วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 25 ฉบับที่ 2 มิถุนายน 2552

การถ่ายทอดลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันของดอกดาวเรืองที่ไม่มีกลีบดอก

ประทุมพร ขอดแก้ว และ ณัฐา โพธาภรณ์.....95

ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของกลุ่มเรณูของเอื้องแซะหอม เอื้องสายหลวง เอื้องน้ำครั่งสายสั้น และเอื้องนางลม

ชิต อินปรา และ ณัฐา โพธาภรณ์.....101

การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง: 3. ผลของพัฒนาการของผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ

ภาวินี จันทร์วิจิตร ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และ นันทรัตน์ ศุภกำเนิด.....109

ประสิทธิผลของเอทธิฟอนเพื่อชักนำการหลุดร่วงของช่อดอกมะม่วงน้ำดอกไม้

นิสสา หวานเสนาะ และ ธวัชชัย รัตน์ชเลศ.....115

ผลของอาหารและซีนส่วนพืชในการชักนำให้เกิดแคลลัสของสบู่ดำ

วีรวรรณ ภมร และ พรรณธิภา ณ เชียงใหม่.....125

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวปรับปรุง ราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ชัยนาท 1 รุ่น BC_4F_1 ที่มียีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแบบ *Bph*3 โดยเทคนิคการคัดเลือกด้วยดีเอ็นเอเครื่องหมาย

เจตน์ คชฤกษ์ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ สุรเดช พลวิสุทธิ์ และ ศิริพร กออินทร์ศักดิ์.....135

เปรียบเทียบการต้านทานการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนในพันธุ์พ่อ-แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 จากคู่ผสมระหว่างถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม

สรพงค์ เบญจศรี ราตรี ชูพันธ์ และ จรัสศรี นวลศรี.....145

ความเสี่ยงเชิงชีวภาพในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการจัดการความเสี่ยงของเกษตรกรในจังหวัดพะเยา

จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี ธวัชชัย รัตน์ชเลศ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์.....155

ความเสี่ยงเชิงชีวภาพในระบบการผลิตลิ้นจี่และการจัดการของเกษตรกรในจังหวัดพะเยา

รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์ ธวัชชัย รัตน์ชเลศ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ และ จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี.....163

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำในการฆ่าไรแดงแอฟริกัน

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน วรเดช จันทรสร อำมร อินทร์สังข์ และ พิฆเนศ รองพล.....169

อุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพตกค้างในน้ำนมดิบจากฟาร์มวิทยาเขตปทุมธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ชนินทร์ รัตนสิน และ กนกดล สิริวัฒนชัย.....177

ISSN 0857-0841

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

เรื่องที่ตีพิมพ์

บทความวิจัย บทความปริทัศน์ หรือบทความวิชาการ

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ภาษา** เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2. **การพิมพ์** พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษขนาด A4 ด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรมไมโคร-ซอฟเวิร์ด ตัวอักษร Cordia new ขนาด 14 ตัวอักษรต่อนิ้ว 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 อาจรวมการตรวจเอกสาร (Review of Literature) และวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยไว้ด้วย

3.5 อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) ให้บอกรายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 ผลการศึกษาหรือผลการทดลอง (Results) ให้บรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบ ตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

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

3.8 สรุป (Conclusion) ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

4. **กิตติกรรมประกาศ หรือ คำขอบคุณ (Acknowledgement)**

อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. **เอกสารอ้างอิง (References)**

5.1 ในเนื้อเรื่อง ไม่ควรอ้างอิงถึงเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องหรือห่างไกล ระบบที่ใช้อ้างอิงคือ ระบบชื่อ และปี (Name-and-year System) ในเอกสารภาษาไทย ให้ใช้ชื่อตัวและปี พ.ศ. เช่น สมชาย (2545) รายงานว่า…หรือ…(สมชาย, 2545) หากมีผู้เขียน 2 คน ให้ใช้เป็น สมชาย และสมหญิง (2547) รายงานว่า…หรือ…(สมชาย และสมหญิง, 2547) และถ้ามีผู้เขียนตั้งแต่ 3 คนขึ้นไปให้ใช้ชื่อคนแรกแล้วตามด้วยคำว่า และคณะ เช่น สมชาย และคณะ (2546) รายงานว่า…หรือ…(สมชาย และคณะ, 2546) ในกรณีเอกสารเป็นภาษาอังกฤษให้ใช้ชื่อสกุลและปี ค.ศ. เช่น Johny (2003)…หรือ…(Johny, 2003) ถ้าผู้เขียนมี 2 คน ให้ใช้เป็น Johny and Walker (2004) …หรือ…(Johny and Walker, 2004) หากมีมากกว่า 3 คน ให้ใช้เป็น Johny *et al.* (2005)…หรือ…(Johny *et al.*, 2005) สำหรับในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้ใส่ชื่อผู้เขียนทุกคน ห้ามใช้คำว่า และคณะ หรือ *et al.*

5.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนมีดังนี้

1) วารสาร (Journals)

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

วันทนา มุทิตา และ ณัฐา ควรประเสริฐ. 2547. เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดสีดอกของฟิวเชีย. วารสารเกษตร 20(1): 10-18.

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

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

จริยา วิสิทธิ์พานิช ชาตรี สิทธิกุล และ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2545. โรคและแมลงศัตรูลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 308 หน้า.

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

3) เรื่องย่อยในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน และมีบรรณาธิการ

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องย่อย. หน้า เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด. *ใน*: ชื่อบรรณาธิการ, (บก.) ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์.

ดำรง เวชกิจ และ สมบูรณ์ ทองสกุล. 2535. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. หน้า 22-42. *ใน*: สุวัฒน์ รวยอารีย์ (บก.). แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. 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.

อภินันท์ มณีพงษ์. 2547. ผลของการใช้โอโซนต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่น ๆ

ชื่อผู้เขียน หรือหน่วยงาน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องหรือชื่อหนังสือ. ประเภทของเอกสาร. สถาบันหรือหน่วยงานที่จัดพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

ทวีศักดิ์ ชโยภาส. 2544. แมลงศัตรูปาล์มน้ำมันในประเทศไทย. เอกสารวิชาการ. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 126 หน้า.

6) สื่ออิเล็คทรอนิคส์

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

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

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

การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล โดยส่งถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร 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 รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์		Consultants	Dean, Faculty of Agriculture Associate Dean for Research and International Relations Affairs
บรรณาธิการ	รศ. ศุภศักดิ์	ลิมปิติ	Editor	Supasark Limpiti, Assoc. Prof.
รองบรรณาธิการ	รศ. ดร. ไสว	บูรณพานิชพันธุ์	Vice Editor	Sawai Buranapanichpan, Ph.D., Assoc. Prof.
กองบรรณาธิการ	รศ. ไพฑูรย์	รอดวินิจ	Editorial Board	Paitoon Rodvinij, Assoc. Prof.
ฝ่ายวิชาการ	รศ. ดร. บุญล้อม	ชีวะอิสระกุล	(Academic)	Boonlom Cheva-Isarakul, Dr. Agr, Assoc. Prof.
	รศ. ดร. สมบัติ	ศรีชูวงศ์		Sombat Srichuwong, Ph.D., Assoc. Prof.
	รศ. วราภา	คุณาพร		Warapa Kunaporn, Assoc. Prof.
	รศ. ดร. ธวัชชัย	รัตน์ชเลศ		Tavatchai Radanachaless, Dr. Agr., Assoc. Prof.
	ศ.ดร. จรัญ	จันทลักขณา		Charan Chantalakhana, Ph.D., Prof.
	ศ.ดร.เมธา	วรรณพัฒน์		Metha Wanapat, Ph.D., Prof.
	ศ.ดร.อังศุมาลย์	จันทราปัตย์		Angsumarn Chandrapatya, Ph.D., Prof.
กองบรรณาธิการ	นางสาววิไลพร	ธรรมตา	Editorial Board	Vilaiporn Thammata
ฝ่ายการจัดการ	นางสาวกมลวรรณ	มโนแก้ว	(Management)	Kamonwan Manokaew
	นางสาวนพวรรณ	นุบุญมา		Noppawan Nuboonma
	นางชโรชีนีย์	ชัยมินทร์		Charochinee Chaimin
	นายกานต์	คงบรรทัด		Karn Khongbanthat
สำนักงานและการติดต่อ	กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 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
การบอกรับเป็นสมาชิก	บอกรับเป็นสมาชิกได้จากใบบอกรับเป็นสมาชิกท้ายเล่ม หรือติดต่อกองบรรณาธิการโดยตรง		Membership	Apply through the membership form as attached herewith or contact directly to the Editorial Board

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไขบทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร

The Editorial Board claims a right to review and correct all articles submitted for publishing

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

บทบรรณาธิการ

สวัสดีครับ ท่านสมาชิกวารสารและผู้อ่านทุกท่าน

วารสารเกษตร ปีที่ 25 ฉบับที่ 2 ประจำเดือนมิถุนายน 2552 ที่ท่านกำลังถืออยู่นี้ เป็นเล่มกลางปี ในอีก 4 เดือนข้างหน้า เมื่อวารสารฉบับที่ 3 ของปีออกมา วารสารของเราก็จะมีอายุครบ 25 ปีเต็มแล้วครับ เวลาแต่ละปีผ่านไปรวดเร็วเหลือเกิน ดังนั้นถ้ามีอะไรที่อยากทำ และยังไม่ได้ทำ ก็คงต้องวางแผนทำให้เกิดขึ้นแล้วละครับ อย่ามัวรีรออยู่ เพราะเวลาที่ผ่านไปแล้ว ใครก็เรียกร้องให้กลับคืนมาไม่ได้

