหน่าย ผลพลับในแต่ละกรรมวิธีมีลักษณะนุ่มและช้ำน้ำอย่างชัดเจน

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

สำหรับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้พบว่า ผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 15.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณมากกว่าผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 13.83 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลพลับที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 4 องศาเซลเซียส มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) และเมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ระหว่างการวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลพลับในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการวางจำหน่าย (ภาพที่ 2)

Table 1 Results of firmness, TSS, TA and vitamin C content of persimmon fruit cv. P2 packed in vacuum packaging and stored at 2, 4 and 8°C for 2 months

Storage Temperature	Firmness (Kg)	TSS (%)	TA (%)	Vitamin C (mg / 100 gFW)
2°C	2.78 ^{ab}	15.06 ^a	3.67	1.17
4°C	3.45 ^a	14.30 ^{ab}	3.91	1.10
8°C	2.18 ^b	13.83 ^b	3.54	1.07
LSD _{0.05}	0.84	1.29	0.23	0.10
C.V. (%)	16.55	5.03	13.58	18.01

Different letters in the same column denote significant difference at $P \leq 0.05$

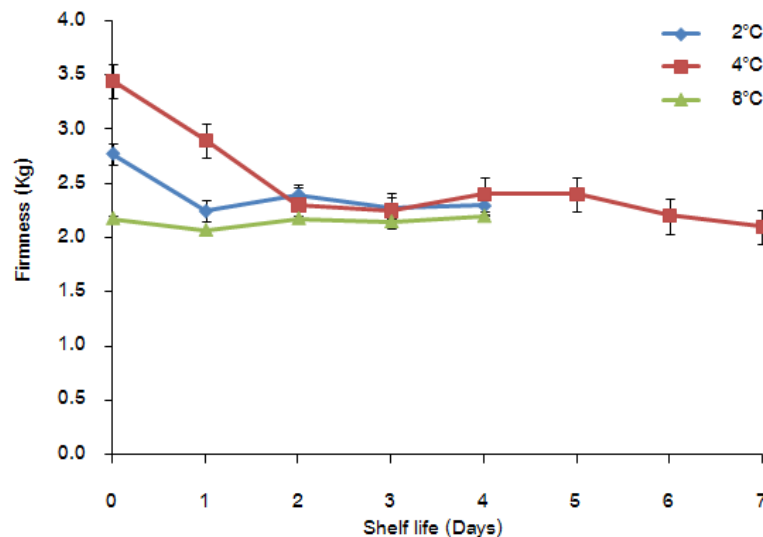


Figure 1 Changes in fruit firmness of persimmon fruit cv. P2 packed in vacuum packaging stored at 2, 4 and 8°C for 2 months and placed on shelf at 10°C for 7 days.

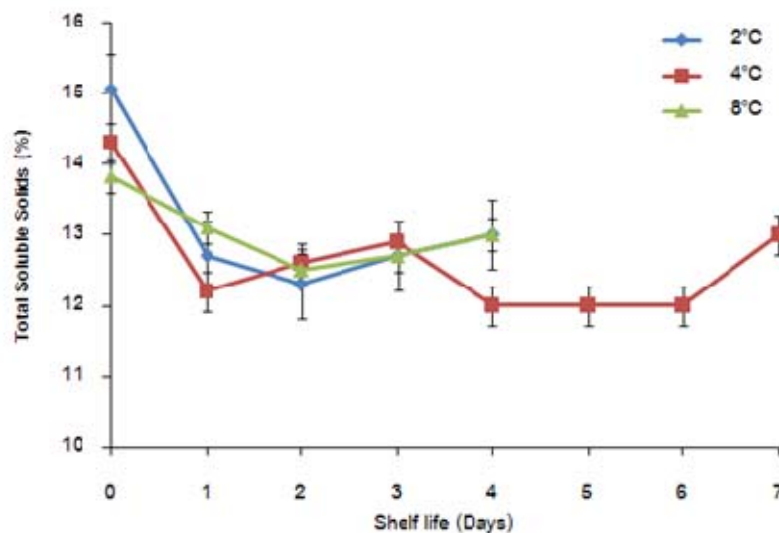


Figure 2 Changes in total soluble solids of persimmon fruit cv. P2 packed in vacuum packaging stored at 2, 4 and 8°C for 2 months and placed on shelf at 10°C for 7 days

ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้และปริมาณวิตามินซี

สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้และปริมาณวิตามินซี พบว่า การเก็บรักษาผลพลับในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 2, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อปริมาณคุณภาพทางเคมีดังกล่าว โดยปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของผลพลับมีค่าเท่ากับ 3.67,

3.91 และ 3.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 1.17, 1.10 และ 1.07 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด (mg/100 gFW) ตามลำดับ นอกจากนี้ ระหว่างการวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้และปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มแตกต่างกัน กล่าวคือ

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลพลับในทุกระยะการเก็บรักษา มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 3) ในขณะที่ปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการวางจำหน่าย (ภาพที่ 4)

การประเมินโดยผู้ทดสอบชิมและอายุการวางจำหน่าย

เมื่อนำผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 2, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน

2 เดือน แล้วนำมาให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในด้านคุณภาพลักษณะภายนอกและคุณภาพลักษณะภายใน คือ สีผิวผล สีเนื้อผล ความกรอบ และรสชาติ พบว่า ผู้ทดสอบชิมมีความพึงพอใจในผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มากกว่าผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส โดยคะแนนความชอบของผลพลับที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ

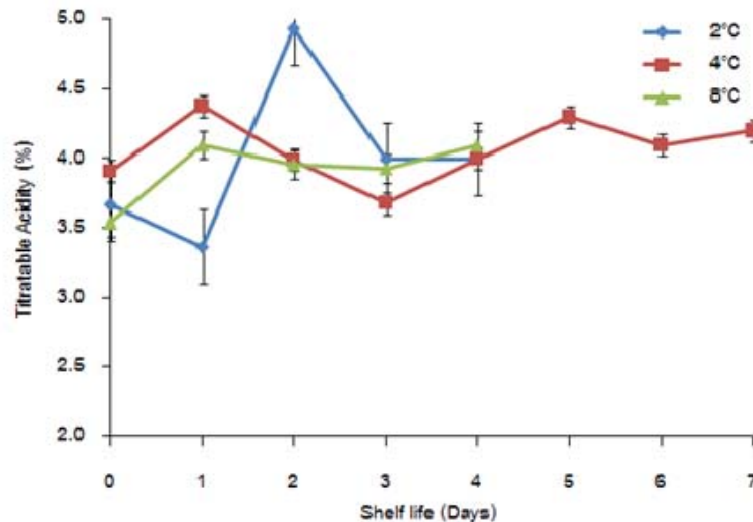


Figure 3 Changes in titratable acidity of persimmon fruit cv. P2 packed in vacuum packaging stored at 2, 4 and 8°C for 2 months and placed on shelf at 10°C for 7 days

