



วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์ 2549

การควบคุมทางพันธุกรรมของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าว	
เพ็ญภา จักรสมศักดิ์ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และ ศันสนีย์ จำจด.....	1
ความแปรปรวนของปริมาณธาตุเหล็กภายในและระหว่างพันธุ์ของข้าวพื้นเมืองไทย	
ทราญคำ ปินตาเสน ชนากานต์ พรหมอุทัย ศันสนีย์ จำจด และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม.....	7
สมรรถนะในการผสมพันธุ์เพื่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตระหว่างข้าวไร่และข้าวนาสวน	
พิมพ์ภา ขุนพิลึก สุทัศน์ จุลศรีไกรวัล จักรี เส้นทอง และ ดำเนิน กาละดี.....	13
ความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรข้าวป่าสามัญจากพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย	
อดิเรก ปัญญาธิ์ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และ ศันสนีย์ จำจด.....	21
Responses of Rice to Low P Supply in Alternate Aerated and Stagnant Solution Culture	
Dang Huu Thang, Sansanee Jamjod and Benjavan Rerkasem.....	27
การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของลูกผสมข้าวที่ 1 ของข้าวสาลี	
วรรณะพงศ์ จันทรินทร์ สุทัศน์ จุลศรีไกรวัล จักรี เส้นทอง และ ดำเนิน กาละดี.....	37
การผลิตถั่วลิสงภายใต้การจัดการแบบฐานอินทรีย์	
ทรงเชาว์ อินสมพันธ์ วีระชัย ศรีวัฒนพงศ์ โสพิศ ใจปลาด และ อารีรัตน์ จิตบุญ.....	43
การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในใบลำไยก่อนการออกดอกที่ชักนำด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์	
วิทยา ศิลปสมบูรณ์ และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข.....	49
ประสิทธิภาพของ CPPU ในการเพิ่มขนาดและคุณภาพของผลลำไยพันธุ์ดอ	
กมล พงษ์เขียว และ พิทยา สรวมศิริ.....	55
สัณฐานวิทยาและจำนวนโครโมโซมของเมล็ดพันธุ์ข้าวพื้นเมืองลับแล	
พิชัย ใจกล้า และ สุทธิรัตน์ ปาลาศ.....	61
ผลของสารเคมีต่อคุณภาพของกุหลาบตัดดอกพันธุ์ดัลลัส	
วิมลศิริ กาวีตะ และ ดนัย บุญเกียรติ.....	67
ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากตะไคร้หอมในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าในมะม่วงและโรคโคนเน่าในผัก	
แววจันทร์ พงศ์จินดา พัทธราพร ไชยชนะ และ พิทยา สรวมศิริ.....	75
ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อราแบ่งใน Tribe Phyllactiniaceae ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย	
วนิดดา วัฒนวรวิทย์ Susumu Takamutsu และ ชัยวัฒน์ ไตอนันต์.....	81
การใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองระดับสูงในสูตรอาหารโคนม	
วิจิตรา ทองแก้ว โชค มิเกล็ด และ วิสูตร ศิริบุพผานันท์.....	87

ISSN 0857-0841

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

เรื่องที่ตีพิมพ์

บทความวิจัย หรือ บทความปริทัศน์

การเตรียมต้นฉบับ

1. ภาษา เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2. การพิมพ์ พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษขนาด A 4 ด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด ตัวอักษร Cordia new ขนาด 14 ตัวอักษรต่อหน้า ความยาวไม่ควรเกิน 10 หน้า (รวมบทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)

3. การเรียงลำดับเนื้อหา

3.1 ชื่อเรื่อง (Title) ควรสั้น ชัดเจน และต้องสื่อเป้าหมายหลักของการศึกษาวิจัย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.2 ชื่อผู้เขียนและที่อยู่ เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

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

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

3.5 อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) ให้อธิบายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 ผลการศึกษา (Results) ให้นำบรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

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

3.8 สรุป (Conclusion) ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยว่าเข้าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ หรือ คำขอบคุณ (Acknowledgement)

อาจมีหรือไม่ก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. เอกสารอ้างอิง (References)

5.1 ในเนื้อเรื่องไม่ควรอ้างอิงถึงเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องหรือห่างไกลระบบที่ใช้อ้างอิงคือระบบชื่อและปี (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 ให้ใส่ชื่อผู้เขียนทุกคนห้ามใช้คำว่า 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 ณัฐา ควรประเสริฐ. 2547. เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดลักษณะของพืชเขียว. ว. เกษตร 20(1): 10-18.

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

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

ชื่อผู้เขียน ปีที่พิมพ์ ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์ จำนวนหน้าทั้งหมด.

จริยา วิสิทธิ์พานิช ชาตรี สิทธิกุล และ ยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2545. โรคและแมลงศัตรูลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง. ธมมบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 308 หน้า.

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

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 รวยเกียรติ, (บก.). แมลงและศัตรูศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไอเดียสแควร์, กรุงเทพฯ.

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

4) วิทยานิพนธ์

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

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

5) เอกสารวิชาการอื่นๆ

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

6) สื่ออิเล็กทรอนิกส์

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

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

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

การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล โดยส่งถึง บรรณานุกรมวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Publisher	Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ/ปี)	Publication	Tri-annually
วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่วิทยาการด้านการเกษตร และสาขาที่เกี่ยวข้อง	Objective	To disseminate academic knowledge in agriculture and related fields
ที่ปรึกษา	คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ รองคณบดีฝ่ายวิจัย รองคณบดีฝ่ายบริการวิชาการและ ถ่ายทอดเทคโนโลยี รศ. นคร ณ ลำปาง ผศ. ดร. มนุ ศีตีสาร ผศ. ดร. พิทยา สรวมศิริ รศ. ไพฑูรย์ รอดวินิจ รศ. ดร. บุญล้อม ชีวะอิสระกุล ศ. เฉลิมพล แซมเพชร รศ. ดร. ไสว บุรณพานิชพันธุ์ รศ. ดร. สมบัติ ศรีชูวงศ์ รศ. ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ ผศ. วรภา คุณนาพร รศ. ถนอม คลอดเพ็ง รศ. ดร. ธวัชชัย รัตนะเลิศ	Consultant	Dean, Faculty of Agriculture Associate Dean for Research Affairs Associate Dean for Community Affairs and Technology Transfer Nakom Nalampang, Assoc. Prof. Manu Seetisam, Ph.D., Assis. Prof. Pittaya Sruamsiri, Dr. Agr., Assis. Prof. Paitoon Rodvinij, Assoc. Prof. Boonlom Cheva-Isarakul, Dr. Agr, Assoc. Prof. Chalermpon Sampet, Prof. Sawai Buranapanichpan, Ph.D., Assoc. Prof. Sombat Srichuwong, Ph.D., Assoc. Prof. Supasark Limpiti, Assoc. Prof. Warapa Kunaporn, Assist Prof. Thanom Klodpeng, Assoc. Prof. Tavatchai Radanachaless, Dr. Agr., Assoc. Prof.
บรรณาธิการ	รศ. ไพฑูรย์ รอดวินิจ	Editor	Paitoon Rodvinij, Assoc. Prof.
กองบรรณาธิการ	รศ. ดร. บุญล้อม ชีวะอิสระกุล ศ. เฉลิมพล แซมเพชร รศ. ดร. ไสว บุรณพานิชพันธุ์ รศ. ดร. สมบัติ ศรีชูวงศ์ รศ. ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ ผศ. วรภา คุณนาพร รศ. ถนอม คลอดเพ็ง รศ. ดร. ธวัชชัย รัตนะเลิศ	Editorial Board	Boonlom Cheva-Isarakul, Dr. Agr, Assoc. Prof. Chalermpon Sampet, Prof. Sawai Buranapanichpan, Ph.D., Assoc. Prof. Sombat Srichuwong, Ph.D., Assoc. Prof. Supasark Limpiti, Assoc. Prof. Warapa Kunaporn, Assist Prof. Thanom Klodpeng, Assoc. Prof. Tavatchai Radanachaless, Dr. Agr., Assoc. Prof.
เลขานุการ	นางสาววิไลพร ธรรมตา	Secretary	Vilaiporn Thammata
สำนักงานและ การติดต่อ	กองบรรณธิการวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200 โทร. 0 5394 4089-92 ต่อ 11 โทรสาร 0 5394 4666 E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th	Office and Inquiries	Editorial Board, Journal of Agriculture, Research and International Relations, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand Tel: 0 5394 4089-92 Fax: 0 5394 4666 E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th
การบอกรับ เป็นสมาชิก	บอกรับเป็นสมาชิกได้จากใบบอกรับ เป็นสมาชิกที่ได้แทรกมาพร้อมนี้ หรือติดต่อกองบรรณาธิการโดยตรง	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

สำหรับวารสารเกษตร ฉบับที่ 1 ปีที่ 22 (2549) นี้ เป็นวาระพิเศษ โดยได้นำบทความที่ได้
นำเสนอในการสัมมนาวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 3 ของคณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งจัดขึ้นเมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน 2548 มาพิจารณากลับกรองและตรวจสอบ
ตามเกณฑ์ในการตีพิมพ์ตามปกติ ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสและพัฒนานักวิชาการรุ่นใหม่ให้ก้าวเข้าสู่
วงวิชาการ และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาการเกษตรของประเทศต่อไป

การควบคุมทางพันธุกรรมของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าว

Genetic Control of Iron Content in Rice Grain

เพ็ญนภา จักรสมศักดิ์^{1/}, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม^{1/} และ ศันสนีย์ จำจด^{1/}
Pennapa Jaksomsak^{1/}, Benjavan Rerkasem^{1/} and Sansanee Jamjod^{1/}

Abstract: This study was designed to determine genetic control of grain iron in rice (*Oryza sativa* L.). High grain iron varieties, CMU122 and IR68144, and low grain iron varieties, KDML105, Kam Doisaked (KDK) and Chainat1 (CNT1), were used as parents. Crossing was made at faculty of Agriculture, Chiang Mai University during 2004 growing season. Five hybrid combinations were obtained, including CMU122 x CNT1, CMU122 x KDML105, CMU122 x IR68144, IR68144 x CNT1 and KDML 105 x KDK. F₁ hybrids and parents were sown in duplicate pots, 10 plants per pot. Plants were grown to maturity and iron in the rice grain were analysed. Grain iron of the F₁ from CMU122 x IR68144 and IR68144 x CN1 were the same as high iron parents. Those from CMU122 x KDML105 and CMU122 x CN1 crosses were intermediate between parents but close to high grain iron parent, CMU122. These results indicated that grain iron in rice was controlled by partially to fully dominant gene action. As dominance was involved, progeny testing is required in selection for high iron in segregating population such as early generations or backcross population in breeding program.

Keywords: grain iron, rice, breeding, gene action

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

^{1/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ: งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมทางพันธุกรรมของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าว (*Oryza sativa* L.) โดยใช้พันธุ์พ่อแม่ที่มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูง ได้แก่ CMU122 และ IR68144 และพันธุ์พ่อแม่ที่มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดต่ำ ได้แก่ KDML105, KDK และ CNT1 ทำการทดลองที่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2547 สร้างลูกผสม ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 5 คู่ ได้แก่ CMU122 x CNT1, CMU122 x KDML105, CMU122 x IR68144, IR68144 x CNT1 และ KDML105 x KDK ปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 และพันธุ์พ่อแม่ จำนวนพันธุ์ละ 2 กระถาง กระถางละ 10 ต้น เมื่อถึงระยะสุกแก่นำเมล็ดมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็ก พบว่าในคู่ผสม CMU122 x IR68144 และ IR68144 x CNT1 มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูงเทียบเท่ากับพันธุ์พ่อแม่เหล็กสูง ส่วนคู่ผสม CMU122 x KDML105 และ CMU122 x CNT1 มีค่าอยู่กึ่งกลางระหว่างพ่อแม่ และยังมีค่าใกล้เคียงกับพันธุ์ CMU122 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูง ดังนั้นการแสดงออกของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวถูกควบคุมโดยยีนแบบข่มไม่สมบูรณ์จนถึงข่มแบบสมบูรณ์ ในกรณีที่มีการแสดงออกแบบข่มของยีน (dominance) ในการคัดเลือกพันธุ์นั้น จำเป็นต้องมีการปลูกทดสอบในรุ่นลูกเพื่อคัดเลือกลักษณะปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูง ในประชากรที่มีการกระจายตัว ตัวอย่างเช่น ประชากรที่ได้จากการผสมพันธุ์ในชั่วต้น ๆ และประชากรจากการผสมกลับ ในโครงการปรับปรุงพันธุ์

คำสำคัญ: ปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ด, ข้าว, ปรับปรุงพันธุ์, การแสดงออกของยีน

บทนำ

ประชากรกว่าครึ่งหนึ่งของโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก รวมทั้งประเทศไทยด้วย ข้าวเป็นแหล่งของพลังงานและโปรตีนที่สำคัญเนื่องจากมีราคาถูก แต่ข้าวมีวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ ในปริมาณน้อย (Senadhira *et al.*, 1998) นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวเป็นธัญพืชที่มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดต่ำ เมื่อเทียบกับข้าวโพด ข้าวสาลี (Graham *et al.*, 2001) โดยมีปริมาณธาตุเหล็กระหว่าง 6.3-24.4 mgFe/kgDW (Gregorio *et al.*, 2000) จากการสำรวจพบว่าธาตุเหล็กส่วนมากที่ร่างกายได้รับมาจากการบริโภคธัญพืช (Senadhira *et al.*, 1998) ดังนั้นการขาดธาตุเหล็กจึงเป็นปัญหาสำคัญสำหรับประเทศต่างๆ ที่บริโภคข้าวเป็นอาหารหลักรวมทั้งประเทศไทย เนื่องจากการขาดธาตุเหล็กเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคโลหิตจาง จากรายงานพบว่าประชากรทั่วทั้งโลกมีประชากรมากกว่า 2 พันล้านคนที่ป่วยเป็นโรคโลหิตจาง จากจำนวนทั้งหมดพบว่าร้อยละ 39 เป็นเด็กก่อนวัยเรียน ร้อยละ 52 เป็นหญิงมีครรภ์ และร้อยละ 90 ของประชากรที่ป่วยอาศัยอยู่ในประเทศกำลังพัฒนา (WHO, 2000) การแก้ปัญหาการขาดธาตุเหล็กสามารถทำได้โดยการบริโภคยาเม็ดเสริมธาตุเหล็กเฟอร์รัสซัลเฟต (อุทุมพร และคณะ,

2545) แต่มีราคาสูง จึงเป็นข้อจำกัดในประชากรที่ยากจน ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูง จึงเป็นวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ปัญหาการขาดธาตุเหล็ก จากการศึกษาของ Gregorio *et al.* (2000) พบว่าปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ ข้าวที่มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูงอยู่ในช่วงระหว่าง 18-22 mgFe/kgDW โดยข้าวพันธุ์ IR68144 เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณธาตุเหล็กและผลผลิตสูงจากการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์ของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) และข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีกลิ่นหอม (aromatic rice) ตัวอย่างเช่น Jalmagna, Zuchem และ Xua Bue Nuo ที่เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของประเทศอินเดีย และจีน มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูงเช่นกัน พันธุ์เหล่านี้สามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเหล็กสูงได้ อย่างไรก็ตาม พบว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองของไทยมีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องสูงเทียบเท่ากับข้าวพันธุ์เหล็กสูง IR68144 ตัวอย่างเช่น พันธุ์ CMU122, CMU123 และ CMU124 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองจากหมู่บ้านชาวเขาเผ่าลีซอที่อยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย พบว่ามีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 16-22 mgFe/kgDW (Prom-u-thai, 2003) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งทางพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวพันธุ์หลัก

ของไทยซึ่งส่วนมากมีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดต่ำ โดยเฉพาะพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกกันโดยทั่วไปและนิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวาง เช่น ข้าวดอกมะลิ 105 ให้มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูงขึ้นได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการควบคุมทางพันธุกรรมของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าว ผลที่ได้จะนำไปสู่ความเข้าใจและประยุกต์ใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวและการคัดเลือกพันธุ์ ให้มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูง เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับธาตุเหล็กเพิ่มขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ข้าวพันธุ์พ่อแม่จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ที่มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูงจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ CMU122 และ IR 68144 พันธุ์ที่มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดต่ำจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ CNT1, KDML105 และ KDK สร้างลูกผสมชั่วที่ 1 ได้จำนวน 5 คู่ผสม ประกอบด้วย (1) CMU122 x CNT1 (2) CMU122 x KDML105 (3) CMU122 x IR68144 (4) IR68144 x CNT1 (5) KDML105 x KDK นำลูกผสมชั่วที่ 1 และพันธุ์พ่อแม่มาปลูกวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ด เพื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดระหว่างพันธุ์พ่อแม่และลูกผสมชั่วที่ 1 ปลูกพันธุ์ละ 2 กระถาง กระถางละ 10 ต้น เก็บเกี่ยวเมล็ดเมื่อสุกแก่ เก็บเมล็ดแยกต้น นำเมล็ดข้าวกลั่นของแต่ละต้นไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดด้วยวิธีการ dry-ashing และ atomic absorption spectrophotometry, AA (Delhaize *et al.*, 1984)

ข้อมูลปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดในลูกผสมชั่วที่ 1 และพันธุ์พ่อแม่ นำมาเปรียบเทียบประเมนการแสดงออกของยีนที่ควบคุมปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ ค่าเฉลี่ย และ standard error

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการประเมินปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดระหว่างลูกผสมชั่วที่ 1 และพ่อแม่ เพื่อศึกษาการแสดงออกของยีนที่ควบคุมปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ด

พบว่าพันธุ์พ่อแม่มีค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดอยู่ในช่วงระหว่าง 10.72 - 22.09 mgFe/kgDW โดยพันธุ์ CMU122 และ IR68144 มีปริมาณเหล็กในเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 22.09 ± 0.17 และ 16.25 ± 0.20 mgFe/kgDW ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ KDK, KDML105 และ CNT1 มีปริมาณเหล็กในเมล็ดต่ำเท่ากับ 13.32 ± 0.07 , 12.21 ± 0.36 และ 10.72 ± 0.31 mgFe/kgDW ตามลำดับ (ตาราง 1) ซึ่งพันธุ์ข้าวไทยมีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดอยู่ในช่วงระหว่าง 7-19 mgFe/kgDW (Prom-u-thai and Rerkasem, 2001) การศึกษาของต่างประเทศพบว่าปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดอยู่ในช่วงระหว่าง 6.3-24.4 mgFe/kgDW (Gregorio *et al.*, 2000) ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดอยู่ในช่วงระหว่าง 10.06 - 23.28 mgFe/kgDW โดยพบว่าคู่ผสมระหว่าง CMU122 x IR68144 และ IR68144 x CNT1 มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูงเทียบเท่าพันธุ์พ่อแม่ มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดเท่ากับ 23.28 ± 0.92 และ 21.72 ± 1.13 mgFe/kgDW ตามลำดับ คู่ผสมระหว่าง CMU122 x KDML105 มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดอยู่ระหว่างพ่อแม่ มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดเท่ากับ 18.17 ± 0.85 mgFe/kgDW และ CMU122 x CNT1 มีปริมาณเหล็กในธาตุเหล็กในเมล็ดใกล้เคียงกับพันธุ์ CMU122 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูง มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดเท่ากับ 20.29 mgFe/kgDW ส่วนพันธุ์ KDML105 x KDK มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดต่ำกว่าพ่อแม่ มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดเท่ากับ 10.06 ± 0.12 mgFe/kgDW (ตารางที่ 1) จากการศึกษาพบว่าปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดของข้าวพันธุ์พ่อแม่ในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน และในแต่ละคู่ผสมก็มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดแตกต่างกัน การแสดงออกของยีนที่ควบคุมปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวขึ้นอยู่กับความร่วมมือกันของกลุ่ม และการแสดงออกของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวถูกควบคุมโดยยีนข่มไม่สมบูรณ์ (partially dominant) จนถึงข่มสมบูรณ์ (complete dominant) โดยลูกผสมมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับพันธุ์พ่อแม่ที่มีค่าเหล็กสูง ซึ่งการศึกษาของ Gregorio (2002) พบว่าปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดของพ่อแม่มีความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ และในแต่ละคู่ผสมด้วย มีการแสดงออกของยีนเป็นแบบบวกสะสม (additive

gene action) จนถึงแบบบวกไม่สะสม (non-additive gene action) ซึ่งการแสดงออกแบบข่มนั้น ในการปรับปรุงพันธุ์จำเป็นต้องมีการทดสอบในรุ่นลูก (progeny test) อีก

หนึ่งชั่วก่อน แล้วจึงจะคัดเลือกลักษณะปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูงได้ ในประชากรที่มีการกระจายตัวทางพันธุกรรม

Table 1 Grain iron concentration in rice (mgFe/kgDW) of F1 hybrids and parents.

Varieties	Iron concentration ^{1/} (mgFe/kgDW)
<u>Parents</u>	
CMU122 (high Fe)	22.09 ± 0.17
IR68144 (high Fe)	16.25 ± 0.20
KDK (low Fe)	13.32 ± 0.07
KDML105 (low Fe)	12.21 ± 0.36
CNT1 (low Fe)	10.72 ± 0.31
<u>F1 hybrids</u>	
CMU122 x IR68144	23.28 ± 0.92
CMU122 x KDML105	18.17 ± 0.85
CMU122 x CNT1	20.29
IR68144 x CNT1	21.72 ± 1.13
KDML105 x KDK	10.06 ± 0.12

^{1/} Mean ± se

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิ McKnight ที่ให้การสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้ เมล็ดพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 และ ก่ำดอยสะเก็ด ได้รับการอนุเคราะห์จาก รศ.ดร. ดำเนิน กาละดี และเมล็ดพันธุ์ชัยนาท 1 จากศูนย์วิจัยข้าวปราชญ์บุรี ขอขอบคุณ ดร. ชนาทนต์ พรหมอุทัย และคุณสิทธิชัย ลอดแก้ว ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ธาตุเหล็ก และขอขอบคุณคุณสุณิสา นรินทร์ราชกุล ในการสร้างลูกผสมชั่วที่ 1

เอกสารอ้างอิง

อุทุมพร สิทธิสิงห์, Marc Van der Putten, สาคร ธนมิตร และแสงโสม สีนะวัฒน์. 2545. การวิจัยปฏิบัติการในการควบคุมและป้องกันภาวะพร่อง/ขาดธาตุเหล็กและโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก ในหญิงวัยเจริญพันธุ์ในโรงงานอุตสาหกรรม จ. ฉะเชิงเทรา. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

- Delhaize E., B. Dell, G. Kirk, J. Loneragan, R. Nable, D. Plaskett and M. Webb. 1984. Manual of Research Procedures. First edition. Plant Nutrition Research Group, School of Environmental and Life Science. Murdoch University, Australia.
- Graham R.D., R.M. Welch and H.E. Bouis. 2001. Addressing micronutrient malnutrition through enhancing the nutritional quality of staple foods: Principles, perspectives and knowledge gaps. *Adv. Agron.* 70: 77-142.
- Gregorio G.B. 2002. Progress in breeding for trace mineral in staple crops. *J. Nutr.* 132: 500s-502s.
- Gregorio G.B., D. Senadhira, H. Htut and R.D. Graham. 2000. Breeding for trace mineral density in rice. *Food Nutr. Bull.* 21: 382-386.
- Prom-u-thai C. 2003. Iron (Fe) in Rice Grain". Ph.D. Thesis, Chiang Mai University, Chiang Mai. 227 pp.
- Prom-u-thai C. and B. Rerkasem. 2001. Grain iron concentration in Thai rice germplasm. *Development of Plant and Soil Science* 92: 350-351.
- Senadhira D., G.B. Gregorio and R.D. Graham. 1998. Breeding iron and zinc-dense rice. Paper presented at the International Workshop on Micronutrient Enhancement of Rice for Developing Countries, Rice Research and Extension Center, Stuttgart.
- World Health Organization. 2000. Reduction of iron deficiency and anemia (IDA). Progress report in a global agenda for combating malnutrition. Nutrition for Health and Development (NHD), WHO, Geneva.
-

ความแปรปรวนของปริมาณธาตุเหล็กภายในและระหว่างพันธุ์ ของข้าวพื้นเมืองไทย

Variation of Rice Grain Iron Content Within and Between Varieties of Thai Local Rice

ทรายคำ ปินตาเสน^{1/}, ชนาگانต์ พรหมอุทัย^{1/} ศันสนีย์ จำจด^{1/} และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม^{1/}
Saicum Pintasen^{1/}, Chanakan Prom-u-thai^{1/}, Sansanee Jamjod^{1/} and Benjavan Rerkasem^{1/}

Abstract: This experiment examined variation of Fe concentration in rice grain of local rice varieties. Seeds of 17 named varieties were collected in 66 accessions from farmers in Huai Tee-Cha village, Sob Moei District, Mae Hong Son. Brown rice from each accession was stained individually with Perls' Prussian blue, with IR68144 (high grain Fe) and KDML105 (low grain Fe) as checks. A whole range of grain Fe contents were found between the different varieties, different seed lots with the same name and within some of the seed lots, notably Bue Bang, Bue Gua and Bue Kee. The Fe concentration in these varieties was confirmed by chemical analysis. Two accessions of each variety with intense and grain Fe concentration was selected, 30 seeds from each were grown for progeny testing. There was morphological variation between plants in each accession in characteristics such as pigmentation of the apiculus, pericarp and seed coat. Seeds from progeny test were analysed for Fe concentration. It was found that Fe concentration in the grain ranged from 9.5 to 16 mgFe/kgDW brown rice. We have shown that variation in grain Fe concentration in Thai rice may be found between varieties with different names, between seed lots with the same name and within individual seed lots.

Keywords: grain iron, genetic variation, local rice variety, Perls' Prussian blue

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

^{1/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ: งานทดลองนี้ได้ตรวจสอบความแปรปรวนของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดในพันธุ์ข้าวพื้นเมืองโดยรวมพันธุ์ข้าวจำนวน 17 พันธุ์ จากเกษตรกรทั้งหมด 66 ราย จากหมู่บ้านห้วยทิซะ อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยการย้อมสีเมล็ดข้าวกล้องในแต่ละตัวอย่างด้วยวิธีเพิร์ล พรัสเซียนบลู (Perls' Prussian blue) โดยเปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์ IR68144 (พันธุ์ที่มีปริมาณเหล็กในเมล็ดสูง) และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (KDML105) (พันธุ์ที่มีปริมาณเหล็กในเมล็ดต่ำ) พบว่าพันธุ์ป้อบ่าง ป้อกั่ว และป้อกี้ มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่สูง โดยทั้ง 3 พันธุ์มีการติดสีย้อมเพิร์ล พรัสเซียนบลู แตกต่างกันภายในแต่ละตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในเมล็ด คัดเลือกตัวอย่างที่มีปริมาณเหล็กในเมล็ดสูงมาพันธุ์ละ 2 ตัวอย่าง นำมาปลูกทดสอบรุ่นลูก จำนวน 30 ต้น ในแต่ละตัวอย่างพบว่า ระหว่างต้นในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกัน ในหลายลักษณะ อาทิ สียอดดอก สีกลีบรองดอก สีเยื่อหุ้มเมล็ด และสีเปลือก นอกจากนั้นเมล็ดที่ได้จากการปลูกทดสอบรุ่นลูกแต่ละต้นเมื่อวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของธาตุเหล็กในเมล็ดพบว่าปริมาณเหล็กในเมล็ดอยู่สูงตั้งแต่ 9.5 ถึง 16 มิลลิกรัมเหล็กต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งของข้าวกล้อง การทดลองนี้ได้แสดงให้เห็นความหลากหลายทางพันธุกรรม ของปริมาณเหล็กภายในประชากรข้าวพันธุ์พื้นเมือง ในเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีชื่อต่างกัน ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวชื่อเดียวกันจากเกษตรกรหลายรายในหมู่บ้านเดียวกัน และระหว่างเมล็ดในเชื้อพันธุ์เดียวกัน ซึ่งควรต้องระมัดระวังในการหาและใช้แหล่งของพันธุกรรมข้าวพื้นเมือง ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูง

คำสำคัญ: ธาตุเหล็กในเมล็ดข้าว, ความแปรปรวนทางพันธุกรรม, พันธุ์ข้าวพื้นเมือง, เพิร์ล พรัสเซียนบลู

คำนำ

โรคโลหิตจางเนื่องจากขาดธาตุเหล็กเป็นปัญหาที่พบอยู่ทั่วโลก โดยจะพบว่าเกิดขึ้นในเด็กก่อนวัยเรียน และหญิงมีครรภ์ (IFPRI, 1999) จากการสำรวจประชากรหลายกลุ่มในประเทศฟิลิปปินส์ พบว่า ปริมาณธาตุเหล็กที่ได้รับเข้าไปในร่างกายมาจากการบริโภคธัญพืชมากกว่าร้อยละ 50 ในประชากรทุกกลุ่ม โดยข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักของประชากรในแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แต่พบว่าข้าวมีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดต่ำสุดในกลุ่มของธัญพืชด้วยกัน (Senadhira *et al.*, 1998) จึงได้มีการสำรวจแหล่งของพันธุกรรมข้าวที่มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูงเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวที่มีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูงและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (Welch and Graham, 2002) จากการศึกษาที่ศูนย์วิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) พบความแปรปรวนของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวอยู่ระหว่าง 7-24 mgFe/kgDW (Senadhira *et al.*, 1998) ในภาคเหนือของประเทศไทยมีการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกล้องพบว่ามี

ค่าระหว่าง 7-19 mgFe/kgDW (Prom-u-thai and Rerkasem, 2001) ซึ่งพันธุ์เหล่านี้เป็นพันธุ์ที่ได้จากหมู่บ้านชาวเขา ดังนั้นการเพิ่มปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มปริมาณธาตุเหล็กจากการบริโภคของประชากรและช่วยลดปริมาณการเป็นโรคโลหิตจางเนื่องจากการขาดธาตุเหล็ก การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการที่ง่ายและรวดเร็วในการประเมินปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ด โดยวิธีการย้อมสีเพิร์ล พรัสเซียนบลู (Prom-u-thai *et al.*, 2003) ซึ่งวิธีการนี้ทำให้เห็นความแปรปรวนของปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดเดี่ยว ๆ และในแต่ละตัวอย่างที่ได้จากเกษตรกรของหมู่บ้านห้วยทิซะ และสามารถยืนยันผลโดยการวิเคราะห์ทางเคมี

อุปกรณ์และวิธีการ

รวบรวมพันธุ์ข้าว 17 พันธุ์จากเกษตรกร 66 ราย จากหมู่บ้านห้วยทิซะ ตำบลสบเมย อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน แกะเปลือกออกด้วยมือตัวอย่างละ 20 เมล็ด เพื่อนำมาย้อมสีเพิร์ล พรัสเซียนบลู (Prom-u-thai *et al.*, 2003) วิธีการนี้ เป็นวิธีที่ใช้ตรวจสอบตำแหน่งของ Fe (III)

ในเนื้อเยื่อสัตว์ ซึ่งมีความรวดเร็ว สาร reagent สามารถแทรกซึมเข้าไปยังเนื้อเยื่อที่มีความซับซ้อน โดยจะให้สีฟ้าเห็นได้ชัดเจน (Baker, 1958) เทคนิคนี้ได้ถูกนำไปใช้แสดงให้เห็นธาตุเหล็กในเนื้อเยื่อ aleurone ของเมล็ดข้าว (Krishnan *et al.*, 2001) และในส่วนของเมล็ด (Prom-u-thai *et al.*, 2003) นำเมล็ดข้าวกลองมาแช่น้ำกลั่นประมาณ 4-5 ชั่วโมง จากนั้นผ่าเมล็ดตามยาวด้วยมีดโกนที่เคลือบเทฟลอน (teflon knife) เพื่อกันสนิม หยดสารละลายใช้สำหรับย้อมสี (เตรียมจาก 2% HCl ผสมกับ 2% potassium ferrocyanide) นาน 10 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 2 นาที บันทึกการติดสีของแต่ละเมล็ดดังนี้ ติดสีเข้ม (+++), ปานกลาง (++) , ต่ำ (+) และไม่ติดสี (0) ภายใต้กล้องสเตอริโอ และนำเมล็ดข้าวกลองแต่ละตัวอย่างมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็กด้วยวิธีการ dry-ashing และ atomic absorption spectrophotometry, AA (Delhaize *et al.*, 1984) เพื่อยืนยันปริมาณการสะสมของธาตุเหล็กอีกครั้ง จากนั้นคัดเลือกตัวอย่างที่มีปริมาณการติดสีเข้มและปริมาณเหล็กในเมล็ดสูง นำมาปลูกทดสอบในรุ่นลูก บันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ ลักษณะทรงกอ สีแผ่นใบ สีกาบใบ สีหูใบ สีลั่นใบ สีข้อ สีปล้อง สีกลีบรองดอก สียอดดอก สีเปลือก วันออกดอก ความสูง และจำนวนต้นต่อกอ ของแต่ละต้นในแต่ละตัวอย่าง เก็บเมล็ดจากรุ่นลูกมาย้อมสีเฟิร์ล พร็อสเซียนบลู และวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อยืนยันผลอีกครั้ง

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการตรวจสอบ พบความแปรปรวนภายในตัวอย่างและระหว่างตัวอย่างของเมล็ดข้าวทั้ง 66 ตัวอย่างจาก 17 พันธุ์ในการย้อมสีเฟิร์ล พร็อสเซียนบลู และการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของธาตุเหล็กในเมล็ดข้าว โดยผลการย้อมสีนั้นเป็นไปในทางเดียวกันกับผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของธาตุเหล็กในเมล็ดข้าว (ตารางที่ 1) ในพันธุ์ IR68144 เป็นพันธุ์ที่มีเหล็กในเมล็ดสูง (20 mgFe/kgDW) (Prom-u-thai and Rerkasem, 2001) จะติดสีเข้ม (+++) และปานกลาง (++) ในขณะที่พันธุ์ KDML105 เป็นพันธุ์ที่มีเหล็กในเมล็ดต่ำ (10 mgFe/kgDW) (Prom-u-thai and Rerkasem, 2001)

จะติดสีต่ำ (+) ในจำนวนข้าวที่ได้จากเกษตรกรมีความแปรปรวนของการย้อมสีในเมล็ดเดียว ๆ ทั้งภายในตัวอย่างและระหว่างตัวอย่างที่มีชื่อพันธุ์เหมือนกัน ในพันธุ์ป๊อแก้วเบอร์ 6 ป๊อบ้างเบอร์ 3,4,8 มีการย้อมสีติดสีเข้มสูง ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นไปในทางเดียวกับปริมาณความเข้มข้นของธาตุเหล็กในเมล็ดที่วิเคราะห์ได้ทางเคมี และในพันธุ์เหล่านี้พบว่าบางเบอร์มีการย้อมสีติดต่ำมาก เช่น ป๊อแก้วเบอร์ 7 และป๊อบ้างเบอร์ 6 เป็นต้น ซึ่งจะมีปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในเมล็ดต่ำตามไปด้วย ในระหว่างพันธุ์พบว่ามีความแปรปรวนของความเข้มข้นของธาตุเหล็ก ซึ่งตรงกับการรายงานของ Liang *et al.* (2005) ว่ามีความแปรปรวนในปริมาณความเข้มข้นของธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวกลองอยู่ระหว่าง 9.4-44.6 mgFe/kgDW โดยพันธุ์ป๊อมือตาบ้องเบอร์ 5 ป๊อบ้างเบอร์ 3 ป๊อบ้างเบอร์ 4 ป๊อกี้เบอร์ 1 และป๊อกี้เบอร์ 2 มีปริมาณความเข้มข้นธาตุเหล็กในเมล็ดสูง (13.2-14.5 mgFe/kgDW) แต่กลับพบว่าในพันธุ์เดียวกันบางเบอร์จะมีปริมาณธาตุเหล็กต่ำ เช่น ป๊อบ้างเบอร์ 6 ป๊อแก้วเบอร์ 4 และป๊อแก้วเบอร์ 7 (5.6-8.5 mgFe/kgDW) (ตารางที่ 1) การศึกษาในขั้นตอนนี้ พบความแปรปรวนของปริมาณเหล็กในเมล็ดของข้าวพื้นเมืองมีอยู่สูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ทวยแก้ว (2547) ว่ามีความหลากหลายของปริมาณความเข้มข้นของธาตุเหล็กอยู่ทั้งภายในและระหว่างเมล็ดพันธุ์ของข้าวที่มีชื่อเหมือนกันที่ได้จากแต่ละเกษตรกร จากนั้นได้คัดเลือกพันธุ์ป๊อบ้าง ป๊อแก้ว และป๊อกี้ พันธุ์ละ 2 ตัวอย่างที่มีปริมาณการติดสีเข้มและมีปริมาณเหล็กในเมล็ดสูง ปลูกทดสอบ (progeny testing) ตัวอย่างละ 30 ต้น เพื่อตรวจสอบความแตกต่างพื้นฐานทางพันธุกรรมของปริมาณเหล็กในเมล็ดภายในตัวอย่าง พบว่ามีลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางลักษณะที่แตกต่างกัน อาทิ สียอดดอก สีกลีบรองดอก สีเยื่อหุ้มเมล็ด สีเปลือก ผลการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่าพันธุ์ป๊อบ้างเบอร์ 3 จะมีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดสูงที่สุดคือ 16.24 mgFe/kgDW (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตามยังคงมีความแปรปรวนภายในตัวอย่างของแต่ละพันธุ์ และระหว่างพันธุ์ โดยมีปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดตั้งแต่ 9.5-16.2 mgFe/kgDW ในการทดสอบรุ่นลูกนั้นแสดงให้เห็นความแปรปรวนของปริมาณเหล็กในเมล็ดของข้าวไทย จะพบความแปรปรวน

ในระหว่างพันธุ์ที่มีชื่อต่างกัน ในระหว่างตัวอย่างที่มีชื่อเหมือนกัน และ ในตัวอย่างเดียวกัน ซึ่งความแปรปรวนของปริมาณความเข้มข้นของธาตุเหล็กดังกล่าว สามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้

ได้ข้าวที่มีเหล็กในเมล็ดสูง เพราะถ้ามีปริมาณธาตุเหล็กเพิ่มขึ้นก็เท่ากับว่าเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของข้าวได้ ซึ่งความหลากหลายของข้าวพื้นเมืองของไทยสามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมของลักษณะนี้ได้

Table 1 The percent of grain with different intensity of Perls' Prussian blue staining in local rice varieties relative to low and high grain Fe check varieties of 66 accessions with 17 varieties name of rice from Huai Tee Cha village.