ถ้าท่านผู้อ่านช่างสังเกต จะรู้สึกได้ว่า วารสารฉบับที่ 2 นี้มีความหนาเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะกองบรรณาธิการได้หารือกัน หาวิธีเพิ่มจำนวนเรื่องในแต่ละฉบับให้มากขึ้น เพื่อระบายบทความที่ส่งเข้ามาหาเราจำนวนมาก ให้มีโอกาสได้ตีพิมพ์เร็วขึ้น ปัจจุบันนี้ ปัญหาการออกวารสารให้ตรงเวลาของเรา ได้รับการแก้ไขลุล่วงไปได้แล้ว ด้วยความร่วมมือของนักวิจัยที่ช่วยกันส่งเรื่องมาให้เราเป็นจำนวนมาก ทำให้ไม่จำเป็นต้องรอเรื่องให้มากพอที่จะปิดต้นฉบับ งานก้าวต่อไปของกองบรรณาธิการ คือทำอย่างไร จะให้คุณภาพของวารสารดียิ่งขึ้นไปอีก ซึ่งหนึ่งในปัจจัยที่จะทำให้คุณภาพของวารสารดีขึ้น คือคุณภาพของบทความที่นำมาลง ดังนั้น ถ้าบทความของท่านใดได้รับข้อเสนอแนะให้แก้ไข ก็ขอให้ถือว่าพวกเรามาช่วยกันเพิ่มคุณภาพงาน ซึ่งในระยะยาวชื่อเสียงและความเชื่อถือก็จะสะท้อนกลับไปยังท่านที่เป็นผู้เขียนนั่นเอง สำหรับกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิ ถึงจะเหนื่อยแต่ก็มีความสุข ที่ได้มีส่วนเผยแพร่งานดี ๆ ออกไปสู่สาธารณะ และถ้ามีผู้ใดนำความรู้ที่วารสารเผยแพร่ออกไป ไปใช้ประโยชน์ได้ อานิสงส์ก็ยิ่งมากขึ้นไปอีก

พบกันใหม่ตามเวลาในฉบับหน้าครับ

ศุภศักดิ์ ลิมปิติ

บรรณาธิการวารสารเกษตร

การถ่ายทอดลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันของดอกดาวเรืองที่ไม่มีกลีบดอก

Inheritance of Apetalous Male Sterile Marigold

ประทุมพร ขอดแก้ว[1/] และ ณัฐา โพธาภรณ์[1/]

Pratumporn Kodkaew[1/] and Nuttha Potapohn[1/]

Abstract: Inheritance of apetalous male sterile marigold was studied by sib-cross of F_2 hybrids and selfed of F_3 hybrids. It was found that number of genes that controlled apetalous male sterile flower might have governed by a single gene with complete dominant gene action.

Keywords: Marigold, inheritance, male sterility

บทคัดย่อ: การถ่ายทอดลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกของดาวเรือง โดยทำการผสมข้ามระหว่างพี่น้องภายในคู่ผสมเดียวกันของดาวเรืองรุ่นที่ 2 และการผสมตัวเองของดาวเรืองรุ่นที่ 3 พบว่า ยีนควบคุมลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกของดาวเรือง อาจมีได้ 1 คู่ โดยข่มแบบสมบูรณ์

คำสำคัญ: ดาวเรือง การถ่ายทอด ลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมัน

[1/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

คำนำ

ดาวเรือง (*Tagetes* spp.) เป็นไม้ดอกที่คนไทยนิยมปลูกกันมาก เนื่องจากปลูกง่าย ต้นโตเร็ว ให้ดอกเร็ว และดอกดกโดยไม่ต้องดูแลเอาใจใส่มาก ดอกบานได้นาน (นันทิยา, 2545) มีความหลากหลายทั้งชนิด และขนาดดอก เป็นไม้ดอกที่ทำรายได้ให้กับผู้ปลูกสูง (วัลลภ, 2541) สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี และทุกภาคของประเทศไทย (ไมตรี, 2541) ดาวเรืองที่ปลูกในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นดาวเรืองลูกผสมที่มีดอกย่อยเป็น pistillate flower ดอกจึงเป็นหมัน (male sterile) และเป็นลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1 - hybrid) ซึ่งเป็นลักษณะที่มีความสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ลูกผสม เนื่องจากช่วยประหยัดเวลาและแรงงานในการขจัดเกสรเพศผู้ของต้นแม่พันธุ์ (ณัฐรา และคณะ, 2545) จากการศึกษาของ ศุภนารี (ยังไม่ได้ตีพิมพ์) ที่ผสมพันธุ์ดาวเรือง โดยใช้แม่พันธุ์เป็นลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นนอก เกสรเพศผู้เป็นหมัน จำนวน 4 พันธุ์ คือ พันธุ์ Antigua Gold, Jamaica Gold, Inca Gold และ Sovereign Gold กับดาวเรืองสายพันธุ์แท้ (pure line) ที่คัดเลือกโดย ศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ. หางดง จ. เชียงใหม่ จำนวน 4 พันธุ์ คือ พันธุ์ SN1, SN2, SN3 และ SN4 ได้คู่ผสมทั้งหมด 16 คู่ ลูกผสมรุ่นที่ 1 มีการกระจายตัวของลักษณะดอก และเป็นดอกสมบูรณ์เพศ เมื่อควบคุมให้ดาวเรืองรุ่นที่ 1 ผสมตัวเอง ได้ลูกผสมรุ่นที่ 2 พบดาวเรืองรุ่นที่ 2 ที่มีลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมัน และไม่มีกลีบดอก (apetalous male sterile) มีเฉพาะส่วนเกสรเพศเมีย (ภาพที่ 1F) การทดลองครั้งนี้มุ่งศึกษาลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก และยีน (gene) ที่ควบคุมลักษณะนี้ในดาวเรือง เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานทางด้านพันธุกรรม และประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ดาวเรืองต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดดาวเรืองรุ่นที่ 1 จากคู่ผสม 015 (Sovereign Gold × SN4) ของศุภนารี ที่ผ่านการผสมตัวเองมาปลูก และประเมินลักษณะดอกดาวเรืองรุ่นที่ 2 นำดาวเรืองรุ่นที่ 2 ที่มีลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก ผสมกับต้นพี่น้องภายในคู่ผสมเดียวกัน (เนื่องจากดาวเรืองรุ่นที่ 2 ที่ไม่มีกลีบดอกมีเกสรเพศผู้เป็นหมันไม่สามารถผสมตัวเองได้) โดยทำการผสมเกสรคู่ผสมละ 7 ดอก นำลูกผสมที่ได้จากการผสมระหว่างพี่น้องปลูกเป็น รุ่นที่ 3 และให้ดอกมีการผสมตัวเองจำนวน 7 ดอกต่อต้น ได้ดาวเรืองรุ่นที่ 4 ปลูกดาวเรืองรุ่นที่ 4 ประเมินลักษณะดอก และศึกษาการควบคุมลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกในดาวเรือง โดยทำการศึกษาที่ศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ. หางดง จ. เชียงใหม่ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2549 ถึง เดือนมิถุนายน 2550

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะดอกดาวเรืองรุ่นที่ 2

ดาวเรืองลูกผสมรุ่นที่ 2 จากคู่ผสม 015 มีลักษณะดอกหลายแบบ สามารถแยกลักษณะดอกได้ 6 แบบ (ภาพที่ 1) คือ ดอกที่มีเกสรเพศผู้ปกติ (male fertile) 4 แบบ ได้แก่ ดอกที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นใน (ภาพที่ 1A) ดอกแบบชั้นเดียว (ภาพที่ 1B) ดอกแบบฟูกลม (ภาพที่ 1C) และดอกแบบฟู (ภาพที่ 1D) และดอกที่มีเกสรเพศผู้เป็นหมัน 2 แบบ คือ ดอกเกสรเพศผู้เป็นหมันที่มีเฉพาะดอกย่อยชั้นนอก (ภาพที่ 1E) และดอกเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก (ภาพที่ 1F) จากการศึกษาของ พูลทรัพย์ (2534) ที่ศึกษาลักษณะ และประเมินดาวเรือง 51 ประชากรที่รวบรวมจาก 12 จังหวัดในภาคเหนือของประเทศไทยเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสมจากต่างประเทศ พบว่าประชากรที่รวบรวมได้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมของลักษณะสีดอก และรูปทรงของช่อดอก สามารถแบ่งได้ทั้งหมด 170 สายพันธุ์ นั้นไม่ได้มีรายงานลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกไว้ ลักษณะที่พบในการศึกษานี้เป็นลักษณะที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นลักษณะที่สะดวกต่อการผสมเกสร เพราะช่อดอกมีเฉพาะส่วนเกสรเพศเมีย ไม่จำเป็นต้องกำจัดกลีบดอกก่อนการผสมเกสร ช่วยประหยัดเวลา

Figure 1 Segregation of F_2 hybrids derived from selfed F_1 hybrids: (A) Disc flower, (B) Tighten-disc floret, (C) Rounded disc floret, (D) Semi-rounded disc floret, (E) Ray flower, (F) Male sterile apetalous.