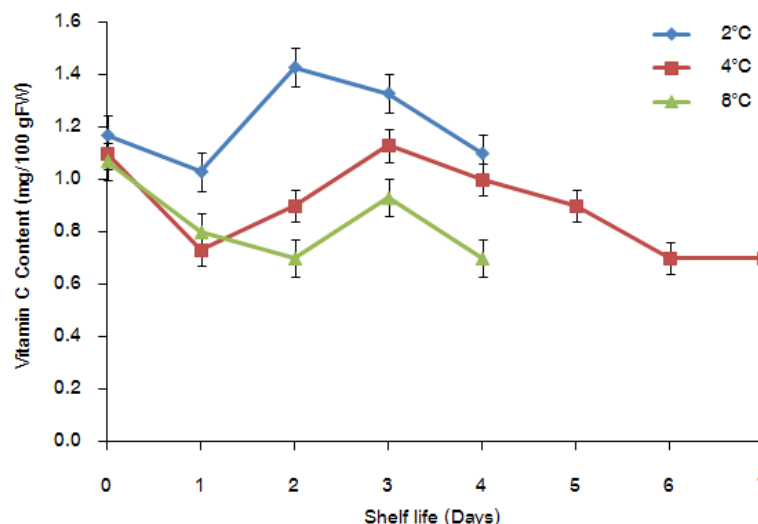


Figure 4 Changes in vitamin C content of persimmon fruit cv. P2 packed in vacuum packaging stored at 2, 4 and 8°C for 2 months and placed on shelf at 10°C for 7 days

ผลพลับที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาวางจำหน่าย (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 5) นอกจากนี้ผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ยังมีอายุการวางจำหน่ายนานที่สุด คือ 7 วัน โดยหลังจากวันที่ 7 ของการวางจำหน่าย ผลพลับมีอาการเน่าของผล ช้ำน้ำ และเนื้อมีสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นจนถึงระดับที่ไม่สามารถวาง

จำหน่ายได้ ในขณะที่ผลพลับที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส มีอายุการวางจำหน่ายสั้นเพียง 4 วัน เท่านั้น เนื่องจากเนื้อของผลพลับที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น และผลพลับที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ผลพลับเน่าอย่างชัดเจนและเนื้อมีรสชาติผิดปกติ

Table 2 Results of quality scores from panelists for persimmon fruit cv. P2 packed in vacuum packaging stored at 2, 4 and 8°C for 2 months and placed at 10°C for 7 days

Storage Temperature	Panel quality score*							
	Shelf life (days)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
2°C	2.00 ^b	2.00 ^b	2.00 ^b	2.00 ^b	2.00 ^b	-	-	-
4°C	3.67 ^a	3.67 ^a	4.00 ^a	3.67 ^a	4.00 ^a	3.50	3.00	2.00
8°C	2.00 ^b	2.00 ^b	1.67 ^b	1.67 ^b	1.67 ^b	-	-	-
LSD _{0.05}	0.54	1.45	1.38	1.50	1.77	-	-	-
C.V. (%)	9.87	8.42	14.42	9.42	10.42	-	-	-

Different letters in the same column denote significant difference at $P \leq 0.05$

* Level 0.0-1.0 = dislike very much; Level 1.1-2.0 = dislike; Level 2.1-3.0 = like; Level 3.1-4.0 = like very much

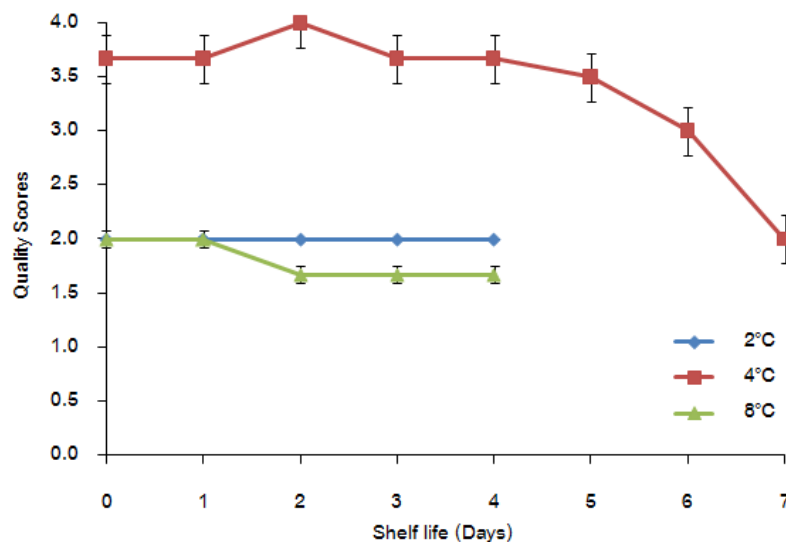


Figure 5 Changes in vitamin C content of persimmon fruit cv. P2 packed in vacuum packaging stored at 2, 4 and 8°C for 2 months and placed on shelf at 10°C for 7 days