Variety	Seed lot	Frequency (%) of Perls' Prussian blue			Fe (mgFe/kg)
		+++ [†]	++	+	
Bue Mue Ta Bong	1	0 [†]	37	63	11.25±0.25 [§]
	2	40	50	10	13.55±0.15
	3	5	80	15	12.25±0.35
	4	0	45	55	13.25±0.15
	5	25	65	10	14.2±0.5
	6	0	35	65	10.25±0.15
	7	35	50	15	12.7±1.00
Bue Bang	1	20	50	30	13.5±0.2
	2	35	50	15	nd
	3	40	60	0	14.5±0.3
	4	65	35	0	14.1±0.1
	5	35	50	15	13±0.4
	6	0	10	90	5.6±0
	7	25	75	0	14±1.2
	8	60	40	0	12.75±0.15
	9	0	60	40	9.45±0.55
	10	30	50	20	12.7±0.7
Bue Goal	1	20	70	10	11.4±0.2
	2	25	65	10	10.55±0.25
	3	30	60	10	12.65±0.25
	4	10	75	15	12.95±0.65
	5	50	50	0	13.35±0.65
Bue Gua	1	15	65	20	10.6±0.1
	2	25	55	20	12.55±0.05
	3	10	70	20	10.75±0.05
	4	0	0	100	8.5±0.1
	5	30	50	20	13.05±0.55
	6	30	70	0	12.25±0.55
	7	0	0	100	7.7±0.3
Bue Paw Low	1	16	79	5	11.7±0.1
	2	16	68	16	nd
	3	5	45	50	13±0.2
	4	6	94	0	11.25±0.55

Table 1 (Contd.)

Variety	Seed lot	Frequency (%) of Perls' Prussian blue			Fe (mgFe/kg)
		+++ [†]	++	+	
Bue Tho Lae	1	0	20	80	10.45±0.05
	2	5	30	65	9.3±0.4
	3	0	32	68	10.15±0.45
Bue Pho Lae	1	0	75	25	11±0.4
Bue Kee	1	30	70	0	14.2±0.8
	2	20	75	5	13.2±0.2
Bue Sae	1	0	0	100	6.85±0.25
Bue Khu Koo	1	45	50	5	14.35±0.45
Bue Cho	1	55	45	0	12.6±0.2
Bue Ka Chang Mae	1	0	35	65	7.45±0.25
Pa Ai Ku Pae	1	0	0	100	nd
	2	0	0	100	8.45±0.05
	3	0	0	100	8.1±0.2
	4	0	75	25	9.15±0.35
	5	0	50	50	9.15±0.45
	6	0	15	85	7.55±0.15
	7	0	0	100	7.35±0.05
	8	0	5	95	8.25±0.35
	9	0	0	100	9.1±0.3
	10	5	25	70	7.65±0.15
	11	0	0	100	8.75±0.35
	12	0	5	95	7.65±0.15
	13	0	20	80	8.9±0
	14	0	15	85	nd
	15	0	10	90	7.75±0.15
Pa Ai Kee Kai	1	10	70	20	8.9±0.2
Pa Ai Chai	1	5	53	42	9.95±0.25
	2	5	32	63	7.7±0.3
Pa Ai Sae	1	0	15	85	10.6±0.7
Pa Ai Goal	1	5	65	30	8.45±0.15
	2	5	85	10	9.3±0.5
	3	25	75	0	10.05±0.25
	4	0	65	30	8.85±0.15
IR68144		90	10	0	16
KDML105		0	0	100	8

[†]+++=intense intensity, ++=medium intensity, +=low intensity

[‡]Percent from the 20 seeds of Perls' Prussian blue staining.

[§]Fe concentration ± standard error.

Table 2 Grain iron concentration (mgFe/kgDW) in Bue Bang, Bue Gua, and Bue Kee in progeny testing.

Parameter	Variety					
	Bue Bang#3	Bue Bang#4	Bue Gua#5	Bue Gua#6	Bue Kee#1	Bue Kee#2
MEAN	12.49	13.54	12.32	13.58	12.29	13.46
SE	0.24	0.23	0.29	0.2	0.24	0.27
%CV	10.38	9.73	11.96	8.05	10.34	9.45
RANGE	10.81-16.24	11.3-15.83	10.03-15.40	10.92-15.50	9.55-14.82	10.32-15.92
IR68144 [†]	16.0 (mgFe/kgDW)					
KDML105 [‡]	8.59 (mgFe/kgDW)					

[†]Check variety with high grain Fe.

[‡]Check variety with low grain Fe.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิ McKnight ที่ให้การสนับสนุน
ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ทรายแก้ว มีสิน. 2547. โครงสร้าง ความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อพันธุ์ข้าวพื้นเมืองไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 107 หน้า.
- Baker, J.R. 1958. Principles of biological micro-technique. A study of fixation and dyeing. Methuen, London. 304 pp.
- Delhaize, E., B. Dell, G. Kirk, J. Loneragan, R. Nable, D. Plaskett and M. Webb 1984. Manual of Research Procedures. First edition. Plant Nutrition Research Group, School of Environmental and Life Science. Murdoch University, Australia.
- International Food Policy Research Institute. (IFPRI) 1999. World Food Prospects: Critical Issue for the Early Twenty-first Century. IFPRI, Washington, D.C.
- Krishnan, S., G.A.I. Ebenezer and P. Dayanadan. 2001. Histochemical localization of storage components in caryopsis of rice (*Oryza sativa* L.). Current Science 80: 567-571.
- Liang J.F., M.J.R. Nout and R.J. Hamer. 2005. Variation of phytic acid, iron and zinc in rice in China. pp. 400-401. Proceedings of the 15th International Plant Nutrition Colloquium, Beijing, China.
- Prom-u-thai, C., and B. Rerkasem. 2001. Iron concentration in Thai rice germplasm. Development of Plant and Soil Science 92: 350-351.
- Prom-u-thai, C., B. Dell, G. Thomson and B. Rerkasem. 2003. Easy and rapid detection of iron in rice grain. Science Asia 29: 213-217.
- Senadhira, D., G. Gregorio and R.D. Graham. 1998. Breeding iron and zinc dense rice. Paper presented at the International Workshop on Micronutrient Enhancement of Rice for Developing Countries. Rice Research and Extension Center, Stuttgart.
- Welch, R.M. and R.D. Graham. 2002. Breeding crops for enhanced micronutrient content. Plant and Soil 245: 205-214.

สมรรถนะในการผสมพันธุ์เพื่อผลผลิตและองค์ประกอบ ผลผลิตระหว่างข้าวไร่และข้าวนาสวน

Combining Ability for Yield and Yield Components in Upland and Lowland Rice Crosses

พิมพินภา ขุนพิลึก^{1/}, สุทัศน์ จุลศรีไกว^{1,*}, จักรี เส้นทอง^{1/} และ ดำเนิน กาละดี^{1/}
Pimnapa Khunpilueg^{1/}, Suthat Julsrigival^{1,}, Chuckree Senthong^{1/} and Dumnern Kaladee^{1/}*

Abstract: The study of combining ability for yield and yield components in upland and lowland rice crosses was conducted during the rainy season (July 2002 – January 2003) at Agronomy Farm, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Six F2 hybrid crosses derived from diallel cross among 4 conventional upland and lowland rice cultivars namely RD 7, Pathum Thani 1, Jow How and R 258 were planted along with their respective parents. Results from estimation of general and specific combining ability indicated that flowering date, plant height, number of panicles per plant, number of good grains per plant and 1,000-grain weight were controlled by both additive and non-additive genes but additive gene effects seemed to be more influences than non-additive effects. However, non-additive gene effects were found specifically for grain weight per plant. Estimation of general combining ability revealed that two upland rice varieties: Jow How and R 258 performed good general combiner for early flowering, moderate plant height and large in seed size. Two lowland rice varieties; RD 7 and Pathum Thani 1 showed good general combiner for late flowering, short plant height and increasing of panicles per plant. Estimation of broad-sense heritability indicted the flowering date, plant height, number of panicles per plant, number of good grains per plant, 1,000-grain weight and grain weight per plant were rather high for all of these traits. Narrow-sense heritability values were high for flowering date, plant height, number of panicles per plant and 1,000-grain weight but moderate values were observed in number of good grains per panicle and grain weight per plant. In summary, high yielding of upland rice varieties could be developed by selection of promising breeding lines derived from crossing among upland and lowland rice parents which either of them will provide good combining abilities of desirable agronomic traits.

Keywords: combining ability, lowland rice, upland rice

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

^{1/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

* Corresponding author

บทคัดย่อ: ศึกษาสมรรถนะการผสมเพื่อผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตในการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวไร่และข้าวนาสวน โดยทดลองปลูกพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ กข 7 ปทุมธานี 1 เจ้าหอ และ อาร์ 258 ร่วมกับลูกผสมชั่วที่ 2 ที่ได้จากการผสมแบบพบกันหมดจำนวน 6 คู่ผสม ปลูกทดลองในช่วงฤดูฝนระหว่าง เดือนกรกฎาคม 2545 – มกราคม 2546 ที่แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จากการวิเคราะห์สมรรถนะการผสมทั่วไปและสมรรถนะการผสมเฉพาะพบว่าอายุออกดอก ความสูง จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด โดยทุกลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนส์ที่มีการกระทำแบบผลบวก (additive gene action) และไม่เป็นแบบผลบวก (non-additive gene action) แต่การกระทำของยีนส์ที่เป็นแบบผลบวกมีอิทธิพลมากกว่า ส่วนลักษณะผลผลิตเมล็ดต่อกอ พบว่าถูกควบคุมด้วยอิทธิพลของยีนส์แบบไม่เป็นผลบวกเพียงอย่างเดียว จากผลการประเมินค่าอิทธิพลของสมรรถนะการผสมทั่วไป พบว่า ข้าวไร่ทั้ง 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เจ้าหอและอาร์ 258 เป็นพันธุ์พ่อแม่ที่ดีของการถ่ายทอดลักษณะออกดอกเร็ว ต้นสูง และขนาดเมล็ดใหญ่ ส่วนพันธุ์ข้าวนาสวน ได้แก่ พันธุ์ กข 7 และ ปทุมธานี 1 เป็นพ่อแม่ที่ดีของการถ่ายทอดลักษณะออกดอกช้า ต้นเตี้ย และจำนวนรวงต่อกอที่เพิ่มขึ้น การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมข้าว โดยวิธีการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad-sense heritability) พบว่า อายุออกดอก ความสูง จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีค่าค่อนข้างสูง แต่ลักษณะจำนวนเมล็ดต่อรวงและผลผลิตเมล็ดต่อกอมีค่าปานกลาง จากผลการศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ว่า การปรับปรุงพันธุ์ข้าวไร่เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและมีองค์ประกอบผลผลิตที่ดีนั้น สามารถกระทำได้โดยวิธีการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ข้าวไร่และข้าวนาสวน เพื่อให้ได้ลักษณะผลผลิตสูงและมีลักษณะทางพืชไร่ที่ดี

คำสำคัญ: สมรรถนะการผสม ข้าวนาผสม ข้าวไร่

คำนำ

ประเทศไทยมีการปลูกข้าวไร่ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด กว่าครึ่งหนึ่งอยู่ในเขตภาคเหนือ โดยส่วนใหญ่ปลูกไว้เพื่อบริโภคภายในครัวเรือนและประกอบพิธีกรรมต่าง ๆ จึงนับว่าข้าวไร่เป็นธัญพืชที่มีสำคัญต่อเกษตรกรที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่สูงหรือชาวเขาเป็นอย่างมาก แต่การปลูกข้าวไร่มักประสบปัญหาเกี่ยวกับผลผลิตที่ค่อนข้างต่ำ (130-296 กิโลกรัม/ไร่) สาเหตุเนื่องมาจาก ปัญหาความแห้งแล้ง หรือการระบาดของโรคและแมลง นอกจากนี้ยังพบว่า การขาดพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประสบปัญหาดังกล่าว (บริบูรณ์, 2537; สมเดช และ คณะ, 2544) การปรับปรุงพันธุ์ข้าวไร่ให้ได้พันธุ์ดีนั้น ได้มี

การปฏิบัติกันมานานแล้ว แต่ก็มีข้อจำกัดอยู่ทั้งวิธีการรวบรวมพันธุ์พื้นเมืองและคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ ตลอดจนการทดลองปลูกเปรียบเทียบผลผลิต และทดสอบความสามารถในการปรับตัว ที่แตกต่างกัน จนถึง ปี พ.ศ. 2522 เป็นต้นมา กรมวิชาการเกษตรจึงได้รับรองพันธุ์ข้าวไร่ แล้วแนะนำให้เกษตรกรปลูก จำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ชิดแม่จัน ดอกพะยอม กุ่มเมืองหลวง อาร์ 258 ขาวโป่งไคร้ เจ้าหอ และพันธุ์น้ำรู่ ส่วนวิธีพัฒนาพันธุ์ข้าวไร่ โดยการผสมพันธุ์ รวบรวมพันธุ์ ศึกษาพันธุ์ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ก็ได้พัฒนาขึ้นเรื่อยๆ เป็นลำดับ (สมเดช, 2536) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความสามารถในการถ่ายทอดพันธุกรรมของลักษณะที่ดีต่างๆ เช่น ให้ผลผลิตสูง แตกกอดี ต้นสูงปานกลาง และอายุพันธุ์เบา จากข้าวนาสวนสู่ข้าวไร่ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ข้าวไร่ที่ดีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการศึกษามีจำนวน 4 พันธุ์ เป็นพันธุ์ข้าวไร่ 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เจ้าฮ่อ และอาร์ 258 และพันธุ์ข้าวนาสวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กข 7 และปทุมธานี 1 นำมาสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 โดยวิธี half diallel cross ได้จำนวน 6 คู่ผสม นำเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 ปลูกเพื่อสร้างเมล็ดชั่วที่ 2 จากนั้นนำเมล็ดข้าวพันธุ์พ่อ-แม่ และลูกผสมชั่วที่ 2 ทุกคู่ผสมมาปลูก โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยพ่อ-แม่ จำนวน 4 พันธุ์ พันธุ์ละ 2 แถว และลูกผสมชั่วที่ 2 จำนวน 6 คู่ผสม ประชากรละ 6 แถว แถวยาว 3.0 เมตร ระยะห่างระหว่างหลุม 25 x 25 เซนติเมตร จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ อายุการออกดอก ความสูง จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด แล้วนำมาคำนวณความสามารถในการรวมตัว (combining ability) โดยวิธีการของ Griffing (1956) Method 2 Model I รวมทั้งหาประเมินค่าอัตราพันธุกรรม (heritability : h^2) 2 วิธี คือ การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad-sense heritability : h^2_{bs}) โดยวิธีการ Mammud and Karmer (1951) อ้างโดย เปรมฤดี (2540) และการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมแบบแคบ (narrow-sense heritability : h^2_{ns}) โดยวิธีการ Offspring and mid-parent regression (Falconer, 1989)

ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรม (genetic analysis) สมรรถนะการผสม (combining ability) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งให้เห็นว่า ลักษณะอายุออกดอก ความสูง จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ยกเว้นค่าผลผลิตเมล็ดต่อกอ มีค่า g.c.a. สูงแตกต่างกันมากอย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงการถูกควบคุมด้วยยีนส์ที่มีการกระทำแบบบวก (additive gene action) ส่วน s.c.a. มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติของทุกลักษณะที่ทำการศึกษาร่วมกัน แสดงว่าถูกควบคุมด้วยยีนส์ที่ไม่เป็นผลบวก (non-additive gene action) และเมื่อมารวมกับสัดส่วนของ g.c.a. : s.c.a. ของลักษณะพันธุกรรมต่าง ๆ ซึ่งให้เห็นว่าค่าของ g.c.a. มีค่าสูงกว่า s.c.a. ทุกค่า ยกเว้นลักษณะผลผลิตเมล็ดต่อกอ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าลักษณะต่าง ๆ ที่ทำการศึกษานี้มีอิทธิพลของยีนส์แบบบวก แสดงออกมากกว่ายีนส์แบบไม่เป็นผลบวก ยกเว้นลักษณะผลผลิตเมล็ดต่อกอ แต่ลักษณะเดียวที่ถูกควบคุมด้วยยีนส์ไม่เป็นผลบวก ซึ่งผลงานนี้สอดคล้องกับผลงานของ Singh *et al.* (1992)

Table 1 Analysis of variance for combining ability of agronomic traits of rice parents and their F2 hybrids.

Traits	Mean Square			
	g.c.a.	s.c.a.	Error	g.c.a.: s.c.a.
Flowering date	285.8542**	25.2121**	0.7053	11.3380
Plant height	275.3572**	30.0271**	7.1730	9.1703
Number of panicle per plant	22.3754**	1.4868**	0.2283	15.0491
Number of good grains per plant	622.2550**	338.1166**	19.1258	1.8404
1,000-grains weight	58.3188**	1.9577**	0.1463	29.7893
Grains weight per plant	4.0179	39.2529**	2.8127	0.1024

*, ** Significant difference at 5% and 1%, respectively.

การประเมินสมรรถนะการผสมทั่วไป (general combining ability) พบว่า ข้าวไร่ทั้งสองพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เจ้าฮ่อ และอาร์ 258 เป็นพันธุ์พ่อแม่ที่ดีของการถ่ายทอดลักษณะออกดอกเร็ว เพราะให้ค่า g.c.a. เป็นลบ แต่เนื่องจากค่า g.c.a. ของลักษณะความสูงของต้น จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตเมล็ดที่เป็นบวก จึงทำให้ทั้งสองพันธุ์ดังกล่าวสามารถถ่ายทอดลักษณะต้นสูง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และขนาดเมล็ดใหญ่ได้อีกด้วย ส่วนข้าวนาสวน พันธุ์กข 7 และปทุมธานี 1 เป็น

พ่อแม่ที่ดีของการถ่ายทอดลักษณะออกดอกช้า และจำนวนรวงต่อกอเพิ่มขึ้น เนื่องจากลักษณะทั้งสองมีค่า g.c.a. เป็นบวก แต่จะถ่ายทอดลักษณะต้นเตี้ย (ค่า g.c.a. เป็นลบ) ไปสู่รุ่นลูกหลานด้วย (ตารางที่ 2) สำหรับการประเมินค่าสมรรถนะการการผสมเฉพาะ พบว่าคู่ผสม เจ้าฮ่อ x กข 7, เจ้าฮ่อ x ปทุมธานี 1 และ กข 7 x อาร์ 258 มีค่า s.c.a. ของลักษณะต้นสูงเป็นบวก ส่วนคู่ผสมของ กข 7 x อาร์ 258 และปทุมธานี 1 x อาร์ 258 ให้ค่า s.c.a. ที่ดีของจำนวนรวงต่อกอ (ตารางที่ 3)

Table 2 Estimate of general combining ability (g.c.a.) of agronomic traits in 4 parents of rice varieties.

Traits	Variety			
	Jow How	R 258	RD 7	Pathum Thani 1
Flowering date	-6.2012**	-4.8298**	2.3293**	8.7017**
Plant height	6.8967**	4.6152**	-4.6265**	-6.8854**
Number of panicle per plant	-1.6404**	-1.3738**	0.4905**	2.5237**
Number of good grains per plant	5.5177**	10.1610**	-2.6180	-13.0607**
1,000-grains weight	2.1099**	3.2312**	-2.6295**	-2.7116**
Grains weight per plant	0.1891	0.2535	0.7303	-1.1729

*, ** Significant difference at 5% and 1%, respectively.

Table 3 Estimate of specific combining ability (s.c.a.) of agronomic traits in 6 F₂ hybrid crosses of rice.

Crosses	Agronomic traits					
	Flowering date	Plant height	Number of panicle per plant	Number of good grains per plant	1,000-grains weight	Grains weight per plant
Jow How x RD 7	-1.1587**	0.7497	0.1994	-17.0420**	-0.7878**	-4.3397**
Jow How x Pathum Thani 1	-7.5268**	4.2634*	0.5955	-16.6870**	-1.8796**	-5.4013**
Jow How x R 258	1.3702*	2.2785	0.1160	13.8339**	0.7524*	4.0294**
RD 7 x Pathum Thani 1	0.5701	5.0263**	1.6100	19.4281**	2.0623**	10.2982**
RD 7 x R 258	-4.1295**	1.6675	0.6819*	-20.1182**	-1.1528**	-6.3066**
Pathum Thani 1 x R 258	-3.2687**	5.2096**	0.8405**	-13.4915**	0.6005*	-3.0517**

*, ** Significant difference at 5% and 1%, respectively.

สำหรับการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad-sense heritability) พบว่าทุกลักษณะที่ทำการศึกษานั้นมีค่าค่อนข้างสูง ยกเว้นเพียงลักษณะเดียวที่มีค่าค่อนข้างต่ำ ได้แก่ ลักษณะของผลผลิตเมล็ดตอก ซึ่งลักษณะอายุออกดอก ความสูง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด นอกจากนี้มีค่าค่อนข้างสูงแล้วยังมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละคู่ผสม ซึ่งให้เห็นว่าลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมและมีการกระทำของยีนส์น้อยคู่กว่าลักษณะอื่น ลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้างน้อยที่สุดได้แก่ ลักษณะผลผลิตเมล็ดตอก จำนวนรวงตอก และจำนวนเมล็ดดีตอกตามลำดับ ซึ่งให้เห็นว่าลักษณะดังกล่าวนี้เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมและมีการกระทำของยีนส์หลายคู่เป็นลักษณะทางปริมาณ (quantitative traits) สอดคล้องกับผลงานทดลองของสุรางค์ศรี (2537); Kim *et al.*, (1981) (ตารางที่ 4)

จากการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมแบบแคบนั้น ซึ่งให้เห็นว่าอายุออกดอก ความสูง จำนวนรวงตอก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เป็นลักษณะที่ให้ค่าประเมินอัตราพันธุกรรมแบบแคบค่อนข้างสูง ส่วนลักษณะจำนวนเมล็ดดีตอรวง และผลผลิตเมล็ดตอก พบว่าให้ค่าอัตราพันธุกรรมแบบแคบค่อนข้างต่ำ แสดงว่าลักษณะดังกล่าวมีส่วนของอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อการแสดงออก (phenotype) ค่อนข้างสูงและมากกว่าลักษณะอื่น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Singh and Nanda (1976) พบว่าลักษณะความสูงถูกควบคุมด้วย single major gene ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตถูกควบคุมด้วยกลุ่มของยีนส์ (polygenic control) ส่วนอัตราพันธุกรรมแบบแคบพบว่ามีความสูงของลักษณะอายุออกดอก ความสูง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (ตารางที่ 5)

Table 4 Broad-sense heritability values (h_{bs}^2) of agronomic traits in 6 F2 hybrid crosses of rice.

Crosses	Flowering date	Plant height	Number of panicle per plant	Number of good grains per plant	1,000-grains weight	Grains weight per plant
Jow How x RD 7	0.9782	0.9572	0.8876	0.9297	0.9779	0.7589
Jow How x Pathum Thani 1	0.9589	0.9729	0.9164	0.9122	0.9859	0.7404
Jow How x R 258	0.8476	0.8945	0.7266	0.9768	0.9925	0.8659
RD 7 x Pathum Thani 1	0.8984	0.9502	0.9538	0.8578	0.9270	0.8717
RD 7 x R 258	0.9678	0.9305	0.7928	0.8599	0.9868	0.7405
Pathum Thani 1 x R 258	0.9604	0.9455	0.9232	0.8617	0.9926	0.7887
Average	0.9352	0.9418	0.8667	0.8897	0.8897	0.7944

Table 5 Narrow-sense heritability values (h_{ns}^2) of agronomic traits in 6 F2 hybrid crosses of rice.

Crosses	Flowering date	Plant height	Number of panicle per plant	Number of good grains per plant	1,000-grains weight	Grains weight per plant
Jow How x RD 7	0.8725	0.9442	0.8664	0.3150	0.9743	0.5365
Jow How x Pathum Thani 1	0.7753	0.8399	0.9073	0.6039	0.9281	0.4577
Jow How x R 258	0.4128	0.3770	0.5218	0.9140	0.9407	0.8604
RD 7 x Pathum Thani 1	0.8388	0.5310	0.5220	0.7599	0.3084	0.3435
RD 7 x R 258	0.6750	0.8495	0.6980	0.3570	0.9837	0.3021
Pathum Thani 1 x R 258	0.8844	0.7332	0.8664	0.7665	0.9905	0.7117
Average	0.7431	0.7125	0.7303	0.6194	0.8543	0.5353

สรุป

จากผลการศึกษาสมรรถนะการผสมเพื่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวไร่และข้าวนาสวนครั้งนี้ ชี้ให้เห็นว่าการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีลักษณะขององค์ประกอบผลผลิตที่ดีและให้ผลผลิตสูง สามารถกระทำได้โดยอาศัยการถ่ายทอดลักษณะที่ดีจากข้าวนาสวนสู่ข้าวไร่ และสามารถนำลักษณะที่ดีของข้าวไร่ให้ข้าวนา

สวนได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาและรายงานการผสมข้าม ecotype ของ สุริย์ (2533); Verma *et al.* (2002) ข้อเสนอแนะในการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์ ควรทำการคัดเลือกภายใต้สภาพแวดล้อมของข้าวที่ต้องการปรับปรุงลักษณะนั้น ๆ และเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการคัดเลือกสูงสุด และควรทำการเก็บข้อมูลและคัดเลือกลักษณะทางสรีรวิทยาและทางพืชไร่ที่สำคัญอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ลักษณะทนแล้ง ความต้านทานและทนทานต่อศัตรูพืชและลักษณะทางคุณภาพในการหุงต้ม เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- บริบูรณ์ สมฤทธิ์. 2537. ข้าวไทย: ปัญหาและการปรับปรุงพันธุ์. สถาบันวิจัยข้าว, กรุงเทพฯ. 123 หน้า.
- เปรมฤดี ปินทยา. 2540. การถ่ายทอดลักษณะพันธุ์เบา ผลผลิตและลักษณะอื่นเชิงปริมาณของข้าวบาร์เลย์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 76 หน้า.
- สมเดช อิ่มมาก. 2536. โครงการวิจัยข้าวไร่ในเขตภาคเหนือตอนล่าง หน้า 65-83 ใน: เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการเรื่อง การพัฒนาข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 5. ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกและสถานีทดลองเครื่องเขี่ย, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สมเดช อิ่มมาก, ภิโยช รื่นถวิล, พันธ์ สุวรรณ และสุชา สุทธายศ. 2544. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวไร่ในภาคเหนือตอนล่าง. หน้า 73-74 ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2541. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สุรางค์ศรี วาเพชร. 2537. การถ่ายทอดลักษณะพันธุ์เบา ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตจากการผสมพันธุ์ข้าวระหว่างจาโปนิก้าและอินดิก้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 87 หน้า.
- Falconer, D. S. 1989. Introduction of Quantitative Genetics. Third edition. Longman, New York. 438 pp.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463-493.
- Kim, H. Y., J. K. Sohn, S. K. Lee and R. K. Park. 1981. Genetic studies on quantitative characters of rice plants by diallel crosses. II. Combining ability and gene analysis for days to heading culm length, panicle length and panicle number in F2 generation. Research Reports of the Office of Rural Development, Crop Year 1981. 23: 91-99.
- Singh, D. P. and J. S. Nanda. 1976. Combining ability and suitability in rice. Indian Journal Genetic 36: 10-15.
- Singh, N. K., N. B. Singh, P. B. Jha and V. K. Sharma. 1992. Combining ability analysis for yield components in rice. Annual of Agriculture Research 13(3): 224-227.
- Verma, O. P., U. S. Santoshi and H. K. Srivastava. 2002. Heterosis and inbreeding depression for yield and certain physiological traits in hybrids involving diverse ecotypes of rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Genetics & Breeding 56(3): 267-278.

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรข้าวป่าสามัญ จากพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย

Genetic Diversity of Common Wild Rice Collected from Various Regions of Thailand

อดิเรก ปัญญาลือ^{1/} เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม^{1/} และศันสนีย์ จำจด^{1/}
Adirek Punyalue^{1/}, Benjavan Rerkasem^{1/} and Sansanee Jamjod^{1/}

Abstract: Common wild rice (*Oryza rufipogon* Griff.) was found in Thailand and reported to be the ancestor of cultivated rice. It is an important genetic resource for rice breeding programs. This study was conducted to evaluate genetic structure within and among populations of common wild rice from different regions of Thailand. Thirteen common wild rice populations were collected from natural habitats and near rice fields. Samples were grown in a pot experiment, 20 plants per populations at Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Leaf samples were collected individually for DNA analysis using 5 microsatellite markers. The results showed that gene diversity (h) of populations ranged from 0.036 to 0.181 (average 0.125), percent polymorphic loci (%p) from 10.34 to 72.41% (average 42.48%), Shannon index (I) from 0.054 to 0.289 (average 0.194). The highest genetic diversity within population was observed in population from Nakhonnayok province (NY1) ($h = 0.181$, %P = 72.41) and the lowest was observe in population from Wangjao, Tak province (TAK2) ($h = 0.036$, %P = 10.34). However, very high genetic differentiation among populations was found ($G_{ST} = 0.449$), suggesting that conservation of one or a few populations could not represent for all populations. Thus, *in situ* conservation should be practiced individually in each location.