และแรงงานในการผลิตดาวเรืองลูกผสม ในประชากรดาวเรืองรุ่นที่ 2 ทั้งหมด 117 ต้น พบดอกเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก จำนวน 27 ต้น

การผสมพันธุ์ดาวเรืองรุ่นที่ 2 และลักษณะดอกดาวเรืองรุ่นที่ 3

การผสมพันธุ์ดาวเรืองรุ่นที่ 2 ของต้นเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก และต้นพี่น้องที่มีเกสรเพศผู้ปกติ พบว่าดาวเรืองรุ่นที่ 3 มีการติดเมล็ดน้อยมากเพียง 3 คู่ผสม คือ คู่ผสม 015-12 × 015-32, 015-46 × 015-38 และ 015-80 × 015-114 ได้ดาวเรืองรุ่นที่ 3 ที่มีเกสรเพศผู้ปกติทั้งหมด (ตารางที่ 1) แสดงว่าลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก เป็นลักษณะด้อย ส่วนการที่ดาวเรืองรุ่นที่ 2 มีการติดเมล็ดน้อย อาจเนื่องจากละอองเรณูที่ไม่สมบูรณ์ ละอองเรณูอ่อน หรือแก่เกินไป เพราะไม่มีการทดสอบความมีชีวิตของละอองเรณูที่ระยะต่าง ๆ ของดอกดาวเรืองก่อนการผสมเกสร อดิศร (2547) รายงานว่า ละอองเรณูอาจสูญเสียน้ำได้เมื่อหลุดจากอับเรณู ต่อมาเมื่อตกลงบนยอดเกสรเพศเมียจึงมีการดูดซับน้ำ และเกิดการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ ช่วยให้ละอองเรณูงอกในหลอดเกสรเพศเมียได้ และอาจเกิดจากต้นแม่พันธุ์ที่ใช้ผสมเกสรไม่มีส่วนกลีบดอกที่ช่วยรักษาความชื้น ทำให้ความชื้นบนส่วนยอดของหลอดเกสรเพศเมียไม่เพียงพอต่อการช่วยให้หลอดเกสรเพศผู้งอกในหลอดเกสรเพศเมียได้ นอกจากนั้นอาจเกิดจากผลของอุณหภูมิสูงระหว่างการผสมเกสรที่ทำในช่วงฤดูร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละวันประมาณ 33 - 38 °ซ อุณหภูมิสูงมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ และยับยั้งการยืดตัวของหลอดเกสรเพศผู้

การผสมตัวเองของดาวเรืองรุ่นที่ 3 และลักษณะดอกดาวเรืองรุ่นที่ 4

คัดเลือกดาวเรืองรุ่นที่ 3 จากคู่ผสม 15-12 × 15-32 ทำการผสมตัวเอง จำนวน 6 ต้น คือ ต้นที่ 1, 2, 4, 5, 8, 9 และ 10 ส่วนต้นอื่น ๆ ที่ไม่ได้คัดเลือก เนื่องจากต้นมีลักษณะไม่สมบูรณ์ จำนวนดอกต่อต้นน้อย

Table 1 Segregation of F_3 hybrids from crosses between male sterile (F_2) and fertile line.

Testcross combination	Phenotype of testcross	Phenotype of offsprings	Total plant
15-12 × 15-32	sterile × fertile	fertile	10
15-46 × 15-38	sterile × fertile	fertile	1
15-80 × 15-114	sterile × fertile	fertile	3

การผสมตัวเองของดาวเรืองรุ่นที่ 3 ได้ดาวเรืองรุ่นที่ 4 ที่มีลักษณะดอกเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก และดอกเกสรเพศผู้ปกติ (ตารางที่ 2) จากสัดส่วนของดาวเรืองรุ่นที่ 4 ที่ได้ คาดการว่าลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกในดาวเรืองถูกควบคุมด้วยยีนด้อย 1 คู่ ที่แสดงการข่มแบบสมบูรณ์ โดยกำหนดให้ยีน Ms ควบคุมลักษณะเกสรเพศผู้ปกติ ซึ่งเป็นยีนเด่น ข่ม ยีน ms ที่ควบคุมลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก และแสดงออกเมื่อยีนอยู่ในสภาพด้อยทั้ง 2 ตำแหน่ง คือ msms ดังนั้นการผสมตัวเองของดาวเรืองที่มีเกสรเพศผู้ปกติ (Msms) ในรุ่นที่ 3 ควรได้ดาวเรืองรุ่นที่ 4 ที่มีเกสรเพศผู้ปกติ และเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก อัตราส่วน 3 : 1 จากการทดลองพบว่ามีความเป็นไปได้อยู่ในเกณฑ์น่าเชื่อถือมาก โดยเฉพาะการผสมตัวเองของ ต้นที่ 1, 2 และ 4 ซึ่งมีความเป็นไปได้เท่ากับ 0.80 – 0.90, 1.00 และ 0.90 – 0.95 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการศึกษาลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกในบานชื่น ที่ได้มีการศึกษาโดย Cowen and Ewart (1990) โดยคัดเลือก และผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์เกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ MS_1, MS_2, MS_3 และ MS_4 และสายพันธุ์เกสรเพศผู้ปกติ 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ MF_1, MF_2 และ MF_3 ได้คู่ผสมทั้งหมด 12 คู่ผสม หลังจากนั้นทำการผสมกลับกับสายพันธุ์เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก และสายพันธุ์เกสรเพศผู้ปกติ พบว่าการผสมกลับกับสายพันธุ์เกสรเพศผู้ปกติ ได้รุ่นลูกที่มีลักษณะเกสรเพศผู้ปกติทั้งหมด ส่วนการผสมกลับกับลักษณะเป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก พบรุ่นลูกทั้ง 2 ลักษณะ การประเมินอัตราส่วนของลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอก และลักษณะเกสรเพศผู้ปกติ พบว่าลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกควบคุมโดยยีนด้อย 3 คู่ คือ $ms_1ms_1ms_2ms_2ms_3ms_3$ และการใช้ลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกเพื่อผลิตบานชื่นลูกผสม พบว่าลูกผสมที่ได้มีลักษณะสม่ำเสมอ มีกลีบดอกจำนวนมาก และมีเกสรเพศผู้ปกติ

Table 2 Segregation of male fertile and male sterile plants from individual plant of self-pollination of 15-12 × 15-32.

No. F_3	Fertile plant	Sterile plant	χ^2 Value at 3:1 ratio	P
1	8	3	0.030	0.8-0.9
2	78	26	0.000	1.00
4	94	32	0.011	0.9-0.95
5	105	42	1.000	0.3-0.5
8	157	60	0.813	0.3-0.5
9	9	8	4.412	0.01-0.05
10	57	14	1.056	0.3-0.5

สรุป

จากการศึกษาครั้งนี้คาดการได้ว่า ลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันที่ไม่มีกลีบดอกของดาวเรืองในคู่ผสมนี้ควบคุมด้วย ยีน 1 คู่ ที่แสดงการข่มแบบสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

ณัฐา ควรประเสริฐ ศิวาพร ธรรมดี และ วีณัน บัณฑิตย์. 2545. การปรับปรุงพันธุ์พืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 171 หน้า.

นันทิยา วรรธนะภูติ. 2545. คู่มือการปลูกไม้ดอก. โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์, กรุงเพทฯ. 248 หน้า.

พูลทรัพย์ สุภา. 2534. การศึกษาลักษณะ และการประเมินประชากรดาวเรืองในภาคเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 134 หน้า.

ไมตรี ปทุมวงษ์. 2541. ไม้ดอกเศรษฐกิจ. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 160 หน้า.

วัลลภ พรหมทอง. 2541. ไม้ดอกยอดฮิตตระกูลคอมโพซิเต้. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ. 115 หน้า.

อดิศร กระแสชัย. 2547. บทปฏิบัติการ Cytogenetics in Agriculture. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 98 หน้า.

Cowen, R.K.D. and L.C. Ewart. 1990. Inheritance of a male sterile apetalous inflorescence in *Zinnia elegans.* Acta Horticulturae 272: 37-40.

ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของกลุ่มเรณูของเอื้องแซะหอม เอื้องสายหลวง เอื้องน้ำครั่งสายสั้น และเอื้องนางลม

Effects of Temperature and Storage Period on Pollinia Viability Percentage of *Dendrobium scabrilingue* Lindl., *D. anosmum* Lindl., *D. parishii* Rchb. f. and *D. peguanum* Lindl.

ชิต อินปรา[1/] และ ณัฐา โพธาภรณ์[1/]

Chita Inpar[1/] and Nuttha Potapohn[1/]

Abstract: Orchid pollinia storage can promote the cross pollination when the parental lines have different flowering time. Effects of temperature and storage period on pollinia viability percentage of four fragrant *Dendrobium* species such as *Dendrobium scabrilingue* Lindl., *D. anosmum* Lindl., *D. parishii* Rchb. f. and *D. peguanum* Lindl., were studied at three temperature levels, 4, 6 and 8 °C and fifteen periods, starting from 30-days interval untill 450 days. It was found that pollinia of the four fragrant species kept at 4 °C had significantly viability percentages greater than those kept at 6 and 8 °C. Keeping pollinia of *D. scabrilingue* and *D. anosmum, D. parishii* and *D. peguanum* at 4 °C could be kept for 240, 240, 270 and 210 days, respectively, without significantly losing their viability percentages.