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาระดับของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลพลับพันธ์พี 2 ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ โดยเก็บรักษาผลพลับพันธ์พี 2, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 2 เดือน แล้วนำมาวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าผลพลับพันธ์พีที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส สีเนื้อของผลพลับเป็นสีน้ำตาลเมื่อวางจำหน่ายได้เพียง 4 วัน ส่วนผลพลับที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบว่าผลมีมลงและมีรสชาติผิดปกติภายในระยะเวลาเพียง 4 วัน หลังการวางจำหน่าย Lee et al. (1993) รายงานว่าพลับเป็นผลิตภัณฑ์ไวต่อการเกิดลักษณะผิดปกติทางสรีรวิทยาเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของเปลือกและเนื้อผล ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส อาจเป็นอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปสำหรับการเก็บรักษาผลพลับ จึงนำไปสู่การเกิดลักษณะเนื้อสีน้ำตาลที่เป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของอาการสะท้านหนาวหรือ chilling injury (McRae, 1987) ในทางกลับกัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส อาจเป็นอุณหภูมิต่ำที่ยังไม่เพียงพอสำหรับการชะลอกระบวนการทางชีวเคมีและการเสื่อมสลายของผลพลับได้ ผลพลับจึงเกิดการเสื่อมสลายของผนังเซลล์และการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ส่งผลให้เกิดการมีมลงของผลและเนื้อมีรสชาติผิดปกติ ตามลำดับ สำหรับการเก็บรักษาผลพลับที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าผลพลับมีอายุการวางจำหน่ายนานถึง 7 วัน ซึ่งอาจเป็นเพราะอุณหภูมิดังกล่าวสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและไม่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวได้ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของวิลาวัลย์ และคณะ (2538) ที่รายงานผลพลับที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อของผลค่อนข้างคงที่ในระยะเวลาการเก็บรักษานาน 3 เดือน และจะลดลงเมื่อการเก็บรักษาไว้นานมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิต่ำมีส่วนในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเสื่อมสลาย และช่วยชะลอปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ ของกระบวนการ

เมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้เกิดช้าลง ทำให้ผลไม่เน่าและอ่อนตัวช้าลง (นิธิยา และคณะ, 2548)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี พบว่าตลอดระยะเวลาของการวางจำหน่าย ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก เนื่องจากผลพลับมีการหายใจเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่อยู่ในรูปของโมเลกุลของน้ำตาลถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจมากขึ้นตามไปด้วย สำหรับปริมาณวิตามินซีของผลพลับพบว่ามีความโน้มถ่วงลดลงเมื่อระยะเวลาการวางจำหน่ายนานขึ้นเช่นเดียวกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ เนื่องจากมาจากวิตามินซีเป็นสารอาหารที่ถูกทำลายได้ง่าย โดยเฉพาะในสภาพอุณหภูมิที่สูงขึ้น (อุณหภูมิชั้นวางจำหน่าย 10 องศาเซลเซียส) สามารถเร่งกระบวนการออกซิเดชันของวิตามินซีให้เปลี่ยนเป็นสารอื่นหรืออนุพันธ์ที่ไม่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย (สายชล, 2528; Lee and Kader, 2000) ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Pesis and Ben-Arie (1984) ที่พบว่า การกำจัดความฝาดของผลพลับโดยการใช้สุญญากาศชักนำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีผลต่อการสะสมของปริมาณอะซีตัลดีไฮด์และเอทานอล กระบวนการดังกล่าวทำให้ทำให้ความฝาดหายไปเนื่องจากแทนนินที่ละลายน้ำได้ทำปฏิกิริยากับอะซีตัลดีไฮด์ ทำให้โครงสร้างของแทนนินเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของแทนนินที่ละลายน้ำไม่ได้ และในระหว่างการกระบวนการขจัดความฝาด ผลพลับจะสุกอย่างช้า ๆ และปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นกัน

สรุปผลการทดลอง

การเก็บรักษาผลพลับพันธ์พี 2 ในสภาพบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาผลพลับระหว่างการขจัดความฝาดในระยะเวลา 2 เดือน และผลพลับมีอายุการวางจำหน่ายนานที่สุดเมื่อเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 8 องศาเซลเซียส โดยมีคะแนนการประเมินความชอบจากผู้ทดสอบชิมสูงที่สุดตลอดระยะเวลาการวางจำหน่าย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง สำหรับทุนวิจัยและตัวอย่างผลปืที่ใช้ในการทดลอง ขอขอบคุณงานคั้ดบรรจุเชิ่ียงใหม่ หน่วยวิจัยหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชิ่ียงใหม่ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชิ่ียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2540. พลั้บและบ๊วย. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 69 หน้า.
- วิลาวัลย์ คำปวน สุระศักดิ์ ชาญชำนาญ และ ดนัย บุญเกียรติ. 2538. เอกสารการวิจัยเรื่อง การยืดอายุการเก็บรักษาและการขจัดความฝาดผลพลั้บ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชิ่ียงใหม่, เชิ่ียงใหม่. 8 หน้า.
- ดนัย บุญเกียรติ สุระศักดิ์ ชาญชำนาญ และ มาโนช ปราครุฑ. 2540. คุณภาพของผลพลั้บพันธุ์ Xichu ที่ขจัดความฝาดโดยสุญญากาศ. วารสารเกษตร 13(2): 117-126.
- นิธิยา รัตนานนท์ และ ดนัย บุญเกียรติ. 2548. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 หน้า.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 364 หน้า.
- สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2532. ไม้ผลเขตหนาว. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 144 หน้า.
- AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. 1018 p.
- Amal, L., M. A. Del Río. 2003. Removing astringency by carbon dioxide and nitrogen enriched atmospheres in persimmon fruit cv. 'Rojo

- brillante'. Journal of Food Science 68: 1516-1518.
- Ito, S. 1971. The persimmon. pp. 281-301, In: A.C. Hulme (ed.). The Biochemistry of Fruits and their Products. Academic Press, New York.
- Lee, S. K., I.S. Shin and Y. M. Park. 1993. Factors involved in skin browning of non-astringent 'Fuyu' persimmon. Acta Horticulturae 343: 300-303.
- Lee, S. K. and A. A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology 20: 207-220.
- McRae, E. A. 1987. Development of chilling injury in New Zealand grown Fuyu persimmon during storage. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 15: 333-344.
- Pesis, E. and R. Ben-Arie. 1984. Involvement of acetaldehyde and ethanol accumulation during induced deastringency of persimmon fruits. Journal of Food Science 49: 896-899.
- Ranganna, S. 1986. Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products. 2nd ed. TataMcGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi. 1112 p.
- Salvador, A., L. Amal, A. Monterde and J. M. Martínez-Jávega, 2005. Influence of ripening stage at harvest on chilling injury symptoms of persimmon cv. 'Rojo Brillante' stored at different temperatures. Food Science and Technology International 11: 359-365.