Keyword: common wild rice, *in situ*, genetic structure

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

^{1/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

บทคัดย่อ: ในประเทศไทยมีข้าวป่าสามัญ (common wild rice) ชนิดที่เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกได้แก่ *Oryza rufipogon* Griff. ซึ่งเป็นแหล่งพันธุกรรมสำคัญในงานปรับปรุงพันธุ์ข้าว การศึกษานี้จึงได้ประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมทั้งภายในและระหว่างประชากรข้าวป่าสามัญ (*O. rufipogon*) จำนวน 13 ประชากร เก็บมาจากสภาพธรรมชาติ และตามบริเวณขอบแปลงข้าวปลูก นำมาปลูกในกระถาง ที่ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เก็บตัวอย่างใบมาวิเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเครื่องหมายไมโครแซเทลไลต์ markers 5 ตำแหน่ง ผลการทดลองพบความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากรแต่ละประชากรโดยมีค่า gene diversity (h) ตั้งแต่ 0.036 – 0.181 ค่าเฉลี่ย 0.125 มีค่า % polymorphic loci (%P) ระหว่าง 10.34 – 72.41% มีค่าเฉลี่ย 42.48% ค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon index (I) ระหว่าง 0.054 – 0.289 มีค่าเฉลี่ย 0.194 นอกจากนี้ยังพบว่าประชากรจาก จังหวัดนครนายก (NY1) มีความหลากหลายภายในประชากรสูงที่สุด ($h = 0.181$, %P = 72.41) และประชากรจากอำเภอวังเจ้า จังหวัดตากมีความหลากหลายภายในประชากรต่ำที่สุด (TAK2) ($h = 0.036$, %P = 10.34) สำหรับความหลากหลายระหว่างประชากรพบว่าตัวอย่างข้าวป่าที่ศึกษาทั้งหมดมีค่าความแตกต่างระหว่างประชากรสูงถึง 44.9% ของความแตกต่างทางพันธุกรรมทั้งหมด ($G_{ST} = 0.449$) จากผลการทดลองชี้ว่าประชากรข้าวป่าจากแหล่งต่าง ๆ มีความหลากหลายระหว่างประชากรสูง การอนุรักษ์เพียงประชากรใดประชากรหนึ่งไม่สามารถเป็นตัวแทนของข้าวป่าทั้งหมดได้ จึงควรจะมีการอนุรักษ์ไว้ในสภาพธรรมชาติ (*in situ*) โดยแยกอนุรักษ์แต่ละประชากรไว้ในแต่ละท้องถิ่น

คำสำคัญ: ข้าวป่าสามัญ, *in situ*, โครงสร้างทางพันธุกรรม

คำนำ

ข้าวป่า (wild rice) ชนิดที่เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกเอเชีย (*Oryza sativa* L.) ได้แก่ ข้าวป่าสามัญ (common wild rice, *O. rufipogon*) มี genome เป็นแบบ AA เหมือนกับข้าวปลูกและสามารถผสมพันธุ์กับข้าวปลูกได้เป็นปกติ (Oka, 1988) นอกจากข้าวป่าจะเป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกแล้ว ข้าวปายังใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าว เช่น บางประชากรทนต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Brown planthopper; BPH) ต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคไหม้ และต้านทานต่อการเข้าทำลายของไวรัสชนิด RGSV (Rice grassy stunt virus) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงข้าวทนต่อดินเค็ม (Gregorio *et al.*, 2002) ข้าวป่าสามัญเดิมพบแพร่กระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทย ปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะเกิดการสูญหายของแหล่งพันธุกรรมของข้าวป่าเนื่องจากแหล่งอาศัย (habitat) มีลดน้อยลง (Chitrakon,

1995) ดังนั้น การสำรวจศึกษาลักษณะประจำพันธุ์และขอบเขตความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวป่าที่เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกจะเป็นประโยชน์ทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำแหล่งพันธุกรรมไปใช้ประโยชน์ในงานปรับปรุงพันธุ์ข้าว และเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางพันธุกรรม ในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมด้านไมโครแซเทลไลต์ภายในและระหว่างประชากรของข้าวป่าสามัญ

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บรวบรวมข้าวป่าสามัญจากสภาพธรรมชาติ และรอบแปลงนาข้าวจำนวน 13 ประชากร ในเขตภาคเหนือตอนบน ภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย

ภาคเหนือ ได้แก่ ประชากรจากจังหวัดเชียงใหม่ (CM), ประชากรจากบ้านป่าขาม อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน (LP1), ประชากรจากตำบลตันธง อำเภอเมือง จังหวัด

ลำพูน (LP2), ประชากรจากอำเภอพบพระ จังหวัดตาก (TAK1), ประชากรจากอำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก (TAK2), ประชากรจากบึงทุ่งหงษ์ จังหวัดพิษณุโลก (PSL1), ประชากรจากบึงราชนก จังหวัดพิษณุโลก (PSL2), ประชากรจากจังหวัดสุโขทัย (ST) และประชากรจากจังหวัดพิจิตร (PC)

ภาคกลาง ได้แก่ ประชากรจากจังหวัดชัยนาท (CNT), ประชากรจากอำเภอดงละคร จังหวัดนครนายก (NY1), ประชากรจากช้างแปลงเกษตรกร อำเภอดงละคร จังหวัดนครนายก (NFNY) และใช้ข้าวปลูก 2 พันธุ์เป็นพันธุ์เปรียบเทียบได้แก่ สุพรรณบุรี 1 (SPR1) ข้าวดอกมะลิ 105 (KDML105)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ ประชากรจากจังหวัดสกลนคร (SK)

ปลูกประชากรข้าวป่าในกระถาง กระถางละ 1 ต้น ประชากรละ 20 ต้น เก็บตัวอย่างใบข้าวแต่ละต้น สกัด DNA และนำ DNA ที่สกัดได้มาทำการเพิ่มขยายปริมาณด้วยปฏิกิริยา PCR (Polymerase Chain Reaction) โดยเทคนิค microsatellite markers โดยใช้ primer RM1 RM22, RM164, RM211 และ RM212 ภายใต้เงื่อนไข คือ 94 °C นาน 4 นาที 1 รอบ ตามด้วย 94 °C 30 วินาที, 55 °C 30 วินาที และ 72 °C 45 วินาที จำนวน 40 รอบ และ 72 °C 10 นาที 1 รอบ

นำผลผลิตที่ได้ออกจากการทำ PCR ไปตรวจสอบด้วย 10% polyacrylamide gel electrophoresis ย้อมเจลที่ได้ด้วย ethidium bromide 5 μ I/TBE buffer 100 ml เพื่อนำไปดูการเกิดลายพิมพ์ DNA ภายใต้แสงยูวีของเครื่อง UV transilluminator แล้วบันทึกภาพด้วยกล้องโพลาไรซ์เพื่อไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

ประเมินค่า genetic parameter ได้แก่ gene diversity (h), Shannon index (I), % polymorphic loci (%P), genetic differentiation (G_{ST}) วิเคราะห์หาระยะห่างระหว่างพันธุกรรม และความสัมพันธ์ระหว่างประชากร (dendrogram) ใช้ โปรแกรม Popgen V 3.2 (Yeh *et al.*, 1997) และ MEGA 2 (Kumar *et al.*, 2001)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรข้าวป่า

จากการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรโดยวิธี microsatellite markers จำนวน 5 ตำแหน่ง พบว่าประชากรข้าวป่ามีค่า gene diversity หรือ heterozygosity ระหว่าง 0.036 ถึง 0.181 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.125 มีค่า Shannon index ระหว่าง 0.054 ถึง 0.289 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.194 และมีค่า % polymorphic loci ระหว่าง 10.34% ถึง 72.41% ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.83% (ตารางที่ 1) โดยประชากรข้าวป่าที่เก็บมาจากอำเภอดงละคร จังหวัดนครนายก (NY1) มีความหลากหลายภายในประชากรสูงที่สุด ($h = 0.181$, $I = 0.289$ และ $\%P = 72.41$) และประชากรจากอำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก (TAK2) มีความหลากหลายภายในประชากรน้อยที่สุด ($h = 0.036$, $I = 0.054$ และ $\%P = 10.34$)

เมื่อพิจารณาความหลากหลายระหว่างประชากรของข้าวป่าสามัญจากทุกพื้นที่ พบว่า มีค่า genetic differentiation (G_{ST}) เท่ากับ 0.449 (ตารางที่ 1) แสดงว่าความแปรผันทางพันธุกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความหลากหลายระหว่างประชากร 44.9% และความหลากหลายภายในประชากร 54.9%

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระดับโมเลกุลระหว่างประชากร พบว่าประชากรข้าวป่าทั้ง 13 ประชากรสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มที่ระยะห่างระหว่างพันธุกรรมเท่ากับ 0.08 (ภาพที่ 1) กลุ่มแรกได้แก่ประชากรข้าวป่าที่เก็บมาจากจังหวัดเชียงใหม่ ตำบลป่าขาม จังหวัดลำพูน จังหวัดสกลนคร อำเภอพบพระ จังหวัดตาก บึงทุ่งหงษ์ จังหวัดพิษณุโลก และยังมีข้าวป่าในเขตภาคกลางที่เก็บมาจากจังหวัดชัยนาท และเก็บมาจากขอบแปลงข้าวในจังหวัดนครนายก กลุ่มที่ 2 ได้แก่ประชากรที่เก็บมาจากตำบลต้นธง จังหวัดลำพูน อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก บึงราชนก จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดพิจิตร และประชากรจากจังหวัดสุโขทัย นอกจากนี้ยังสามารถแยกประชากรข้าวป่า ออกจากข้าวปลูกได้อย่างชัดเจนที่ระยะห่างระหว่างพันธุกรรมเท่ากับ 0.13

งานทดลองนี้พบว่าข้าวป่าสามัญในประเทศไทยมีความหลากหลายทางพันธุกรรมทั้งภายในและระหว่างประชากรสูง เช่นเดียวกับการศึกษาในลักษณะทางสัณฐานวิทยา ที่พบความหลากหลายทั้งภายในประชากรและระหว่างประชากรเช่นกัน (อติเรก และคณะ, 2548) จากผลการทดลองชี้ว่าประชากรข้าวป่าจากแหล่งต่าง ๆ มีความหลากหลายระหว่างประชากรสูง การอนุรักษ์เพียง

ประชากรใดประชากรหนึ่งไม่สามารถเป็นตัวแทนของข้าวป่าทั้งหมดได้ จึงควรจะมีการอนุรักษ์ไว้ในสภาพธรรมชาติ (*in situ*) โดยแยกอนุรักษ์แต่ละประชากรไว้ในแต่ละท้องถิ่น สำหรับการอนุรักษ์นอกสภาพธรรมชาติ (*ex situ*) นั้น เนื่องจากประชากรยังมีความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากร การเก็บตัวอย่างควรให้มีประชากรขนาดใหญ่เพื่อป้องกันการเกิด genetic drift

Table 1 Genetic parameters of 13 populations of common wild rice (*Oryza rufipogon*) collected from different regions in Thailand.

Pop.	Location	Genetic parameters		
		h	I	%P
1	Chiang Mai (CM)	0.129	0.202	44.83
2	Lamphun (LP1)	0.101	0.155	32.76
3	Lamphun (LP2)	0.076	0.113	20.69
4	Tak (TAK1)	0.116	0.178	36.21
5	Tak (TAK2)	0.036	0.054	10.34
6	Phitsanulok (PSL1)	0.154	0.244	58.62
7	Phitsanulok (PSL2)	0.116	0.173	32.76
8	Sukhothai (ST)	0.097	0.151	34.48
9	Phichit (PC)	0.138	0.219	53.45
10	Chainat (CNT)	0.178	0.278	60.34
11	Nakhonnayok (NY1)	0.181	0.289	72.41
12	Near rice field Nakhonnayok (NFFNY)	0.169	0.262	56.9
13	Sakhon Nakhon (SN)	0.166	0.257	53.45
mean		0.125	0.194	42.838
total		0.23	0.369	98.28

h = Gene diversity, I = Shannon index, %P = Percent polymorphic loci

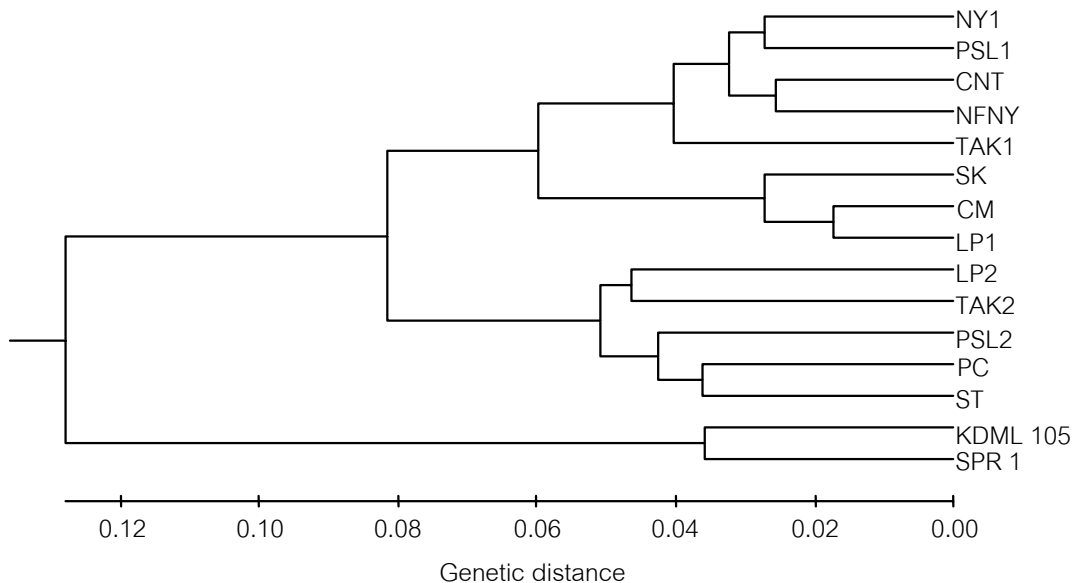


Figure 1 UPGMA dendrogram based on Nei's distance showing genetic relationships among 13 populations of common wild rice.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก McKnight Foundation และ USAID และได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัย สาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และขอขอบคุณ คุณต๋อนภา ผุสดี ที่ให้ข้อแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลทางดีเอ็นเอ

เอกสารอ้างอิง

อดิเรก ปัญญาธิอ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และคันสนีย์ จัจด. 2548. ประเมินลักษณะประจำพันธุ์ของประชากรข้าวป่าสามัญจากพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย. หน้า 129-138. ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการเรื่อง "ข้าววิจัยพืช". สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

Chitrakon S. 1995. Characterization, evaluation and utilization of wild rice germplasm in

Thailand. Pathum Thani Rice Research Center, Thailand Rice research Institute Bangkok. 143 pp.

Gregorio, G.B., D. Senadhira, R.d. Mendoza, N.L. Manigbas, J.P. Roxas, and C.Q. Guerta. 2002. Progress in breeding for salinity tolerance and associated abiotic stress in rice. Field Crop Research 76: 91-101.

Kumar, S, K. Tamura, I. B. Jakobsen and M. Nei. 2001. MEGA 2: Molecular Evolutionary Genetic Analysis Software. Bioinformatics 17: 1244-1245 .

Oka H.I. 1988. Origin of Cultivated Rice. Japan Scientific Societies Press and Elsevier, Tokyo. 254 pp.

Yeh, F. C., R. C. Yang, T. Boyle, Z. H. Ye and J. X. Mao. 1997. POPGENE, the user-friendly freeware for population genetic analysis. Molecular Biology and Biotechnology Center. University of Alberta, Canada.

Responses of Rice to Low P Supply in Alternate Aerated and Stagnant Solution Culture

Dang Huu Thang^{1/}, Sansanee Jamjod^{2/}, and Benjavan Rerkasem^{2/}

Abstract: Rainfed lowland rice usually encounters intermittent aerobic and anaerobic conditions. Water supply for rainfed lowland rice comes from rainfall, which can not be controlled in the amount and timing during the crop season, and resulting in variation in the supply of oxygen and phosphorus. Rice grown under such condition has to adapt to environment with varying oxygen and P availability. These adaptations of rice may affect growth and nutrient uptake. The objective of this study was to evaluate the growth, morphological and physiological responses in rice as affected by oxygen regimes and P supply. Pregerminated seeds of a high yielding Thai rice cultivar, Chainat 1, were grown in aerated full strength nutrient solution for 10 days, then transferred to treatments with added low P (2 ppm) or high P (8 ppm) in aerated (A) or stagnant nutrient solution (S, with 0.1% agar) for 12 days. After that, plants from each P level were split into two groups. One group continued in aerated (AA) or stagnant (SS) solution as before. The other group of aerated plants were transferred to stagnant solution (AS) and stagnant plants transferred to aerated (SA) condition. Before the transfer and 8 days after the transfer plants were assessed for tiller number, root and shoot dry weight, length of the longest roots, number of adventitious roots, root porosity and adventitious root examined for aerenchyma formation (5 cm from tip). The rice plants tillered less in stagnant than in aerated condition throughout the entire experimental period. This difference was greater in high P than in low P. The effect of aeration on plant dry weight became significant in low P at 20 days, although it was not evident at 12 days. Roots of aerated plants were almost twice as long as roots in stagnant solution, aerated plants in low P also had longer roots than in high P. Aeration increased root:shoot ratio (R:S) in low P, although it had no effect in high P. However, plants in stagnant solution had more adventitious roots, especially with high P. Roots in stagnant solution had higher porosity (% gas space) than

^{1/} Soil Science and Plant Nutrition Department, Faculty of Agronomy, Hue University of Agriculture and Forestry, Vietnam

^{2/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

those aerated. This difference also associated with greater extent of aerenchyma formation in stagnant than in aerated solution. Eight days after the transfer from A to S (AS), the tillering, plant dry weight and root elongation were slowed down compared with those kept in aerated all the time (AA). In both low P and high P, roots elongated more slowly when transferred from A to S compared with plants kept in AA. Transferring from A to S, the R:S slowed down compared with plants kept in AA. However, when transferred from A to S adventitious root number and root porosity increased compared with plants kept in AA. The effects of low P and high P on these were not seen during 20 days when plant kept in A or AA, but after transfer from A to S the adventitious root number and root porosity were greater in high P than in low P. In contrast, after transfer from S to A, the tiller number, dry weight, root length and R:S increased compared with plants kept in stagnant all the time (SS). When transferred from S to A, adventitious root number increased slowly compared with that kept in SS.

The rice plant responded to P in both aerated and stagnant conditions, but the response to P stronger in stagnant than in aerated condition. The effects of transferring between aerated and stagnant solution were measurable after 8 days.

Keywords: Rainfed lowland rice, morphology, physiology, root porosity, stagnant, aerated, aerenchyma formation.

บทคัดย่อ: ข้าวที่ปลูกในสภาพน้ำฝนมักประสบกับสภาพมีออกซิเจนและปลดออกซิเจนสลับกัน ข้าวที่ปลูกในสภาพน้ำฝนได้รับน้ำจากน้ำฝน ซึ่งไม่สามารถควบคุมปริมาณและระยะเวลาในระหว่างฤดูกาลเพาะปลูกได้ ทำให้เกิดความแปรปรวนของปริมาณออกซิเจนและฟอสฟอรัสในดิน ข้าวที่ปลูกในสภาพเช่นนี้ ต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพที่มีความแปรปรวนทั้งปริมาณออกซิเจนและฟอสฟอรัส การปรับตัวของข้าวนี้อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหาร การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโต การตอบสนองทางกายวิภาคและสรีรวิทยาของข้าวต่อผลกระทบเนื่องจากระดับออกซิเจนและฟอสฟอรัส ทำการศึกษาข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ให้ผลผลิตสูงโดยเฉพาะเมล็ดในสารละลายอาหารที่มีออกซิเจนเพียงพอเป็นเวลา 10 วัน หลังจากนั้นย้ายไปปลูกในสารละลายที่มีออกซิเจน (A) และปลดออกซิเจน (S; ผสมวุ้น 0.1 %) และระดับฟอสฟอรัสต่ำ (2 ppm) และ สูง (8 ppm) เป็นเวลา 12 วัน หลังจากนั้นย้ายต้นข้าวจากแต่ละระดับฟอสฟอรัสโดยแยกออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งยังคงปลูกต่อไปในสภาพมีออกซิเจน (AA) และปลดออกซิเจน (SS) เช่นเดิม อีกกลุ่มหนึ่งของต้นที่เคยปลูกในสภาพมีออกซิเจนย้ายปลูกไปยังสภาพปลดออกซิเจน (AS) และต้นข้าวที่เคยปลูกในสภาพปลดออกซิเจนย้ายปลูกไปยังสภาพมีออกซิเจน (SA) ทำการประเมินจำนวนหน่อ น้ำหนักแห้งรากและต้น ความยาวราก จำนวนราก ความพรุนราก และ โพรงอากาศในรากที่ระยะ 5 เซนติเมตร จากปลายราก ของต้นข้าวก่อนย้ายปลูกและหลังย้ายปลูก 8 วัน จากการศึกษาพบว่าต้นข้าวในสภาพปลดออกซิเจนแตกกอหน่อเร็วกว่าต้นข้าวที่ปลูกในสภาพมีออกซิเจนตลอดระยะเวลาการศึกษา ความแตกต่างนี้เห็นชัดเจนในระดับฟอสฟอรัสสูงมากกว่าระดับฟอสฟอรัสต่ำ ผลกระทบของสภาพมีออกซิเจนต่อน้ำหนักแห้งพืชไม่มีความแตกต่างเมื่อปลูกนาน 12 วัน แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อปลูกข้าวในระดับฟอสฟอรัสต่ำเป็นระยะเวลา 20 วัน รากของข้าวที่ปลูกในสภาพมีออกซิเจนมีความยาวเกือบสองเท่าของรากข้าวที่ปลูกในสภาพปลดออกซิเจน สำหรับข้าวที่ปลูกในสภาพมีออกซิเจนที่ระดับฟอสฟอรัสต่ำมีความยาวรากมากกว่ารากข้าวที่ปลูกในระดับฟอสฟอรัสสูงเช่นกัน สภาพมีออกซิเจนทำให้อัตราส่วนรากต่อต้นเพิ่มขึ้นในสภาพที่มีระดับฟอสฟอรัสต่ำ แต่ไม่มีผลเนื่องจากระดับฟอสฟอรัสสูง อย่างไรก็ตามข้าวที่ปลูกในสภาพปลดออกซิเจนมีจำนวนรากมากกว่า โดยเฉพาะเมื่อ

ได้รับฟอสฟอรัสระดับสูง รากข้าวเมื่อปลูกในสภาพปลอดออกซิเจนมีความพรุน (% ช่องอากาศ) มากกว่ารากข้าวที่อยู่ในสภาพมีออกซิเจน หลังจากย้ายปลูกจากสภาพมีออกซิเจนไปยังสภาพปลอดออกซิเจนเป็นเวลา 8 วัน จำนวนหน่อ น้ำหนักแห้ง และการยืดขยายรากลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับต้นข้าวที่ยังคงปลูกในสภาพมีออกซิเจนตลอดการทดลอง การยืดขยายรากลดลงอย่างชัดเจนเมื่อย้ายจากสภาพมีออกซิเจนไปยังสภาพปลอดออกซิเจนทั้งในระดับฟอสฟอรัสต่ำ และสูง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกในสภาพมีออกซิเจน การย้ายปลูกจากสภาพที่มีออกซิเจนไปยังสภาพปลอดออกซิเจนทำให้อัตราส่วนรากต่อต้นลดลงเช่นกัน อย่างไรก็ตามเมื่อย้ายจากสภาพมีออกซิเจนไปยังสภาพปลอดออกซิเจนในระดับฟอสฟอรัสสูงจำนวนรากและความพรุนรากเพิ่มขึ้นมากกว่าในระดับฟอสฟอรัสต่ำ ในทางตรงกันข้าม หลังจากย้ายต้นข้าวจากสภาพปลอดออกซิเจนไปยังสภาพมีออกซิเจน จำนวนหน่อ น้ำหนักแห้ง ความยาวราก และอัตราส่วนรากต่อต้นเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นข้าวที่ยังคงปลูกในสภาพปลอดออกซิเจน เมื่อย้ายจากสภาพปลอดออกซิเจนไปยังสภาพมีออกซิเจนจำนวนรากเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นข้าวที่ปลูกในสภาพปลอดออกซิเจนตลอดการทดลอง

ต้นข้าวตอบสนองต่อระดับฟอสฟอรัสทั้งในสภาพมีออกซิเจนและปลอดออกซิเจน แต่การตอบสนองต่อฟอสฟอรัสเมื่อปลูกในสภาพปลอดออกซิเจนนั้นชัดเจนกว่าในสภาพมีออกซิเจน ผลจากการย้ายปลูกระหว่างสภาพมีออกซิเจนและปลอดออกซิเจนนั้นสามารถวัดได้หลังย้ายปลูก 8 วัน

คำสำคัญ: ข้าวนาข้าวไร่ ภาวะขาดน้ำ ภาวะขาดฟอสฟอรัส ความพรุนราก สภาพปลอดออกซิเจน สภาพมีออกซิเจน การสร้างโพรงอากาศ

Introduction

Rainfed lowland rice (*Oryza sativa* L.) in Asian countries usually encounters intermittent aerobic and anaerobic soil conditions. Water supply for rainfed lowland rice comes from rainfall, which cannot be controlled in the amount and timing during crop growth. When it has not rained for a long time, the soil loses water until rice roots experience aerobic conditions. If rainfall is high and constant, the soil becomes flooded and rice roots encounter anaerobic condition. This means plant must undergo varying physiological acclimation with each change through the season.

Intermittent aeration and anaeration of the soil depresses availability of several nutrients, particularly P, for uptake by rice roots. Constraint to rice growth is not only from intermittent aerobic and anaerobic soils but also from P deficiency, which is also related to the soil water status (Bell *et al.*, 2001). In addition, soils of rainfed lowlands are often low in

P availability, which also depends on water availability. The root under aerobic conditions is normally elongated extensive (Colmer, 2003), which favours better water and nutrient uptake at depth in the soil layers.

When the soil is flooded, oxygen is displaced by water and rapidly depleted (Kennedy *et al.*, 1992). Rice roots in flooded soil are adversely affected by O₂ deficiency. To grow under anaerobic conditions, rice roots carry O₂ to respiring tissues through longitudinal gas channels (known as aerenchyma) found in the root cortex. Aerenchyma development and O₂ flux to root tips increase in response to lack O₂ conditions (Colmer *et al.*, 1998). However, to prevent radial oxygen losses the formation the aerenchyma is usually associated with the formation of a barrier in the root (Colmer and Bloom, 1998). These physiological changes in the process of acclimation to anaerobic condition may hinder nutrient uptake by the rice roots.

The investigations of morphological and physiological responses of rice roots to aerobic and anaerobic soils are difficult because there are many effects in soils, particularly the variation of nutrients availability. Therefore, aerobic or anaerobic soils were simulated by using oxygen bubbling or stagnant solution containing 0.1% agar to prevent convection (Wiengweera *et al.*, 1997).

Kirk and Du (1997) reported that rice plants adapt to low P supply in anaerobic condition by increasing root surface area, aerenchyma, and root porosity. Hence, responses of roots to nutrients uptake and plant growth under aerobic or anaerobic conditions are reasonably well understood, but it is not known how nutrient uptake and rice growth by rice roots respond to change in O_2 regimes and P supply. An understanding of the adaptations of rice to change in such condition may suggest nutrient management technologies, as well as transplanting time when water is insufficient will be reduced labor cost and waste crop land. This experiment aimed to examine morphological and physiological responses in rice as affected by alternate aerated and anaerated conditions.

Materials and Methods

Pregerminated seeds of a high yielding Thai rice cultivar, Chainat 1, were grown in aerated full strength nutrient solution for 10 days, then transferred to treatments with added low P (2 ppm, LP) or high P (8 ppm, HP) in aerated (A) or stagnant nutrient solution (S). After 12 days plants from each P level were split into two groups. One group continued in aerated (AA) or stagnant (SS) solution as before. The other group of aerated plants were

transferred to stagnant solution (AS) and stagnant plants transferred to aerated (SA) condition. Each treatment, consisted of 4 plants in 10 liters of nutrient solution was replicated 4 times. The nutrient solution used contained (μM): KNO_3 :3750; NH_4NO_3 :625; NaCl :50; SiO_2 :100; H_3BO_3 :25; Fe-EDTA :100; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$:400; $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$:2; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$:2; $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$:1; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$:0.5; $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$:0.5; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$:1000 (modified from Yoshida *et al.*, 1976). The stagnant nutrient solution contained 0.1% (w/v) agar to prevent mixing of atmospheric O_2 into the nutrient solution by convection (Wiengweera *et al.*, 1997). Oxygen concentration in the stagnant solution was 1.2– 1.5 (%). The aerated treatment was imposed by bubbling air through the nutrient solution which has O_2 concentration at 16.5–18.2 (%). The nutrient solution was renewed every 7 days and pH was adjusted to 6.5 during experiment.

Tiller number, adventitious root number, root length, root:shoot ratio, plant dry weight, and root porosity were measured before the transfer and 8 days after transfer. Examination of the aerenchyma was made with cross sections of adventitious roots at 5 cm from the root tip under a compound microscope. The root system was separated into thick and thin roots. Thick roots were the adventitious roots. Thin roots were smaller (less than 0.5 mm diameter) and had more lateral roots than thick root. Roots were cut into 50 mm segments for porosity measurement. Thick and thin root porosity (% gas spaces per unit tissue volume) from each plant was evaluated by measuring root buoyancy before and after vacuum infiltration of the gas spaces in the root with water (Raskin, 1983), using the equations as modified by Thomson *et al.* (1990).

Results

The rice plants tillered less in stagnant (S) than in aerated (A) nutrient solution throughout the entire experimental period (Fig. 1a). This difference was greater in high P than in low P. After transfer from S to A (SA), the plants gave more tillers compared with plants kept in SS, but those slowed down when plants were transferred from A to S (AS) compared with plants kept in AA.

The effect of aeration on plant dry weight became significant in high P at 20 days, although it was not evident at 12 days (Fig. 1b). This difference was greater in high P than in low P. After the transfer from aerated to stagnant (AS), plant dry weight did not increase as fast as those kept aerated throughout. Plants in AA also responded more strongly to P than those aerated then transferred to stagnant.

In general plants in low P had higher root:shoot ratio than those in high P. Aeration increased root:shoot ratio in low P, although it had no effect in high P before transition (Fig. 1c). When transferred from aerated to stagnant (AS), the root:shoot ratio did not increase much compared with plants kept in AA. With low P supply the root:shoot ratio was more depressed than in high P after transfer from A to S (AS). However, plants increased root:shoot ratio when transfer from S to A compared with plants kept in SS, and that was greater in low P than in high P.

In aeration, plants gave more than double maximum root length throughout the entire experimental period. Aerated plants in low P also had longer roots than in high P (Fig. 1d). After transfer from A to S (AS), root elongations were slowed down in both low and high P compared with those of plants kept in AA. However, when transfer from S to A (SA), the roots elongated strongly compared with plants kept in SS. The effect of P supply on root length was found, and these differences were larger in low P than in high P.

In contrast, aerated plants had fewer adventitious roots and high P increased the number of adventitious roots in stagnant solution (Fig. 2a). After transfer from A to S (AS) the adventitious roots number increased sharply compared with plants kept in AA, and in high P supply there were more adventitious roots than that in low P. However, when plants were transferred from S to A (SA), there were fewer adventitious roots compared with plants kept in SS. Phosphorus level had no effect on the number of adventitious roots either in AS or SA.

As expected, the rice roots growing in stagnant solution had higher porosity (% gas space) than those in aerated solution (Fig. 2b). This difference can be seen in the formation of aerenchyma (Fig. 3). However, we found that root porosity was enhanced by P supply. After transfer from S to A (SA), the root porosity was depressed compared to plants in SS and that was greater in high P than low P. However, root porosity increased when transfer from A to S (AS) compared to plants kept in AA. There was no difference about these in low P and high P in AS.

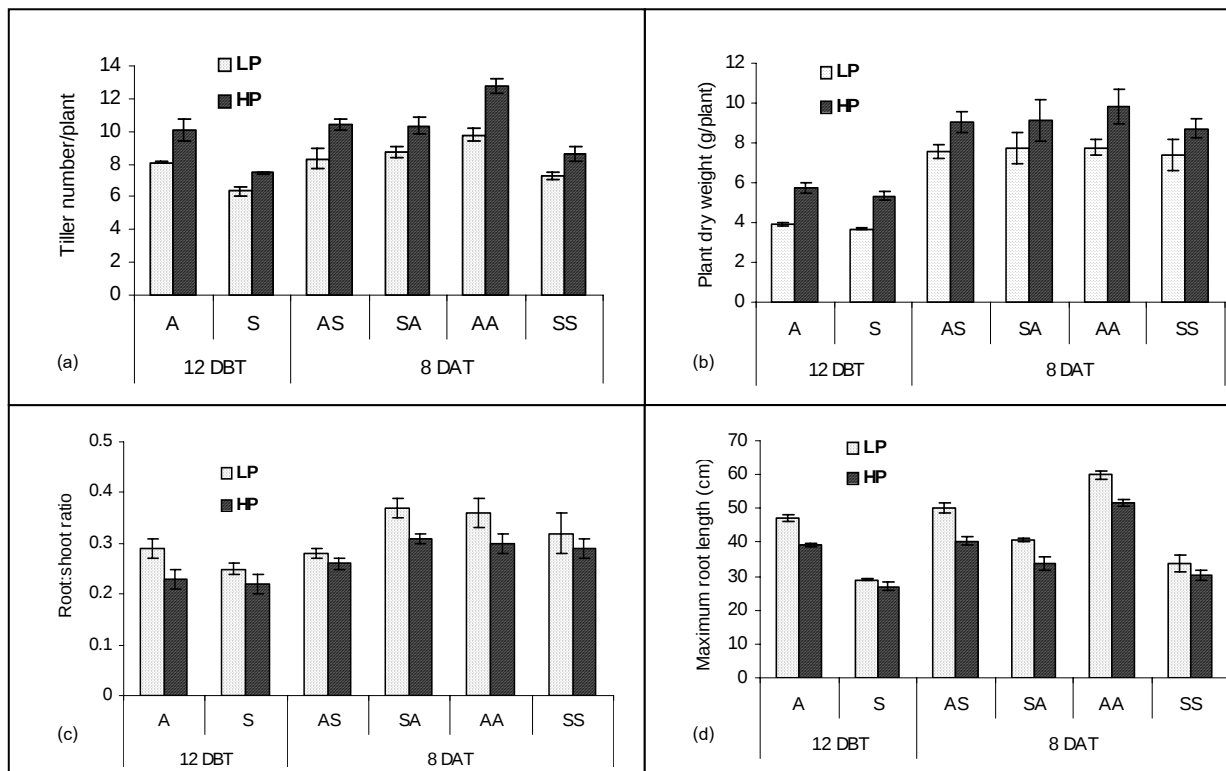


Figure 1 Tiller number/plant (a), plant dry weight (g/plant) (b), root:shoot ratio (c) and maximum root length (cm) (d) of rice grown in aerated (A) or stagnant (S) nutrient solution with low P (LP) or high P (HP) for 12 days (DBT) then plants were transferred to opposite either stagnant (AS) or aerated (SA) or aerated (AA) and stagnant (SS) nutrient solution throughout for 8 days (DAT). Vertical bars represent means and standard errors values of four replicates for comparing between P levels, oxygen supplied (A or S) and interaction between P x O.