Keywords: Orchid pollinia, storage, fragrant *Dendrobium* species

---

[1/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การเก็บรักษากลุ่มเรณูกล้วยไม้สามารถสนับสนุนให้เกิดการผสมข้ามเมื่อต้นพ่อและต้นแม่มีฤดูออกดอกแตกต่างกัน การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษากลุ่มเรณูของกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์แท้กลิ่นหอม จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ เอื้องแซะหอม เอื้องสายหลวง เอื้องน้ำครั่งสายสั้น และเอื้องนางลม โดยศึกษาอุณหภูมิในการเก็บรักษา 3 ระดับ คือ 4, 6 และ 8 องศาเซลเซียส และระยะเวลาการเก็บรักษา 15 ระดับ โดยเริ่มจาก 30 วัน เพิ่มขึ้นครั้งละ 30 วัน ถึง 450 วัน พบว่ากลุ่มเรณูของกล้วยไม้หอมทั้ง 4 ชนิด ที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตมากกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 และ 8 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บรักษากลุ่มเรณูของเอื้องแซะหอม เอื้องสายหลวง เอื้องน้ำครั่งสายสั้น และเอื้องนางลม ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บไว้ได้นานถึง 240, 240, 270 และ 210 วัน ตามลำดับ โดยเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตยังคงเดิม

คำสำคัญ: กลุ่มเรณูกล้วยไม้ การเก็บรักษา กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์แท้กลิ่นหอม

Introduction

Keeping orchid pollinia in a regular refrigerator has been commonly practiced. However, the study on proper storage period and effect of temperature on viability of pollinia has been less mentioned. Pollinia of *Dedrobium phalaenopsis, D. undulatum, D. streblocerас*, and *D.* Jaquelyn Thomas, could be kept at 7 °C for 12 months (Meeyot and Kamemoto, 1969). Similar success with other species of *Dendrobium*, *Vanda*, *Cymbidium* and *Arachnis* was achieved using air-dry storage at 4 to 6 °C for the maximum of 280 days (Shijun, 1984). Pollinia can be also kept in a small tube for 2–12 months in regular refrigerator (Songkhakul, 1983). At 2°C and 85 % relative humidity in refrigerator pollinia of *Dactylorhiza fushsii*, *Orchis morio*, *Orchis maculata* and *Anacamptis pyramidalis* could be kept for 60 days (Prichard and Prendergast, 1989). Pollinia of *D. nobile*, *D.* Lady Hamilton and *Calanthe furcata* germinated well after storing at -79 °C for 957 days. Moreover, pollinia of *D. nobile* stored at -79 °C for 957 days survived in the presence of a chemical cryoprotectant, glycerol and ethanol mixture (Ito, 1965). However, the use of very dry storage is not advisable for all pollen. For example, Gramineae pollen is generally intolerant of desiccation. Moreover, reports on the effect of short-term drying and long-term storage over desiccants in orchid pollinia were conflicting. Desiccation over silica gel reduced pollinia viability (Pritchard and Prendergast, 1989). Some orchids, *Cattleya mossiae* (Curtis and Duncan, 1947), and *D.* Lady Hamilton (Ito, 1965) appeared relatively tolerant to dry condition whereas such conditions were harmful in other dendrobiums and *Oncidium stipitatum* (Meeyot and Kamemoto, 1969).

There are many fragrant *Dendrobium* species in Thailand for example *D. scabrilingue* Lindl., *D. anosmum* Lindl. and *D. parishii* Rchb. f. which are world wide well known (Kamemoto *et al*., 1999). Flowers of different species have different scent, *D. scabrilingue* has a sweet fragrance reminiscent of wallflowers, whereas flowers of *D. anosmum* and *D. parishii* have strong and pleasant scent. Their fragrances have been variously described like rhubarb or raspberries (Baker and Baker, 1996). Another *Dendrobium*, *D. peguanum*, which has small flower with light purple color, has sweet honey liked fragrance (Thaithong, 2000).

It is known that most fragrant *Dendrobium* species has short blooming season, storing pollinia of those plants are needed in order to use the pollinia in interspecific or intergeneric hybridization. Thus, this study was conducted to find the suitable conditions in terms of temperature and storage period for some fragrant *Dendrobium* pollinia.

Materials and methods

Pollinia of four fragrant *Dendrobium* species, *D. scabrilingue*, *D. anosmum*, *D. parishii* and *D. peguanum* (Figure 1), were collected and each pair of pollinia was placed in a sealed plastic tube, total of 135 pollinia for each species. Three levels of temperature, 4, 6 and 8 °C and fifteen different periods; 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420 and 450 days; were employed in this study with 3 x 15 Factorial in CRD, 3 replications in each treatment. Every 30-day, 3 samples were taken from each temperature and species to test for viability, using nutrient solution, 30 g/l sucrose, 50 mg/l boric acid, and 200 mg/l $Ca(NO_3)_2$ (Areevilas, 1994). Pollinia were placed on staining slide and a few drops of the nutrient solution were added to cover all pollinia. Slides were kept in a moist box at room temperature for 36 hours. Viability percentage was scored, by removing those pollinia from the nutrient solution and washed in distilled water and then counted number of pollens that had pollen tube longer than the pollen. One had long pollen tube was counted as germinated pollen, meaning had 100% viability. Statistical analysis was conducted using Duncan's Multiple-Range Test (DMRT) at $P < 0.05$ by Sirichai Statistics Version 6.00 (2001) program (Unsrisong, 2002).

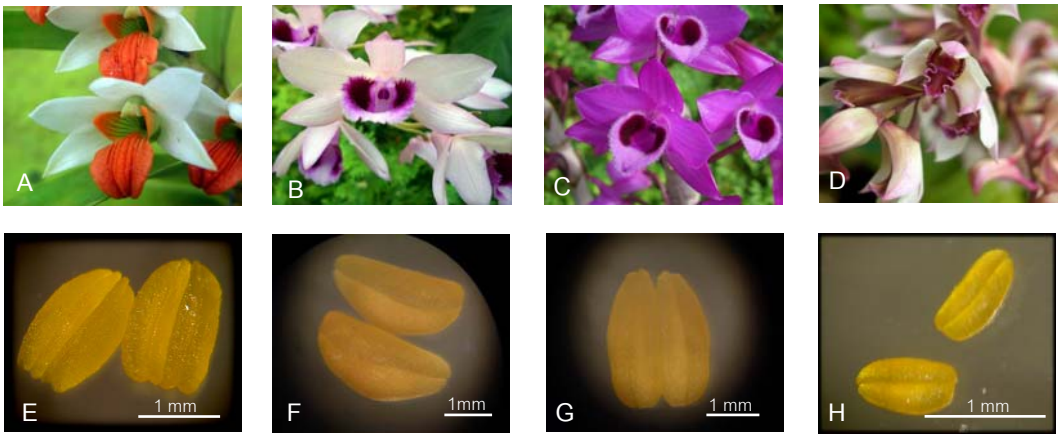

Figure 1 Four fragrant *Dendrobium* species and their pollinia.
(A) *D. scabrilingue*, (B) *D. anosmum*, (C) *D. parishii*, (D) *D. peguanum*, (E) pollinia of *D. scabrilingue*, (F) pollinia of *D. anosmum*, (G) pollinia of *D. parishii* and (H) pollinia of *D. peguanum*.

Results

Effect of storage temperatures

The greatest pollinia viability percentage of *D. scabrilingue*, *D. anosmum, D. parishii* and *D. peguanum* was found when pollinia were kept at 4 °C, 88.56, 92.22, 93.56 and 91.33 %, respectively, and it was significantly greater than those kept at 6 and 8 °C (Table 1, 2, 3 and 4).

Effect of storage periods

Pollinia of *D. scabriligue* and *D. peguanum* could be kept for 180 days (Table 1 and 4) whereas those of *D. anosmum* and *D. parishii* were 240 days (Table 2 and 3) without significantly losing viability percentage, but it was found that viability percentage started to markedly decline from 210 days onwards for *D. scabrilingue* and *D. peguanum* and from 270 days onwards for *D. anosmum* and *D. parishii.* However, after keeping the pollinia for 450 days, the viability percentage was still greater than 60 %.

Effect of interaction between storage temperature and storage period

There was an interaction between temperature and storage period. Pollinia of *D. scabrilingue* could be kept at 4 °C for 240 days, 6 °C for 210 days and 8 °C for 180 days (Table 1) without significantly losing viability percentage, and found that the viability percentage of the pollinia kept at 4 °C started to significantly lose their viability from 270 days onwards, whereas 6 °C from 240 days onwards and 8 °C from 210 days onwards. Pollinia of *D. anosmum* could be kept at 4 and 6 °C for 240 days, and 8 °C for 210 days (Table 2) without significantly losing viability percentage, and found that the viability percentage of the pollinia kept at 4 and 6 °C started to significantly lose their viability from 270 days onwards, whereas at 8 °C from 240 days onwards. Pollinia of *D. parishii* could be kept at 4 °C, for 270 days, 6 and 8 °C for 240 days (Table 3) without significantly losing viability percentage, and found that the viability percentage of the pollinia kept at 4 °C started to significantly lose their viability from 300 days onwards, whereas at 6 and 8 °C from 240 days onwards. Pollinia of *D. peguanum* could be kept at 4 and 6 °C, for 210 days, and 8 °C for 180 days (Table 4) without significantly losing viability percentage, and found that the viability percentage of the pollinia kept at 4 and 6 °C started to significantly lose their viability from 240 days onwards, whereas at 8 °C from 240 days onwards. Of all studied species, after keeping their pollinia at 4, 6 and 8 °C for 450 days the pollinia viability percentage was still greater than 60 %.

Discussion

Keeping pollinia of four fragrant species, *D. scabrilingue, D. anosmum, D. parishii* and *D. peguanum* at three levels of storage temperatures and fifteen storage periods. At 4 ^{0}C pollinia of *D. parishii* could be kept for 270 days whereas *D. anosmum, D. scabrilingue* and *D peguanum* could be kept for 240 days without significantly losing viability percentage but it was found that the viability percentage of *Den. parishii* started to markedly decline from 300 days onwards whereas *D. scabrilingue, D. anosmum* and *D. peguanum* started to markedly decline from 270 days onwards. The result was similar to that of from Shijun (1984) stating that pollinia of some species of *Dendrobium*, *Vanda*, *Cymbidium* and *Arachnis* could be kept air-dry at 4 to 6 °C for 280 days and Meeyot and Kamemoto (1969) reported that the pollinia of

Table 1 Pollinia viability percentage of *Dendrobium scabrilingue* at three levels of storage temperatures and fifteen storage periods.

Storage period (day)	Pollinia viability (%)[1/]			Average[2/]
	4 ^{0}C	6 ^{0}C	8 ^{0}C	
30	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
60	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
90	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
120	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
150	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
180	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
210	100.00 a	96.67 ab	95.00 b	97.22 b
240	96.66 ab	95.00 b	88.33 c	93.33 c
270	86.67 cd	86.67 cd	81.67 fg	85.00 d
300	85.00 de	83.33 ef	78.33 h	82.22 e
330	80.00 gh	78.33 h	73.33 i	77.22 f
360	73.33 i	73.33 i	68.33 jk	71.11 g
390	71.67 i	70.00 ij	65.00 lm	68.88 h
420	68.33 jk	65.00 lm	61.66 n	65.00 i
450	66.66 kl	63.33 mn	61.66 n	63.89 i
Average[3/]	88.56 a	87.84 b	84.88 c	

[1/]Means followed by different letters were significantly different at P <0.05 by DMRT.