ผลของ 2,4-D และไคเนตินต่อการเกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Effects of 2,4-D and Kinetin on Embryogenic Callus Induction in Rice (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Dawk Mali 105

จุฑาทิพย์ ทนชัย^{1/2/} สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์^{1/} และ สุชาดา เวียรศิลป์^{1/}
Jutatip Tanuncha^{1/,2/}, Sa-nguansak Thanapompoonpong^{1/} and Suchada Vearasilp^{1/}

Abstract: This research aimed to increasing amount of embryogenic callus by using 2,4-D and kinetin. All the experiments were set in Completely Randomized Design (CRD). Rice seeds were cultured on modified Linsmaier and Skoog (LS) medium and supplemented with 0, 2, 4, 6 and 8 mg L⁻¹ 2,4-D. It was found that the modified LS medium supplemented with 2 mg L⁻¹ 2,4-D could induced 67.33% calli which 90.73% were friable calli and 85.79% were greenish-yellow calli after culturing 30 days. Anyhow those calli could not developed into embryoids, after that 2 mg L⁻¹ 2,4-D combined with 2, 4, 6 and 8 mg L⁻¹ kinetin were applied in order to increase the production of embryogenic calli. It was found that the modified LS medium supplemented with 2 mg L⁻¹ 2,4-D combined with 2 mg L⁻¹ kinetin could induced 69.00% calli which 95.64% were friable calli and 89.44% were greenish-yellow calli after culturing 30 days and those calli could developed to embryoids more than using solely 2,4-D or kinetin in every concentration. Therefore the induction percentage, type and color of calli depend on suitable ratio between 2,4-D and kinetin.

Keywords: KDML 105, 2,4-D and kinetin, embryogenic callus

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

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

^{2/} ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10900

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

บทคัดย่อ: ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสโดยใช้ 2,4-D และไคเนติน โดยทำการทดลองที่ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ชั้น 2 อาคารเฉลิมพระเกียรติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทำการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวบนอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่ทำการเติม 2,4-D ที่ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากทำการเพาะเลี้ยง 30 วัน พบว่าอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่เติม 2,4-D ในปริมาณ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ 67.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นชนิดไพรอเบิล 90.73 เปอร์เซ็นต์ และเกิดแคลลัสสีเหลืองปนเขียว 85.79 เปอร์เซ็นต์ ได้มากเมื่อเทียบกับชุดควบคุม สำหรับแคลลัสที่ได้ยังไม่สามารถที่จะพัฒนาเป็นเอ็มบริโอได้ จึงใช้ 2,4-D ในปริมาณ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับไคเนตินที่ระดับความเข้มข้น 2, 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากทำการเพาะเลี้ยง 30 วัน พบว่าอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่เติม 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และไคเนติน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสสูงถึง 69.00 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นชนิดไพรอเบิล 95.64 เปอร์เซ็นต์ เกิดแคลลัสสีเหลืองปนเขียว 89.44 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถที่จะพัฒนาเป็นเอ็มบริโอได้มากขึ้นกว่าการใช้ 2,4-D หรือไคเนตินที่ทุกระดับความเข้มข้น โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส ชนิดและสีของแคลลัส ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนความเข้มข้นของ 2,4-D และไคเนตินที่เหมาะสม

คำสำคัญ: ข้าวขาวดอกมะลิ 105 2,4-D และไคเนติน เอ็มบริโอเจนิคแคลลัส

คำนำ

การเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวเพื่อชักนำให้เกิดแคลลัส โดยใช้สูตรอาหาร MS (Murashige and Skoog, 1962) มักเกิดปัญหาได้แคลลัสที่มีคุณภาพดีในปริมาณต่ำ และแคลลัสมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลหลังจากทำการแบ่งย้ายเปลี่ยนอาหาร ซึ่ง Zhang (1995) พบว่าข้าวสายพันธุ์ indica บางพันธุ์สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้สูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตรอาหาร LS (Linsmaier and Skoog, 1965) แต่บางพันธุ์สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้เพียง 1 ใน 3 ในพืชส่วนใหญ่จะใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มของออกซินและไซโทไคนินอย่างใดอย่างหนึ่งหรือควบคู่กันในการชักนำ หรือกระตุ้นให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส (embryogenic callus) ซึ่งเป็นแคลลัสที่สามารถพัฒนาเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ได้ (สมพร, 2549) ทั้งนี้ต้องอาศัยสมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ดังกล่าวในระดับที่เหมาะสมและใช้ปริมาณที่แตกต่างกันจากการทดลองที่ผ่านมา ในการชักนำให้เกิดแคลลัสในข้าวสายพันธุ์ไทย 4 สายพันธุ์ (RD6, KDML 105, SPR1 และ CNT) ของ Premvaranon *et al.* (2007) พบว่าอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มี KNO_3 ความเข้มข้น 10 μM และมีการเติม 2,4-D ในปริมาณ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์ และผงถ่าน

3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดแคลลัส และในงานวิจัยของสมดังใจ และคณะ (2554) สามารถชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสได้ถึง 51.33 - 60.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้จากการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในสูตรอาหาร LS ดัดแปลงที่มีการเติมผงถ่านกัมมันต์ 0.05 กรัมต่อลิตร และ 2,4-D ในปริมาณ 2 - 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้การชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสในข้าวสามารถทำได้โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิด ได้แก่ BAP (benzylaminopurine) และ 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) (Chand and Sahrawat, 2001) รวมไปถึง NAA (naphthylphthalamic acid) และ kinetin (ไคเนติน) (พิจิกา, 2545) ดังนั้นการกระตุ้นด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อลดระยะเวลาในการผลิตเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสที่สมบูรณ์ให้ได้ปริมาณมากขึ้น จากการศึกษาของ Ilahi *et al.* (2005) พบว่าการใช้ไซโทไคนิน (kinetin และ BAP) ร่วมกับออกซิน (IAA และ NAA) ในการเพาะเลี้ยงเมล็ดพันธุ์ข้าว (*Oryza sativa* L. cv. Swat-II) สามารถเพิ่มเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสได้ในปริมาณมากที่สุดในสูตรอาหาร MS ดัดแปลงที่มีการเติมไคเนตินความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จากงานวิจัยที่พบว่าการใช้สารควบคุมการ

เจริญเติบโต สามารถชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสในข้าวดังกล่าว การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของการกระตุ้นด้วย 2,4-D และไคเนตินในการชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) จำนวน 3 ซ้ำ โดยแต่ละซ้ำใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จำนวน 200 เมล็ดต่อซ้ำ โดยทำการทดลองที่ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ชั้น 2 อาคารเฉลิมพระเกียรติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทั้งนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ได้แก่