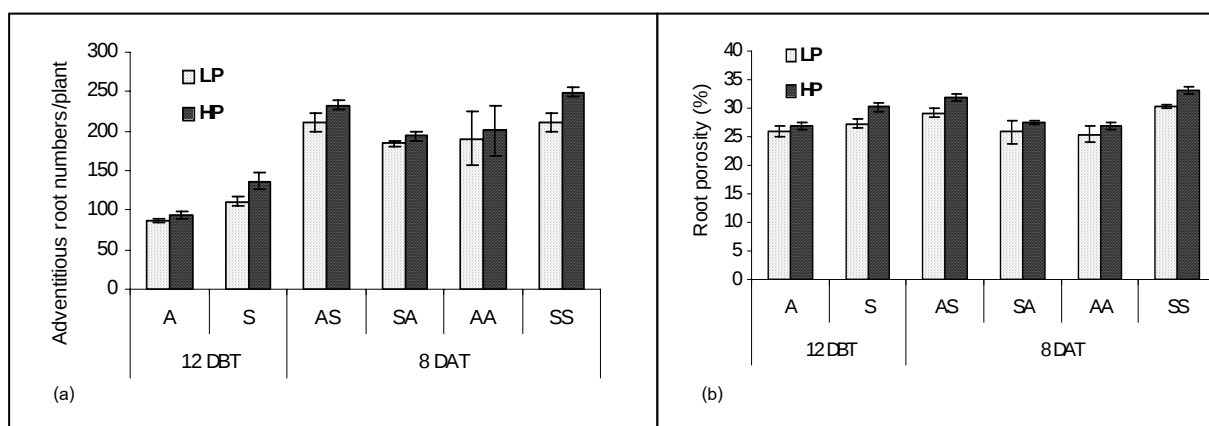


Figure 2 Adventitious root number plant⁻¹ (a) and root porosity (b) of rice grown in aerated (A) or stagnant (S) nutrient solution with low P (LP) or high P (HP) for 12 days (DBT) then plants were transferred to opposite either stagnant (AS) or aerated (SA) or aerated (AA) and stagnant (SS) nutrient solution throughout for 8 days (DAT). Vertical bars represent means and standard errors values of four replicates for comparing between P levels, oxygen supplied (A or S) and interaction between P x O.



Figure 3 Aerenchyma appearance in adventitious roots (5 cm from the root tip) of plants grown in aeration associated with low P (A LP) or high P (A HP) and in stagnant associated with low P (S LP) or high P (S HP).

Discussion

By comparing the system of stagnant solution with 0.1% agar to simulate the anaerobic condition for rice roots (Wiengweera *et al.*, 1997) with O_2 supplied in the nutrient solution, we have shown that rice plants grew better in aerobic than in anaerobic condition.

The appearance of aerenchyma in adventitious roots of rice (Fig. 3) was showed that in stagnant solution (0.1 % agar) the aerenchyma was stronger formed than those in aerated solution. These evidences were associated with root porosity (% gas space), which was greater in stagnant than in aerated condition. This is similar to the response of wheat roots grown in stagnant and aerated solution found by McDonald *et al.*, 2002; Wiengweera *et al.*, 1997, and other finding in rice when grown in waterlogged soils reported by Justin and Armstrong, 1987. Previous study was also reported that roots of plants growth in anaerobic condition depends upon an internal O_2 supply, which moves from atmosphere through aerenchyma to the root apex (Armstrong, 1979). The efficacy of internal aeration within a root is determined by traits of morphological characteristics such as root length, root diameter, adventitious root

numbers and also physiological processes such as the formation of barrier in the root in order to prevent radial oxygen losses (Colmer *et al.*, 1998; Kirk and Du, 1997; Armstrong, 1979). These physiological changes in anaerobic condition may hinder nutrient uptake by the rice roots and caused affecting plant growth such less tiller number.

Bell *et al.* (2001) and Colmer (2003), on the other hand, reported that rice root under aerobic conditions normally has a long maximum length to facilitate water and nutrient uptake at dept in the soils layer. The data of this study have shown that plants in aerated condition had longer maximum root length, but less adventitious number than plants grown in stagnant condition. We also found that after transfer from S to A plants were stronger in root elongation. In contrast, root elongation slowed down when plants were transferred from A to S. This result was similar to the finding of Jackson and Drew (1984). They discussed that O_2 in aerenchymatous roots was consumed by respiration or was lost to the rhizosphere. Radial oxygen loss decreases the amount of oxygen available to the apex of roots solely dependent on O_2 from aerenchyma and, therefore, would decrease their maximum length in O_2 free condition.

The aerenchyma appearance in adventitious roots associated with barrier formation, which may in turn affect nutrient uptake by plants, however, the present work we have not shown data of P content in plants. The response of rice plant to aeration and anaeration were clearly influenced by low P supply.

Conclusion

Rice growing in aerated nutrient solution had higher tiller numbers, root length, plant dry weight and root:shoot ratio than in those growing in stagnant nutrient solution. However, the adventitious root numbers, root porosity and aerenchyma increased in stagnant nutrient solution. Responses of rice plants to aeration and anaeration, however, were clearly influenced by the level of phosphorus supply to the roots.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Department of Technology and Economic Co-operation (DTEC), Thailand for financial support and Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University for Laboratory and Mr. Sittichai Lodkaew for Laboratory work facilities.

References

- Armstrong, W. 1979. Aeration in higher plants. *Advances in Botanical Research*. 7: 225-332.
- Bell, R.W., C. Ros, and V. Seng. 2001. Improving the efficiency and sustainability of fertiliser use in drought- and submergence-prone rainfed lowlands in Southeast Asia. In: S. Fukai, and J. Basnayake. Eds., Increased Lowland Rice Production in the Mekong Region. Canberra, Australia, Australian Centre for International Agricultural Research, Pp. 155-169.
- Colmer T. D. 2003. Aerenchyma and an inducible barrier to radial oxygen loss facilitate root aeration in upland, paddy and deep-water rice (*Oryza sativa* L.). *Annals of Botany*. 91: 301-309.
- Colmer, T.D., and A.J. Bloom. 1998. A comparison of NH_4^+ and NO_3^- net fluxes along roots of rice and maize. *Plant, Cell and Environment*. 21: 240-246.
- Colmer, T.D., M.R. Gibberd, A. Wiengweera, and T.K. Tinh. 1998. The barrier to radial oxygen loss from roots of rice (*Oryza sativa* L.) is induced by growth in stagnant solution. *Journal of Experimental Botany*. 49: 1431-1436.
- Jackson, M.B., and M.C. Drew. 1984. Effects of flooding on growth and metabolism of herbaceous plants. In T.T., Kozlowski (ed). Flooding and plant growth. New York: Academic Press. Pp. 47-128.
- Kennedy, R.A., M.E. Rumpho, and T.C. Fox. 1992. Anaerobic metabolism in plants. *Plant Physiology*. 100: 1-6
- Kirk, G.J.D., and L.V. Du. 1997. Changes in rice root architecture, porosity, and oxygen and proton release under phosphorus deficiency. *New Phytologist*. 135: 191-200.
- McDonald, M.P., N.W. Galwey, and T.D. Colmer. 2002. Similarity and diversity in adventitious root anatomy as related to root aeration among a range of wetland and dryland grass species. *Plant, Cell and Environment*. 25: 441-451.

- Raskin, I. 1983. A method for measuring leaf volume, density, thickness and internal gas volume. *Horticultural Science*. 18: 698-699.
- Thomson, C.J, W. Armstrong, I. Waters, and H. Greenway. 1990. Aerenchyma formation and associated oxygen movement in seminal and nodal roots of wheat. *Plant, Cell and Environment*. 13: 395-403.
- Wiengweera, A., H. Greenway, and C.J. Thomson. 1997. The use of agar nutrient solution to simulate lack of convection in waterlogged soils. *Annals of Botany*. 80: 115-123.
- Yoshida, S., D.A. Forno, J.H. Cock, and K.A. Gomez. 1976. Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. 3rd Edition. The International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
-

การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของลูกผสมชั่วที่ 1 ของข้าวสาลี

Growth Analysis of F1 Hybrids in Wheat

วรรณะพงศ์ จันทน์อินทร์^{1/}, สุทัศน์ จุลศรีไกรวัล^{1,*}, จักรี เส้นทอง^{1/} และ ดำเนิน กาละดี^{1/}
Whattanapong Jun-in^{1/}, Suthat Julsrigival^{1,}, Chuckree Senthong^{1/} and Dumnern Karladee^{1/}*

Abstract: Growth analysis of F1 hybrid in wheat was studied at the experimental site of Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Four varieties of wheat included CMU 88-8, CMU 94-9, Fang 60 and Sa Moeng 2 were used as parents. F1 hybrid seeds of each single cross were developed among these parents in half diallel method during December 2001 to March 2002. F1 hybrid seeds of each single cross were planted along with their parents during December 2002 to March 2003 for studying of growth analysis and genetic performance of traits. Results of study clearly indicated that F1 hybrids of wheat gave higher average in grain yields per plant than their parents because these hybrids performed better in crop growth rate (CGR), spike growth rate (SPGR) and partitioning of assimilate to spike than their parents. For genetical study, it showed that CMU 94-9 were good in general combining ability (g.c.a.) for grain yield per plant, earliness, spikelet per spike, 100 grain weight and plant height, Fang 60 was good in general combining ability (g.c.a.) for grain yield per plant, earliness and plant height. Single cross which gave good specific combining ability (s.c.a.) for grain yield per plant included Sa Moeng 2 x Fang 60 and CMU 94-9 x Fang 60. Results of this study also revealed that earliness, plant height and spikelet number were controlled importantly by additive genes while additive and non additive genes were involved properly for seed size and grain yield per plant. This experimental results could be intensively concluded that F1 hybrids of wheat provided more promising heterotic of physiological characters especially CGR, SPGR and partitioning coefficient than their parents. So that, for improving of high yielding ability of wheat genotypes, physiological traits should be considered couple with agronomic characters as a criteria for selection.

Keywords: wheat, growth analysis, combining ability

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

^{1/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

* Corresponding author

บทคัดย่อ: การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของลูกผสมชั่วที่ 1 ของข้าวสาลีได้ทำการวิจัยที่แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้ข้าวสาลี 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CMU 88-8 CMU 94-9 ผ่าง 60 และ สะเมิง 2 เป็นพันธุ์พ่อแม่ ทำการสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2544 ถึงเดือนมีนาคม 2545 ต่อมาได้ทำการปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่เพื่อวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต โดยทำการทดลองระหว่างเดือน ธันวาคม 2545 ถึงเดือน มีนาคม 2546 ผลการศึกษาพบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตต่อต้นสูงกว่าพันธุ์พ่อแม่ เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตรวม อัตราการเจริญเติบโตของรวงและประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่วางดีกว่าพันธุ์พ่อแม่ การศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรมพบว่าพันธุ์ CMU 94-9 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไประดับของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น อายุออกดอก ช่อดอกย่อยต่อรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด และ ความสูงของลำต้น พันธุ์ ผ่าง 60 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไประดับของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น อายุออกดอกและความสูงของลำต้น ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะที่ดีของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น ได้แก่ คู่ผสม สะเมิง 2 x ผ่าง 60 และ CMU 94-9 x ผ่าง 60 ผลการศึกษานี้ยังพบอีกว่า อายุออกดอก ความสูงของลำต้น และ จำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง ถูกควบคุมด้วยยีนส์แบบผลบวก ขณะที่ขนาดเมล็ดและผลผลิตต่อต้นถูกควบคุมด้วยยีนส์ทั้งแบบผลบวกและไม่ใช่แบบผลบวก จากผลการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 ของข้าวสาลีมีความดีเด่นของลักษณะทางสรีรวิทยา โดยเฉพาะอัตราการเจริญเติบโตรวม อัตราการเจริญเติบโตของรวง และ ประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่วางที่ดีกว่าพันธุ์พ่อแม่ ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวสาลีให้ได้ผลผลิตสูงและได้ผลดีจึงควรนำลักษณะทางสรีรวิทยามาร่วมพิจารณาประกอบการคัดเลือกด้วยโดยเฉพาะการคัดเลือกพันธุ์ข้าวสาลีที่มีการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่วางเพื่อการสร้างเมล็ดที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักเมล็ดที่สูง

คำสำคัญ: ข้าวสาลี การวิเคราะห์การเจริญเติบโต การรวมตัวของลูกผสม

คำนำ

ข้าวสาลีเป็นธัญพืชเมืองหนาวที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากมีการบริโภคผลิตภัณฑ์ของข้าวสาลีเพิ่มมากขึ้น จากรายงานของ นารีนัฐ และ วรพร (2545) พบว่า ในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยมีการนำเข้าข้าวสาลีมูลค่ามากกว่า 7 พันล้านบาท ถึงแม้ว่าประเทศไทยมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกข้าวสาลีมาเป็นเวลา 10 ปีแล้วก็ตามแต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากพื้นที่ที่เหมาะสมมีอย่างจำกัด เกษตรกรขาดความรู้และประสบการณ์ในการดูแลรักษา และยังขาดพันธุ์ที่ดีที่ให้ผลผลิตสูง ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกได้รับผลตอบแทนไม่คุ้มค่ากับการลงทุน แต่ในปัจจุบันได้มีการวิจัย และพัฒนาการผลิตข้าวสาลีที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงขึ้นกว่าเดิม (200 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งเกินจุดคุ้มทุนที่ 175

กิโลกรัมต่อไร่ (ชยา และ วรพร, 2543; นารีนัฐ และ วรพร, 2545) ทำให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน และยังได้กำไรจากการลงทุนอีกด้วย แม้ว่าการผลิตภายในประเทศจะยังทดแทนการนำเข้าได้ไม่มากนัก แต่เมื่อมองในด้านการปลูกเป็นพืชเสริมรายได้แก่เกษตรกรและความมั่นคงทางด้านอาหาร ซึ่งต้องพึ่งพาการนำเข้าจึงควรได้มีการวิจัยและพัฒนาข้าวสาลี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอย่างต่อเนื่องและส่งเสริมให้มีการผลิตต่อไป ดังนั้นการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของข้าวสาลีลูกผสมชั่วที่ 1 ในครั้งนี้ เพื่อให้ได้ข้าวสาลีพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงขึ้น ดูแลรักษาง่ายตรงตามความต้องการของเกษตรกร ซึ่งถ้าเกษตรกรหันมานิยมปลูกข้าวสาลีกันอย่างกว้างขวางแล้ว จะเป็นการเพิ่มจำนวนผลผลิตข้าวสาลีที่จะนำมาใช้ภายในประเทศและยังช่วยลดจำนวนการนำเข้าข้าวสาลีจากต่างประเทศได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ผสมพันธุ์ข้าวสาลี 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ ผาง 60, สะเมิง 2, CMU 88-8 และ CMU 94-9 เพื่อสร้างคู่ผสมชั่วที่ 1 ได้จำนวน 6 คู่ผสม โดยวิธี Half diallel cross ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2544 – มีนาคม 2545 นำเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 และ พันธุ์พ่อ-แม่ ปลูกในแปลงทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomize complete block design มีจำนวน 3 ซ้ำ ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว ระหว่างหลุม 25 x 25 เซนติเมตร ลูกผสมชั่วที่ 1 ปลูกคู่ผสมละ 4 แถว พันธุ์พ่อ-แม่ของแต่ละคู่ผสมปลูกพันธุ์ละ 4 แถว ๆ ยาว 3 เมตร ปลูกทดลองระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2545 – มีนาคม 2546 ที่แปลงทดลองของภาวพิชาพิชไร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ การศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวสาลี ทำโดยวิธีเก็บตัวอย่างตั้งแต่ข้าวสาลีมีอายุได้ 3 สัปดาห์ แล้วเก็บต่อเนื่องกันไปจำนวน 8 ครั้ง โดยแต่ละครั้งมีระยะห่างกัน 1 สัปดาห์ เพื่อนำมาวิเคราะห์ อัตราการเจริญเติบโตรวม (Crop growth rate, CGR), อัตราการเจริญเติบโตของใบ (Leaf growth rate, LGR), อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (Stem growth rate, SGR) และ อัตราการเจริญเติบโตของรวง (Spike growth rate, SPGR) โดยใช้ Linear regression analysis ตามวิธีวิเคราะห์ของ Gardner *et al.* (1985) การหาประสิทธิภาพการถ่ายเทสารสังเคราะห์ (partitioning coefficient) ของลำต้น และ ใบ เพื่อไปสร้างรวงข้าวสาลี โดยนำอัตราการเจริญเติบโตของรวง (SPGR) หารด้วย อัตราการเจริญเติบโตรวม (CGR) คูณด้วย 100 จะได้ผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทสารสังเคราะห์ตามวิธีการวิเคราะห์ของ Senthong (1979) การศึกษาความดีเด่นของลูกผสมใช้วิธีการของ Chen *et al.* (2003) และ การศึกษาความสามารถในการรวมตัวของลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาโดยวิธีการของ Griffing (1956), method 2 model I

ผลการทดลอง

อัตราการเจริญเติบโตรวม CGR ของพันธุ์พ่อ-แม่ พบว่า พันธุ์ CMU 88-8 และ พันธุ์ ผาง 60 มีอัตราการเจริญเติบโตรวมสูงสุดเท่ากับ 10.2 และ 7.4 กรัม/ตารางเมตร/วัน ตามลำดับ ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า คู่ผสม สะเมิง 2 x ผาง 60 และ CMU 94-9 x ผาง 60 มีอัตราการเจริญเติบโตรวมสูงสุดเท่ากับ 12.0 และ 9.7 กรัม/ตารางเมตร/วันตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตของรวง SPGR ของพันธุ์พ่อ-แม่ พันธุ์ CMU 88-8 และพันธุ์ ผาง 60 มี SPGR สูงสุดเท่ากับ 7.4 และ 5.0 กรัม/ตารางเมตร/วันตามลำดับ ส่วนลูกผสมพบว่า คู่ผสม สะเมิง 2 x ผาง 60 และ CMU 94-9 x ผาง 60 และ CMU 94-9 x ผาง 60 มีค่า SPGR สูงสุดเท่ากับ 10.7 และ 8.8 กรัม/ตารางเมตร/วันตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ประสิทธิภาพการถ่ายเทสารสังเคราะห์จากลำต้นและใบไปสู่รวง ของพันธุ์พ่อ-แม่พบว่าพันธุ์ CMU 88-8 และพันธุ์ CMU 94-9 มีประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่รวงสูงสุดเท่ากับ 72.55 และ 68.75 % ตามลำดับ ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า คู่ผสม CMU 94-9 x ผาง 60 และ สะเมิง 2 x ผาง 60 มีค่าประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่รวงสูงสุดเท่ากับ 90.72 และ 89.17 % ตามลำดับ ผลผลิตต่อไร่ของข้าวสาลีพันธุ์พ่อ-แม่ และ ลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า CMU 88-8 และ CMU 94-9 มีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 227.59 และ 172.81 กิโลกรัม/ไร่ตามลำดับ ส่วนลูกผสมพบว่า คู่ผสม CMU 94-9 x ผาง 60 และ สะเมิง 2 x ผาง 60 มีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 330.75 และ 298.25 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

Table 1 Crop growth rate (CGR), stem growth rate (SGR), leaf growth rate (LGR), spike growth rate (SPGR), partitioning coefficient and yield.

Parent/hybrid	CGR	SGR	LGR	SPGR	Partitioning coefficient (%)	Yield (kg/rai)
Sa Moeng 2	6.6	4.6	2.2	3.6	54.55	154.21
CMU 94-9	6.4	4.7	2.7	4.4	68.75	172.81
CMU 88-8	10.2	4.0	2.8	7.4	72.55	227.59
Fang 60	7.4	3.9	2.8	5.0	67.57	170.41
Mean	7.6	4.3	2.6	5.1	65.85	181.25
Sa Moeng 2 x CMU 94-9	7.6	3.6	2.2	6.6	86.84	249.71
Sa Moeng 2 x CMU 88-8	8.2	4.7	2.2	5.8	70.73	185.04
Sa Moeng 2 x Fang 60	12.0	5.1	2.6	10.7	89.17	298.25
CMU 94-9 x CMU 88-8	8.8	4.9	2.8	7.4	84.09	233.46
CMU 94-9 x Fang 60	9.7	5.1	2.0	8.8	90.72	330.75
CMU 88-8 x Fang 60	9.1	3.1	1.3	6.3	69.23	183.91
Mean	9.2	4.4	2.2	7.6	81.79	246.85
Sum of Mean	8.4	4.4	2.4	6.4	73.82	214.05

จากการศึกษาความดีเด่นของลูกผสมชั่วที่ 1 ของข้าวสาลี 6 คู่ เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ คู่ผสม CMU 94-9 x ฟาง 60 แสดงความดีเด่นกว่าพ่อ-แม่ ของลักษณะ จำนวนรวงต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อรวง 16.40 และ 13.17 % ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

จากการศึกษาความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (g.c.a.) (ตารางที่ 3) ของข้าวสาลี 4 พันธุ์พบว่า ข้าวสาลี

พันธุ์ CMU 94-9 และพันธุ์ฟาง 60 มีแนวโน้มที่จะถ่ายทอดลักษณะผลผลิตต่อต้นให้แก่ลูกผสมได้ดี ส่วนความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (s.c.a.) (ตารางที่ 4) พบว่าพันธุ์พ่อ-แม่ของคู่ผสม สะเมิง 2 x ฟาง 60 และ CMU 94-9 x ฟาง 60 มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะที่ดี ในการให้ลักษณะผลผลิตต่อต้นที่สูงแก่ลูกผสมชั่วที่ 1

Table 2 Heterosis (%H) for seed yield per plant and yield components in 6 F1 hybrid crosses of wheat.

Hybrid	Flowering date	Height	Spike/plant	Grain/spike	Spikelet/spike	100 grain weight	Yield/plant
Sa Moeng 2 x CMU 94-9	0.83	1.83*	-6.79	2.96	-5.58	11.70**	52.72**
Sa Moeng 2 x CMU 88-8	3.75**	1.54	19.37	1.18	-0.21	13.74**	-3.07
Sa Moeng 2 x Fang 60	3.75**	5.25	23.13	-7.50	-0.74	8.71*	83.75**
CMU 94-9 x CMU 88-8	3.48**	-3.67	-15.14**	5.36**	-3.95*	7.50**	16.62
CMU 94-9 x Fang 60	3.48**	6.23**	16.40**	13.17**	0.52	10.84**	92.73**
CMU 94-9 x Fang 60	4.65	-5.62**	-23.68**	-4.61**	-2.76**	2.55	-7.58

*, ** Significant difference at 5% and 1%, respectively.

Table 3 Estimates of general combining ability (g.c.a.) of agronomic traits in 4 parents of wheat.

Traits	Sa Moeng 2	CMU 94-9	CMU 88-8	Fang 60	LSD	
					0.05	0.01
Flowering date	-0.926**	-0.852**	0.889**	0.889**	0.685	0.938
Plant height	1.159	-3.381	2.541**	2.000*	2.873	3.935
Spike/plant	-0.107	-0.005	-0.005	0.107	0.438	0.600
Spikelet/spike	0.327*	0.475**	-0.451**	-0.352**	0.478	0.654
Grain/spike	1.855	-1.188	0.145	-0.812	3.962	5.427
100 grain weight	-0.197**	0.183**	0.023	-0.009	0.166	0.228
Yield/plant	-0.401*	0.368*	-0.296	0.330*	0.572	0.783

*, ** Significant difference at 5% and 1%, respectively.

Table 4 Estimates of specific combining ability (s.c.a.) of agronomic traits in 6 F1 hybrid crosses of wheat.

Traits	Sa Moeng 2	Sa Moeng 2	Sa Moeng 2	CMU 94-9	CMU 94-9	CMU 88-8	LSD	
	x	x	x	x	x	x		
	CMU 94-9	CMU 88-8	Fang 60	CMU 88-8	Fang 60	Fang 60	0.05	0.01
Flowering date	-0.222	-1.963**	-1.963**	-2.037**	-2.037**	-3.778**	0.383	0.525
Plant height	-0.059	-5.981**	-5.441**	-3.759*	-3.219	-9.141**	1.606	2.200
Spike/plant	-0.290	-0.280	-0.392	0.392	-0.504*	-0.494*	0.245	0.335
Spikelet/spike	-0.714**	0.211	0.114	0.064	-0.035	0.891**	0.267	0.366
Grain/spike	0.419	-0.915	0.042	2.128	3.085	1.752	2.215	3.634
100 grain weight	0.132*	0.292**	0.324**	-0.087	-0.955	0.105	0.072	0.099
Yield/plant	1.170	-0.692	3.104**	0.430	3.605**	-1.467	0.320	0.438

*, ** Significant difference at 5% and 1%, respectively.

สรุปและวิจารณ์

การที่ลูกผสมชั่วที่ 1 แสดงความดีเด่นของลักษณะผลผลิตต่อต้นเหนือกว่าพ่อ-แม่เพราะว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 มี อัตราการเจริญเติบโตรวม (CGR) อัตราการเจริญเติบโตของรวง (SPGR) และประสิทธิภาพของการถ่ายทอดสารสังเคราะห์ไปสู่รวงดีกว่าพันธุ์พ่อ-แม่ ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลให้มีผลผลิตที่สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการทดลองของ Machado *et al.* (2002) พบว่าข้าวโพดต้นที่มี CGR สูงจะมีกระบวนการ remobilization ของสารสังเคราะห์จากลำต้นและใบไปสู่รวงมากขึ้นตามไปด้วย จักรี (2539) รายงานว่าพันธุ์ถั่วลิสงที่ให้ผลผลิตต่ำนั้นเนื่องจากมีอัตราการเจริญของฝัก (PGR) หรือมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักต่ำกว่า พันธุ์ให้ผลผลิตสูง และผลการทดลองของ นางเยาว์ (2545) พบว่าถั่วอะซูกิพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง จะมีการถ่ายทอดสารสังเคราะห์ไปสู่เมล็ดมากกว่า พันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำ การศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรมพบว่า พันธุ์ CMU 94-9 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปได้ดีของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น อายุออกดอก ช่อดอกย่อยต่อรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด และ ความสูงของลำต้น พันธุ์ฝาง 60 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปได้ดีของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น อายุออกดอกและความสูงของลำต้น ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะได้ดีของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น ได้แก่คู่ผสม สะเมิง 2 x ฝาง 60 และ CMU 94-9 x ฝาง 60 ดังนั้นการนำความรู้ทางสรีรวิทยามาใช้ประกอบกับการพิจารณาในการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ข้าวสาลี จะมีประโยชน์ในการนำพันธุ์ข้าวสาลีที่มีผลผลิตสูงมาส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

จักรี เส้นทอง. 2539. พลวัตการผลิตพืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ชยา สักกะภู และ วรพร โพธิ์จีน. 2543. การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทย. หน้า 143 – 150. รายงานการสัมมนาวิชาการธัญพืช

เมืองหนาวแห่งชาติครั้งที่ 20, 10 – 12 มกราคม 2543 ณ โรงแรมเวียงจันทร์, เชียงราย.

นางเยาว์ จันทรอินทร์. 2545. การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของถั่วอะซูกิที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นารีนัฐ รุณภัย และ วรพร โพธิ์จีน. 2545. เศรษฐกิจการผลิตและการตลาดธัญพืชเมืองหนาวในประเทศไทย. หน้า 1-12. รายงานการสัมมนาวิชาการธัญพืชเมืองหนาวแห่งชาติครั้งที่ 21 เรื่อง พัฒนาเพื่อการผลิต การตลาด และการแปรรูปธัญพืชเมืองหนาวในระดับท้องถิ่น. วันที่ 6-8 กุมภาพันธ์ 2545 ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

Chen, X., W. Sorajjapinun, S. Reiwthongchum and P. Srinives. 2003. Identification of parental mungbean lines for production of hybrid varieties. Chiang Mai University Journal 2(2): 95 – 105.

Gardner, F. P., R. B. Pearce and R. L. Mitchell. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State Univ. Press, Ames.

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463 – 493.

Machado S., E. D. Bynum, J. R., T. L. Archer, R. J. Lascano, L. T. Wilson, J. Bordovsky, E. Segarra, K. Bronson, D. M. Nesmith and W. Xu. 2002. Spatial and temporal variability of corn growth and grain yield implications for site – specific farming (Online). Available: <http://crop.scijournals.org/cgi/content/full/425/1564>. (2004 , May 7)

Senthong, C. 1979. Growth analysis in several peanut cultivars and the effect of peanut root-knot nematode (*Meloidogyne arenaria*) on peanut yield. Ph. D. dissertation, Univ. of Florida, Gainesville, U.S.A.

การผลิตถั่วลิสงภายใต้การจัดการแบบฐานอินทรีย์

Peanut Production Under Organic Based Management

ทรงเชาว์ อินสมพันธ์,^{1/} วีระชัย ศรีวัฒนพงศ์,^{1/} โสพิศ ใจปลาดะ^{1/} และอารีรัตน์ จิตบุญ^{1/}
Songchao Insomphun,^{1/} Veerachai Sriwattana-pongse,^{1/} Sopit Jaipara^{1/} and Areerat Jitboon^{1/}

Abstract: Long-term experiments on peanut production in upland cropping system under organic based management were conducted at Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University in rainy season of the years 2003 and 2004. Tainan 9 and KAC 431 (Kalasin Accession # 431 or KAC 431) peanut cultivars were grown under organic based and inorganic managements. The first year result indicated that there was significant difference between the treatments only of dry pod yield of Tainan 9 cultivar. Tainan 9 under organic based management produced higher yield than that produced under inorganic management. The dry pod yields obtained were 141.3 and 83.9 kg per rai respectively. Whereas KAC 431 cultivars under organic based and inorganic managements produce average fresh pod and dry pod yields of 371.2, 271.7, 111.0 and 107.7 kg per rai respectively. In the second year there was also significant difference only in Tainan 9 cultivar. The inorganic management treatment gave higher average fresh and dry pod yields than those obtained from the organic based management treatment. The yields obtained were 872, 632, 492 and 357 kg per rai respectively. Whereas the KAC 431 cultivars under organic based and inorganic management produced average fresh and dry pod yield of 1188, 1368, 528 and 600 kg per rai respectively. In terms of soil chemical analyses, it was found that some properties were changed. However, it is still too early to make any conclusion on these effects.