[2/]Means followed by different letters of the same column were significantly different at P <0.05 by DMRT.

[3/]Means followed by different letters of the same row were significantly different at P <0.05 by DMRT.

Table 2 Pollinia viability percentage of *Dendrobium anosmum* at three levels of storage temperatures and fifteen storage periods.

Storage period (day)	Pollinia viability (%)[1/]			Average[2/]
	4 ^{0}C	6 ^{0}C	8 ^{0}C	
30	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
60	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
90	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
120	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
150	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
180	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
210	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
240	100.00 a	100.00 a	96.67 b	98.89 a
270	93.33 c	90.00 d	90.00 d	91.11 b

Table 2 (Cont.)

Storage period (day)	Pollinia viability (%)[1/]			Average[2/]
	4 ^{0}C	6 ^{0}C	8 ^{0}C	
300	90.00 d	90.00 d	90.00 d	90.00 b
330	90.00 d	83.33 e	83.33 e	85.56 c
360	80.00 f	80.00 f	80.00 f	80.00 d
390	80.00 f	76.67 g	75.00 gh	77.22 e
420	76.67 g	73.33 hi	73.33 hi	74.44 f
450	73.33 hi	71.67 i	71.67 i	72.22 f
Average[3/]	92.22 a	91.00 b	90.67 b	

[1/]Means followed by different letters were significantly different at P <0.05 by DMRT.

[2/]Means followed by different letters of the same column were significantly different at P <0.05 by DMRT.

[3/]Means followed by different letters of the same row were significantly different at P <0.05 by DMRT.

Table 3 Pollinia viability percentage of *Dendrobium parishii* at three levels of storage temperatures and fifteen storage periods.

Storage period (day)	Pollinia viability (%)[1/]			Average[2/]
	4 ^{0}C	6 ^{0}C	8 ^{0}C	
30	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
60	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
90	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
120	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
150	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
180	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
210	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
240	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
270	100.00 a	95.00 b	93.33 b	96.11 b
300	90.00 c	90.00 c	90.00 c	90.00 c
330	90.00 c	88.33 c	88.33 c	88.88 c
360	88.33 c	81.67 d	80.00 de	83.33 d
390	80.00 de	78.33 ef	76.67 fg	78.33 e
420	80.00 de	76.67 fg	73.33 hi	76.67 f
450	76.67 fg	73.33 hi	71.67 i	73.33 g
Average[3/]	93.56 a	92.22 b	91.56 c	

[1/]Means followed by different letters were significantly different at P <0.05 by DMRT.

[2/]Means followed by different letters of the same column were significantly different at P <0.05 by DMRT.

[3/]Means followed by different letters of the same row were significantly different at P <0.05 by DMRT.

Table 4 Pollinia viability percentage of *Dendrobium peguanum* at three levels of storage temperatures and fifteen storage periods.

Storage period (day)	Pollinia viability (%)[1/]			Average[2/]
	4 ^{0}C	6 ^{0}C	8 ^{0}C	
30	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
60	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
90	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
120	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
150	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
180	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
210	96.67 a	96.66 a	93.33 b	95.56 b
240	93.33 b	90.00 c	86.66d	90.00 c
270	90.00 c	86.67 d	80.00 f	85.55 d
300	90.00 c	83.33 e	76.67 g	83.33 e
330	86.67 d	80.00 f	73.33 h	80.00 f
360	83.33 e	73.33 h	70.00 hi	75.56 g
390	80.00 f	70.00 i	66.66 ij	72.22 h
420	76.67 g	70.00 i	66.33 jk	70.00 h
450	73.33 h	66.66 j	60.00 k	66.67 i
Average[3/]	91.33 a	87.78 b	84.89 c	

[1/]Means followed by different letters were significantly different at P <0.05 by DMRT.

[2/]Means followed by different letters of the same column were significantly different at P <0.05 by DMRT.

[3/]Means followed by different letters of the same row were significantly different at P <0.05 by DMRT.

D. phalaenopsis, D. undulatum, D. strebloceras, and *D.* Jaquelyn Thomas, could be kept in air-dry storage at 7 °C for 12 months. Pollinia viability percentages were decreased when storage periods and temperature increased. Storing pollinia of *D. scabrilingue, D. anosmum, D. parishii,* and *D. peguanum* at 4 °C could extend pollinia viability better than those kept at 6 and 8 °C. It showed that species could play an important role on pollinia viability. Each species requires different temperature and storage period. However, after keeping at 4, 6 and 8 °C for 450 days, the pollinia viability percentages of *D. scabrilingue, D. anosmum, D. parishii,* and *D. peguanum* were still greater than 60 % which have high levels viability percentage for orchid pollination. It was supported by the report of Songkhakul (1983) stated that orchid pollinia could be stored in a small tube for 2–12 months in a regular refrigerator. Thus, the results of this study, help to assure orchid breeders and growers to keep pollinia of some fragrant *Dendrobium* in regular refrigerator in drug shelf where temperature is around 4–8 °C up to 450 days for interspecific or intergeneric hybridization.

Conclusion

Keeping pollinia of four fragrant species, *D. scabrilingue, D. anosmum, D. parishii,* and *D. peguanum* at 4 °C gave the best result. They could be kept for longer period when compared with higher temperature, 6 and 8 °C. However, pollinia viability percentage at 8 °C was still greater than 60 % after storing for 450 days which was good enough to use for hybridization. Moreover, the results of this study are practicable, orchid breeders and growers can keep pollinia of some fragrant *Dendrobium* in regular refrigerator in drug shelf where temperature is around 4–8 °C up to 450 days for interspecific or intergeneric hybridization.

Acknowledgments

This work was financially supported by Subproject: Graduate study and research in agricultural biotechnology. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Thailand.

References

Areevilas, S. 1994. Use of glucose, sucrose, boric acid and calcium nitrate in pollinia culture of *Dendrobium* Sabin. Special Problem, Kasetsart University, Bangkok. 14 pp. (in Thai)

Baker, M. L. and C. O. Baker. 1996. Orchid Species Culture: *Dendrobium*. Timber Press, Portland. 852 pp.

Curtis, J. T. and R. E. Duncan. 1947. Studies on the germination of orchid pollen. Amer. Orchid. Soc. Bull. 16: 616-9.

Ito, I. 1965. Ultra-low temperature storage of pollinia and seed of orchids. Japan Orchid Soc. Bull. 11: 4-15.

Kamemoto, H., T. D. Amore and A. R. Kuehnle. 1999. Breeding *Dendrobium* Orchids in Hawaii. University of Hawai'i Press, Honolulu. 166 pp.

Meeyot, W. and H. Kamemoto. 1969. Studies on storage of orchid pollen. Amer. Orchid. Soc. Bull. 38: 388-393.

Pritchard, H. W. and F. G. Prendergast. 1989. Factors influencing the germination and storage characteristics of orchid pollen. pp. 1-16. *In*: H. W. Pritchard (ed.). Modern Methods in Orchid Conservation: The Role of Physiology, Ecology and Management, Cambridge University Press, Cambridge.

Shijun, C. 1984. The studies on keeping freshness of orchid pollinia. Acta Hortic. Sin. 11: 279-280

Songkhakul, V. 1983. Principle of Orchid Culture. Section of Map, Aerial Photography and Satellite Printing and Publishing. Division of Forestry Management, Royal Forest Department, Bangkok. 413 pp. (in Thai)

Thaithong, O. 2000. Orchids of Thailand. Amarin Printing and Publishing, Bangkok. 461 pp. (in Thai)

Unsrisong, S. 2002. Sirichai Statistics Version 6.00 (2001). Department of Agronomy, Maejo University, Chiang Mai.

การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง: 3. ผลของพัฒนาการของผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ

Use of Nutrient Balance for Improving Fruit Yield and Quality of Tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Sainampueng: III. Effect of Fruit Development on Leaf Nutrient Concentration

ภาวินี จันทร์วิจิตร[1/] ธวัชชัย รัตน์ชเลศ[1/] และ นันทรัตน์ ศุภกำเนิด[2/]

Pavinee Chanvichit[1/], Tavatchai Radanachaless[1/] and Nantarat Supakamnerd[2/]

Abstract: The experiment aimed to study the effect of fruit development on leaf nutrient concentration of tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Sainampueng. Leaves were sampled from the farmer's orchard in Fang district of Chiang Mai province. For taking leaf sample, the four treatments were arranged in completely randomized design, consisted of taking time in 1) non bearing twig, 2) bearing twig with two–month-old fruits 3) bearing twig with five–month-old fruits and 4) bearing twig with eight–month-old fruits. Subsequently, the concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn and B of sampled leaves were analyzed. The results indicated that concentration of N, P, K, Mg, Cu and B were decreased in bearing twigs with 2- and 5–month-old fruits but its were increased in bearing twigs with 8–month-old fruits. But Ca was opposite. The concentration of Fe, Mn and Zn were increased in bearing twigs with 2–month-old fruits but its were decreased in bearing twigs with 5- and 8–month-old fruits.