1. การศึกษาผลของ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส

นำเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาแกะเปลือกออกแล้วฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรีนเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปแช่ด้วยเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ภายในตู้ปลอดเชื้อ นำเมล็ดที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 5 ระดับ คือ 0, 2, 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยนำไปเพาะเลี้ยงในสภาพควบคุมที่มีการให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน และอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นบันทึกผลการทดลอง โดยบันทึกเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส ขนาดของแคลลัส น้ำหนักของแคลลัส ชนิดของแคลลัสและสีของแคลลัส เมื่อได้ความเข้มข้นของ 2,4-D ที่เหมาะสม (เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส น้ำหนักแคลลัสและขนาดของแคลลัสสูงสุด แคลลัสที่เป็นชนิดไฟรเอเบิลและมีสีเหลืองปนเขียวสูงสุด) จึงนำมาทำการทดลองต่อในการทดลองที่ 2

2. การศึกษาผลของไคเนตินร่วมกับการใช้ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส

นำเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาแกะเปลือกออกแล้วฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรีนเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปแช่ด้วยเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ภายในตู้ปลอดเชื้อ นำเมล็ดที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D จากการทดลองที่ 1 (มีความเข้มข้นของ 2,4-D ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดแคลลัสและมีลักษณะตามที่ได้กำหนดไว้) ร่วมกับการเติมไคเนตินที่ความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 0, 2, 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยนำไปเพาะเลี้ยงในสภาพควบคุมที่มีการให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน และอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน จากนั้นบันทึกผลการทดลอง โดยบันทึกชนิดของแคลลัส สีของแคลลัส เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส น้ำหนักของแคลลัส และขนาดของแคลลัส (ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของแคลลัส)

การบันทึกชนิดและสีของแคลลัสในการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2

การบันทึกชนิดของแคลลัส ชนิดของแคลลัส มี 3 แบบ คือ คอมแพกแคลลัส (compact callus) มีลักษณะเกาะกันแน่นเป็นก้อน ไฟรเอเบิลแคลลัส (friable callus) มีลักษณะเกาะกันหลวม ๆ และฟู และแบบผสมรวม (mixed callus) มีลักษณะของคอมแพกผสมกับไฟรเอเบิลอยู่บนก้อนเดียวกัน (ภาพที่ 1)

การบันทึกสีของแคลลัส แบ่งตามสีของแคลลัสที่เกิดขึ้น คือ สีเหลือง (yellow; Y) สีเหลืองปนเขียว (greenish-yellow; GY) สีเหลืองเข้ม (dark yellow; DY) สีเหลืองอ่อน (pale yellow; PY) สีดำ (black; B) (ภาพที่ 2)



Figure 1 Characteristics of the calli after 30 days in culture



Figure 2 Color of calli after 30 days in culture (Y = yellow calli, GY = greenish-yellow calli, DY = dark yellow calli, PY = pale yellow calli, B = black calli)

ผลการทดลอง

1. ผลของ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิค แคลลัส

ลักษณะของแคลลัส (ชนิดและสีของแคลลัส) หลังจากเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ได้ 1 สัปดาห์ จะพบกลุ่มเซลล์ของแคลลัสที่มีการเจริญเพิ่มขนาดมากขึ้น และมีลักษณะ 2 แบบ คือ คอมแพกต์แคลลัส (compact callus) มีลักษณะเกาะกันแน่นเป็นก้อน ไฟรเอเบิลแคลลัส (friable callus) มีลักษณะเกาะกันหลวม ๆ และฟู (ภาพที่ 1) ซึ่งเนื้อเยื่อที่เหมาะสมแก่การนำมาเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอย คือ ไฟรเอเบิลแคลลัส เนื่องจากเป็นแคลลัสที่เซลล์เกาะตัวกันอย่างหลวม ๆ ง่ายต่อการแยกออกหรือกระจายเซลล์ออกจากกัน โดยอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเกิดแคลลัสชนิดไฟรเอเบิลแคลลัสมากที่สุด คือ 90.73 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นสูตรอาหาร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 4, 8 และ 6

มิลลิกรัมต่อลิตร ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสไฟรเอเบิล แคลลัสเท่ากับ 85.75, 81.65 และ 75.50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนชุดควบคุม (ไม่มีการเติม 2,4-D) นั้นไม่พบว่ามีแคลลัสเกิดขึ้น

การเกิดสีของแคลลัสนั้น พบว่าแคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D ที่ต่างกันสามารถชักนำให้แคลลัสเกิดได้ทั้งหมด 5 สี คือ สีเหลือง (yellow; Y) สีเหลืองปนเขียว (greenish-yellow; GY) สีเหลืองเข้ม (dark yellow; DY) สีเหลืองอ่อน (pale yellow; PY) สีดำ (black; B) (ภาพที่ 2) โดยแคลลัสที่มีสีเหลืองปนเขียวจะสามารถเจริญและพัฒนาต่อไปได้ แต่แคลลัสที่มีสีขาวจะตายในที่สุดเนื่องจากไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ และหากแคลลัสมีสีน้ำตาลหรือดำ ซึ่งเรียกว่า necrotic tissue จะเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว จากการทดลอง พบว่าแคลลัสที่เกิดขึ้นส่วนมากจะเป็นสีเหลืองปนเขียว โดยอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเกิดแคลลัสสีเหลืองปนเขียว

ผลของ 2,4-D และไคเนตินต่อการเกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส
ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

มากที่สุด คือ 85.79 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นสูตรอาหาร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร จะได้แคลลัสสีเหลืองปนเขียวเท่ากับ 75.06, 70.41 และ 70.02 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส ขนาดของแคลลัส และน้ำหนักของแคลลัส จากการเพาะเลี้ยง เมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีปริมาณความเข้มข้นของ 2,4-D ที่ต่างกัน จนครบ 30 วัน จะพบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส ขนาดของแคลลัส และน้ำหนักของแคลลัสมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสมากที่สุด คือ 67.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ได้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเท่ากับ 55.67, 51.67 และ 40.00 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แต่ในชุดควบคุม (ไม่มีการเติม 2,4-D) นั้นไม่มีแคลลัสเกิดขึ้น