Keywords: long-term experiment, organic based management

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

^{1/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ: ได้ทำการทดลองระยะยาวในการผลิตถั่วลิสงในระบบการปลูกพืชบนที่ดอน ภายใต้การจัดการแบบฐานอินทรีย์ที่แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วงฤดูฝนปีการเพาะปลูก 2546 และ 2547 ใช้ถั่วลิสง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ไทนาน 9 และ พันธุ์พระราชทาน (Kalasin Accession # 431 or KAC 431) ปลูกภายใต้การจัดการแบบฐานอินทรีย์ และแบบอนินทรีย์ ผลการทดลองในปีที่ 1 พบว่า มีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีเฉพาะผลผลิตฝักแห้งของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 คือ ภายใต้การจัดการแบบฐานอินทรีย์ให้ผลผลิตฝักแห้งโดยเฉลี่ยสูงกว่าการจัดการแบบอนินทรีย์ ผลผลิตเฉลี่ยเป็น 141.3 และ 83.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่ในพันธุ์พระราชทาน ภายใต้การจัดการแบบฐานอินทรีย์และแบบอนินทรีย์ ให้ผลผลิตฝักสดและฝักแห้ง โดยเฉลี่ยเป็น 371.2 และ 271.7 กับ 111.0 และ 107.7 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับในปีที่สองนั้น ผลการทดลองพบว่า มีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีเฉพาะในพันธุ์ไทนาน 9 เท่านั้น โดยที่กรรมวิธีที่มีการจัดการแบบอนินทรีย์ ให้ผลผลิตเฉลี่ยทั้งฝักสดและฝักแห้งที่สูงกว่าการจัดการแบบอินทรีย์ โดยผลผลิตเฉลี่ยที่ได้รับเป็น 872 และ 632 กับ 492 และ 354 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์พระราชทานที่มีการจัดการแบบอินทรีย์และแบบอนินทรีย์ ให้ผลผลิตฝักสดและฝักแห้งเป็น 1,188 และ 1,368 กับ 528 และ 600 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในแง่การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินนั้น พบว่าได้มีการเปลี่ยนแปลงบางประการ แต่ยังไม่สามารถอธิบายอะไรได้มากนักเพราะยังเป็นช่วงระยะเวลาสั้น ๆ อยู่ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงการจัดการแบบอนินทรีย์มาเป็นแบบอินทรีย์

คำสำคัญ: งานทดลองระยะยาว, การจัดการแบบฐานอินทรีย์

คำนำ

ในปัจจุบันการผลิตพืชอินทรีย์นั้นได้รับความสนใจจากรัฐบาลและเกษตรกรเป็นอย่างมาก ในขณะนี้มีความพยายามที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรเปลี่ยนจากการผลิตพืชแบบอนินทรีย์มาเป็นแบบอินทรีย์ อย่างไรก็ตาม ความรู้จากงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตพืชอินทรีย์ในบ้านเราปัจจุบันยังมีอยู่น้อยมาก และยังไม่สามารถยืนยันได้ว่าถ้าเกษตรกรทำการผลิตพืชแบบอินทรีย์อย่างเดียวจะทำให้ได้ผลผลิตสูงเท่า ๆ กับการผลิตที่มีการใช้อนินทรีย์สาร โดยเฉพาะกรณีของธัญอาหารพืช ทั้งนี้ตามหลักโภชนาการพืชหรือธัญอาหารพืชนั้นมีธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช (essential elements) อยู่ 17 ธาตุ ถ้าพืชขาดธาตุใดธาตุหนึ่ง หรือพืชได้รับในปริมาณที่ต่ำกว่าที่ความต้องการจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตไม่ดีเท่าที่ควร (ยงยุทธ, 2547) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปริมาณในปุ๋ยอินทรีย์มักมีในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำและมีไม่ครบทั้งหมด จึงมีความวิตกว่าถ้าจะใช้เฉพาะปุ๋ยอินทรีย์กับพืชอย่างเดียวแล้วจะทำให้พืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะในสภาพพื้นที่เพาะปลูกที่ถูกใช้มานานเช่นในบ้านเราจนธาตุอาหารหลาย ๆ ชนิดที่มี

อยู่ในดินมีปริมาณต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540) นอกจากนี้ก็ยังไม่ได้มีผลจากการวิจัยที่สามารถยืนยันว่าผลของการผลิตพืชแบบอินทรีย์อย่างเดียวในระยะยาว ๆ จะเป็นอย่างไร ดังนั้นภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จึงได้ดำเนินการวิจัยในลักษณะต่อเนื่องระยะยาว ซึ่งได้ทำการศึกษาการผลิตพืชไร่ในระบบฐานการจัดการแบบอินทรีย์ โดยใช้ระบบการปลูกถั่วลิสง-ข้าวโพด ภายใต้สภาพพื้นที่ดอนเป็นระบบการศึกษาเพื่อจะดูผลระยะยาวของผลผลิตพืชและการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินในระหว่างระบบการผลิตแบบอินทรีย์และแบบอนินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

งานทดลองนี้เป็นงานทดลองระยะยาว (long-term experiment) ดำเนินการที่แปลงทดลองของภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งมีลักษณะเป็นแปลงปลูกพืชไร่ในที่ดอน เป็นพื้นที่ที่ใช้ปลูกพืชไร่ต่าง ๆ เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง และถั่วลิสง ต่อเนื่องกันมาเกินกว่า 5 ปี และมีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวกันต่อเนื่องมาตลอด และตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2545 ได้

หยุดใช้แปลงในการปลูกพืช แล้วมาเริ่มดำเนินการทดลองในปีที่ 1 ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม 2546 ทำการวางแผนการทดลองแบบ CRD ทำ 4 ซ้ำ มี 2 กรรมวิธี คือ 1) การปลูกแบบอินทรีย์ คือใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ปุ๋ยหมักที่ใช้ผลิตโดย คณะเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 68 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนรวม 0.59 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 5.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และใช้สารสกัดสะเดาในการควบคุมแมลง และ 2) การปลูกแบบอนินทรีย์ คือใช้ปุ๋ยเคมี 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้สารเคมีไตรโอโซฟอสในการควบคุมแมลง และการใช้สารกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์กับอิมมาเซทาเพอร์ ทำการศึกษาในถั่วลิสง 2 พันธุ์ คือ ไทนาน 9 และพันธุ์พระราชทาน (KAC 431) ใช้ระยะปลูก 20×50 เซนติเมตร 3 ตันต่อหลุม

ข้อมูลที่ใช้การศึกษา ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดิน ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) และน้ำหนักแห้งรวม (total dry matter) ที่ระยะออกดอก (R1 stage) และที่ระยะถั่วลิสงสุกแก่ (R8) ทำการตัดผลผลิตฝักสดฝักแห้ง องค์ประกอบผลผลิต และเปอร์เซ็นต์กระเพาะ

ผลการทดลอง

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวในฤดูปลูกปีที่ 1 และ 2 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ซึ่งพบว่าดินที่ใช้ทดลองมีคุณสมบัติเคมีบางประการเปลี่ยนแปลง เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ดินที่มีการจัดการแบบอินทรีย์ มี pH ลดลงไปอยู่ระดับที่เป็นกรดปานกลางในช่วงหลังปลูกปีแรก และลดลงอีกในปีที่ 2 สำหรับอินทรีย์วัตถุในดินพบว่าเพิ่มขึ้นทั้งสองการจัดการจากก่อนปลูกและสูงเพิ่มขึ้นอีกในปีที่ 2 โดยเฉพาะการจัดการแบบอินทรีย์เพิ่มขึ้นถึงระดับสูงถึง 2.53 % ส่วนไนโตรเจนในปีที่สองยังอยู่ในระดับต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ดินปีแรกมีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังปลูก แต่ในปีที่สองมีปริมาณลดลงทั้งสองการจัดการ อยู่ที่ 34-37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนของโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ดินปีแรกพบว่าในปีแรกที่ปริมาณลดลง

แต่ในปีที่สอง การจัดการแบบอินทรีย์หลังปลูกมีปริมาณสูงขึ้นมากกว่าการจัดการอนินทรีย์

ปีที่ 1 ต้นฝน ปีการเพาะปลูก 2546

ในแง่การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 (ตารางที่ 3) พบความแตกต่างเฉพาะกรณีของผลผลิตน้ำหนักฝักแห้ง โดยในแปลงที่มีการจัดการแบบอินทรีย์ให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่มีการจัดการแบบอนินทรีย์ โดยผลผลิตฝักแห้งโดยเฉลี่ยเท่ากับ 141.30 และ 83.96 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตฝักสดอยู่ระหว่าง 368 – 373.33 กิโลกรัมต่อไร่

สำหรับพันธุ์พระราชทานหรือ KAC 431 พบว่ามีความแตกต่างกันเฉพาะกรณีของน้ำหนักแห้งรวมที่ระยะ R1 ซึ่งแปลงที่มีการจัดการแบบอินทรีย์ให้น้ำหนักแห้งรวมที่สูงกว่าแปลงที่จัดการแบบอนินทรีย์ โดยมีน้ำหนักแห้งรวมกับกับ 378.66 และ 311.60 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนผลผลิตฝักสดโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 271.58 - 371.20 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตฝักแห้งอยู่ระหว่าง 107.7 – 111.0 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 4)

ปีที่ 2 ต้นฝน ปีการเพาะปลูก 2547

ในแง่องค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 (ตารางที่ 5) พบว่ามีความแตกต่างของจำนวนฝักต่อต้น โดยในแปลงที่มีการจัดการแบบอินทรีย์มีจำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 14.50 ฝัก และแปลงอนินทรีย์เท่ากับ 22.5 ฝักต่อต้น ส่วนจำนวนเมล็ดต่อฝักโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.1 – 2.15 เมล็ดซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับผลผลิตพบความแตกต่างทั้งผลผลิตฝักสด และผลผลิตฝักแห้ง โดยแปลงที่ปลูกแบบอินทรีย์ให้ผลผลิตสูงกว่าแบบอนินทรีย์ทั้งสองกรณี โดยผลผลิตฝักสด เท่ากับ 872 และ 632 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนผลผลิตฝักแห้ง เท่ากับ 492 และ 354 กิโลกรัมต่อไร่โดยเฉลี่ยตามลำดับ

สำหรับถั่วลิสงพันธุ์พระราชทานหรือ KAC 431 พบความแตกต่างเฉพาะในกรณีของน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยแปลงที่จัดการแบบอินทรีย์ให้น้ำหนักเมล็ดสูงกว่าแปลงที่จัดการแบบอนินทรีย์ เท่ากับ 47.57 และ 37.15 กรัม ตามลำดับ ส่วนผลผลิตฝักสดและฝักแห้งเท่ากับไม่มีความแตกต่างกัน โดยผลผลิตฝักสดโดยเฉลี่ยระหว่าง 1,368 - 1,188 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตน้ำหนักฝักแห้งอยู่ระหว่าง 528 – 600 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 6)

สรุปผลการทดลอง

ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ปลูกภายใต้การจัดการแบบอินทรีย์และอนินทรีย์ให้ผลผลิตฝักแห้งแตกต่างกันทั้งปีแรกและปีที่สอง ซึ่งในปีแรกการปลูกแบบอินทรีย์ให้ผลผลิตสูงกว่าแบบอนินทรีย์ แต่ปีที่สองการจัดการแบบอนินทรีย์ให้ผลผลิตสูงกว่า อย่างไรก็ตามในปีที่สองก็ให้ผลผลิตที่สูงขึ้นกว่าในปีแรกคือ 141 เป็น 354 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้เพราะว่าในปีที่สองมีจำนวนฝักต้นสูงกว่าในปีแรกเท่ากับ 14.5 ฝักต่อต้น ส่วนในถั่วลิสงพันธุ์พระราชทานนั้นทั้งสองให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่ในปีแรกให้ผลผลิตต่ำมากเท่ากับ 111.04 – 107.66 กิโลกรัมต่อไร่ ในปีที่สองได้ผลผลิตสูงขึ้นเท่ากับ 528 – 600 กิโลกรัมต่อไร่

นอกจากนี้ก็พบความแตกต่างของทั้งสองฤดูปลูก คือ แปลงที่จัดการปลูกแบบอนินทรีย์ให้น้ำหนักแห้งรวมและน้ำหนักเมล็ดสูงกว่าการจัดการแบบอินทรีย์ จากการทดลองทั้งสองฤดูที่ผ่านมาพบปัญหาที่สำคัญในการจัดการแบบอินทรีย์ คือการจัดการเรื่องโรคพืชโดยเฉพาะโรคราสนิมของถั่วลิสงที่ไม่สามารถควบคุมได้โดยสารสกัดชีวภาพ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ได้ผลผลิตต่ำ โดยเฉพาะในพันธุ์ไทนาน 9 ที่มีการระบาดของโรคนี้สูงกว่าพันธุ์พระราชทาน สำหรับในแง่วัชพืชนั้นสามารถควบคุมได้โดยวิธีคลุมฟางและใช้แรงงานคน อย่างไรก็ตามสำหรับการจัดการต่าง ๆ ในแปลงปลูกแบบอินทรีย์นั้นมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ความประณีตกว่าการจัดการแบบอนินทรีย์ และในกรณีของพันธุ์นั้น พันธุ์พระราชทานมีลักษณะที่เหมาะสมในการปลูกภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์มากกว่าพันธุ์ไทนาน 9

Table 1 Analysis chemical property of soil in the rainy season of the year 2003.

Treatment		pH	OM (%)	Total N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
Organic management	Before	7.48	0.83	-	68.4	312.4
	After	7	1.68	-	129	110
Inorganic management	Before	7.48	0.75	-	72.3	92.9
	After	6.7	1.3		168	88

Table 2 Analysis chemical property of soil in the rainy season of the year 2004.

Treatment		pH	OM (%)	Total N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
Organic management	Before	6.9	1.31	0.07	88	76
	After	6.91	2.53	0.09	34.82	128.8
Inorganic management	Before	7.0	0.89	0.04	99	44
	After	6.69	1.57	0.07	36.92	43.4

Table 3 Leaf area index, total dry matter, yield components, shelling percentage and yield of Tainan 9 under organic and inorganic managements in the rainy season of the year 2003.

Variety	Plot	LAI	TDM (R1) (g/m ²)	TDM (R8) (g/m ²)	No. pod/ plant	No. seed/ pod	100 seed weight (g)	%Shelling	Fresh pod yield (kg/rai)	Dry pod yield (kg/rai)
Tainan 9	Organic	1.57	282.96	726.00	5.43	1.23	38.37	64.61	368.00	141.30
	Inorganic	1.62	343.30	651.08	4.74	0.77	36.24	54.13	373.33	83.96
	LSD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	43.15
	CV	6.28	11.22	23.33	12.65	16.36	5.81	12.28	19.38	10.39

Table 4 Leaf area index, total dry matter, yield components, shelling percentage and yield of KAC 431 under organic and inorganic managements in the rainy season of the year 2003.

Variety	Plot	LAI	TDM (R1) (g/m ²)	TDM (R8) (g/m ²)	No. pod/ plant	No. seed/ pod	100 seed weight (g)	%Shelling	Fresh pod yield (kg/rai)	Dry pod yield (kg/rai)
KAC 431	Organic	1.64	311.60	456.00	2.66	0.58	40.87	78.78	371.20	111.04
	Inorganic	1.70	378.66	438.60	2.62	0.64	54.81	76.38	271.68	107.66
	LSD	ns	36.93	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	CV	5.42	4.72	11.37	32.98	56.66	27.23	31.31	34.22	53.37

Table 5 Leaf area index, total dry matter, yield components, shelling percentage and yield of Tainan 9 under organic and inorganic managements in the rainy season of the year 2004.

Variety	Plot	LAI	TDM (R1) (g/m ²)	TDM (R8) (g/m ²)	No. pod/ plant	No. seed/ pod	100 seed weight (g)	%Shelling	Fresh pod yield (kg/rai)	Dry pod yield (kg/rai)
Tainan 9	Organic	2.10	219.31	156.68	14.50	2.10	41.74	69.17	632.00	354.00
	Inorganic	1.73	201.38	227.76	22.50	2.15	41.55	70.40	872.00	492.00
	LSD	ns	ns	ns	6.87	ns	ns	ns	182.94	73.19
	CV	23.63	18.62	21.58	21.45	6.37	8.28	2.33	14.06	9.79

Table 6 Leaf area index, total dry matter, yield components, shelling percentage and yield of KAC 431 under organic and inorganic managements in the rainy season of the year 2004.

Variety	Plot	LAI	TDM (R1) (g/m ²)	TDM (R8) (g/m ²)	No. pod/ plant	No. seed/ pod	100 seed weight (g)	%Shelling	Fresh pod yield (kg/rai)	Dry pod yield (kg/rai)
KAC 431	Organic	2.08	270.36	335.64	10.25	3.28	47.57	65.56	1188.00	528.00
	Inorganic	2.71	325.03	356.54	11.25	3.25	37.15	62.38	1368.00	600.00
	LSD	ns	ns	ns	ns	ns	8.99	ns	ns	ns
	CV	22.23	16.75	20.91	23.87	22.29	12.27	5	16.11	15.23

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2540. คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ: การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- ขงยุทธ โอสธสภ. 2547. การใส่ปุ๋ยทางใบ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในใบลำไยก่อนการออกดอก ที่ชักนำด้วยโพแทสเซียมคลอเรต

Change of Proteins in Longan Leaves Before Flowering Induced by Potassium Chlorate

วิทยา ศิลปสมบุญ^{1/} และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข^{1/}
Wittaya Sinlaphasomboon^{1/} and Tanachai Pankasemsuk^{1/}

Abstract: The change of proteins in longan leaves, before flowering by potassium chlorate induction, was studied on 3 years old grafting longan cv. 'Daw', growing in 15-inch-diameter pots which treated with 10 g of potassium chlorate per pot. After treated for 14 days, it was found that total protein concentration, determined by Bradford assay, in treated leaves were higher than the untreated leaves. SDS-PAGE analysis revealed that treated leaves had new protein band in gel while untreated leaves did not have this protein band after treated for 14 days.

Keywords: Longan, protein, potassium chlorate, flowering

บทคัดย่อ: ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโปรตีนในใบลำไยก่อนการออกดอก ที่ชักนำให้ออกดอกด้วยโพแทสเซียมคลอเรต ในต้นลำไยเสียบยอดพันธุ์ดอ อายุ 3 ปี ที่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรต อัตรา 10 กรัมต่อต้น (ในกระถางขนาด 15 นิ้ว) พบว่า ปริมาณของโปรตีนรวมของใบ โดยวิธี Bradford assay ในกลุ่มที่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรต มีมากกว่าในใบของกลุ่มที่ไม่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรต หลังจากที่ดินลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอเรตแล้ว 14 วัน เมื่อทำการวิเคราะห์ชนิดของโปรตีนโดยวิธี SDS-PAGE พบว่าในใบจากต้นลำไยที่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรต มีการเพิ่มขึ้นของแถบโปรตีนใหม่ ในแผ่นเจลหลังจากที่ดินลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอเรตแล้ว 14 วัน ขณะที่ ใบจากต้นที่ไม่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรต จะไม่พบแถบโปรตีนนี้

คำสำคัญ: ลำไย โปรตีน โพแทสเซียมคลอเรต การออกดอก

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

^{1/} Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

คำนำ

ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour.) เป็นไม้ผลกึ่งร้อน (sub-tropical fruit) ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนตอนใต้ ในด้านความสำคัญทางเศรษฐกิจ ลำไยจัดเป็นไม้ผลที่สำคัญทางเศรษฐกิจของไทยชนิดหนึ่ง ดังนั้น จึงมีผู้นิยมปลูกลำไยกันอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในเขตภาคเหนือตอนบน เช่น จังหวัดลำพูน เชียงใหม่ ลำปาง เชียงราย น่าน และแพร่ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ด้วยที่ลำไยเป็นไม้ผลกึ่งร้อน ดังนั้นอุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการออกดอกของลำไย และเป็นปัญหาที่สำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกลำไย จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2541 ได้มีการพบว่า สารโพแทสเซียมคลอเรต (potassium chlorate, KClO_3) สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้แม้ว่าจะเป็นนอกฤดูก็ตาม

การค้นคว้าชักนำให้ลำไยออกดอกนี้ได้รับความสนใจ ทำให้มีผู้สนใจในเชิงของวิธีการ ปริมาณ และช่วงเวลาของการใช้สารอย่างต่อเนื่องแต่ในด้านของกลไกกลับมีการศึกษาที่ค่อนข้างน้อยมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาหาความสัมพันธ์ของการออกดอกของลำไยกับการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณและคุณภาพของโปรตีนรวมในใบลำไยหลังได้รับโพแทสเซียมคลอเรต

โพแทสเซียมคลอเรต เป็นสารออกซิไดซ์ (oxidizing agent) ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีการนำมาใช้ทำดอกไม้ไฟ นอกจากนี้ในสารเคมีในกลุ่มเดียวกันเช่น โซเดียมคลอเรต (sodium chlorate) แคลเซียมคลอเรต (calcium chlorate) และแมกนีเซียมคลอเรต (magnesium chlorate) ได้นำไปใช้ในการเป็นสารกำจัดวัชพืชอีกด้วย (Hayes and Law, 1991) โพแทสเซียมคลอเรต เมื่อใส่ลงดินจะมีการแตกตัวเป็น อนุมูลของโพแทสเซียม (K^+) และ อนุมูลคลอเรต (chlorate ion, ClO_3^-) โดยอนุมูลคลอเรตนี้จะเคลื่อนที่เข้าสู่ต้นผ่านทางท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ไปยังส่วนใบที่แก่ เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือชักนำให้เกิดสารชนิดหนึ่งในส่วนของใบ และสารดังกล่าวจะเคลื่อนไปยังส่วนยอดเพื่อชักนำให้ลำไยออกดอกต่อไป (วิทยา และธนะชัย, 2547) จากการศึกษาของรุ่งเกียรติ (2547) พบว่า เมื่อให้โพแทสเซียมคลอเรตกับลำไย 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ดอ ชมพู และเบ๊ยวเขียว ปริมาณของโพรลีน

อิสระ (free proline) มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่โปรตีนรวมมีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลง โดยเมื่อศึกษารูปแบบของไอโซไซม์ของลำไยพบว่า รูปแบบของไอโซไซม์ของ peroxidase และ esterase ของลำไยพันธุ์ดอ ไม่เปลี่ยนแปลง แต่จากการศึกษาของ วิทยาและธนะชัย (2548) กลับพบว่า รูปแบบไอโซไซม์ของ peroxidase และ esterase ก่อนการออกดอกมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งรูปแบบ peroxidase ที่เปลี่ยนแปลงนี้คล้ายกับการศึกษาของ Zheng *et al.* (2000) ที่พบว่า zymogram ของ POX (peroxidase) isozyme จากส่วนยอดมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างที่เกิด differentiation ของส่วนสืบพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้ใช้ลำไยเสียบยอดพันธุ์ดอ อายุ 3 ปี ปลูกในกระถางเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 นิ้ว (38.1 เซนติเมตร) แบ่งออกเป็น 2 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ให้โพแทสเซียมคลอเรต และกรรมวิธีที่ 2 ให้โพแทสเซียมคลอเรต อัตรา 10 กรัมต่อกระถาง โดยวิธีให้ทางดิน จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 2 ต้น หลังจากให้โพแทสเซียมคลอเรตแล้ว เก็บตัวอย่างใบในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน ของทั้งสองกรรมวิธี เพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของโปรตีนทั้งหมดในใบ

การสกัดโปรตีน นำใบลำไยมาล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ชั่งตัวอย่างละ 1.0 กรัม ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ บดให้ละเอียดโดยใช้ไนโตรเจนเหลว จนละเอียดได้ที่แล้วเติม extraction buffer (0.2 M Tris-HCl buffer pH 6.8, 2 % PVPP) นำ crude protein ที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ 4°C ความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที (rpm) 30 นาที แยกส่วนใสด้านบน (supernatant) สำหรับนำไปวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของโปรตีน

การเตรียมกราฟโปรตีนมาตรฐาน เตรียมตัวอย่างโปรตีนมาตรฐาน โดยใช้ 200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ของ bovine serum albumin (BSA) ใส่ในหลอดทดสอบ ปริมาตร 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 ไมโครลิตร ปรับปริมาตรด้วย 0.5 M phosphate buffer saline pH

7.5 ให้เป็น 300 ไมโครลิตร เติม 0.05 % coomassie brilliant blue R-250 (CBB) ใน 5% ethanol, 10% phosphoric acid จำนวน 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10 นาที นำวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 595 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทั้งหมด นำตัวอย่างโปรตีนที่ได้จำนวน 20 ไมโครลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 300 ไมโครลิตร โดยใช้ 0.5 M phosphate buffer saline pH 7.5 แล้วจึงเติมสารละลาย 0.05 % CBB จำนวน 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10 นาที นำวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่นแสง 595 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาปริมาณโปรตีนในสารละลายตัวอย่างโดยเทียบกับกราฟโปรตีนมาตรฐานที่เตรียมไว้

การวิเคราะห์หารูปแบบของโปรตีนทั้งหมดโดยวิธี sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)

การสกัดโปรตีน นำใบลำไยมาล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ชั่งตัวอย่างละ 1.0 กรัม ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ บดให้ละเอียดโดยใช้ liquid nitrogen จนละเอียดได้ที่แล้วเติม extraction buffer (0.5 Tris-HCl pH 7.2, 2% PVPP, 1.5% SDS, 2% β -mercaptoethanol, 0.02 % PMSF, 0.06% Na-EDTA และ 2% Tween 20) นำ crude protein ที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ 4°C ความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที (rpm) 30 นาที แยกส่วนใสด้านบน สำหรับนำไปวิเคราะห์หารูปแบบของโปรตีนโดยวิธี SDS-PAGE

การเตรียม gel ใช้ polyacrylamide gel ความเข้มข้น 12.0 % ใน 0.375 M Tris-HCl buffer pH 8.8,

0.5% SDS สำหรับ separating gel และใช้ polyacrylamide gel ความเข้มข้น 4.0 % ใน 0.5 M Tris-HCl buffer pH 6.8, 0.1% SDS สำหรับ stacking gel

นำสารละลายโปรตีนที่สกัดได้ ผสมกับ sample buffer (62.5 mM Tris-HCl, pH 6.8, 20% Glycerol, 2% SDS, 5% β -mercaptoethanol) ในอัตรา 1:4 จากนั้นนำไปทำให้ร้อนที่ 95 °C นาน 5 นาที ก่อนนำไป load บน gel โดยตั้ง power supply ไว้ที่ 50 mA และ 1.30 ชั่วโมง โดยใช้ 25 mM Tris-HCl, 192 mM glycine, 0.1% SDS เป็น electrode buffer รอจนตัวอย่างเคลื่อนไปจนสุด gel แล้วจึงนำเจลที่ได้มาล้างและ ย้อมสี (stain) โดยใช้ coomassie blue (0.2 % CBB ใน 45% methanol, 10% acetic acid) บนเครื่องเขย่า นาน 3 ชั่วโมง แล้วจึงล้างสีส่วนเกิน (destain) ออกโดยใช้ 25% methanol, 10% acetic acid นำเจลที่ล้างสีส่วนเกิน แล้วเก็บไว้ใน 10% glycerol, 7% acetic acid (Bollag *et al.*, 1996) ก่อนนำมาศึกษาความแตกต่างของแถบ (band) ที่เกิดขึ้น

ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของโปรตีนทั้งหมดในใบ

จากการศึกษาปริมาณโปรตีนทั้งหมดในใบของลำไยที่ให้โพแทสเซียมคลอไรด์และไม่ให้โพแทสเซียมคลอไรด์ ตั้งแต่วันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน พบว่า ในกลุ่มที่ให้โพแทสเซียมคลอไรด์ เริ่มออกดอกหลังจากวันที่ 35 ไปแล้ว ส่วนที่ไม่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่มีการออกดอก เมื่อนำตัวอย่างใบมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทั้งหมด พบว่า ในกลุ่มที่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ มีการเพิ่มขึ้นของโปรตีนตั้งแต่วันที่ 14 ซึ่งการเพิ่มขึ้นนี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1)

Table 1 Concentration of total protein in leaves of potassium chlorate treated and non-treated longan trees at different time after treated.

Days after treated	Concentration of total protein in leaves (mg/ml) ^{1/}	
	Treated with potassium chlorate	Non-treated with potassium chlorate
0	0.25 a	0.24 a
1	0.27 a	0.26 a
3	0.30 a	0.24 b
5	0.27 a	0.27 a
7	0.28 a	0.26 a
14	0.38 a	0.29 b
21	0.39 a	0.28 b
28	0.44 a	0.27 b

^{1/} Means within the same row followed by the same letter did not significant differences by paired comparison at P = 0.05

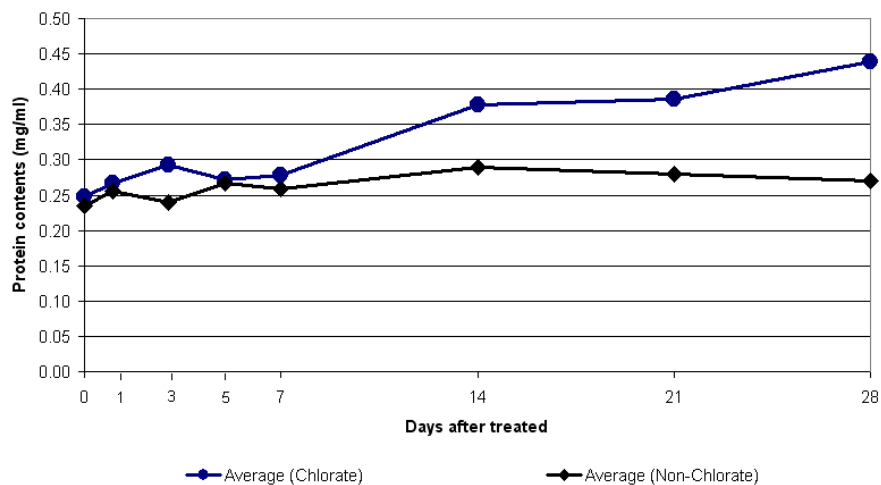


Figure 1 Concentration of total protein in longan leaves from potassium chlorate treated and non-treated.

การวิเคราะห์หารูปแบบของโปรตีนโดยวิธี sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)

จากการศึกษารูปแบบของโปรตีนโดยใช้ SDS-PAGE พบว่า ลำไยที่ไม่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรตให้

รูปแบบของโปรตีนที่ไม่แตกต่างกันตั้งแต่วันที่ 0 จนถึงวันที่ 28 (ภาพที่ 2) ในขณะที่ ลำไยที่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรตนั้น มีรูปแบบของโปรตีนในวันที่ 14, 21 และ 28 แตกต่างจากวันที่ 0-7 ซึ่งเหมือนกับรูปแบบที่พบในใบลำไยที่ไม่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรต (ภาพที่ 2)

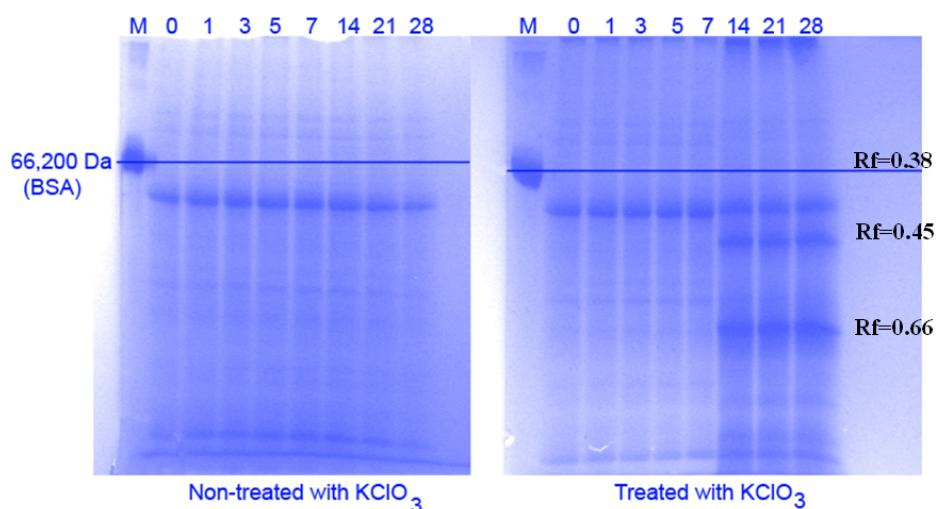


Figure 2 Protein bands of total protein in leaves from potassium chlorate treated and non-treated longan tree obtained by SDS-PAGE.

วิจารณ์

จากการศึกษาลำไยเสียบยอดพันธุ์ดอ ที่ไม่ได้รับและได้รับโพแทสเซียมคลอเรตในอัตรา 10 กรัมต่อกระถาง พบว่า ในลำไยพันธุ์ดอที่ได้รับสารเริ่มมีการแทงช่อดอกในระหว่างวันที่ 18-35 หลังจากได้รับสาร ในขณะที่ต้นที่ไม่ได้รับสารไม่มีการออกดอกเลย โดยในการศึกษครั้งนี้ ให้โพแทสเซียมคลอเรตในช่วงเดือนเมษายน ซึ่งช่วงดังกล่าวในธรรมชาติเป็นช่วงที่ต้นลำไยมีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบ (vegetative growth) เท่านั้น ดังนั้น การออกดอกของต้นลำไยจึงเป็นผลโดยตรงจากการที่ต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอเรต เมื่อนำมาทำการศึกษเกี่ยวกับปริมาณของโปรตีนในใบในขณะที่ต้นลำไยออกดอก จึงค่อนข้างที่จะมั่นใจได้ว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนที่เกิดขึ้นภายหลังจากที่ต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอเรตน่าจะเกี่ยวข้องกับการออกดอกของต้นลำไย เมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีนในใบพบว่า ปริมาณโปรตีนเริ่มต้นในลำไยกลุ่มที่ไม่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรต มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรต โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัย

สำคัญของโปรตีนรวมในใบ หลังจากที่ได้ต้นลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอเรตแล้ว 14 วัน (ตารางที่ 1) และพบความแตกต่างปริมาณโปรตีนมากขึ้นในวันที่ 21 และ 28 สอดคล้องกับวิทยาและธนะชัย (2547) รายงานว่ารูปแบบไอโซไซม์ของ peroxidase และ esterase พบว่า ในช่วงวันที่ 14, 21 และ 28 รูปแบบของไอโซไซม์ peroxidase มีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น และ Zheng *et al.* (2000) ก็พบในลักษณะเดียวกัน ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าปริมาณของโปรตีนทั้งหมดในใบของลำไยมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นก่อนการออกดอก

จากการศึกษา SDS-PAGE พบว่าการเพิ่มปริมาณของโปรตีนทั้งหมดในช่วงตั้งแต่วันที่ 14 เป็นต้นมา เนื่องมาจากการสร้างโปรตีนชนิดใหม่ ที่ตำแหน่ง Rf=0.45 และมีการเพิ่มปริมาณของโปรตีนที่ตำแหน่ง Rf=0.66 โดยในช่วงแรกหลังจากลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอเรตแล้ว โปรตีนที่ตำแหน่ง Rf =0.66 มีลักษณะคล้ายกับที่ปรากฏในรูปแบบของโปรตีนทั้งหมดจากใบลำไยที่ไม่ได้โพแทสเซียมคลอเรต แต่เมื่อวันที่ 14 กลับพบว่ามี ความเข้มของแถบ มาขึ้น จึงเป็นไปได้ที่โปรตีนที่ตำแหน่งนี้จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาที่ตำแหน่ง Rf = 0.45

พบว่า ก่อนหน้าวันที่ 14 ไม่ปรากฏแถบที่ตำแหน่งนี้ หรืออาจมีแต่มีปริมาณน้อยมาจน CBB ไม่สามารถย้อมได้ ซึ่งโดยปกติแล้วความเข้มข้นที่ CBB สามารถตรวจได้อยู่ที่ประมาณ 3 μg ดังนั้นมีโอกาสเป็นไปได้ทั้งที่โปรตีนนี้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นหรือเกิดขึ้นใหม่หลังจากที่ลำไยได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์ และจากการทำ SDS-PAGE ซึ่งเป็นการแยกโปรตีนออกโดยอาศัยน้ำหนัก ดังนั้นโปรตีนในตำแหน่งดังกล่าวจึงอาจเป็นโปรตีนเดียว หรือกลุ่มของโปรตีนก็ได้

สรุป

ในช่วงก่อนการออกดอกของลำไย จะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งปริมาณและชนิดของโปรตีนในใบลำไย การเปลี่ยนแปลงนี้มีทั้งเพิ่มปริมาณและสร้างโปรตีนชนิดใหม่ขึ้นมา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณพรรัตน์ ศิริคำ และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการพืชสวน, คุณพสุ สุลาภิวัฒนา เจ้าหน้าที่ในโครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัยสาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการให้คำปรึกษาและช่วยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี และขอขอบคุณโครงการเพิ่มจำนวนวิทยานิพนธ์และผลงานวิจัยตีพิมพ์ ที่ได้สนับสนุนเงินทุนสำหรับการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- รุ่งเกียรติ แก้วเพชร. 2547. ผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อรูปแบบของไอโซไซม์และระดับโปรตีนอิสระในใบลำไยพันธุ์ดอ พันธุ์ชมพู และพันธุ์เปี้ยวเขียว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- วิทยา ศิลปสมบุญ และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. 2547. ผลของใบและการลำเลียงทางท่ออาหารต่อการกระตุ้นการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอโดยโพแทสเซียมคลอไรด์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 35(5-6): 121-125.
- วิทยา ศิลปสมบุญ และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. 2548. ผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบไอโซไซม์ในใบของลำไยพันธุ์ดอ, [CD ROM]. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 36(5-6): 1-4.
- Bollag, D. M., M. D. Rozycki and S. J. Edelstein. 1996. Protein Methods. Second edition. John Wiley & Sons, Inc., Singapore.
- Hayes, W. J. J. and E. R. Law. 1991. Handbook of Pesticide Toxicology. Academic Press, New York.
- Zheng, Z. B., H.J. Luo, S.Q. Lin, X. Guan and G. Song. 2000. Changes in pox isozyme patterns during flower differentiation in litchi and longan. (Online). Available: http://www.actahort.org/books/558/558_41.htm. (14 November 2005)

ประสิทธิภาพของ CPPU ในการเพิ่มขนาดและคุณภาพ ของผลลำไยพันธุ์ดอ

Efficiency of CPPU on Increasing Size and Quality of Longan Fruit cv. Daw

กมล พงษ์เขียว^{1/} และ พิทยา สรวมศิริ^{1/}
Kamol Phongkhiaw^{1/} and Pittaya Srumsiri^{1/}

Abstract: The effects of CPPU (N-(2-chloro-pyridyl)-N'-phenylurea) on size and quality of longan fruit cv. Daw were carried out at farmer orchard in San Sai district, Chiang Mai. Randomized Complete Block Design with 5 blocks (trees) and 4 CPPU concentrations as 0 (distilled water – control), 10, 20 and 30 ppm were used. Five fruit clusters at 12 weeks after fruit set (aril developmental stage) with regular fruit size and about 40 fruits per cluster from each tree (block) were randomized and dipped in the CPPU solutions three times at weekly interval. The results revealed that CPPU concentration at 30 ppm gave the biggest fruit both in the parameter of fruit diameter and average fruit size. At this concentration also gave the highest average fruit weight and the total soluble solid (TSS) value. However, the concentrations of CPPU did not affect on total titrable acid (TA), peel thickening and peel color. Economically consideration found that CPPU concentration at 30 ppm could increase the gross income per tree from 741.23 Baht (for control) to be 1,166.76 Baht or as 57.41 % increasing.