Keywords: Fruit development, leaf nutrient concentration, tangerine cv. Sainampueng

---

[1/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/]ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ต. รอบเวียง อ. เมือง จ. เชียงราย 57000

[1/]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[2/]Chiang Rai Horticulture Research Center, Chiang Rai 57000, Thailand

บทคัดย่อ: การทดลองมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของพัฒนาการของผลที่อายุต่าง ๆ กันที่มีต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบส้มสายน้ำผึ้ง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างใบจากสวนของเกษตรกร อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 กรรมวิธีการทดลอง ประกอบด้วยกิ่งที่มีพัฒนาการของผลแตกต่างกัน คือ กิ่งที่ไม่มีผล กิ่งที่มีผลอายุ 2 เดือน กิ่งที่มีผลอายุ 5 เดือน และกิ่งที่มีผลอายุ 8 เดือน จากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอนในใบที่เก็บมา ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และโบรอนลดลงในกิ่งที่มีผลอายุ 2 และ 5 เดือน แต่เพิ่มขึ้นในกิ่งที่มีผลอายุ 8 เดือน ยกเว้นแคลเซียมที่แสดงผลตรงกันข้าม ขณะที่ความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีเพิ่มขึ้นในกิ่งที่มีผลอายุ 2 เดือน แต่ลดลงในกิ่งที่มีผลอายุ 5 และ 8 เดือน

คำสำคัญ: พัฒนาการของผล ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ ส้มสายน้ำผึ้ง

คำนำ

ธาตุอาหารที่รากดูดซึมจากดินขึ้นมา พืชจะเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยกระบวนการเมแทบอลิซึม จากนั้นธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เพื่อนำมาใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตขั้นต่อไป (อรุณศิริ และคณะ, 2546) พืชที่เป็นไม้ผลมีการสะสมธาตุอาหารในแต่ละส่วนของต้นแตกต่างกันไป ในผลลิ้นจี่พันธุ์เบงกอลมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 43, 66 และ 88 % ตามลำดับของปริมาณธาตุอาหารในใบ ยอด และกิ่งขนาดเล็กที่มีการเจริญเติบโตในระยะเริ่มแทงช่อดอก (Menzel *et al*., 1992) ส่วนในส้ม Navelina ได้มีการติดตามปริมาณธาตุอาหารโดยใช้ N-15 พบว่า 63 – 77 % ของธาตุไนโตรเจนที่ต้นส้มใช้ในการเจริญเติบโตและออกดอกนั้นได้มาจากไนโตรเจนที่สะสมในต้น ขณะที่มีเพียง 23 – 27 % เท่านั้นที่มาจากปุ๋ย (N-15) ที่ใส่ลงไปในดิน (Legaz and Primo-Millo, 1988) กรณีส้ม Valencia มีการสะสมทุกธาตุไว้ในใบร้อยละ 30 – 50 ของที่มีทั้งหมดในต้น (Cameron and Compton, 1945) และไนโตรเจน 40 - 50 % ในชิ้นส่วนที่ออกมาใหม่มาจากใบแก่ โดยไนโตรเจนที่ใบแก่ส่งออกไปนั้น 57 % เกิดจากการสะสมในปีก่อน (Legaz *et al*., 1995) ซึ่งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ไม้ผลสะสมไว้ในใบจะเป็นอาหารสำรองเพื่อการบำรุงเลี้ยงพืชทั้งต้นให้ดำเนินไปตามปกติ แม้ว่าความเข้มข้นธาตุอาหารเหล่านั้นในดินจะมีการเปลี่ยนแปลงไปก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อพืชนั้นในทันที เมื่อไม้ผลมีการติดผลออกมา ผลจะเป็นที่รับ (sink) ธาตุอาหาร ขณะที่ใบเป็นแหล่งจ่าย (source) (Menzel *et al*., 1988) การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาผลที่อายุต่าง ๆ กันที่มีต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบส้มสายน้ำผึ้งเมื่อใบมีอายุมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดสอบเป็นส้มสายน้ำผึ้งที่ติดผลแล้ว อายุ 5 ปี ในสวนของเกษตรกร ต. แม่สูนน้อย อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) มี 4 กรรมวิธี คือ ประกอบด้วยใบส้มสายน้ำผึ้งจากตำแหน่งที่ 3 นับจากปลายยอด (ภาวินี และคณะ, 2551) (ภาพที่ 1) ในกิ่งที่มีพัฒนาการของผลแตกต่างกัน คือ กิ่งที่ไม่มีผล (เก็บใบส้มเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2548 ซึ่งเป็นระยะที่ใบส้มมีอายุประมาณ 3 เดือน) กิ่งที่มีผลอายุ 2 เดือน (เก็บเมื่อวันที่ 21 เมษายน 2548 ซึ่งเป็นระยะที่ใบส้มมีอายุประมาณ 5 เดือน) กิ่งที่มีผลอายุ 5 เดือน (เก็บเมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2548 ซึ่งเป็นระยะที่ใบส้มมีอายุประมาณ 8 เดือน) และกิ่งที่มีผลอายุ 8 เดือน (เก็บเมื่อวันที่ 21 ตุลาคม 2548 ซึ่งเป็นระยะที่ใบส้มมีอายุประมาณ 11 เดือน) จำนวน 5 ซ้ำ ให้ 1 ต้นแทน 1 ซ้ำ เก็บรอบทรงพุ่มจากต้นที่คัดเลือกไว้จำนวนประมาณ 50 ใบ ล้างและเช็ดให้แห้งแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน บดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร นำไป

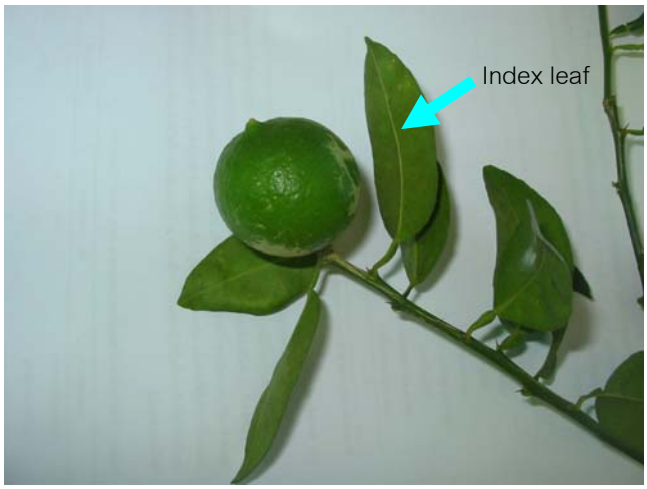

Figure 1 The third leaf from shoot apex is used as index leaf to assess the nutrient status in tangerine.

วิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอนในใบส้ม รวม 10 ธาตุ โดยอ้างอิงวิธีของศรีสม (2547) นำผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารมาหาความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี LSD ระยะเวลาการศึกษาอยู่ระหว่างวันที่ 21 เมษายน 2548 - 30 เมษายน 2549

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารในใบจากกิ่งที่ไม่มีผล กิ่งที่ติดผลอายุ 2 เดือน 5 เดือน และ 8 เดือน (ตารางที่ 1) พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบลดลงเมื่อกิ่งนั้นติดผล และยิ่งลดลงเมื่อผลมีอายุมากขึ้น แต่เมื่อผลมีอายุ 8 เดือน พบว่าความเข้มข้นไนโตรเจนในใบเพิ่มสูงขึ้นได้ เช่นเดียวกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม การที่ผลการศึกษาออกมาในลักษณะนี้เป็นเพราะส่วนของผลเป็นที่รับ (sink) ธาตุอาหารได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Menzel *et al.* (1988) ในลิ้นจี่ ดังนั้นความเข้มข้นของธาตุทั้งสามในใบจึงลดลงรวดเร็วในช่วงที่ผลเจริญเติบโตโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นที่ให้ติดผลมาก ความเข้มข้นของแมกนีเซียม ทองแดง และโบรอน ก็เป็นเช่นกัน แต่ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบมีลักษณะตรงกันข้าม กล่าวคือ ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบจะเพิ่มขึ้นเมื่อกิ่งนั้นติดผล และยิ่งเพิ่มขึ้นเมื่อผลมีอายุมากขึ้น แต่เมื่อผลมีอายุ 8 เดือน พบว่าความเข้มข้นแคลเซียมในใบกลับลดลงจากเดิม คาดว่าเป็นผลมาจากการที่เกษตรกรมีการพ่นแคลเซียมในเดือนเมษายน และกรกฎาคม (ภาวินี และคณะ, 2551) ซึ่งเป็นเดือนที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างใบ ทำให้ความเข้มข้นในใบที่กิ่งมีผลอายุ 2 และ 5 เดือนมีค่าสูงกว่าในกิ่งที่ไม่มีการติดผล และในใบที่กิ่งมีผลอายุ 8 เดือน ขณะที่ความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีในใบจะเพิ่มขึ้นเมื่อกิ่งนั้นติดผล แต่กลับลดลงเมื่อผลมีอายุมากขึ้น ซึ่งได้ผลคล้ายกับการทดลองของนันทรัตน์ และคณะ (2548) ที่เก็บใบส้มโชกุนจากสวนดำเนินนำโชค พบว่า มีความเข้มข้นของธาตุอาหารเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีเพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้นถึง 5 เดือน และลดลงเมื่อใบอายุ 6 เดือน ส่วนการทดลองของ Menzel and Simpson (1987) ที่เก็บใบลิ้นจี่ที่เจริญเต็มที่ซึ่งอยู่ถัดจากก้านผลลงไป พบว่า ความเข้มข้นของเหล็ก และสังกะสีในใบจากกิ่งที่ติดผลจะต่ำกว่าใบของกิ่งที่ไม่ติดผล การที่ความเข้มข้นของธาตุเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีในใบมีค่าลดลง ทั้งที่ธาตุเหล่านี้เป็นธาตุอาหารที่ไม่เคลื่อนย้าย น่าจะมีสะสมมากขึ้นเมื่อใบอายุมากขึ้น (ยงยุทธ, 2543) อาจมีผลมาจากการเก็บ

Table 1 Concentration of elements in tangerine leaf of different bearing twigs.