ส่วนผลของขนาดของแคลลัส และน้ำหนักของแคลลัสนั้นมีแนวโน้มลดลงไปในทางเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ 2,4-D โดยอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะให้ขนาดและน้ำหนักของแคลลัสมากที่สุด คือ ขนาด 12.00 มิลลิเมตร และน้ำหนัก 216.8 มิลลิกรัม รองลงมาเป็นอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 4 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลลัสมีขนาด 10.00 มิลลิเมตร และน้ำหนัก 139.1 มิลลิกรัม ส่วนอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้แคลลัสมีขนาด 9.33 มิลลิเมตร และน้ำหนัก 128.0 มิลลิกรัม และอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 8 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลลัสมีขนาด 7.00 มิลลิเมตร และน้ำหนัก 76.7 มิลลิกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

Table 1 Effects of the various 2,4-D concentration on color of the calli and callus types after 30 days in LS media

Concentration of 2,4-D (mg)	color of the calli (%)					callus types (%)	
	Yellow	Greenish-Yellow	Dark Yellow	Pale Yellow	Black	Compact	Friable
0 (control)	-	-	-	-	-	-	-
2	-	85.79	8.39	13.75	2.07	9.27	90.73
4	2.58	75.06	7.72	12.06	2.58	18.25	85.75
6	-	70.41	19.08	8.04	2.47	24.50	75.50
8	-	70.02	15.50	6.45	8.03	18.35	81.65

Table 2 Effects of the various 2,4-D concentration on callus induction, fresh weight and diameter of calli after 30 days in LS media

Concentration of 2,4-D (mg)	Callus induction (%) [*]	Fresh weight (mg/callus) [*]	Diameter of calli (mm) [*]
0 (control)	0.00 ^d	0.0 ^c	0.00 ^c
2	67.33 ^a	216.8 ^a	12.00 ^a
4	55.67 ^b	139.1 ^{ab}	10.00 ^{ab}
6	51.67 ^b	128.0 ^{ab}	9.33 ^{ab}
8	40.00 ^c	76.7 ^{bc}	7.00 ^b
LSD _{0.05}	11.65	91.54	3.85

^{*}Mean follow by different letter are significantly different ($P \leq 0.05$)

2. ผลของไคเนตินร่วมกับการใช้ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส

ลักษณะของแคลลัส (ชนิดและสีของแคลลัส) การชักนำให้เกิดแคลลัสจากการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 บนอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับไคเนตินที่มีปริมาณความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จะพบกลุ่มเซลล์ของแคลลัส โดยจะมีลักษณะ 3 แบบ คือ คอมแพกต์แคลลัส (compact callus) มีลักษณะเกาะกันแน่นเป็นก้อน ไฟรเอเบิลแคลลัส (friable callus) มีลักษณะเกาะกันหลวม ๆ และฟู และแบบผสมรวม (mixed callus) มีลักษณะของคอมแพกต์ผสมกับไฟรเอเบิล อยู่บนก้อนเดียวกัน (ภาพที่ 1) โดยอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับไคเนติน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเกิดแคลลัสชนิดไฟรเอเบิลแคลลัสมากที่สุด คือ 95.64 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นชุดควบคุม (ไม่มีการเติมไคเนติน) 90.73 เปอร์เซ็นต์ และสูตรอาหาร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับไคเนติน 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 77.57, 59.24 และ 52.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จากการทดลองแคลลัสที่ได้มีทั้งหมด 4 สี คือ สีเหลืองปนเขียว (greenish-yellow; GY) สีเหลืองเข้ม (dark yellow; DY) สีเหลืองอ่อน (pale yellow; Y) สีดำ (black; B) (ภาพที่ 2) แคลลัสที่เกิดขึ้นส่วนมากจะเป็นสีเหลืองปนเขียว โดยอาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับไคเนติน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเกิดแคลลัสสีเหลืองปนเขียวมากที่สุด คือ 89.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นชุดควบคุม (ไม่มีการเติมไคเนติน) 85.79 เปอร์เซ็นต์ และสูตรอาหาร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับไคเนติน 4, 6 และ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ได้แคลลัสสีเหลืองปนเขียวเท่ากับ 81.13, 21.15 และ 11.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส ขนาดของแคลลัส และน้ำหนักของแคลลัส จากผลการวิเคราะห์ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของไคเนติน เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส ขนาดของแคลลัส และน้ำหนักของแคลลัสจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (อาหารสูตร LS ดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของ 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว) โดยชุดควบคุม (ไม่มีการเติมไคเนติน) จะให้ผลที่ดีที่สุด คือ เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสเป็น 67.33 เปอร์เซ็นต์ ขนาดของแคลลัสเป็น 12.00 มิลลิเมตร และน้ำหนักสดของแคลลัสเป็น 216.8 มิลลิกรัม ตามตารางที่ 4

Table 3 Effects of the various kinetin concentration on color of the calli and callus types after 30 days in LS media with 2 mg L⁻¹ 2,4-D

Concentration of Kinetin (mg)	color of the calli (%)					callus types (%)		
	Yellow	Greenish-Yellow	Dark Yellow	Pale Yellow	Black	Compact	Mixed	Friable
0 (control)	-	85.79	8.39	13.75	2.07	9.27	-	90.73
2	-	89.44	10.56	-	-	4.36	-	95.64
4	-	81.13	18.87	-	-	6.37	16.06	77.57
6	-	21.15	9.86	60.43	8.56	14.05	26.71	59.24
8	-	11.25	42.01	12.92	33.82	41.87	6.10	52.03

Table 4 Effects of the various kinetin concentration on callus induction, fresh weight and diameter of calli after 30 days in LS media with 2 mg L⁻¹ 2,4-D

Concentration of Kinetin (mg)	Callus induction (%)*	Fresh weight (mg/callus)*	Diameter of calli (mm)*
0 (control)	67.33 ^a	216.8 ^a	12.00 ^a
2	69.00 ^a	105.8 ^b	10.00 ^b
4	49.00 ^b	68.2 ^{bc}	7.67 ^c
6	44.33 ^b	68.1 ^{bc}	8.00 ^c
8	9.00 ^c	58.3 ^c	7.33 ^c
LSD _{0.05}	10.05	46.39	1.94