Keywords: Longan, CPPU, fruit size, fruit quality

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

^{1/}Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ: ผลของการใช้ CPPU (N-(2-chloro-pyridyl)-N'-phenylurea) ในการเพิ่มขนาดและคุณภาพของผลลำไย พันธุ์ดอได้ดำเนินการที่สวนลำไยของเกษตรกรในเขตอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD ซึ่งประกอบไปด้วย 5 blocks (ต้น) และความเข้มข้นของ CPPU 4 ระดับ (กรรมวิธี) คือ 0 (น้ำกลั่น-วิธีควบคุม), 10, 20 และ 30 ppm ทำการสุ่มเลือกข้อลำไยที่มีอายุหลังติดผลแล้ว 12 สัปดาห์ (ระยะสร้างเนื้อผล) โดยมีจำนวนผลต่อข้อประมาณ 40 ผล และมีขนาดผลใกล้เคียงกัน จำนวน 5 ข้อในแต่ละต้น (block) ทำการจุ่มข้อผลลำไยตามกรรมวิธีดังกล่าวจำนวน 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า เมื่อจุ่มข้อผลลำไยที่ระดับความเข้มข้นของ CPPU 30 ppm สามารถทำให้ผลลำไยมีขนาดเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งให้น้ำหนักเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) สูงสุดอีกด้วย แต่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ของเนื้อ ความหนาของเปลือกและค่าสีของเปลือกไม่มีความแตกต่างกันในทุกกรรมวิธี เมื่อพิจารณาทางด้านผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจก็พบว่า เมื่อใช้ CPPU ที่ระดับ 30 ppm สามารถเพิ่มรายได้เฉลี่ยต่อต้นของลำไยจาก 741.23 บาท ในวิธีควบคุมเป็น 1,166.76 บาท หรือเพิ่มขึ้น 57.41 %

คำสำคัญ: ลำไย CPPU ขนาดผล คุณภาพผล

คำนำ

ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour.) เป็นไม้ผลที่สำคัญทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศและนำรายได้เข้าประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท (ศิริ, 2540) ตามที่รัฐบาลได้ประกันราคาผลผลิตลำไยตามขนาดผลโดยแบ่งเป็นเกรดได้แก่ เกรด AA ราคา 15 บาท เกรด A ราคา 10 บาท เกรด B ราคา 5 บาท และเกรด C ไม่คิดราคาให้นั้น ในสภาพเป็นจริงชาวสวนประสบภาวะขาดทุนมาก เนื่องจากชาวสวนใช้ต้นทุนการผลิตลำไยที่สูงแต่ผลผลิตยังมีเปอร์เซ็นต์ผลบกพร่องที่เป็นเกรด AA น้อยอยู่ จึงขายได้ไม่คุ้มค่างกับต้นทุน โดยทั่วไปการพัฒนาของผลจะต้องมีการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ ฮอรโมนพืชในกลุ่มของไซโตไคนินจึงมีบทบาทสำคัญในการขยายขนาดของผล (นพดล, 2537) มีรายงานเกี่ยวกับการใช้สาร CPPU ซึ่งเป็นสารในกลุ่มของไซโตไคนินในการใช้เพิ่มขนาดผล โดยการใช้สาร CPPU ความเข้มข้น 10 ppm ฉีดพ่นให้กับมะม่วงในระยะเริ่มมีการติดผล พบว่า สารดังกล่าวสามารถเพิ่มขนาดผล น้ำหนักผลและปริมาณผลต่อต้นของมะม่วงได้ (Notodimedjo, 2000) นอกจากนี้ Famiani *et al.* (1997)

ได้ทำการฉีดพ่นสาร CPPU ความเข้มข้น 20 ppm กับ kiwi fruit ในระยะหลังดอกบานเต็มที่ 2 สัปดาห์ พบว่าสามารถทำให้ผล kiwi fruit ดึงอาหารสะสมภายในต้นมาใช้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งยังทำให้ขนาดของผลและน้ำหนักผลเพิ่มขึ้น การใช้ไซโตไคนินในรูปสาร CPPU ซึ่งเป็นฮอรโมนพืช (ไซโตไคนิน) สังเคราะห์ จึงอาจเป็นแนวทางเพิ่มผลผลิตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ข้อผลลำไย พันธุ์ดอที่มีอายุหลังติดผลประมาณ 12 สัปดาห์ หรือในระยะเมล็ดเปลี่ยนสีและเริ่มสร้างเนื้อ จุ่มลงในสารละลาย CPPU แต่ละความเข้มข้นจำนวน 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กรรมวิธี จำนวน 5 บล็อก (1 ต้นเท่ากับ 1 บล็อก) หนึ่งหน่วยการทดลองเท่ากับ 5 ข้อ

กรรมวิธีที่ 1 Control (น้ำกลั่น)

กรรมวิธีที่ 2 CPPU ความเข้มข้น 10 ppm

กรรมวิธีที่ 3 CPPU ความเข้มข้น 20 ppm

กรรมวิธีที่ 4 CPPU ความเข้มข้น 30 ppm

บันทึกการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพทุก 2 สัปดาห์หลังจากทำการทดลอง ดังนี้

1. จำนวนผลต่อช่อ
2. ความกว้าง ความยาว และความสูงของผล โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์

หลังจากทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตนำผลลำไยที่ได้มาศึกษาและบันทึกข้อมูลด้านคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี โดยทำการบันทึกการทดลองดังนี้

1. จำนวนผลและขนาดผลในแต่ละเกรดโดยแบ่งเกรดตามมาตรฐานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (นพดลและคณะ, 2543) ขนาดผล วัดจากเส้นผ่าศูนย์กลางผลคือ เกรด AA (มากกว่า 2.5 ซม.) เกรด A (2.2–2.5 ซม.) เกรด B (2.0–2.2 ซม.) และ เกรด C (น้อยกว่า 2.0 ซม.)
2. น้ำหนักผลรวมในแต่ละเกรด
3. ความหนาเปลือก, เนื้อ และเมล็ดโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์
4. น้ำหนัก เปลือก, เนื้อ และเมล็ด โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า รุ่น XB 320 M ยี่ห้อ Percisa ความละเอียดทศนิยม 3 ตำแหน่ง
5. สีผิวเปลือก โดยใช้เครื่องวัดสี (colorimeter) รุ่น CR-10 ยี่ห้อ Minolta
6. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ โดยใช้ชุดการไทเทรต (titration set)
7. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้เครื่องวัดของแข็งที่ละลายน้ำได้ (digital refractometer)

ผลการทดลอง

การศึกษามูลของ CPPU ในแต่ละความเข้มข้น คือ Control, CPPU 10 ppm, CPPU 20 ppm และ CPPU 30 ppm พบว่า การใช้ CPPU ที่ 10, 20 และ 30 ppm ให้ค่าของจำนวนผลเฉลี่ยต่อช่อที่ใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในส่วนของขนาดผล การใช้ CPPU ทุกความเข้มข้นให้ขนาดผลโดยเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมทั้งในส่วนทางด้านสูง กว้าง ยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของผล (ตารางที่ 1) ส่วนในด้านเปอร์เซ็นต์ผลต่อต้นในแต่ละเกรดพบว่า การใช้ CPPU 10, 20 และ 30 ppm ให้ค่าเฉลี่ยของผลในเกรด AA ต่อต้นสูงที่สุดกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยเทียบจาก 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาคิดรายได้โดยเฉลี่ยต่อต้น พบว่า มีรายได้เพิ่มจากกรรมวิธีควบคุมจาก 741.3 บาท เป็น 1,166.8 บาท (ตารางที่ 1) ในส่วนของความหนาเปลือก เนื้อ เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังตารางที่ 2 แต่พบว่า การใช้ CPPU มีแนวโน้มเพิ่มความหนาเนื้อเพิ่มขึ้นตามลำดับ สำหรับน้ำหนักเปลือกไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบว่าในส่วนชั่งน้ำหนักเนื้อ เมล็ด และน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังตารางที่ 2 ในส่วนของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) พบว่า การใช้ CPPU ทุกความเข้มข้นสามารถทำให้ค่าของ TSS เพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แต่ในส่วนชั่งค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และค่าสีผิวเปลือก (L, a, b) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 3)

Table 1 Number of fruits per cluster, fruit size, percentage of fruit grade in cluster and gross income per tree.

Treatments	Number of fruit per cluster	Fruit size (mm)				Percentage of fruit grade in cluster				Gross income per tree (Baht)
		Height	Wide	Length	Fruit diameter	AA	A	B	C	
Control	33	24.8b	25.3cd	26.8c	25.63d	23.74b	29.70	17.64	28.92a	741.3
CPPU 10 ppm	30	25.2b	26.0bc	27.5bc	26.23c	54.06a	24.68	9.20	12.06b	1,103.7
CPPU 20 ppm	30	27.0a	28.0ab	28.0ab	27.67b	55.09a	23.25	14.63	7.03b	1,132.0
CPPU 30 ppm	35	27.0a	30.2a	30.2a	29.13a	55.07a	28.64	10.87	5.42b	1,166.8
significant	ns	*	*	*	*	*	ns	ns	*	

ns non-significant

* Means in the same column with different letter are significantly different ($P < 0.05$)

Table 2 Thickness of fruit structure and average weight of fruit structure.

Treatments	Thickness of fruit structure (mm)			Average weight of fruit structure (g)			
	Peel	Aril	Seed	Peel	Aril	Seed	Total
Control	0.81	5.98	12.02	1.00	4.87b	1.07c	6.94b
CPPU 10 ppm	0.87	5.52	13.41	1.27	5.95a	1.37a	8.59a
CPPU 20 ppm	0.86	7.06	12.74	1.18	6.33a	1.24b	8.75a
CPPU 30 ppm	0.88	8.56	12.35	1.19	6.48a	1.19b	8.86a
significant	ns	ns	ns	ns	*	*	*

ns non-significant

* Means in the same column with different letter are significantly different ($P < 0.05$)

Table 3 Total soluble solid (TSS) and total titrable acid (TA) and peel color.

Treatments	TSS ($^{\circ}$ Brix)	TA (%)	Peel color		
			L	a	b
Control	22.54c	0.119	55.79	5.60	20.21
CPPU 10 ppm	23.55bc	0.119	56.30	5.64	20.83
CPPU 20 ppm	24.41ab	0.128	56.00	5.53	20.63
CPPU 30 ppm	25.12a	0.128	56.01	5.57	20.33
significant	*	ns	ns	ns	ns

ns non-significant

* Means in the same column with different letter are significantly different ($P < 0.05$)

สรุปและวิจารณ์

การใช้ CPPU สามารถช่วยเพิ่มขนาดผลได้ โดยพบว่า มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลโดยเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ผลในเกรด AA เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้มีแนวโน้มในการเพิ่มความหนาเนื้อผลด้วย จึงทำให้มีปริมาณเนื้อผลเพิ่มขึ้นและน้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อผลจึงเพิ่มขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่สาร CPPU เป็นฮอร์โมนไซโตไคนินสังเคราะห์ โดยไซโตไคนินมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์และการเพิ่มขนาดของเซลล์ทำให้ช่วยในการขยายขนาดของผล (นพดล, 2537) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Notodimedjo (2000) ซึ่งใช้สาร CPPU ความเข้มข้น 10 ppm ฉีดพ่นให้กับมะม่วงในระยะเริ่มมีการติดผล พบว่าสารดังกล่าวสามารถเพิ่มขนาดผล น้ำหนักผล

ในส่วนคุณภาพผล สาร CPPU มีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ทั้งนี้ จากงานทดลองของ Famiani *et al.* (1997) ที่ได้ทำการฉีดพ่นสาร CPPU ความเข้มข้น 20 ppm กับ kiwi fruit ในระยะหลังดอกบานเต็มที่ 2 สัปดาห์ พบว่า สามารถทำให้ผล kiwi fruit ดึงอาหารสะสมภายในต้นมาใช้ได้เป็นอย่างดี ทำให้น้ำหนักของผลและน้ำหนักผลเพิ่มขึ้นได้และการให้ CPPU ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วด้วย ซึ่งในการทดลองนี้ได้ยืนยันผลของ CPPU ในการช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ในผลลำไยที่ได้รับสาร CPPU ได้เช่นกัน

แนวทางการใช้สาร CPPU ในแปลงเกษตรกร ควรมีการตัดแต่งกิ่งลำไยให้ได้ทรงต้นเตี้ยหรือแบบพุ่มหยาบ เพราะเมื่อทำการให้สารแก่ลำไยโดยวิธีการจุ่มซ่อผล จะสามารถทำได้ง่ายและการตัดแต่งกิ่งแบบพุ่มหยาบยังช่วยทำให้ต้นลำไยได้รับแสงเต็มที่ ทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นและมีปริมาณอาหารสะสมในต้นสูง ผลลำไยจึงสามารถนำเอาอาหารที่มีอยู่ไปใช้ในการเพิ่มขนาดและคุณภาพผล เมื่อได้รับสาร CPPU ซึ่งมี

คุณสมบัติช่วยในการดึงอาหารสะสมในต้นมาใช้ดังที่ได้กล่าวข้างต้น

ในด้านผลตอบแทน เมื่อคำนวณปริมาณผลผลิตที่ได้ในเกรด AA และรายได้โดยเฉลี่ยต่อต้น พบว่า การใช้สาร CPPU สามารถเพิ่มปริมาณผลในเกรด AA สูงขึ้น ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม และในความเป็นจริงเกษตรกรโดยทั่วไปยังใช้สารเคมีในกลุ่มอื่นหลายกลุ่ม ซึ่งก็มีราคาสูงและการใช้สารเคมีในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของผลยังใช้แตกต่างกัน แต่จากการทดลองทำการให้สาร CPPU เพียงกลุ่มเดียวและระยะการเจริญเติบโตระยะเดียวคือระยะสร้างเนื้อผล จึงเป็นแนวทางในการช่วยลดต้นทุนสารเคมีได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- ศิริ อำพันสวัสดิ์. 2540. ไม้ผลเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 159 หน้า.
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. ฮอโมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. สำนักพิมพ์วิรุฬห์เขียว, กรุงเทพฯ. 128 หน้า.
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์ นพณีย์ โทบุญญานนท์ วินัย วิริยะอลงกรณ์ พาวิน มะโนชัย ธีรบุษ จันทระจิต และพิชัย สมบุญวงศ์. 2543. การผลิตลำไย. โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 122 หน้า.
- Famiani, E., A. Antognozzi, S. Tombesi, A. Moscatello and A. Battistelli. 1997. CPPU induced alterations in source-sink relationships in *Actinidia deliciosa*. Acta Hort. 463: 306-310.
- Notodimedjo S. 2000. Effect of GA₃, NAA and CPPU on fruit retention, yield and quality of mango (cv. Arumanis) in East Java. Acta Hort. 509: 587-600.

สัณฐานวิทยาและจำนวนโครโมโซมยางสดพื้นเมืองลับแล

Morphology and Chromosome Number of Lab Lae Native Langsat (*Lansium domesticum* Correa)

พิชัย ใจกล้า^{1/} และ สุทธิรัตน์ ปาลาศ^{1/}
Pichai Chaikla^{1/} and Suttirut Palas^{1/}

Abstract: Local langsats from three Tambons (Fai Luang, Na Nok Kok and Mae Poon) in Lab Lae District, Uttaradit Province, were morphologically studied. It was found that the plants were of tree typed. The bark was smooth and brownish green in colour. The leaves were odd-pinnate compound. The leaf shape was lanceolate with acuminate tip, oblique base, and undulate margin. The spikes were borne in clusters, 15 – 20 centimeters in length. The flower was perfect having the floral formula of $\oplus K_{(5)} C_{(5)} A_{10} \underline{G}_{(5)}$. The fruits of elliptic shape clustered densely on each peduncle. The fruits were oval, having thin pale yellow skin. There were 1 – 2 large seeds per fruit. The pulp was translucent. Somatic chromosome number was $2n = 24$.

Keywords: Langsat (*Lansium domesticum* Correa), chromosome

บทคัดย่อ: การศึกษายางสดพื้นเมืองใน 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลฝายหลวง ตำบลนากอก และตำบลแม่พูล ในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่า มีลักษณะสัณฐานวิทยาเป็นไม้ยืนต้นลำต้นตรง เปลือกเรียบสีเขียวอมน้ำตาล ใบประกอบเรียงสลับแบบขนนกปลายคี่ รูปใบหอก ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบเฉียง ขอบใบเป็นคลื่น ช่อดอกออกเป็นกระจุกยาว 15 – 20 เซนติเมตร เป็นช่อเชิงลด ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศมีสูตร $\oplus K_{(5)} C_{(5)} A_{10} \underline{G}_{(5)}$ ผลติดกันเป็นพวง สลับแน่นบนก้านช่อดอก ผลมีรูปร่าง กลมรี ผิวเปลือกสีเหลืองอ่อน เปลือกบาง เมล็ดมีขนาดใหญ่ จำนวน 1 – 2 เมล็ดต่อผล เนื้อสีขาวโปร่งแสง จำนวนโครโมโซมของยางสดพื้นเมือง คือ $2n = 24$

คำสำคัญ: ยางสด โครโมโซม

^{1/} คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จ. อุตรดิตถ์ 53000

^{1/} Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000, Thailand.

คำนำ

ตระกูลกลางสาต (Meliaceae) เป็นตระกูลขนาดปานกลาง มีสมาชิก 53 สกุล (genus) ประมาณ 1,530 ชนิด (species) มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน แถบหมู่เกาะมลายู อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ พืชตระกูลกลางสาตที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ได้แก่ กลางสาต (langsat, *Lansium domesticum* Correa) ลองกอง (longkong, *Lansium dookoo* Griff.) (Ramingwong, 2001) สำหรับประเทศไทยนั้น มีการปลูกในแถบภาคใต้ของประเทศ ในปี พ.ศ. 2463 ได้มีการนำเมล็ดมาจากภาคใต้มาปลูกในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งมีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ภูเขา สภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของกลางสาตและลองกอง อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25 – 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 – 85 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ปลูกกลางสาตมีประมาณ 46,272 ไร่ และลองกองประมาณ 15,186 ไร่ (สำนักงานเกษตรอำเภอลับแล, 2547) กลางสาตเป็นไม้ผลเศรษฐกิจของจังหวัดอุตรดิตถ์ การศึกษาพันธุ์กลางสาตพันธุ์พื้นเมือง หรือกลางสาตลับแล ยังมีการศึกษาค้นคว้าน้อย จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพื่อให้ทราบข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ทั้งทางด้านสัณฐานวิทยาและเซลล์วิทยาซึ่งมีประโยชน์ต่อการอนุรักษ์พันธุ์และความหลากหลายนำไปสู่การปรับปรุงพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาลางสาตที่เจริญเติบโตในพื้นที่ตำบลฝ่ายหลวง ตำบลแม่พูล และตำบลนานกกก อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดยวิธีการบันทึกข้อมูล และถ่ายภาพลักษณะของทรงต้น

เปลือกต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด เขียนคำบรรยายรายละเอียด และศึกษาโครโมโซมจากเนื้อเยื่อปลายรากตามวิธีการของ Dyer (1979) โดยเก็บตัวอย่างที่เวลา 09.00 และ 09.30 นาฬิกา นำปลายรากแช่ในน้ำยา paradichlorobenzene เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นแช่ในน้ำยารักษาสภาพเซลล์ เป็นเวลา 5 นาที และนำไปย่อยแยกเซลล์ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 นอร์มอล ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ย้อมสีปลายรากด้วย lacto- propionic orcein นาน 24 ชั่วโมง ขยี้ปลายรากแล้วนำไปศึกษาโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ผลการทดลอง

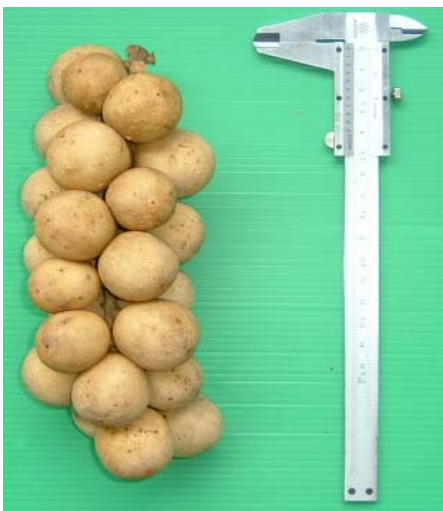
ผลการศึกษาสัณฐานวิทยาของกลางสาตที่เจริญเติบโตใน 3 ตำบลของอำเภอลับแล พบว่ากลางสาตดังกล่าวมี ลักษณะใบเป็นใบประกอบแบบขนนกปลายคี่ ใบมีรูปร่างเป็นรูปใบหอก (lanceolate) ปลายใบเรียวแหลม (acuminate) ขอบใบเป็นคลื่น (undulate) ฐานใบเฉียง (oblique) ผิวใบเรียบเป็นมัน ออกดอกเป็นช่อ ช่อดอกเกิดเป็นกลุ่มตามกิ่งและลำต้น กลุ่มละ 2 – 15 ช่อดอกย่อยไม่มีก้านช่อดอก ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกสีขาวเหลือง จำนวน 5 กลีบ เกสรเพศผู้มี 10 อัน รังไข่มีลักษณะรูปร่างกลมจำนวน 5 พู มีสูตร $\oplus K_{(5)} C_{(5)} A_{10} \underline{G}_{(5)}$ ผลติดกันเป็นพวงสลับแน่นบนก้านช่อดอก มีรูปร่างกลมรี ผิวเปลือกสีเหลืองอ่อน เปลือกบาง เมล็ดมีขนาดใหญ่ จำนวน 1 – 2 เมล็ดต่อผล เนื้อสีขาวโปร่งแสง ลักษณะผลมี 2 คือ แบบหัวกลม และแบบหัวจุก (ภาพที่ 1) ซึ่งแบบหัวจุกมีผลขนาดใหญ่ และเปลือกหนากว่าแบบหัวกลม การนับจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ปลายรากที่อยู่ระยะของการแบ่งเซลล์ระยะเมตาเฟส พบว่า มีจำนวนโครโมโซมเป็น 24 แท่ง ($2n = 24$) (ภาพที่ 2)



(A)



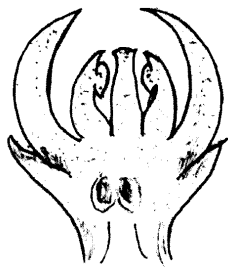
(B)



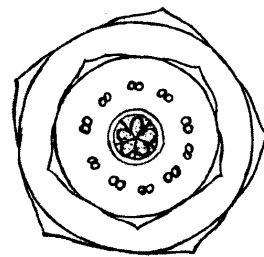
(C)



(D)



(E)



(F)

$$(G) \quad \oplus K_{(5)} C_{(5)} A_{10} \underline{G}_{(5)}$$

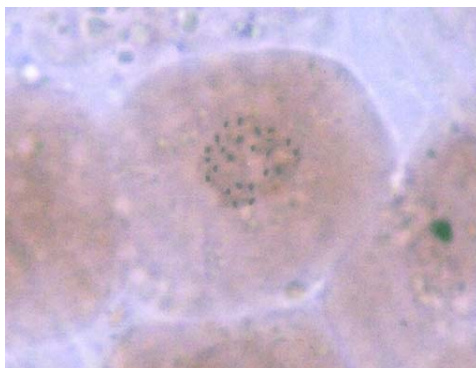
Figure 1 Leaf (A), inflorescence (B), fruits (C-D), longitudinal section of flower (E), floral diagram (F), floral formula (G) of Lab Lae langsat.



(A)



(B)



(C)

Figure 2 Chromosomes of Lab Lae langsats from root tip cells collected by (A) 09.00 hr., (B) 09.30 hr. and (C) metaphase chromosome ($2n=24$).

สรุปและวิจารณ์ผล

การศึกษาลักษณะของรูปร่างใบ ช่อดอก ดอกย่อย ผิวเปลือก จำนวนเมล็ด มีลักษณะที่คล้ายกัน ที่แตกต่างกันคือ รูปร่างทรงผลมีแบบหัวกลม และแบบหัวจุก ด้วยลักษณะของช่อดอกเกิดเป็นกลุ่มและดอกย่อยไม่มีก้านช่อดอกจึงทำให้ผลติดกันแน่น ซึ่งสอดคล้องกับ มงคล (2538) กล่าวคือ ผลแบบหัวจุกมีขนาดใหญ่กว่าแบบหัว

กลม เนื้อสีขาวโปร่งแสง มีจำนวนเมล็ด 1-2 เมล็ดต่อผล การศึกษาจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ปลายรากเนื่องจากเป็นส่วนที่มีการแบ่งตัวอย่างรวดเร็วและพบโครโมโซมได้ง่าย และชัดเจนกว่าการใช้เนื้อเยื่อปลายยอด (สลิลรัตน์, 2543) การนับจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ปลายรากที่อยู่ในระยะของการแบ่งเซลล์ระยะเมตาเฟส พบว่า มีจำนวนโครโมโซม 24 แท่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ จรัสศรี และคณะ (2545) ลักษณะโครโมโซมกลางสาดที่พบมีขนาดเล็ก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา และคณะ
เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่สนับสนุน
งานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จรัสศรี นวลศรี สมปอง เตชะโต มงคล แซ่หลิม และ
วิจิตต์ วรรณชิต. 2545. การศึกษาจำนวน
โครโมโซม การแยกพันธุ์โดยเทคนิค RAPD และ
ความเป็นไปได้ในการผสมข้ามระหว่างลองกอง
กลางสาต และดูญ. รายงานวิจัย ภาควิชา
พืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,
สงขลา. 52 หน้า.
มงคล แซ่หลิม. 2538. พันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ของ
พืชสกุลยางสด. ว.แก่นเกษตร 23(2): 59-66.

สลิลรัตน์ วิชัยพานิช. 2543. การเลือกใช้น้ำเชื้อและเวลา
เพื่อการศึกษาโครโมโซมลำไย. ปัญหาพิเศษ
ปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 26 หน้า.

สำนักงานเกษตรอำเภอลابلแล. 2547. ลางสาตและ
ลองกอง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:
http://www.thai.net/lablae_ag/long&lang.htm
(27 กุมภาพันธ์ 2547)

Dyer, A.F. 1979. Investigating Chromosomes. Edward
Arnold Ltd., London. 138 pp.

Ramingwong, K. 2001. Systematic of Economic Fruit
Plants. Department of Horticulture, Faculty
of Agriculture, Chiang Mai University,
Chiang Mai. 222 pp.

ผลของสารเคมีต่อคุณภาพของกุหลาบตัดดอกพันธุ์ดัลลัส

Effect of Chemicals on Quality of Cut Rose cv. Dallas

วิมลศิริ กาวิตะ^{1/} และ ดนัย บุญเกียรติ^{1/}
Vimonsiri Kaveeta^{1/} and Danai Boonyakiat^{1/}

Abstract: Study on effect of chemicals on quality of red cut rose (*Rosa hybrida* L. cv. Dallas) by pulsing cut roses in 5 different solutions consisted of distilled water (as control); 10 % sucrose, 150 mg/litre AgNO₃ and 30 mg/litre citric acid; 10 % sucrose, 150 mg/litre AgNO₃, 400 mg/litre 8-HQS and 30 mg/litre citric acid; 10 % sucrose, 200 mg/litre 8-HQS and 260 mg/litre CoCl₂ and 10 % sucrose, 150 mg/litre Al₂(SO₄)₃ and 30 mg/litre citric acid for 12 hours and then held in distilled water. It was found that cut roses pulsed in chemicals consisted of 10 % sucrose, 150 mg/litre AgNO₃, 400 mg/litre 8-HQS and 30 mg/litre citric acid had the longest vase life which was 8.50 days and every solution improved the quality of cut roses better than the control. For the study on holding red cut rose in 5 different solutions consisted of distilled water (control); 5 % sucrose, 0.4 % CaCl₂ and 200 mg/litre 8-HQS; 5 % sucrose, 50 mg/litre AgNO₃, 200 mg/litre 8-HQS; 5 % sucrose, 20 mg/litre AgNO₃ and 5 % sucrose, 200 mg/litre CoNO₃. It was found that cut rose held in chemicals consisted of 5 % sucrose, 0.4 % CaCl₂ and 200 mg/litre 8-HQS had the longest vase life which was 10.27 days and every solution improved the quality of cut rose better than the control.