Leaf position	Concentration of macronutrient element (%)[1/]					Concentration of micronutrient element (ppm)[1/]				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Non bearing twigs	2.58 a	0.15 b	2.46 a	5.66 c	0.35 b	131.80 b	71.17 c	26.28 ab	98.11 a	66.14 a
Bearing twigs /2 months fruits	2.04 b	0.12 c	2.13 ab	6.14 b	0.30 c	165.96 a	107.24 a	27.31 a	46.95 b	59.26 b
Bearing twigs /5 months fruits	1.86 c	0.12 c	1.76 b	6.92 a	0.31 c	135.88 b	87.33 b	25.71 ab	20.71 d	49.14 c
Bearing twigs /8 months fruits	2.54 a	0.16 a	2.04 ab	5.03 c	0.37 a	100.24 c	46.55 d	24.74 b	28.40 c	57.94 b
$LSD_{0.05}$	0.25	0.0093	0.43	0.34	0.02	7.42	8.91	3.21	6.25	5.28
% CV	8.74	5.21	15.22	4.31	4.28	4.14	8.50	15.63	9.59	6.77
Adequate concentration										
Taiwan[2/]	2.9-3.1	0.12-0.18	1.4-1.7	2.5-4.5	0.26-0.5	60-120	25-200	25-100	5-16	25-150

[1/]Means followed by different letters within columns are significantly different at the 5 % level by $LSD_{0.05}$

[2/]source: Chang *et al*. (1992)

ตัวอย่างใบในกรรมวิธีที่ 2 ซึ่งเก็บในเดือนเมษายน เกษตรกรมีการพ่นปุ๋ยทางใบจึงมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีในใบเพิ่มขึ้น แต่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมที่มีการเก็บตัวอย่างใบกรรมวิธีที่ 3 และ 4 มีปริมาณน้ำฝนมากถึง 200 – 400 มิลลิเมตร ทำให้อากาศมีความชื้นสัมพันธ์สูง ซึ่งความชื้นสัมพันธ์ของอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารทางใบของพืช โดยจะมีผลต่อการระเหยน้ำของสารละลายที่ผิวใบพืช ถ้าอากาศมีความชื้นสัมพันธ์สูงจะทำให้การระเหยน้ำจากสารละลายช้ามาก จึงเกิดความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารละลายภายนอก และภายในใบมีน้อย จะมีผลไปส่งเสริมการแพร่หรือการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารเข้าสู่ใบน้อยลงเช่นกัน (มุกดา, 2544) และเกิดการสูญเสียธาตุอาหารเนื่องจากถูกชะล้างจากใบ ซึ่งเป็นกระบวนการขับออกจากใบ ได้แก่ กลไกที่เกี่ยวข้องกับการขับเกลือ คือ การแพร่ และการแลกเปลี่ยนไอออน เมื่อธาตุอาหารออกมาอยู่นอกเยื่อหุ้มเซลล์ก็ค้างในช่องเสรี ต่อมาเมื่อฝนตกธาตุเหล่านี้ในช่องเสรีก็จะถูกน้ำฝนที่มาปะทะผิวใบชะออกไป และการสูญหายโดยกระบวนการนี้จะมีมากขึ้นถ้าความสามารถในการกักเก็บธาตุอาหารของใบพืชลดลง เช่น ใบแก่ที่เสื่อมตามอายุ หรือไอออนที่ถูกดูดซับอยู่กับผิวเคลือบคิวทิน จะเกิดปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนกับ H^+ และ HCO3 ในน้ำฝนที่อิ่มตัวด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ไอออนเหล่านั้นถูกไล่ที่แล้วออกมาอยู่ในสารละลายในช่องเสรี ในที่สุดก็ถูกน้ำฝนชะล้างไปได้เช่นเดียวกัน ซึ่งการชะล้างออกจากใบแก่ และผิวบนของใบเป็นไปได้เร็วกว่าการชะล้างจากใบอ่อน และจากผิวล่างของใบ (ยงยุทธ, 2549)

เมื่อเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารในใบจากกิ่งที่ไม่มีผล (กรรมวิธีที่ 1) กับค่ามาตรฐานของส้มในไต้หวัน พบว่าธาตุไนโตรเจนมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งอาจเป็นเพราะไนโตรเจนเป็นธาตุที่ละลายน้ำได้ง่าย จึงถูกชะล้างลงไปยังดินชั้นล่าง (มุกดา, 2544) ขณะที่ธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม เหล็ก และทองแดงมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งอาจเป็นเพราะในดินมีธาตุโพแทสเซียมอยู่สูง ต้นส้มดูดซึมธาตุโพแทสเซียมไปสะสมไว้ในเนื้อเยื่อมาก (luxury consumption) (ยงยุทธ, 2543) ส่วนธาตุแคลเซียม และทองแดงมีค่าสูงเป็นเพราะเกษตรกรมีการพ่นแคลเซียม และการใช้สารฆ่าราซึ่งมีส่วนผสมของทองแดงอยู่ ส่วนธาตุอื่น ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

สรุป

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบตำแหน่งที่สามจากปลายยอดจากกิ่งที่มีพัฒนาการของผลต่างอายุ พบว่าความเข้มข้นของทุกธาตุที่ทำการศึกษามีความแตกต่างกันในใบส้มสายน้ำผึ้งจากกิ่งที่ไม่มีผล และกิ่งที่มีผลต่างอายุ โดยความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และโบรอนในใบลดลงในกิ่งที่มีผลอายุ 2 และ 5 เดือน แต่เพิ่มขึ้นในกิ่งที่มีผลอายุ 8 เดือน ยกเว้นแคลเซียมที่แสดงผลตรงกันข้าม ขณะที่ความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีเพิ่มขึ้นในกิ่งที่มีผลอายุ 2 เดือน แล้วลดลงในกิ่งที่มีผลอายุ 5 และ 8 เดือน ธาตุอาหารส่วนใหญ่มีความเข้มข้นเหมาะสมใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน ยกเว้นโพแทสเซียมและทองแดงเท่านั้นที่มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ขณะที่ไนโตรเจนถือว่ายังมีไม่พอเพียง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณศรียน ทาราช เจ้าของสวนส้มศรียน ที่เอื้อเฟื้อส้มสายน้ำผึ้งที่ใช้ทดลอง พร้อมช่วยเหลือดูแลให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่ผู้ทดลองเป็นอย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด ปัญจพร เลิศรัตน์ และ สิริ สุวรรณเขตนิคม. 2548. การประเมินความต้องการธาตุอาหารของส้มโดยการวิเคราะห์พืช. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 102 หน้า.

ภาวินี จันทร์วิจิตร ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และนันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2551. การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิต และคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง: 2. การประเมินตำแหน่งใบส้มที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. วารสารเกษตร 24(2): 117-124.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 344 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ. 424 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2549. การให้ปุ๋ยทางใบ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ. 164 หน้า.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2547. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 141 หน้า.

อรุณศิริ กำลัง ยงยุทธ โอสถสภา วิสุทธิ์ วีรสาร และจันทร์จรัส วีรสาร. 2546. การวิเคราะห์ใบเพื่อกำหนดแนวทางในการประเมินระดับธาตุอาหารและการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมสำหรับลิ้นจี่ที่ปลูกในเขตภาคกลางของประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 203 หน้า.

Cameron, S.H. and O.C. Compton. 1945. Nitrogen in bearing orange trees. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 46: 60-68.

Chang, S.S., W.T. Huang, S. Lian and W.L. Wu. 1992. Research on soil testing and leaf diagnosis as guides to fertilization recommendation for citrus orchards in Taiwan. pp. 167-195. *In*: Annual Research Reports on Soils and Fertilizers No. 81. Provincial Department of Agriculture and Forestry, Taipei, Taiwan R.O.C.

Legaz, F. and E. Primo-Millo. 1988. Absorption and distribution of N-15 applied to young orange trees. pp. 643-659. *In*: Proceedings of the 6th International Citrus Congress, Tel Aviv, Israel.

Legaz, F., M.D. Serna and E. Primo-Millo. 1995. Mobilization of the reserve N in citrus. Plant and soil 173: 205-210.

Menzel, C.M., M.L. Carseldine and D.R. Simpson. 1988. The effect of fruiting status on nutrient composition of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) during the flowering and fruiting season. Journal of Horticultural Science 63: 547-556.

Menzel, C.M. and D.R. Simpson. 1987. Lychee nutrition: a review. Scientia Horticulturae 31: 195-224.

Menzel, C.M., D.R. Simpson and G.F. Haydon. 1992. Partitioning of nutrients in bearing lychee trees. pp. 535-540. *In*: Proceedings of the International Symposium on Tropical Fruit - Frontier in Tropical Fruit Research, Pattaya City, Thailand.

ประสิทธิผลของเอทธิฟอนเพื่อชักนำการหลุดร่วงของช่อดอกมะม่วงน้ำดอกไม้

Effectiveness of Ethephon for Inducing Deblossoming of Mango cv. Nam Dok Mai

นิสสา หวานเสนาะ[1/] และ ธวัชชัย รัตน์ชเลศ[1/]

Nissa Wansanoh[1/] and Tavatchai Radanachaless[1/]

Abstract: Hand deblossoming can be a time consuming process for farmers who grow mangoes for commerce. In order to save on the labor used in hand deblossoming, ethephon, a plant growth regulator releasing agents of ethylene, has become another option to induce deblossoming in mangoes today. This study aimed to evaluate the effectiveness of ethephon in various concentration levels on the deblossoming of mangoes and the effect of ethephon on the mango's inflorescences reproduction. This experiment was conducted at a farmer's orchard in Mae Taeng, Chiang Mai on mango trees cv. Nam Dok Mai that were 6 years old. The trial was laid out in completely randomized design with 4 treatments: hand deblossoming and spraying 3 various levels of ethephon at a concentration of 400, 600 and 800 ppm respectively during full bloom. Deblossoming of the inflorescences and reproduction of the mangoes inflorescences were observed from December 2006 until June 2007. The average number of the growing tips in the field trial was 347.5 shoots per tree. According to the number of apical meristems being experimented in the field, the tree could produce inflorescences at a percentage of 74.08 .