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

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส

จากผลการทดลอง พบว่าการใช้ 2,4-D ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส น้ำหนักแคลลัส และขนาดของแคลลัสที่สูงสุด แคลลัสที่ได้เป็นชนิดไฟโรเอเบิลและมีสีเหลืองปนเขียวในปริมาณมากซึ่งแคลลัสดังกล่าวสามารถพัฒนาไปเป็นยอดหรือรากได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Saqlan *et al.* (2005) ที่ใช้ 2,4-D กับข้าวพันธุ์ปาสมาติสในการชักนำให้เกิดแคลลัสที่มากที่สุดเมื่อมีการเติม 2,4-D ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในอาหารเพาะเลี้ยง แต่หากไม่มีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจะไม่มีแคลลัสเกิดขึ้น เนื่องจาก 2,4-D มีคุณสมบัติในการปิดกั้นกระบวนการกำเนิดอวัยวะ จึงได้ผลดีในการเพิ่มจำนวนแคลลัสและรักษาสภาพการเลี้ยงเป็นแคลลัสไว้ ความเข้มข้นของ 2,4-D ที่ใช้จะอยู่ในช่วง 1 - 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (รังสฤษฏ์, 2540) นอกจากนี้จากผลการทดลองยังพบว่าการใช้ 2,4-D ความเข้มข้นสูงขึ้นไปจะทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส น้ำหนักแคลลัสและขนาดของแคลลัสลดลง อีกทั้งแคลลัสที่ได้ยังเป็นชนิดคอมแพกมากขึ้นและมีสีเหลืองปนเขียวลดลง

เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับผลการทดลองของดาร์ณี และคณะ (2553) ที่ชักนำให้เกิด

แคลลัสจากเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เช่นกันที่ใช้สูตรอาหาร LS ดัดแปลงที่มีการเติม 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมะพร้าว 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ผงถ่าน 0.05 กรัมต่อลิตร และปรับอาหารให้มี pH 6.0 ได้ปริมาณแคลลัสเฉลี่ยมากที่สุด 61.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ โดยสูตรที่ผู้วิจัยทำการทดลองได้ใช้สูตรอาหาร LS ดัดแปลงที่มีการเติม 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมะพร้าว 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ผงถ่าน 0.005 กรัมต่อลิตร และปรับอาหารให้มี pH 5.8 ทำให้ได้ปริมาณแคลลัสเฉลี่ยมากที่สุดถึง 67.33 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ในการทดลองมีการใช้น้ำมะพร้าวมากกว่าของดาร์ณี และคณะ (2553) 50 มิลลิกรัม และมีการปรับ pH ที่ต่างกัน (0.2)

2. ผลของไคเนตินร่วมกับ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส

การใช้ 2,4-D ที่มีปริมาณความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับไคเนตินที่มีปริมาณความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการทดลอง สามารถชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสแบบไฟโรเอเบิลและมีสีเหลืองปนเขียวมากกว่าการใช้ 2,4-D เพียงอย่างเดียว ซึ่งแคลลัสที่ได้จากการใช้ 2,4-D ร่วมกับไคเนตินจะให้แคลลัสที่มีคุณภาพที่ดีกว่าการใช้ 2,4-D เพียงอย่างเดียว เนื่องจากแคลลัสที่ได้จะมีโอกาสพัฒนาเป็นต้นอ่อน ยอดและรากได้สูง หรือนำไปใช้ในการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอยได้ดี แต่น้ำหนักและขนาดของแคลลัสไม่เพิ่มขึ้น โดยการใช้

2,4-D เพียงอย่างเดียวจะให้ผลที่ดีกว่าทางด้านปริมาณเท่านั้น นอกจากนี้เมื่อมีการใช้ความเข้มข้นของไคเนตินเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ได้แคลลัสที่มีสีดำนมากขึ้นและเป็นแคลลัสชนิดคอมแพกมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับการทดลองที่มีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโคไคนินร่วมกับออกซินสามารถชักนำให้เกิดกลุ่มของแคลลัสได้ในข้าวสายพันธุ์ MDU 5 ได้ดีกว่าการใช้สารในกลุ่มไซโคไคนินหรือออกซินเพียงอย่างเดียว (Zaidi *et al.*, 2006) และจากการศึกษาของ Rashid *et al.* (2001) ที่ใช้สารในกลุ่มไซโคไคนิน (BAP) ในการชักนำให้เกิดแคลลัสในข้าวสายพันธุ์ indica ได้ดีแต่ไม่มีการเพิ่มของขนาดหรือน้ำหนักของแคลลัส และจากงานวิจัยของ Cha-um *et al.* (2009) ที่ได้ทำการเพาะเลี้ยงอับละของข้าวหอมพันธุ์ไทย 3 สายพันธุ์ (KDML 105, HJ และ PT1) พบว่าแคลลัสที่มีจุดสีเขียวสามารถพัฒนาไปเป็นต้นอ่อนได้ดีที่สุด สำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 Vajrabhaya *et al.* (1984) พบว่าองค์ประกอบของอาหารที่มี 2,4-D ร่วมกับไคเนตินจะให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสสูงที่สุดในการเพาะเลี้ยงแคลลัส

การใช้ 2,4-D ร่วมกับไคเนตินในปริมาณที่สูงจะทำให้เซลล์เกิดการแบ่งตัวมากจนอาจกลายเป็นต้นพืชที่มีโครโมโซมหลายชุดได้ (ศิวพงศ์, 2546) ดังนั้นการใช้ 2,4-D ร่วมกับไคเนตินในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยให้แคลลัสมีการเจริญและพัฒนาได้ดีกว่าการใช้ 2,4-D หรือไคเนตินอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส ชนิดและสีของแคลลัสขึ้นอยู่กับอัตราส่วนความเข้มข้นของ 2,4-D และไคเนตินที่ใช้

สรุป

การชักนำให้เกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสโดยการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในอาหารสูตร LS ที่มีการเติม 2,4-D 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และไคเนติน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าได้เปอร์เซ็นต์การเกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส รวมไปถึงเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสที่ได้ยังเป็นชนิดไพโรเบิลและมีสีเหลืองปนเขียวที่จะสามารถพัฒนาไปเป็นต้นได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่มอบเงินทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- คารุณี ศรีภูธร สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ และ สุชาดา เวียรศิลป์. 2553. ผลของความเป็นกรด-ด่าง ต่อชักนำให้เกิดแคลลัสของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105. วารสารเกษตร. 26(4): 61-69.
- พิจิกา ทิมสุกใส. 2545. การคัดเลือกข้าวเพื่อให้ทนเค็มโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา. 86 หน้า.
- รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ. 2540. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ: หลักการและเทคนิค. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 219 หน้า.
- ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์. 2546. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏอุดรธานี, อุดรธานี. 187 หน้า.
- สมดังใจ สายสิงห์ทอง สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ และ สุชาดา เวียรศิลป์. 2554. ผลของผงถ่านกัมมันต์และ 2,4-D ต่อการเกิดแคลลัสของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1. วารสารเกษตร. 27(2): 175-185.
- สมพร ประเสริฐสงสกุล. 2549. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี. 127 หน้า.
- Chand, S. and A. K. Sahrawat. 2001. Stimulatory effect of partial desiccation on plant regeneration in Indica rice (*Oryza sativa* L.).

- Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology 10: 43-47.
- Cha-um, S., B. Srianan, A. Pichakum and C. Kirdmanee. 2009. An efficient procedure for embryonic callus induction and double haploid plant regeneration through another culture of Thai aromatic rice (*Oryza sativa* L. subsp. *Indica*). In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant. 45: 171-179.
- Ilahi, I., S. Bano, M. Jabeen and F. Rahim. 2005. Micropropagation of rice (*Oryza sativa* L. cv. Swat-II) through somatic embryogenesis. Pakistan Journal of Botany 37(2): 237-242.
- Linsmaier, E. M. and F. Skoog. 1965. Organic growth factor requirements of tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 18(1): 100-127.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 15(3): 473-497.
- Premvaranon P., Thanapornpoonpong S., Karladee D. and Vearasilp S. 2007. Influence of some components in tissue culture media on caulogenesis inducement in Local Thai rice genotypes. The 2nd international conference on rice for the future November 5-9, 2007, Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand.
- Rashid, H., S. Y. A. Bokhari and A. Quraishi. 2001. Callus induction, regeneration and hygromycin selection of rice (Super Basmati). Journal Biological Sciences 1(12): 1145-1146.
- Saqan, S., M. Naqvi, R. Sultana and H. Rasheed. 2005. Tissue culture studies in *Oryza sativa* L. cvs. Basmati 385 and Super Basmati. Pakistan Journal of Botany 37(4): 823-828.
- Vajrabhaya, M., T. Vajrabhaya, Nabors, M. W. and S. Yoshida. 1984. New varieties of rice for saline and acid soil through tissue culture. Progress Report II: callus growth and regeneration. Chulalongkron University. Bangkok. 41 p.
- Zaidi, M. A., M. Narayanan, R. Sardana, I. Taga, S. Postel, R. John, M. McNulty, Y. Mottiar, J. Mao, E. Loit and I. Altosaar. 2006. Optimizing tissue culture media for efficient transformation of different indica rice genotypes. Agronomy Research 4(2): 563-575.
- Zhang, S. 1995. Efficient plant regeneration from indica (group 1) rice protoplast of one advanced breeding line and three varieties. Plant Cell Report 15: 68-71.



ใบบอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตร
ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

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

ในฐานะ ☐ ส่วนบุคคล

☐ องค์การ/หน่วยงาน (ชื่อ).....

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

☐ แฟกซ์..... ☐ e-mail.....

ที่อยู่ในการจัดส่งวารสาร :

.....

.....

มีความประสงค์บอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตรเป็นเวลา (เห็นการเป็นสมาชิกตามระยะเวลาที่ต้องการ)

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

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

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

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

ส่งจ่ายในนาม : คุณวิไลพร ธรรมตา

ที่ทำการไปรษณีย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

50202

หมายเหตุ :

1. ส่งใบบอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตรไปที่ : กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริหารงาน
งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50202
2. ท่านที่ประสงค์จะสั่งซื้อวารสารฉบับย้อนหลัง สามารถสั่งซื้อได้ในราคาฉบับละ 60 บาท
(รวมค่าจัดส่ง)

นโยบายวารสารเกษตร: ออกตรงเวลา-พัฒนาระดับ impact factor- ผู้เขียนบทความที่ส่งลงตีพิมพ์ต้องสมัครเป็นสมาชิก

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ (ต่อ)

รูปแบบในการใช้ภาษาอังกฤษในเนื้อเรื่องภาษาไทย

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

การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

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

การตอบรับบทความ

บทความทุกบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร ต้องผ่านการประเมินจาก
ผู้ทรงคุณวุฒิ

JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 29, Issue 2 June-September 2013

Carcass and Meat Quality of Thai Indigenous Chicken Reared by Germinated Rice	
Tanom Tathong, Santisook Worrawattanatham and Panomkorn Lunlan.....	99
Influence of Feeding Regimens on Goat Milk Yield and Chemical Composition	
Supanee Danviriyakul, Sumetee Kittipongpysan, Somkiat Seilsuth and Nongyao Chantaraj.....	107
Nutritive Value and Optimum Level of Corn Dust from Seed Milling Process in Beef Cattle Feed	
Surapun Chairinkum and Choke Mikled.....	117
Discriminant Analysis for Classifying Farm Size Based on Farm Management Variables	
On-uma Thonglor, Supawadee Manatrinon and Anan Chaokaur.....	127
Growth Performance Comparison of Nile tilapia Strains for Culture in Payo Province	
Kednapat Sriphairoj, Rungkan Klahan, Pongnarin Mekkhuntod and Thongyoo Outlert.....	137
Suitable Ratio of Synthetic Sex Pheromone for Attracting Diamondback Moth, <i>Plutella xylostella</i> L.	
Anusorn Pongmee, Jiraporn Kulsarin and Aphiwat Teerawutgulrag.....	145
Biology and Host Plant Specificity of Bean Beetle, <i>Callosobruchus imitator</i> Kingsolver	
Tawatchai Pansombat and Piyawan Suttiapran.....	155
Reduction of Durian's Odor Using Essential Oil Distilled from Holy Basil Leaves	
Yuvarat Ngernyen, Wijittra Detwerapanich, Kanokpond Paradamit, Warunya Kowpong and Pimpilard Kaenmun.....	163
Effects of Storage Temperature on Quality of Persimmon Fruit cv. P2 in Vacuum Packaging	
Sravut Srivanna and Danai Boonyakiat.....	169
Effects of 2,4-D and Kinetin on Embryogenic Callus Induction in Rice (<i>Oryza sativa</i> L.) cv. Khao Dawk Mali 105	
Jutatip Tanuncha, Sa-nguansak Thanapornpoonpong and Suchada Vearasilp.....	177