Keywords: Vase life, pulsing, holding solution

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

^{1/} Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของสารเคมีในลักษณะพัลซิงต่อคุณภาพของกุหลาบตัดดอกสีแดงพันธุ์ Dallas โดยแช่ในสารเคมี 5 กรรมวิธี คือ น้ำกลั่น (ชุดควบคุม), น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 150 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร, น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 150 มก./ลิตร 8-HQS 400 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร, น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ 8-HQS 200 มก./ลิตร และ CoCl_2 260 มก./ลิตร และน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 150 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร นาน 12 ชั่วโมงแล้วนำมาปักแจกันในน้ำกลั่น พบว่าดอกกุหลาบที่แช่ในสารเคมีสำหรับพัลซิงที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 150 มก./ลิตร 8-HQS 400 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร มีอายุการปักแจกันนานที่สุด คือ 8.50 วัน และพบว่าสารเคมีทุกกรรมวิธีช่วยให้ดอกกุหลาบมีคุณภาพดีกว่าชุดควบคุม ส่วนการศึกษาผลของการปักแจกันดอกกุหลาบพันธุ์ Dallas ในสารเคมีปักแจกัน 5 กรรมวิธี คือ น้ำกลั่น (ชุดควบคุม) น้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ CaCl_2 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ 8-HQS 200 มก./ลิตร, น้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 50 มก./ลิตร และ 8-HQS 200 มก./ลิตร, น้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และ AgNO_3 20 มก./ลิตร และน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และ CoNO_3 200 มก./ลิตร พบว่าดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารเคมีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ CaCl_2 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ 8-HQS 200 มก./ลิตรมีอายุการปักแจกันนานที่สุด คือ 10.27 วัน และพบว่าสารเคมีทุกกรรมวิธีช่วยให้ดอกกุหลาบมีคุณภาพดีกว่าชุดควบคุม

คำสำคัญ: อายุการปักแจกัน พัลซิง สารเคมีปักแจกัน

คำนำ

ดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวหรือตัดจากต้นแล้วจะเป็นการตัดขาดจากแหล่งน้ำแหล่งอาหารที่เคยได้รับจากต้นเดิม แต่ดอกไม้ยังคงมีกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ เกิดขึ้นตลอดเวลา จึงทำให้ดอกไม้เข้าสู่กระบวนการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น (นิธิยา และดนัย, 2537; ยงยุทธ, 2540; วรินธร, 2545; Halevy and Mayak, 1979) มีการศึกษาวิจัยใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ดอกไม้เข้าสู่กระบวนการเสื่อมสภาพช้าลงและเป็นการยืดอายุการปักแจกันให้นานขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มคุณภาพของดอกไม้ ในการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ นั้นจะแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ โดยในการทดลองครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่ 2 วิธีการ คือ การทำพัลซิง (Pulsing) ซึ่งเป็นการเพิ่มสารอาหารให้กับดอกไม้เพื่อยืดอายุการปักแจกันและปรับปรุงคุณภาพของดอก และการปักแจกัน (Holding) ซึ่งเป็นการนำดอกไม้ที่ตัดในระยะเวลาที่ดอกเริ่มบานหรือบานเกือบเต็มที่ไปแช่ในสารละลายที่ประกอบด้วยสารเคมีชนิดต่าง ๆ ระหว่างรอการจำหน่าย เพื่อให้ดอกไม้มีอายุการวางจำหน่ายหรืออายุการปักแจกันเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามชนิด และความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ในแต่ละ

วิธีการนั้นจะแตกต่างกันไปตามชนิดและพันธุ์ของดอกไม้ (นิธิยาและดนัย, 2537; สายชล, 2531) การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของสารเคมีชนิดต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการทำพัลซิงและการปักแจกันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดอกกุหลาบตัดดอกสีแดงพันธุ์ Dallas

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองผลของสารเคมีสำหรับการทำพัลซิงต่อคุณภาพกุหลาบตัดดอกสีแดงพันธุ์ Dallas วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ดอก แต่ละกรรมวิธีประกอบด้วยสารเคมีกรรมวิธีต่าง ๆ คือ น้ำกลั่น (ชุดควบคุม), น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 150 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร, น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 150 มก./ลิตร 8-HQS 400 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร, น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ 8-HQS 200 มก./ลิตร และ CoCl_2 260 มก./ลิตร และน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 150 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร ทำการทดลองโดยนำดอกกุหลาบพันธุ์ Dallas มาคัดขนาดและคุณภาพ

ให้ใกล้เคียงกัน จากนั้นปลิดใบส่วนล่างออกให้เหลือไว้ระดับเหนือสารเคมีที่ใช้แช่และตัดโคนก้านดอกออก 2-3 เซนติเมตรโดยตัดเฉียง 45 องศา แล้วทำพัลซิงโดยแช่ก้านดอกในสารเคมีกรรมวิธีต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ข้างต้นนาน 12 ชั่วโมง หลังจากครบ 12 ชั่วโมงให้นำดอกกุหลาบที่ผ่านการพัลซิงไปปักแจกันในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง

บันทึกผลการทดลองที่เกี่ยวกับคุณภาพและอายุการปักแจกัน ได้แก่ อายุการปักแจกัน อัตราการดูดน้ำ การเหี่ยวของดอก การบานของดอก การโค้งงอของคอดอก การเกิดสีน้ำเงินปนม่วง (blueing) ของกลีบดอก และการเหี่ยวของใบ โดยให้เป็นระดับคะแนนดังต่อไปนี้

- 0 = มีการเปลี่ยนแปลง 0-25 เปอร์เซ็นต์
- 1 = มีการเปลี่ยนแปลง 26-50 เปอร์เซ็นต์
- 3 = มีการเปลี่ยนแปลง 51-75 เปอร์เซ็นต์
- 5 = มีการเปลี่ยนแปลง 76-100 เปอร์เซ็นต์

ส่วนการทดลองผลของสารเคมีสำหรับการปักแจกันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพกุหลาบตัดดอกพันธุ์ Dallas วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์มี 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ดอก แต่ละกรรมวิธีประกอบด้วย น้ำกลั่น (ชุดควบคุม), น้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ CaCl_2 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ 8-HQS 200 มก./ลิตร, น้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 50 มก./ลิตร และ 8-HQS 200 มก./ลิตร, น้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และ AgNO_3 20 มก./ลิตร และน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และ CoNO_3 200 มก./ลิตร ทำการทดลองโดยนำดอกกุหลาบพันธุ์ Dallas มาคัดขนาดและคุณภาพให้ใกล้เคียงกัน จากนั้นปลิดใบส่วนล่างออกให้เหลือไว้ระดับเหนือสารเคมีที่ใช้แช่และตัดโคนก้านดอกออก 2-3 เซนติเมตรโดยตัดเฉียง 45 องศา แล้วแช่ก้านดอกในสารเคมีตามกรรมวิธีต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ข้างต้นจนหมดอายุการปักแจกัน โดยบันทึกผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองผลของสารเคมีสำหรับการทำพัลซิง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของสารเคมีสำหรับพัลซิงต่อคุณภาพของกุหลาบตัดดอกพันธุ์ Dallas แสดงในตารางที่ 1 พบว่าดอกกุหลาบที่แช่ในสารเคมีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 150 มก./ลิตร 8-HQS 400 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 3) มีอายุการปักแจกันนานที่สุด คือ 8.50 วัน โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี อาจเนื่องมาจากสารเคมีประกอบด้วยน้ำตาลซูโครสซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ดอกไม้ใช้สร้างพลังงาน (ATP) สำหรับกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ และยังประกอบด้วย AgNO_3 และ 8-HQS ซึ่งเป็นสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และมีคุณสมบัติชะลอการสลายและการทำงานของเอทิลีน (นิธิยา และคณะ, 2537; ยงยุทธ, 2540; สายชล, 2531; Noordegraaf, 1999) และเมื่อแช่ดอกกุหลาบในสารเคมีชนิดต่าง ๆ เป็นเวลา 12 ชั่วโมงแล้วนำมาปักแจกันในน้ำกลั่นเป็นเวลา 6 วัน พบว่าสารเคมีในทุกกรรมวิธีมีอัตราการดูดน้ำสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังพบว่าสารเคมีในทุกกรรมวิธีช่วยชะลอการเหี่ยวของดอก และการเกิดอาการ blueing ของกลีบดอกได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการบานของดอกพบว่าสารเคมีในกรรมวิธีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 150 มก./ลิตร 8-HQS 400 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 3), น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 150 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 2) และ น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 150 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 5) ช่วยชะลอการบานของดอกได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนการบานของดอกเท่ากับ 1.00, 1.20 และ 1.53 คะแนนตามลำดับ และการโค้งงอของคอดอกพบว่าสารเคมีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 150 มก./ลิตร 8-HQS

400 มก./ลิตร และกรดซิดริก 30 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 3), น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 150 มก./ลิตร และกรดซิดริก 30 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 2) และ น้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 150 มก./ลิตร และกรดซิดริก 30 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 5) ช่วยชะลอการโค้งงอของคอดอกได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนการโค้งงอของคอดอกเท่ากับ 1.13, 0.97 และ 1.40 คะแนนตามลำดับ และการเหี่ยวของใบพบว่าในกรรมวิธีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 150 มก./ลิตร 8-HQS 400 มก./ลิตร และกรดซิดริก 30 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 3) ช่วยชะลอการเหี่ยวของใบได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนการเหี่ยวของใบเท่ากับ 0.70 คะแนน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

การศึกษามลของสารเคมีสำหรับปักแจกันต่อคุณภาพของกุหลาบตัดดอกพันธุ์ Dallas แสดงในตารางที่ 3 พบว่าดอกกุหลาบที่แช่ในสารเคมีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ CaCl_2 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ 8-HQS 200 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 2) มีอายุการปักแจกันนานที่สุดคือ 10.27 วัน โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธีอาจเนื่องมาจากสารเคมีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครสซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ดอกไม้ใช้สำหรับกระบวนการหายใจ อีกทั้งยังประกอบด้วย CaCl_2 และ 8-HQS ที่ช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (นิธิยา และदनัย, 2537; สายชล, 2531) และเมื่อแช่ดอกกุหลาบในสารเคมีชนิดต่าง ๆ เป็นเวลา 6 วัน พบว่าสารเคมีในกรรมวิธีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และ AgNO_3 20 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 4), น้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 50 มก./ลิตร และ 8-HQS 200 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 3) และน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ CaCl_2 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ 8-HQS 200 มก./ลิตร

(กรรมวิธีที่ 2) มีอัตราการดูดนํ้าเท่ากับ 3.65, 3.63 และ 3.28 มล./ดอก/วันตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเหี่ยวของดอกพบว่าสารเคมีในทุกกรรมวิธีช่วยชะลอการเหี่ยวของดอกได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การบานของดอกพบว่าสารเคมีในกรรมวิธีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ CaCl_2 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ 8-HQS 200 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 2) และน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 50 มก./ลิตร และ 8-HQS 200 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 3) ช่วยชะลอการบานของดอกได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนการบานของดอกเท่ากับ 1.00 และ 1.00 คะแนนตามลำดับ ส่วนการโค้งงอของคอดอกพบว่าสารเคมีในกรรมวิธีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ CaCl_2 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ 8-HQS 200 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 2), น้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ AgNO_3 50 มก./ลิตร และ 8-HQS 200 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 3) และน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และ AgNO_3 20 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 4) ช่วยชะลอการโค้งงอของคอดอกได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนการโค้งงอของคอดอกเท่ากับ 1.00, 1.00 และ 1.20 คะแนนตามลำดับ การเกิดอาการ blueing ของกลีบดอกพบว่าสารเคมีในกรรมวิธีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และ AgNO_3 20 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 4) มีคะแนนการเกิดอาการ blueing ของกลีบดอกต่ำที่สุดคือ 0.93 คะแนนซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ส่วนการเหี่ยวของใบพบว่าสารเคมีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ CaCl_2 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ 8-HQS 200 มก./ลิตร (กรรมวิธีที่ 2) ช่วยชะลอการเหี่ยวของใบได้ดีกว่าทุกกรรมวิธีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนการเหี่ยวของใบเท่ากับ 0.17 คะแนน

Table 1 Vase life of cut roses (*Rosa hybrida* L. cv. Dallas) pulsed in chemical solutions for 12 hours and then held in distilled water.

Treatment	Vase life ^{1/} (days)
Distilled water (control)	5.37 a
10 % sucrose, 150 mg/l AgNO ₃ and 30 mg/l citric acid	7.13 d
10 % sucrose, 150 mg/l AgNO ₃ , 400 mg/l 8-HQS and 30 mg/l citric acid	8.50 e
10 % sucrose, 200 mg/l 8-HQS and 260 mg/l CoCl ₂	5.90 b
10 % sucrose, 150 mg/l Al ₂ (SO ₄) ₃ and 30 mg/l citric acid	6.47 c
LSD	0.39
CV (%)	3.21

^{1/}Different letter following means showing the significant difference at level of 0.05

Table 2 Quality of cut roses (*Rosa hybrida* L. cv. Dallas) pulsed in chemical solutions for 12 hours and then held in distilled water for 6 days.

Treatments	water absorbtion rate ^{1/} ml/flower/day	Flower wilting ^{1/} (point)	Flower opening ^{1/} (point)	Bent neck ^{1/} (point)	Blueing of petal ^{1/} (point)	Leaf wilting ^{1/} (point)
1	1.52 a	3.00 e	2.53 b	2.16 c	2.27 c	1.00 b
2	3.99 c	1.33 b	1.20 a	1.13 ab	1.13 ab	0.87 ab
3	5.07 d	0.90 a	1.00 a	0.97 a	0.87 a	0.70 a
4	2.34 b	2.64 d	2.20 b	1.71 bc	1.50 b	1.00 b
5	2.54 b	2.07 c	1.53 a	1.40 ab	1.13 ab	1.00 b
LSD	0.22	0.34	0.56	0.60	0.59	0.22
CV (%)	3.09	7.80	7.94	6.23	2.24	3.09

^{1/}Different letter following means showing the significant difference at level of 0.05

Note: Treatment 1 Distilled water (control)
 Treatment 2 10 % sucrose, 150 mg/l AgNO₃ and 30 mg/l citric acid
 Treatment 3 10 % sucrose, 150 mg/l AgNO₃, 400 mg/l 8-HQS and 30 mg/l citric acid
 Treatment 4 10 % sucrose, 200 mg/l 8-HQS and 260 mg/l CoCl₂
 Treatment 5 10 % sucrose, 150 mg/l Al₂(SO₄)₃ and 30 mg/l citric acid

Table 3 Vase life of cut roses (*Rosa hybrida* L. cv. Dallas) held in chemical solutions.

Treatment	Vase life ^{1/} (days)
Distilled water (control)	5.57 a
5 % sucrose, 0.4 % CaCl ₂ and 200 mg/l 8-HQS	10.27 e
5 % sucrose, 50 mg/l AgNO ₃ and 200 mg/l 8-HQS	8.20 d
5 % sucrose and 20 mg/l AgNO ₃	7.37 c
5 % sucrose and 200 mg/l CoNO ₃	6.63 b
LSD	0.20
CV (%)	3.18

^{1/}Different letter following means showing the significant difference at level of 0.05

Table 4 Quality of cut roses (*Rosa hybrida* L. cv. Dallas) held in chemical solutions for 6 days.

Treatment	water absorbtion rate ^{1/} ml/flower/day	Flower wilting ^{1/} (point)	Flower opening ^{1/} (point)	Bent neck ^{1/} (point)	Blueing of petal ^{1/} (point)	Leaf wilting ^{1/} (point)
1	2.27 a	2.92 d	1.35 b	1.60 c	1.00 a	1.00 b
2	3.28 b	0.97 a	1.00 a	1.00 a	1.00 a	0.17 a
3	3.63 b	1.00 a	1.00 a	1.00 a	1.00 a	0.93 b
4	3.65 b	1.20 b	1.25 b	1.20 ab	0.93 a	0.97 b
5	2.59 a	1.90 c	1.42 b	1.39 bc	1.00 a	1.00 b
LSD	0.58	0.15	0.15	0.26	0.09	0.14
CV (%)	10.37	4.17	9.18	2.86	7.98	7.46

^{1/}Different letter following means showing the significant difference at level of 0.05

Note: Treatment 1 Distilled water (control)
 Treatment 2 5 % sucrose, 0.4 % CaCl₂ and 200 mg/l 8-HQS
 Treatment 3 5 % sucrose, 50 mg/l AgNO₃ and 200 mg/l 8-HQS
 Treatment 4 5 % sucrose and 20 mg/l AgNO₃
 Treatment 5 5 % sucrose and 200 mg/l CoNO₃

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของสารเคมีต่อคุณภาพของกุหลาบตัดดอกพันธุ์ Dallas พบว่าดอกกุหลาบที่แช่ในสารเคมีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์, AgNO_3 150 มก./ลิตร, 8-HQS 400 มก./ลิตร และกรดซิตริก 30 มก./ลิตร มีอายุการปักแจกันนานที่สุด คือ 8.50 วัน และพบว่าสารเคมีทุกกรรมวิธีช่วยให้ดอกกุหลาบมีคุณภาพดีกว่าชุดควบคุม ส่วนการศึกษาผลของการปักแจกันดอกกุหลาบพันธุ์ Dallas พบว่าดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารเคมีที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์, CaCl_2 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ 8-HQS 200 มก./ลิตรมีอายุการปักแจกันนานที่สุด คือ 10.27 วัน และพบว่าสารเคมีทุกกรรมวิธีช่วยให้ดอกกุหลาบมีคุณภาพดีกว่าชุดควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนทุนสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- นิธิยา รัตนปนนท์ และ ดนัย บุญยเกียรติ. 2537. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวดอกไม้. โอ เอส พรินติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพฯ. 176 หน้า.
- ยงยุทธ ชำมส์. 2540. สรีรวิทยาและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวไม้ดอกไม้ประดับ. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 224 หน้า.
- วรินทร์ ยิ้มย่อง. 2545. ผลของสารเคมีและอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดอกกุหลาบหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 141 หน้า.
- สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวดอกไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 291 หน้า.
- Halevy, A.H. and S. Mayak. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flower- part I, pp. 204-236. In: J. Janick (ed.). Hort. Rev. Vol 1. AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Noordegraaf, C.V. 1999. Problems of postharvest management in cut flower. Acta Hort. 482: 53-57.

ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากตะไคร้หอมในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าในมะม่วงและโรคโคนเน่าในผัก

Efficiency of Crude Extract from Citronella in Controlling Fungi Causing Mango Fruit Rot and Damping off in Vegetable

แววจันท์ พงศ์จันตา^{1/} พัชรพร ไชยชนะ^{1/} และ พิตยา สรวมศิริ^{1/}
Waewjan Pongjanta^{1/}, Patcharapon Chaychana^{1/} and Pittaya Sruamsiri^{1/}

Abstract: Ethanol crude extract from citronella (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) leaf was investigated, comparing the crude extract from fresh, partly-dried (3 days air drying), and dried leaves. Yield of crude extract from fresh, partly dried, and dried leaves were 8.40, 3.90, and 5.7 percent w/w respectively. For the efficiency to control *Colletotrichum gloeosporioides* (anthracnose mango fruit rot) and *Botryodiplodia theobromae* (mango fruit rot), it was found that crude extract from partly dried and dried leaves at the concentration of 2,500 ppm could completely control anthracnose mango fruit rot, whereas a higher concentration up to 5,000 ppm was required to control *B. theobromae* completely. For damping off disease in Cruciferaceae caused by *Rhizoctonia* sp., crude extract from partly dried leaves at the concentration of only 500 ppm could already control the fungal growth at 100 percent.

Keywords: Citronella, mango fruit rot, damping off

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

^{1/} Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ: จากการศึกษาตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) โดยการนำใบตะไคร้หอมสด ใบที่ผึ่งไว้ 3 วัน และใบแห้ง มาทำการสกัดด้วยเอทานอล พบว่า ใบตะไคร้หอมที่ผึ่งไว้ 3 วัน จะได้อัตราส่วนของผลผลิตสารสกัดหยาบมากที่สุด เท่ากับ 8.40 ส่วนตะไคร้หอมสด และแห้ง มีร้อยละของผลผลิตเท่ากับ 3.90 และ 5.71 ตามลำดับ เมื่อนำสารสกัดหยาบดังกล่าวมาตรวจสอบฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Botryodiplodia theobromae* ที่เป็นสาเหตุโรคแอนแทรคโนสและโรคข้าวผลเน่าของมะม่วง พบว่า สารสกัดหยาบจากใบตะไคร้ที่ผึ่งไว้และใบแห้งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ที่ระดับความเข้มข้น 2,500 ppm สำหรับผลการทดสอบกับเส้นใยเชื้อรา *B. theobromae* ปรากฏว่า สารสกัดหยาบจากตะไคร้หอมสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้สมบูรณ์ที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm ส่วนฤทธิ์ยับยั้งการเจริญกับเส้นใยเชื้อรา *Rhizoctonia* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรคโคนเน่าในกล้าผัก ตระกูลกะหล่ำ พบว่า สารสกัดหยาบจากใบตะไคร้หอมที่ผึ่งไว้ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้สมบูรณ์ที่ระดับความเข้มข้นเพียง 500 ppm

คำสำคัญ: ตะไคร้หอม โรคข้าวผลเน่า โรคโคนเน่า

คำนำ

การผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกของเกษตรกรมักประสบปัญหาการเน่าเสียของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว อันเนื่องมาจากโรคผลเน่า ซึ่งทำความเสียหายแก่ผลผลิตของเกษตรกรเป็นอย่างมาก ในขณะที่เดียวกันการผลิตผักก็ประสบปัญหาโรคโคนเน่าในระยะกล้าทำให้ผักไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ การแก้ปัญหาดังกล่าวเกษตรกรมักใช้ สารเคมีเกษตรในการควบคุมโรคพืช ซึ่งส่งผลให้เกิดสารตกค้างในผลผลิต ดังนั้นจึงมีการศึกษาพืชสมุนไพรที่จะนำมาใช้ในการควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อรา โดยพืชที่น่าสนใจคือ ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) เป็นพืชในวงศ์ Gramineae น้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอมมีองค์ประกอบหลักเป็นสาร citral ซึ่งสารดังกล่าวเป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อราและแบคทีเรีย จากการตรวจสอบของ จิตติมา และนพวงษ์ (2543) ที่ทำการตรวจสอบน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้หอมด้วยวิธีโครมาโทกราฟีผิวบางที่มีตัวพาสาร คือ ethyl acetate : hexane ในอัตราส่วน 75 : 25 พบ geraniol และ

citronellal เมื่อเปลี่ยนตัวพาสารเป็นสารละลายที่ประกอบด้วย toluene : ethyl acetate ในอัตราส่วน 93 : 7 พบสาร citral เช่นกัน นอกจากนั้นยังมีการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากตะไคร้หอมที่สกัดด้วย ethyl alcohol 80% และ acetone ในการยับยั้งแบคทีเรีย พบว่า สารสกัดจากตะไคร้หอมสามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ 4 ชนิด คือ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* และ *Bacillus subtilis* (รัศมิกร, 2540) จากข้อมูลข้างต้นทำให้ตะไคร้หอมมีความน่าสนใจในการที่จะนำมาศึกษาเพื่อใช้ควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา การศึกษาในครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ศึกษาสารสกัดจากตะไคร้หอมในรูปของ สารสกัดหยาบ เนื่องจากต้องการที่จะลดต้นทุนในการผลิต จากการศึกษาในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมเพื่อให้ได้ปริมาณของน้ำมันสูงนั้น จะต้องมีการผึ่งใบตะไคร้หอมไว้นาน 7 วัน เพื่อให้ใบมีความชื้นต่ำสุด (พีรศักดิ์ และคณะ, 2544) ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาเพื่อที่จะเปรียบเทียบปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดจากใบสด ใบที่ผึ่งไว้ 3 วัน (หมาด) และใบที่ผึ่งจนแห้ง และทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช

อุปกรณ์และวิธีการ

การสกัดสารสกัดหยาบจากตะไคร้หอม

การสกัดสารสกัดหยาบจากตะไคร้หอม โดยการนำใบตะไคร้สด ใบที่ผึ่งไว้ 3 วัน (หมาด) และใบแห้ง มาทำการหั่นให้เป็นท่อนยาวประมาณ 5 เซนติเมตร จากนั้นนำมาแช่ด้วยเอทานอลให้พอท่วมทิ้งไว้ 2 วัน จึงนำมารองเอากากของใบตะไคร้หอมออก แล้วนำสารละลายที่ได้จากการแช่มาทำการระเหยเอาตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุน (rotary evaporator) จนตัวทำละลายระเหยออกหมด ส่วนสารละลายที่เหลือจากการสกัดนำกลับมาแช่กากเหลือีก 2 ครั้ง (รวมสกัด 3 ครั้ง) นำสารที่ได้มาหาล้อยละของผลผลิต ตามสมการดังนี้

ร้อยละของผลผลิต = $\left(\frac{\text{น้ำหนักของสารสกัดหยาบ}}{\text{น้ำหนักของใบตะไคร้หอม}} \right) \times 100$

การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา

ทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราด้วยวิธี poison food techniques โดยการนำสารสกัดหยาบที่ได้จากการเตรียมข้างต้นมาทำการปรับระดับความเข้มข้นทั้งหมด 4 ระดับ คือ 500, 1,000, 2,500 และ 5,000 ppm แล้วทำการย้ายเส้นใยเชื้อราที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 0.5 มิลลิเมตร มาเลี้ยงบนจานอาหารที่ผสมสารสกัดหยาบ จากนั้นรอจนกว่าเส้นใยเชื้อราเจริญจนเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อชุดควบคุม แล้ววัดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเส้นใยเชื้อรา และคำนวณหาร้อยละของการยับยั้ง (ธรรมาศศักดิ์, 2543)

ร้อยละการยับยั้ง = $(A-B)/A \times 100$

A = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อเปรียบเทียบ (control)

B = ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารสกัดหยาบ

ผลการทดลอง

การสกัดสารสกัดหยาบจากตะไคร้หอม

จากการนำใบตะไคร้หอมสด ใบที่ผึ่งไว้ 3 วัน (หมาด) และใบแห้งมาทำการสกัดสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเอทานอล พบว่า สารสกัดหยาบที่ได้มีลักษณะที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสีของสารสกัดหยาบที่ได้จะมีสีดำในสารสกัดหยาบที่สกัดจากใบสด ส่วนใบหมาดและใบแห้งจะมีสีดำเขียว และดำเหลือง ตามลำดับ สำหรับร้อยละของสารสกัดหยาบนั้นพบว่า ตะไคร้หอมใบหมาดมีร้อยละมากที่สุดเท่ากับ 8.40 สำหรับที่สกัดจากตะไคร้หอมสดและแห้งจะมีร้อยละเท่ากับ 3.90 และ 5.71 ตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา

เมื่อนำสารสกัดหยาบข้างต้นมาทำการทดสอบกับเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* และ *B. theobromae* ที่เป็นสาเหตุโรคผลเน่าในมะม่วง พบว่า สารสกัดหยาบจากตะไคร้หอมที่สกัดจากใบหมาด และใบแห้งนั้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 2,500 ppm ส่วนสารสกัดหยาบที่สกัดจากใบสดนั้น พบว่าความเข้มข้นที่ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ดีที่สุดคือ ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 90.19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับความเข้มข้น 1,000 และ 2,500 ppm ที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราเท่ากับ 76.11 และ 73.15 (ตารางที่ 1) เมื่อนำมาทดสอบกับเส้นใยเชื้อรา *B. theobromae* พบว่าต้องใช้สารสกัดหยาบในระดับความเข้มข้นที่มากขึ้นที่จะยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ โดยสารสกัดหยาบจากใบหมาดและใบแห้งต้องใช้ที่ระดับความเข้มข้นสูงถึง 5,000 ppm จึงสามารถยับยั้ง

เส้นใยเชื้อราได้สมบูรณ์ ในขณะที่เดียวกันสารสกัดยับยั้งจากใบหมากที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง การเจริญของเส้นใยเชื้อราเท่ากับ 92.96 ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm แต่เมื่อนำสารสกัดยับยั้งจากใบสดมาทดสอบที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันพบว่า สามารถยับยั้งได้ 95.19 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพกับเส้นใยเชื้อรา *Rhizoctonia* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรคโคนเน่าในกล้า

ผักตระกูลกะหล่ำ นั้นพบว่า สารสกัดยับยั้งจากใบหมากมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเส้นใยเชื้อราได้ดีที่สุด โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้นเพียง 500 ppm แต่สารสกัดยับยั้งที่สกัดจากใบสดและใบแห้งจะใช้ที่ระดับความเข้มข้น 2,500 และ 1,000 ppm จึงจะสามารถยับยั้งเส้นใยเชื้อราได้สมบูรณ์

Table 1 Efficiency of crude extract from citronella to control *Colletotrichum gleosporioides*.

Treatment	Percent inhibition ^{1/}		
	Fresh	Partly-dried	Dried
Control	0c	0c	0c
500 ppm	64.26b	78.15b	66.30b
1,000 ppm	73.15a	82.59b	82.22b
2,500 ppm	76.11a	100a	100a
5,000 ppm	90.19a	100a	100a

^{1/}Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$

Table 2 Efficiency of crude extract from citronella to control *Botryodiplodia theobromae*.

Treatment	Percent inhibition ^{1/}		
	Fresh	Partly-dried	Dried
Control	0d	0c	0d
500 ppm	0d	0c	48.89c
1,000 ppm	32.59c	40b	73.52b
2,500 ppm	58.15b	92.96a	85.74b
5,000 ppm	95.19a	100a	100a

^{1/}Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$

Table 3 Efficiency of crude extract from citronella to control *Rhizoctonia* sp.

Treatment	Percent inhibition ^{1/}		
	Fresh	Partly-dried	Dried
Control	0d	0b	0c
500 ppm	0d	100a	53.67b
1,000 ppm	23.89b	100a	100a
2,500 ppm	100a	100a	100a
5,000 ppm	100a	100a	100a

^{1/} Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at P<0.05

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

จากการสกัดสารสกัดหยาบจากใบตะไคร้หอมที่มีความชื้นในใบที่แตกต่างกัน แล้วนำมาทำการแช่เพื่อผลิตเป็นสารสกัดหยาบนั้น พบว่า สารสกัดหยาบได้จากใบตะไคร้หอมที่ผึ่งแล้วจะมีร้อยละของผลผลิตมากกว่าตะไคร้หอมใบสดซึ่งสอดคล้องกับที่ ฟิรศักดิ์ และคณะ, (2544) รายงานว่าการผึ่งใบตะไคร้หอมนาน 7 วัน จะทำให้มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยในปริมาณมากที่สุด เมื่อทำการตรวจสอบฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* และ *B. theobromae* พบว่า สารสกัดหยาบจากใบตะไคร้หอมหมาดและใบแห้งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราได้ดีกว่าสารสกัดหยาบจากใบสด โดยสามารถยับยั้งเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้สมบูรณ์ที่ระดับความเข้มข้น 2,500 ppm ส่วนเชื้อรา *B. theobromae* จะสามารถยับยั้งได้ที่ระดับความเข้มข้นที่สูงกว่า คือ 5,000 ppm สำหรับเชื้อรา *Rhizoctonia* sp. พบว่าสารสกัดหยาบจากใบตะไคร้หอมหมาด สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้สมบูรณ์ที่ระดับความเข้มข้นเพียง 500 ppm การที่สารสกัดหยาบมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเส้นใยเชื้อรานี้อาจเป็นเพราะว่า สารสกัดหยาบจากตะไคร้หอมจะมีองค์ประกอบของสาร citral ที่เป็นสารมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรีย (จิตติมา และนพงษ์, 2543) ทำให้เมื่อสารดังกล่าวสัมผัสกับเส้นใยเชื้อราที่เลี้ยงในจานอาหารที่ผสม

สารสกัดหยาบจึงทำให้สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้ จากประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ดี จึงน่าที่จะนำสารดังกล่าวมาพัฒนาเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติที่จะใช้ทดแทนสารเคมีเกษตรที่ใช้ในชุดผลมะม่วงเพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วง สำหรับโรคโคนเน่าอาจจะมีการพัฒนาสารธรรมชาติเพื่อใช้ในการควบคุมโรคก่อนปลูกหรือเป็นสารชุบต้นกล้าก่อนมีการย้ายปลูกของต้นกล้า เมื่อการพัฒนาสารธรรมชาติจากตะไคร้หอมประสบความสำเร็จที่จะนำไปใช้ในระดับแปลงปลูก จะทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนในการผลิตพืชได้ เนื่องจากว่าวัตถุดิบที่ใช้เป็นวัตถุดิบภายในประเทศ ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำสามารถแข่งขันกับธุรกิจทางการเกษตรที่ใช้วัตถุดิบจากต่างประเทศ อีกทั้งการใช้สารธรรมชาติจะลดการตกค้างของสารเคมีบนผลิตผลการเกษตร ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการส่งออกของมะม่วงและผักไปยังต่างประเทศ (อัญชลี, 2545)

เอกสารอ้างอิง

จิตติมา ชีวะตระกูลพงษ์ และ นพงษ์ จามิกรานนท์. 2543. การศึกษาสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ต้นเปรียบเทียบกับตะไคร้หอม. ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 42 หน้า.

ธรรมศักดิ์ สมมาตย์. 2543. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช.
สำนักพิมพ์ริ้วเตี๋ยว, กรุงเทพฯ. 371 หน้า.
พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ สุนทร ดุริยะประพันธ์ ทักษิณ อาชาวา
คม สายันต์ ตันพานิช ชลธิชา นิवासประภฤติ
และ ปรียนันท์ ศรสูงเนิน. 2544. ตะไคร้หอม.
หน้า 143-149. ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชีย
ตะวันออกเฉียงใต้ 19 พืชที่ให้น้ำมันหอม.
สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง
ประเทศไทย. จตุจักร, กรุงเทพฯ.

รัศมีกร สิงห์เจริญ. 2540. การศึกษาสารสกัดจากตะไคร้
หอม มะแข้้ง มะเขือพวง และมะเขือเทศ ใน
การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย. วิทยา
ศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา ภาค
วิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่, เชียงใหม่.

อัญชลี สงวนพงษ์. 2545. สารทุติยภูมิจากพืชพื้นเมืองใน
การป้องกันและกำจัดศัตรูทางการเกษตร.
วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 33(4-5): 101-109.

ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อราแป้งใน Tribe Phyllactinieae ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย

Phylogenetics of the Powdery Mildews in Tribe Phyllactinieae in Northern Thailand

วนิดดา วัฒนวรวิทย์^{1/} Susumu Takamutsu^{2/} และชัยวัฒน์ โตอนันต์^{1/}
Wanitda Watthanaworawit^{1/}, Susumu Takamutsu^{2/} and Chaiwat To-anun^{1/}

Abstract: The morphological study of the powdery mildews in Tribe Phyllactinieae in Northern Thailand and phylogenetic relationship of this fungal group, 13 fungal specimens, were used for sequencing of a nuclear large subunit (28S) and internal transcribed spacer (ITS) of rDNA region and compared with the sequence obtained from the DNA Databank of Japan (DDBJ). The sequences were initially aligned using the Clustal X package. Phylogenetic tree was obtained from the data using maximum parsimony methods. The results indicated that 9 specimens were belonging to genus *Ovulariopsis* and 4 specimens were belonging to genus *Oidiopsis*. Moreover, from the phylogenetic tree, 9 fungi in genus *Ovulariopsis* can be grouped into 6 different groups. The genus *Oidiopsis* was classified as the same fungal group and are identified as *Leveillula taurica*. In addition, within 15 host plants species, 13 species were first recorded in Thailand, in which 2 of these were first recorded in the world. This was the first comprehensive study of the powdery mildews belonging to Tribe Phyllactinieae in Thailand which compared morphological characteristics and phylogenetic analyses of the ITS and 28S nucleotide sequence.

Keywords: Powdery mildews, ITS-rDNA, 28S-rDNA, Phyllactinieae

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

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

^{2/} Faculty of Bioresource, Mie University, 1515 Kamihama, Tsu. 514-8507, Japan.

บทคัดย่อ: การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราแบ่งใน Tribe Phyllactinieae ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย และหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยวิเคราะห์จากลำดับเบสของ rDNA ตรงตำแหน่ง ITS และ 28S สามารถหาลำดับเบสของเชื้อราได้ 13 ชนิด และเปรียบเทียบกับข้อมูลของเชื้อราแบ่งใน Tribe Phyllactinieae ที่รายงานไว้ใน DNA Databank of Japan (DDBJ) โดยวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Clustal X และคำนวณหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยสร้าง phylogenetic tree ด้วยวิธี maximum parsimony พบว่า เชื้อราที่พบบนพืชอาศัยทั้ง 13 ชนิดนั้นมี 9 ชนิดที่จัดอยู่ใน genus *Ovulariopsis* ส่วนอีก 4 ชนิดที่เหลือจัดอยู่ใน genus *Oidiopsis* โดยที่เชื้อรา *Ovulariopsis* sp. จำนวน 9 ชนิดนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่ม และเชื้อรา *Oidiopsis* นั้น จัดเป็นกลุ่มเดียวกันคือ จัดเป็นเชื้อรา *Leveillula taurica* นอกจากนี้ ยังพบว่าจากตัวอย่างพืชทั้ง 15 ชนิดนี้มีมากถึง 13 ชนิดที่เป็นการรายงานพบครั้งแรกในประเทศไทย และในจำนวน 13 ชนิดนี้มี 2 ชนิดที่เป็นการรายงานพบครั้งแรกในโลก ซึ่งจากการศึกษาเชื้อราแบ่งในครั้งนี้ นับเป็นครั้งแรกในประเทศไทยที่ได้นำเอาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและข้อมูลที่ได้จากการศึกษาลำดับเบสตรงตำแหน่ง ITS และ 28S ของ rDNA เพื่อใช้ในการศึกษาถึงวิวัฒนาการ และใช้ในการจำแนกชนิดของเชื้อราในกลุ่ม Tribe Phyllactinieae

คำสำคัญ: เชื้อราแบ่ง, ITS-rDNA, 28S-rDNA, Phyllactinieae

คำนำ

เชื้อราแบ่งใน Tribe Phyllactinieae มีการสืบพันธุ์ได้ 2 แบบคือ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (perfect stage) จัดอยู่ใน Class Ascomycetes, Order Erysiphales, Family Erysiphaceae, Tribe Phyllactinieae ส่วนในระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจัดอยู่ใน Class Deuteromycetes, Order Moniliales, Family Moniliaceae ซึ่งนับเป็นเชื้อราแบ่งเพียงกลุ่มเดียวที่มีเส้นใยแบบ endophytic (Braun, 1987) โดยมีสมาชิกรวมทั้งสิ้น 3 genera ได้แก่ *Ovulariopsis*, *Oidiopsis* และ *Streptopodium* สำหรับประเทศไทย เชื้อราแบ่งหลายชนิดยังไม่พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (teleomorph) (Giatgong, 1980) ซึ่งเชื้อราแบ่งในกลุ่มนี้พบว่าเริ่มมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากสามารถเข้าทำลายพืชเศรษฐกิจที่สำคัญหลายชนิดเช่น พริก และหม่อน เป็นต้น โดยที่เชื้อราแบ่งเหล่านี้มีลักษณะ และขนาดของ conidia และ conidiophores ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละชนิดพืชอาศัย (Shin, 2000) และยังมีลำดับเบสที่แตกต่างกันอีกด้วย (Takamatsu, 2005; personal communicated) การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งที่จะสำรวจเก็บรวบรวม และจำแนกชนิดของเชื้อราแบ่งใน Tribe

Phyllactinieae โดยการจัดจำแนกชนิดจะอาศัยลักษณะสัณฐานวิทยาของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเป็นหลักในการจัดจำแนก ร่วมกับเทคนิคทางอณูชีววิทยา โดยเปรียบเทียบลำดับเบสตรงตำแหน่ง rDNA ของเชื้อราแบ่งในกลุ่มดังกล่าว ทั้งนี้จะทำการเปรียบเทียบกับเชื้อราแบ่งใน Tribe Phyllactinieae ที่รวบรวมได้จากต่างประเทศอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างพืชอาศัยที่ถูกเชื้อราแบ่งเข้าทำลายในเขตภาคเหนือของประเทศไทย และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาตามวิธีการของ Braun (1987) และ Shin (2000) ส่วนการศึกษารูปแบบการงอกของ conidia ใช้ตามวิธีการของ Hirata (1942, 1955) จากนั้นสกัดดีเอ็นเอของเชื้อราแบ่งโดยวิธี Chelex[®] 100 method ดัดแปลงจากวิธีการของ Hirata และ Takamatsu (1996) และ Walsh *et al.* (1991) และทำการเพิ่มปริมาณตรงตำแหน่ง rDNA ซึ่งประกอบด้วยส่วนของ ITS1, 5.8S, ITS2 และ 28S สองครั้ง โดยวิธี nested PCR จากนั้นนำผลผลิต PCR ที่ได้มาหาลำดับเบสโดยวิธีการ direct sequencing ด้วยเครื่อง BACKMAN COULTER CEQ 2000 DNA sequencer และนำลำดับเบสที่ได้มาวิเคราะห์หา

ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม GENETYX-MAC (Software Development) และเปรียบเทียบลำดับเบสที่ได้กับข้อมูลจาก DNA Databank of Japan (DDBJ) ด้วยโปรแกรม Clustal X (Thomson *et al.*, 1997) จากนั้นทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยสร้าง phylogenetic tree ซึ่งอาศัยโปรแกรม PAUP version 4.0a8, 4.0b8 (Swofford, 2001) สำหรับ parsimony analysis ใช้ maximum parsimony (MP) method โดยใช้ Heuristic search ในการหา tree 100 ครั้ง และเลือกใช้ stepwise addition option โดยอาศัยหลักการ likelihood เพื่อทำการหา parsimonious tree และหาค่าความเชื่อมั่นโดยคำนวณ bootstrap analysis (Felsenstein, 1985) จากการทำซ้ำ 1,000 ครั้ง ในการสนับสนุน tree ที่หามาได้ และทำการหา tree ที่ดีที่สุดโดยวิธี Kishino-Hasegawa (KH) (Kishino and Hasegawa, 1989) tests เลือกตั้งค่า Test distribution option เป็น "normal" ใน KH test และ "RELL" ใน SH test และเลือก one-tailed test ในการวิเคราะห์ค่าทั้งสอง เพื่อหาความสัมพันธ์ภายในตัวอย่างเชื้อราแบ่งใน Tribe Phyllactinieae ที่พบบนพืชอาศัยชนิดต่าง ๆ

ผลการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราแบ่งใน Tribe Phyllactinieae พบว่า เป็นเชื้อราแบ่ง

ใน genus *Ovulariopsis* บนพืชอาศัย 9 ชนิดได้แก่ ปอสา (*Broussonetia papyrifera*), คูณ (*Cassia fistula* L.), *Dalbergia lanceolaria* L. f. var. *lakhonensis*, ช้อ (*Gmelina arborea* Roxb.), อินทนิลบก (*Lagerstroemia macrocarpa* Wall. var. *macrocarpa*), อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa* L. Pers. var. *speciosa*), หม่อน (*Morus alba* L.), ชีเหล็ก (*Senna siamea* (Lmk.) Irw & Bameby) และสมอพิเภก (*Terminalia bellirica* (Gaertn) Roxb.) และเป็นเชื้อราใน genus *Oidiopsis* บนพืชอาศัย 6 ชนิดได้แก่ พริกหยวก (*Capsicum annuum* L.), พริกขี้หนู (*Capsicum annuum* L. var. *acuminatum* Fingerh.), พริกหวาน (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* Bail.), พริกหนุ่ม (*Capsicum annuum* L. var. *minimum*), พริกขี้หนู (*Capsicum frutescens* L.) และ ผักยาง (*Euphorbia heterophylla* L.) จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราแบ่งบนพืชอาศัยทั้ง 15 ชนิด พบว่ามีเชื้อรา 4 ตัวอย่างที่พบบนคูณ (*C. fistula*), *D. lanceolaria* f. var. *lakhonensis*, ช้อ (*G. arborea*) และสมอพิเภก (*T. bellirica*) ที่พบโครงสร้างการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ อย่างไรก็ตาม จำนวนของ ascomata ที่พบบนตัวอย่างของสมอพิเภก (*T. bellirica*) มีเพียงเล็กน้อยจึงไม่เพียงพอที่จะนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้

การศึกษาหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อราแบ่งสามารถหาลำดับเบสของเชื้อราได้ 13 ชนิด โดย phylogenetic tree ที่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 1

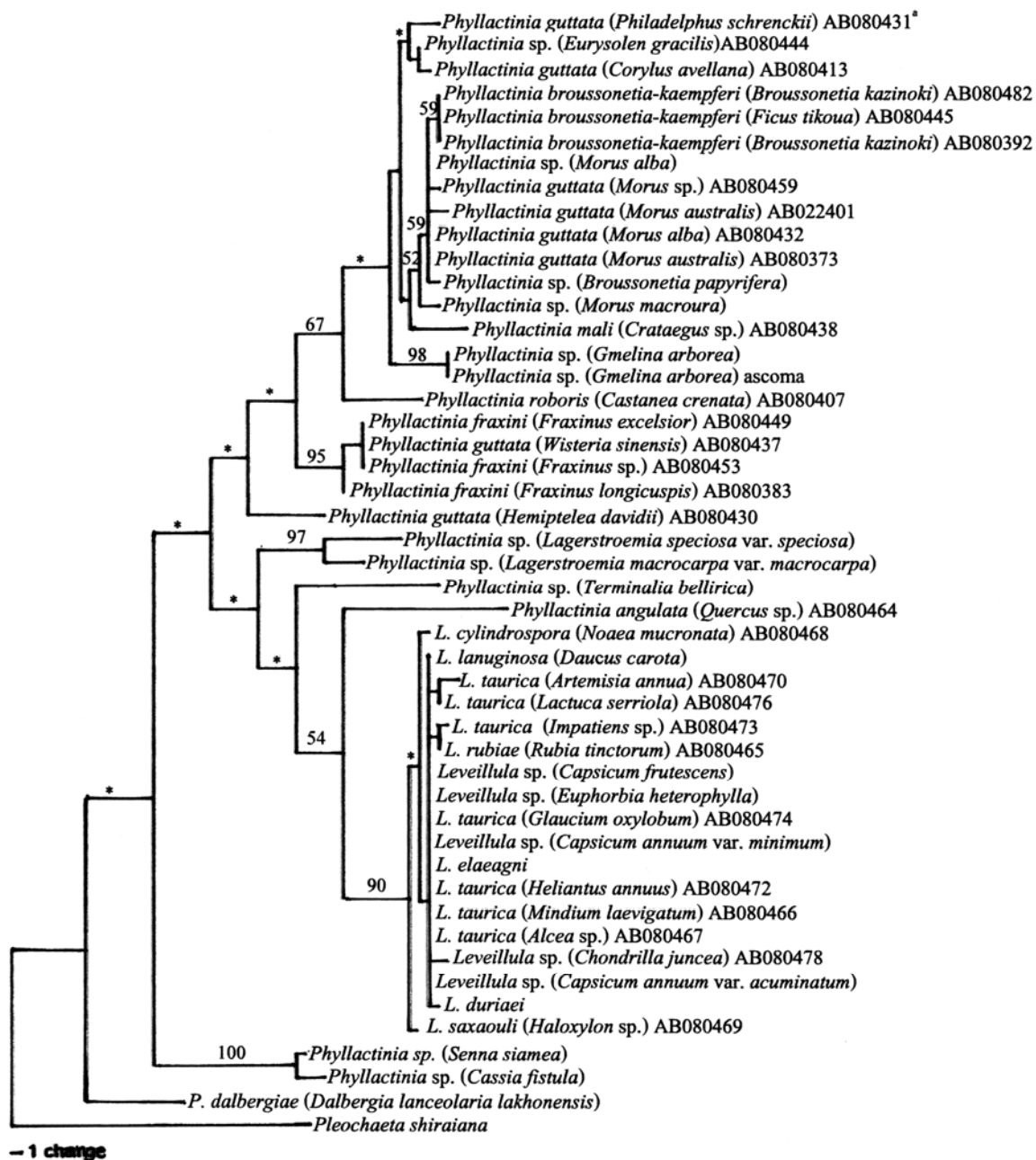


Figure 1 Maximum parsimony tree from phylogenetic analysis of the 28S rDNA region. The numbers above the branches represent branch support using 1000 bootstrap replications (Bootstrap values below 50% are not shown).

^a Sequence database accession numbers.

* Bootstrap values below 50%

สรุปและวิจารณ์

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ร่วมกับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อราแป้ง โดยสร้าง phylogenetic tree ด้วยวิธี Maximum parsimony พบว่าเชื้อราที่พบบนพืชอาศัยทั้ง 13 ชนิดนั้นมี 9 ชนิดที่จัดอยู่ใน genus *Ovulariopsis* ส่วนอีก 4 ชนิดที่เหลือจัดอยู่ใน genus *Oidiopsis* โดยที่เชื้อราใน genus *Ovulariopsis* จำนวน 9 ชนิดยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่มดังนี้คือ กลุ่มแรกได้แก่ เชื้อราที่พบบนอินทนิลบก (*L. macrocarpa* var. *macrocarpa*) และอินทนิลน้ำ (*L. speciosa* var. *speciosa*) กลุ่มที่สองได้แก่ เชื้อราที่พบบนคูน (*C. fistula*) และซีเหล็ก (*S. siamea*) กลุ่มที่สามได้แก่ เชื้อราที่พบบนสมอพิเภก (*T. bellirica*) กลุ่มที่สี่ได้แก่ เชื้อราที่พบบนข้อ (*G. arborea*) กลุ่มที่ห้าได้แก่ เชื้อราที่พบบน *D. lanceolaria* f. sp. *lakhonensis* และกลุ่มที่หกได้แก่ เชื้อราที่พบบนหม่อน (*M. alba*) และปอสา (*B. papyrifera*) ส่วนเชื้อราใน genus *Oidiopsis* จำนวน 4 ชนิดได้แก่ เชื้อราที่พบบนพริกหนุ่ม (*C. annuum* var. *minimum*), พริกชี้ฟ้า (*C. annuum* var. *acuminatum*), พริกขี้หนู (*C. frutescens*) และผักขง (*E. heterophylla*) นั้นจัดเป็นกลุ่มเดียวกันคือ จัดเป็นเชื้อรา *L. taurica* ในการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อราแป้งในกลุ่มนี้ไม่เหมาะสมที่จะใช้ตำแหน่ง ITS ในการจัดจำแนก เนื่องจากมีความแตกต่างกันมากเกินไป ส่วนในตำแหน่งของ 28S พบว่าได้ผลดีสามารถจำแนกเชื้อราแป้งดังกล่าวได้สอดคล้องกับข้อมูลทางลักษณะสัณฐานวิทยาของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศ นอกจากนี้ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเชื้อราแป้งที่ได้มีรายงานไว้ใน DDBJ ยังพบว่าเชื้อราแป้งใน genus *Phyllactinia* เป็นเชื้อราที่มีความผันแปรสูงอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัย สาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Braun, U. 1987. A monograph of the Erysiphales (powdery mildews). Beihefte zur Nova Hedwigia Supple. 89. 700 pp.
- Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* 39: 783-791.
- Giatgong, P. 1980. Host Index of Plant Disease in Thailand. Mycology Branch, Plant Pathology and Microbiology Division, Department of Agriculture, Bangkok. 118 pp.
- Hirata, K. 1942. On the shape of the germ tubes of Erysiphaceae. *Bull. Chiba Coll. Hort.* 5: 34-49.
- Hirata, K. 1955. On the shape of the germ tubes of Erysiphaceae (II). *Bull. Fac. Agric. Niigata Univ.* 7: 24-36.
- Hirata, T. and S. Takamutsu. 1996. Nucleotide sequence diversity of rDNA internal transcribed spacers extracted from conidia and cleistothecia of several powdery mildew fungi. *Mycoscience* 37: 283-288.
- Kishino, H. and M. Hasegawa. 1989. Evaluation of the maximum likelihood estimate of the evolutionary tree topologies from DNA sequence data, and the branching order in Hominoidea. *J. Mol. Evol.* 29: 170-179.

- Shin, H. D. 2000. Erysiphaceae of Korea. Department of Agricultural Biology, Korea University, Seoul. 320 pp.
- Swofford, D. L. 2001. PAUP*:Phylogenetic Analysis Using Parsimony (and other Methods) 4.0b8. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Thomson, J. D., T. J. Gibson, F. Plewniak, F. Jeanmougin and D. G. Higgins, 1997. The Clustal X windows interface: Flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. Nucleic Acids Res. 24: 4876-4882.
- Walsh, P. S., D. A. Metzger and R. Higuchi. 1991. Chelex[®] 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. Biotechniques 10: 506-513.
-

การใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองระดับสูงในสูตรอาหารโคนม

Use of High Level Soybean Hulls in Dairy Cow Diet

วิจิตรา ทองแก้ว^{1/} ไชค มิเกล็ด^{1/} และวิสูตร ศิริบุพผานันท์^{1/}
Vijitra Thongkaew^{1/}, Choke Mikled^{1/} and Visut Sirinupongsanun^{1/}

Abstract: Twelve crossbred Holstein Friesian lactating cows were arranged according to lactating period and average milk yield into 2 treatments. All cows were fed fresh grass *ad libitum* and fed concentrate (16% CP) at the rate of one kilogram per two kilograms of milk yield. The composition of concentrate feed in group 1 contained no soybean hulls while that of group 2 had this ingredient at 60% of the ration. Feed were fed two times daily at the morning and afternoon milking. The feeding trial lasted 56 days. The result showed that total dry matter intake of both groups were 11.54 and 13.37 kilogram per head per day, respectively ($P>0.05$). 4% FCM yield, milk protein content, as well as the contents of milk lactose and solid non-fat were not significantly affected by the diets ($P>0.05$). In contrast, soybean hulls inclusion increased milk fat content (4.16 vs 3.44 %, $P<0.05$) and milk total solid content as compared to the control (13.22 vs 12.26 %, $P<0.05$). The feed cost per unit of milk yield (4% FCM) was lower (5.30 vs 6.92 Baht per kilogram, $P>0.05$) while profit from 1 kilogram of milk yield (4%FCM) was higher when fed with ration containing soybean hulls (8.45 vs 6.94 Baht, $P<0.05$).

Keywords: Soybean hulls, dairy cow diet

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

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

บทคัดย่อ: ใช้โคนมลูกผสมสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียน จำนวน 12 ตัว ที่อยู่ในช่วงระยะให้นมเดียวกัน และมีปริมาณน้ำนมที่ใกล้เคียงกัน สุ่มเข้าทดลองโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 6 ตัว ให้โคทั้ง 2 กลุ่มได้รับอาหารหยาดเต็มที่ และได้รับอาหารข้นโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำนม 2 กิโลกรัม แต่อาหารข้นของกลุ่มที่ 1 ไม่มีเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง ในขณะที่กลุ่ม 2 มีเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมในระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารข้นวันละ 2 มื้อ ในช่วงเวลารีดนมตอนเช้าและตอนเย็น ใช้เวลาทดลองนาน 56 วัน ผลปรากฏว่า โคกลุ่มที่ 1 และ 2 กินอาหารทั้งหมดคิดเป็นวัตถุแห้งเท่ากับ 12.54 และ 13.37 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ($P>0.05$) ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม โปรตีน แลคโตส และของแข็งทั้งหมดไม่รวมไขมันนม มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่โคกลุ่มที่ 2 มีปริมาณไขมันนม (4.16 เทียบกับ 3.44 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (13.22 เทียบกับ 12.26 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่ากลุ่มที่ 1 ($P<0.05$) ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนมดิบต่อ 1 กิโลกรัมปรับที่ 4 เปอร์เซ็นต์ไขมันนม ลดลงเมื่อใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารข้น (5.30 เทียบกับ 6.92 บาทต่อกิโลกรัม, $P>0.05$) และกำไรจากการขายนม 1 กิโลกรัม ปรับที่ 4 เปอร์เซ็นต์ไขมันนม ของกลุ่มที่ 2 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 (8.45 เทียบกับ 6.94 บาทต่อกิโลกรัม, $P<0.05$)

คำสำคัญ: เปลือกเมล็ดถั่วเหลือง อาหารโคนม

คำนำ

เปลือกเมล็ดถั่วเหลือง (soybean hulls) เป็นเศษเหลือ (by-products) จากการสีเอาเปลือกออกจากเมล็ดถั่วเหลือง มีวัตถุแห้งร้อยละ 90.0 และมีโภชนาการเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง ดังนี้ คือ โปรตีนหยาด ไขมัน เยื่อใยที่ละลายในกรด เยื่อใยที่ละลายในสารละลายเป็นกลาง และเถ้า เท่ากับ 13.9, 2.70, 44.6, 60.3 และ 4.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (NRC, 1989) ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ได้นำเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองมาใช้ประโยชน์ โดยใช้เสริมในอาหาร เช่น ในไก่กระพงสามารถใช้ได้ประมาณ 20 - 24% ในสุกรใช้ได้ประมาณ 10 - 20% แต่ส่วนมากมักจะใช้เสริมในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยใช้เป็นแหล่งพลังงาน เนื่องจากสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถย่อยองค์ประกอบของเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่มีเยื่อใยสูง (NRC, 1989) MacGregor *et al.* (1976) ได้รายงานถึงการใส่เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองแทนข้าวโพดที่ระดับ 0, 27 และ 48 เปอร์เซ็นต์ในอาหารโคนม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของผลผลิตน้ำนม ซึ่งสอดคล้องกับ Bernard and McNeill (1991) ที่รายงานถึงการเสริมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง และโปรตีนจากข้าวโพดแทนสัดส่วนข้าวโพดหมักคิดเป็นวัตถุแห้ง 22 เปอร์เซ็นต์ ใน

อาหารโคระยะให้นม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในด้านปริมาณน้ำนมเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันนมจะสูงขึ้น เมื่อให้อาหารเสริมด้วยเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง Firkins and Eastridge (1992) ได้ศึกษาการแทนที่สัดส่วนของข้าวโพดหมักด้วยเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง (ที่ระดับ 62.5% of total dietary NDF) พบว่า ทำให้ปริมาณน้ำนม และเปอร์เซ็นต์ไขมันนมเพิ่มขึ้น Ipharraguerre *et al.* (2002) ได้ศึกษาการใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองแทนข้าวโพดที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารโคนม พบว่าการแทนที่ในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณน้ำนมลดลง แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม สุกัญญา (2546) ศึกษาการใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองในอาหารโคนมที่ระดับ 27 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง พบว่า ปริมาณน้ำนมและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมมีค่าไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม แต่พบว่าสามารถลดต้นทุนในการผลิตน้ำนมลงได้เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามการศึกษาถึงการใส่เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองระดับสูงในอาหารโคนมยังไม่มีรายงานในประเทศไทย ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษาครั้งนี้ เพื่อให้ทราบถึงผลของการใส่เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองในระดับ 60% ของสูตรอาหารโคนมต่อปริมาณน้ำนมที่รีดได้ องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม และต้นทุนค่าอาหาร

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์และอาหารทดลอง

สัตว์ทดลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ โคนมลูกผสมสายเลือดโฮลส์ไตน์ฟรีเซียน จำนวน 12 ตัว ที่ระยะ 2-3 เดือนหลังคลอด และมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ยก่อนการทดลองใกล้เคียงกัน

อาหารทดลองเป็นอาหารชั้นที่ประกอบด้วย
กลุ่มที่ 1 ไม่มีเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ (สูตรควบคุม)

กลุ่มที่ 2 มีเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 60%

โคทุกตัวได้รับอาหารชั้นในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำนม 2 กิโลกรัมและได้รับอาหารหยาบ คือ หญ้าสดแบบเต็มๆ ที่ทำการสุมเก็บตัวอย่างอาหารชั้นทุกครั้งที่มีการผสมอาหารเพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยวิธี Proximate analysis (AOAC, 2000) ส่วนประกอบของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง 0 และ 60 เปอร์เซ็นต์ แสดงในตารางที่ 1

การทดลองใช้เวลา 56 วัน

Table 1 Composition of experimental concentrate diets, feed cost, and crude protein content.

Diet composition (%)	T ₁ (no SBH)	T ₂ (with SBH)
Urea	0.5	-
Rice bran	34.84	-
Corn	38.33	1.69
Cassava	-	15
Soybean meal	21.90	19.81
Soybean hulls	-	60
Dicalcium-P14	2.98	2
Salt	1	1
Premix	0.45	0.5
Price (Baht/kg)	6.92	5.30
CP (calculated, %)	16.0	16.0

Price of soybean hulls = 3.50 Baht/kg (Dec. 2004 – Jan. 2005)

การวัดปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม

ทำการชั่งน้ำหนักทุกครั้งที่รีดนมเข้า-เย็น สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมทุก ๆ 7 วัน โดยเก็บตัวอย่างน้ำนมในช่วงเช้าแล้วนำไปแช่ตู้เย็น และเก็บน้ำนมในช่วงเย็นแล้วนำมาผสมให้เข้ากัน เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี คือ โปรตีน แลคโตส ของแข็งทั้งหมด และของแข็งไม่รวมไขมัน โดยใช้เครื่อง Milko-scan 133 V. 39 GB การวิเคราะห์หา

ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไขมันนม ทำโดยวิธีเกอร์เบอร์ (Gerber method) ของ Davide (1977)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Student's t-test ตามวิธีการของ Steel and Torrie (1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS 6.2 (มนต์ชัย, 2537)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธี Proximate analysis (ตารางที่ 2) พบว่า เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองมีวัตถุแห้ง 89.34% และมีโภชนาภัณฑ์คิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง คือ อินทรีย์วัตถุ 94.98 โปรตีนหยาบ 12.82 ไขมัน 6.77 เยื่อใยหยาบ 29.31 คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย 35.43 และเถ้า 5.01 การที่ไขมันของเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูง อาจเนื่องจากว่ามีเศษ

ของเมล็ดถั่วเหลืองปนมากเพราะเมล็ดถั่วเหลืองมีไขมันถึง 18% องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง คิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้ง แสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่าอาหารทดลองทั้ง 2 สูตร มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าที่คำนวณไว้ (17.69 และ 18.75 เทียบกับ 16.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) สาเหตุอาจเนื่องมาจาก วัตถุดิบที่ใช้ผสมอาหารมีองค์ประกอบทางเคมีสูงกว่าที่นำมาใช้ในการคำนวณสูตรอาหาร

Table 2 Chemical composition of experimental diets (%DM basis).

Parameter	Soybean hulls	T ₁ (no SBH)	T ₂ (with SBH)
Dry matter	89.34	87.99	89.27
Nutrients (%DM basis)			
Organic matter	94.98	91.12	92.67
Ash	5.01	8.88	7.33
Crude protein	12.82	17.69	18.75
Ether extract	6.77	8.45	6.71
Crude fiber	29.31	6.16	18.26
Nitrogen free extract	35.43	46.79	38.22

ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณน้ำนม และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม

จากตารางที่ 3 พบว่าปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดของโคทดลองทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน คือ เท่ากับ 12.54 และ 13.37 กิโลกรัม/ตัว/วัน หรือเท่ากับ 3.33 และ 3.34 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยเป็นอาหาร

ชั้น 6.77 และ 7.36 กิโลกรัม/ตัว/วัน และเป็นอาหารหยาบ 5.65 และ 6.01 กิโลกรัม/ตัว/วัน ซึ่งปริมาณอาหารที่โคทั้ง 2 กลุ่มกินได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงให้เห็นว่า เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองมีความน่ากินเช่นเดียวกับวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยทั่วไป

Table 3 Effects of soybean hulls supplementation on feed intake, milk yield and milk composition.

Parameter	T ₁ (no SBH)	T ₂ (with SBH)
Feed intake (kg/h/d)	12.54±1.10	13.37±2.45
Feed intake (%BW)	3.33±0.35	3.34±0.16
Milk production (kg/h/d)		
Milk yield (Pre Exp.)	13.16±2.24	13.22±3.31
Milk yield (Exp.)	13.54±2.12	14.72±3.21
4% FCM	12.15±1.92	15.76±4.90
Milk composition		
Fat	3.44 ^a	4.16 ^b
Protein	2.94	3.14
Lactose	4.86	4.84
Solids not fat	8.53	8.69
Total solids	12.26 ^a	13.22 ^b

ปริมาณน้ำนมของโคทดลองที่ได้รับอาหารสูตรที่ไม่มีเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองและสูตรที่มีเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง แสดงไว้ในตารางที่ 3 มีค่าเท่ากับ 13.54 และ 14.72 กิโลกรัม/ตัว/วัน หรือเมื่อคิดเป็นปริมาณน้ำนมที่ปรับให้มีไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ (4% FCM) แล้วมีค่าเท่ากับ 12.16 และ 15.76 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ สุกัญญา (2546) ที่ใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลือง 27 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารโคนม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของผลผลิตน้ำนม ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่า โคทดลองทั้ง 2 กลุ่มได้รับอาหารที่มีปริมาณของโภชนาใกล้เคียงกัน และเพียงพอต่อการผลิตน้ำนมของโค จึงส่งผลให้โคสามารถผลิตน้ำนมได้เป็นปกติ และยังคงแสดงให้ทราบด้วยว่า เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองไม่มีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ จึงไม่ส่งผลกระทบต่อการผลิตน้ำนมของโค

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า น้ำนมของโคทดลองที่ได้รับอาหารที่ไม่มีและมีเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง (ตารางที่ 3) มีโปรตีน 2.94 และ 3.14 เปอร์เซ็นต์ มีแลคโตส 4.86 และ 4.84 เปอร์เซ็นต์ และของแข็งทั้งหมดไม่รวมไขมันนม 8.53 และ 8.69 เปอร์เซ็นต์

ซึ่งไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ($P>0.05$) แต่พบว่าโคกลุ่มที่ 2 มีปริมาณไขมันนม สูงกว่ากลุ่มที่ 1 (4.16 เทียบกับ 3.44 เปอร์เซ็นต์) และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนมสูงกว่ากลุ่มที่ 1 (13.22 เทียบกับ 12.26 เปอร์เซ็นต์) ($P<0.05$) การที่โคกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองมีปริมาณไขมันนมที่สูงขึ้น อาจเนื่องมาจากการที่ในอาหารข้นของโคกลุ่มที่ 2 มีปริมาณเยื่อใยสูงกว่ากลุ่มที่ 1 ซึ่งไขมันนมมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ สร้างมาจากส่วนของเยื่อใย (เทอดชัย, 2540)

ต้นทุนค่าอาหารและผลตอบแทน

ต้นทุนค่าอาหารต่อวันของโคทดลองที่ได้รับอาหารที่ไม่มีและที่มีเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง เท่ากับ 55.34 และ 48.00 บาท/ตัว/วัน ตามลำดับ ในขณะที่รายได้จากการขายน้ำนมของโคทั้ง 2 กลุ่มนี้ เท่ากับ 139.78 และ 181.32 บาท/ตัว/วัน ตามลำดับ จึงมีกำไรหลังหักลบต้นทุนค่าอาหาร เท่ากับ 84.44 และ 133.31 บาท/ตัว/วัน หรือ 6.94 และ 8.45 บาท/กก. 4% FCM ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

Table 4 Effects of soybean hulls supplementation on economical returns.

Parameter	T ₁ (no SBH)	T ₂ (with SBH)
Feed cost (4% FCM)(B/h/d)	55.34	48.00
Income for milk yield (B/h/d)	139.78	181.32
Income over feed (B/h/d)	84.44	133.31
Income over feed (B/kg 4% FCM)	6.94	8.45

Price of fresh grass = 1.50 Baht/kg (Dec. 2004 – Jan. 2005)

สรุป

เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองสามารถใช้เป็นองค์ประกอบของอาหารชั้นได้สูงถึงระดับ 60 % โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำนม อีกทั้งยังช่วยให้เปอร์เซ็นต์ไขมันนมเพิ่มสูงขึ้น สามารถลดต้นทุนในการผลิตน้ำนมและทำให้มีรายได้สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลือง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฟาร์มสัตว์ทดลองหมวดโคนม ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลองและให้ความอนุเคราะห์ให้ทดลองและสถานที่ทำการทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้ข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ หน่วยผลิตภัณฑ์สัตว์ สำนักงานปศุสัตว์เขต 5 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ต.หัวแก้ว อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำนม

เอกสารอ้างอิง

เทอดชัย เวียร์ศิลป์. 2540. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 343 หน้า.

มนต์ชัย ดวงจินดา. 2537. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสถิติ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 129 หน้า.

สุกัญญา เกินกลาง. 2546. ผลของการใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองในอาหารโคนมที่มีผลต่อผลผลิต และองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 33 หน้า.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC International, Maryland.

Bernard, J. K. and W. W. McNeill. 1991. Effect of high fiber energy supplements on nutrient digestibility and milk production of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 74: 991-1003.

Davide, C. L. 1977. Laboratory guide in dairy chemistry practicals. 2nd ed., FAO Regional Dairy Development and Training Center for Asia and Pacific. The Government of the Philippines and Denmark.

Firkins, J. L. and M. L. Eastridge. 1992. Replacement of forage or concentrate with combinations of soybean hulls, sodium bicarbonate, or fat for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 75: 2752-2761.

Ipharraguerre, I. R., R. R. Ipharraguerre and J. H. Clark. 2002. Performance of lactating dairy cows fed varying amounts of soybean hulls as a replacement of corn grain. J. Dairy Sci. 85: 2905-2912.

MacGregor, C. A., F. G. Owen and L. D. McGill.
1976. Effect of increasing ration fiber with
soybean mill run on digestibility and
lactation performance. J. Dairy Sci. 59: 682-696.

National Research Council. 1989. Nutrient
Requirements of Dairy Cattle. 6th edition.
National Academy Press, Washington, D.C.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and
Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book
Company, Inc., New York. 481 pp.

บริษัท จิววรรณ อินเตอร์เนชั่นแนลฟู้ดส์ จำกัด

อ. ศิริราชา จ. ชลบุรี

มีความยินดีให้การสนับสนุน

การจัดทำวารสารเกษตร ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เพื่อการเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการและเทคโนโลยี

ด้านการเกษตรและด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาภาคการเกษตรของประเทศไทยให้เข้มแข็งและแข่งขันได้

JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 22 No. 1 February 2006

Genetic Control of Iron Content in Rice Grain

Pennapa Jaksomsak, Benjavan Rerkasem and Sansanee Jamjod.....1

Variation of Rice Grain Iron Content Within and Between Varieties of Thai Local Rice

Saicum Pintasen, Chanakan Prom-u-thai, Sansanee Jamjod and Benjavan Rerkasem.....7

Combining Ability for Yield and Yield Components in Upland and Lowland Rice Crosses

Pimnapa Khunpilueg, Suthat Julsrigival, Chuckree Senthong and Dumnern Kaladee.....13

Genetic Diversity of Common Wild Rice Collected from Various Regions of Thailand

Adirek Punyalue, Benjavan Rerkasem and Sansanee Jamjod.....21

Responses of Rice to Low P Supply in Alternate Aerated and Stagnant Solution Culture

Dang Huu Thang, Sansanee Jamjod and Benjavan Rerkasem.....27

Growth Analysis of F1 Hybrids in Wheat

Whattanapong Jun-in, Suthat Julsrigival, Chuckree Senthong and Dumnern Karladee.....37

Peanut Production Under Organic Based Management

Songchao Insomphun, Veerachai Sriwattana-pongse, Sopit Jaipara and Areerat Jitboon.....43

Change of Proteins in Longan Leaves Before Flowering Induced by Potassium Chlorate

Wittaya Sinlaphasomboon and Tanachai Pankasemsuk.....49

Efficiency of CPPU on Increasing Size and Quality of Longan Fruit cv. Daw

Kamol Phongkhiaw and Pittaya Srumsiri.....55

Morphology and Chromosome Number of Lab Lae Native Langsat (*Lansium domesticum* Correa)

Pichai Chaikla and Suttirut Palas.....61

Effect of Chemicals on Quality of Cut Rose cv. Dallas

Vimonsiri Kaveeta and Danai Boonyakiat.....67

Efficiency of Crude Extract from Citronella in Controlling Fungi Causing Mango Fruit Rot and Damping off in Vegetable

Waewjan Pongjanta, Patcharapon Chaychana and Pittaya Srumsiri.....75

Phylogenetics of the Powdery Mildews in Tribe Phyllactinieae in Northern Thailand

Wanitda Watthanaworawit, Susumu Takamutsu and Chaiwat To-anun.....81

Use of High Level Soybean Hulls in Dairy Cow Diet

Vijitra Thongkaew, Choke Mikled and Visut Sirinupongsanun.....87

ISSN 0857-0841