The result showed that after ethephon sprays were applied at a concentration level of 600 ppm on the inflorescences, the deblossoming of inflorescences was the highest at 99.1 percent, similar to hand

[1/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

deblossoming. The whole inflorescences were shed naturally from the shoot within 19.7 days after the ethephon sprays were applied and it took the shortest time. After the first flower set was removed, the tree reproduced a second flower set in the same site as well as in new sites. It took 41.8, 21.3, 27.4 and 35.9 days for the tree to reproduce a second flower set in the same sites by hand deblossoming and spraying 3 various levels of ethephon respectively. However, the total number of inflorescences from the second flower set was less than the first flower set at the percentage of 52.5, 61.3, 45.9 and 40.3 respectively. The panicle size of the second flower set was smaller than the first flower set. The total number of floret per inflorescence also showed no differences statistically among treatments which accounted for 565.7, 373.0, 372.0 and 442.3 respectively. The number of perfect flowers was at percentages of 65.5, 70.3, 73.5 and 47.5 respectively. From the result, ethephon sprays applied during full bloom at a concentration of 600 ppm can be used effectively on mangoes instead of hand deblossoming.

Keywords: Deblossoming, ethephon, mango cv. Nam Dok Mai

บทคัดย่อ: ความต้องการของเกษตรกรให้ช่อดอกหลุดร่วงออกไปโดยวิธีปลิดด้วยมือ นับเป็นการสิ้นเปลืองแรงงานยิ่งในกรณีที่ผลิตมะม่วงเชิงการค้า การใช้ฮอร์โมนพืชเอทธิลีนในรูปของเอทธิฟอนเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับทดแทนการปลิดด้วยมือในปัจจุบัน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิผลของเอทธิฟอนในการชักนำการหลุดร่วงของช่อดอกมะม่วงโดยใช้ระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน รวมทั้งติดตามผลกระทบของวิธีการปลิดช่อดอกนี้ต่อการออกดอกซ้ำในเวลาต่อมา ทำการทดลองในสวนมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ของเกษตรกร ที่ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ อายุ 6 ปี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วยการปลิดช่อดอก 4 กรรมวิธี ได้แก่ การปลิดด้วยมือ และการชักนำให้ดอกร่วงด้วยการฉีดพ่นเอทธิฟอนอีก 3 ระดับที่ความเข้มข้น 400, 600 และ 800 ส่วนต่อล้านส่วน ทำในระยะดอกบานเต็มที่ ระยะเวลาการทดลองระหว่าง ธันวาคม 2549 – มิถุนายน 2550 มะม่วงน้ำดอกไม้ที่ศึกษามีจำนวนยอดทั้งสิ้นเฉลี่ย 347.5 ยอด/ต้น ในจำนวนนี้พืชสามารถสร้างช่อดอกได้ร้อยละ 74.08

ผลการทดลองพบว่า การฉีดพ่นด้วยเอทธิฟอน ที่ความเข้มข้น 600 ส่วนต่อล้านส่วน มีประสิทธิภาพในการชักนำให้เกิดการหลุดร่วงของช่อดอกสูงที่สุด ที่ร้อยละ 99.1 ไม่แตกต่างกับการปลิดด้วยมือ โดยเป็นการหลุดร่วงของดอกทั้งช่อออกจากยอดเองรวมทั้งใช้เวลาสั้นที่สุดไม่เกิน 19.7 วันหลังการฉีดพ่น เมื่อช่อดอกเดิมหลุดร่วงไปแล้ว พืชสร้างช่อดอกใหม่ในทุกกรรมวิธี จากตำแหน่งเดิมและบริเวณอื่น เฉพาะจากตำแหน่งเดิมนับเวลาได้ 41.8, 21.3, 27.4 และ 35.9 วันหลังการปลิดด้วยมือและฉีดพ่นสารเคมีตามลำดับโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีจำนวนช่อดอกลดต่ำลงกว่าชุดแรกโดยเหลือเพียงร้อยละ 52.5, 61.3, 45.9 และ 40.3 ของจำนวนยอดทั้งหมดแต่แรก รวมทั้งช่อดอกมีขนาดเล็กลง จำนวนดอกย่อยในแต่ละช่อนับได้ 565.7, 373.0, 372.0 และ 442.3 ดอก/ช่อ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบจำนวนดอกสมบูรณ์เพศในแต่ละช่อไม่แตกต่างกันที่ร้อยละ 65.5, 70.3, 73.5 และ 47.5 ตามลำดับ ข้อมูลดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นว่าเอทธิฟอนที่ความเข้มข้น 600 ส่วนต่อล้านส่วน ฉีดพ่นในระยะดอกบานเต็มที่ สามารถนำมาใช้แทนการปลิดช่อดอกด้วยมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกรณีของมะม่วงน้ำดอกไม้

คำสำคัญ: การปลิดดอก เอทธิฟอน มะม่วงน้ำดอกไม้

คำนำ

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) มีความสำคัญด้านเศรษฐกิจและสังคมต่อผู้คนในชนบทของประเทศไทยมาช้านาน เนื่องจากเป็นไม้ผลยืนต้นเขตร้อนที่สามารถผลิดอกออกผลสม่ำเสมอทุกปี ทนแล้งได้ปานกลาง และเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่าง ๆ ได้ดี (เฉลิมชัย, 2539) จึงได้รับความนิยมปลูกอย่างกว้างขวางไปทั่วทุกภาคของประเทศ ทั้งเพื่อใช้บริโภคในครัวเรือน และผลิตเป็นการค้า เมื่อปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะม่วงรวมประมาณ 1.98 ล้านไร่ ได้ผลิตเพื่อการส่งออกทั้งมะม่วงสด และผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง ปริมาณ 23,603 ตัน มูลค่า 690.49 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญของมะม่วงสด เช่น ญี่ปุ่น มาเลเซีย เกาหลีใต้ ฮ่องกง และสิงคโปร์ ขณะที่ผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง เช่น ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ฮ่องกง และแคนาดา เป็นต้น (สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป, 2550) โดยมีน้ำดอกไม้เป็นพันธุ์หลัก มะม่วงพันธุ์นี้ออกดอกปีละครั้งและติดผลง่ายปานกลาง (ภูวนาท, มปป.) ในฤดูกาลเก็บเกี่ยวปกติผลผลิตมักมีจำนวนมากทำให้ราคาตกต่ำโดยเฉพาะเดือน เมษายน - พฤษภาคม (ธวัชชัย และคณะ, 2546) ในขณะที่การผลิตล่าฤดูจนถึงการผลิตนอกฤดู มักได้ราคาสูงกว่าโดยเฉพาะประการแรกที่เก็บเกี่ยวระหว่าง เดือนมิถุนายน จนถึงเดือนกรกฎาคมของภาคเหนือตอนบน (ธวัชชัย และคณะ, 2551) ดังนั้น การเพิ่มมูลค่าให้กับมะม่วง วิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ คือการทำลายช่อดอกที่ออกต้นฤดูในฤดูกาลปกติเพื่อให้สร้างช่อดอกชุดใหม่ล่าฤดูออกไป Issarakraisila and Considine (1991) รายงานว่า การปลิดทำลายช่อดอกมะม่วงพันธุ์ Kensington Pride ด้วยมือสามารถเลื่อนการออกดอกไปได้ประมาณ 5-6 สัปดาห์ แต่วิธีการนี้ค่อนข้างเสียเวลา แรงงานต้องมีความชำนาญ และยังเสียค่าใช้จ่ายสูง เอทธิลีน สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในรูปของเอทธิฟอนจึงถูกนำมาใช้เพื่อทดแทนวิธีการปลิดช่อดอกด้วยมือ สารนี้เร่งให้เกิดการร่วงของใบ ดอก และผล กรณีมีจำนวนมากเกินไปในไม้ผลหลายชนิด (สมบุญ, 2544) งานของบัณฑิตและ รวี (2547) พบว่า การปลิดดอกและผลของมะนาวพันธุ์แป้นในฤดูกาลที่มีมากออกสามารถทำได้ โดยการฉีดพ่นด้วยเอทธิฟอน ที่ความเข้มข้น 100 ส่วนต่อล้านส่วน ขณะที่วสันต์ และไพโรจน์ (2548) แนะนำให้ใช้ 192 ส่วนต่อล้านส่วน ส่วนงานของ วีรชัย (2538) ซึ่งศึกษาในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมในการปลิดช่อดอกเป็น 800 และ 1,600 ส่วนต่อล้านส่วน สำหรับการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิผลของเอทธิฟอนในการชักนำการหลุดร่วง และการผลิใหม่ของช่อดอกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

อุปกรณ์และวิธีการ

ทดลองกับต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง อายุ 6 ปี จำนวน 12 ต้น บนพื้นที่ของเกษตรกร อ. แม่แตง จ. เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น มี 4 กรรมวิธี คือ ปลิดช่อดอกด้วยมือและฉีดพ่นด้วยเอทธิฟอนที่มีเนื้อสาร 48% แตกต่างกัน 3 ระดับ ที่ความเข้มข้น 400, 600 และ 800 ส่วนต่อล้านส่วน ในระยะดอกบานเต็มที่ บันทึกข้อมูลพื้นฐานของต้นมะม่วง ปริมาณในการหลุดร่วง พฤติกรรมการหลุดร่วงและระยะเวลาในการหลุดร่วงของช่อดอก ระยะเวลาในการผลิช่อดอกใหม่ ตำแหน่ง จำนวน และความสมบูรณ์ของช่อดอกที่ผลิใหม่ ระยะการทดลองระหว่าง ธันวาคม 2549-มิถุนายน 2550

ผลการทดลองและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานบางประการของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองอายุ 6 ปี ที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งทุกปี พบว่า ต้นมีขนาดทรงพุ่มกว้าง 378.65 เซนติเมตร สูง 320.67 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 14.42 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) ขณะที่ยอดทั้งหมดของต้นในเดือนมกราคม 2550 มีจำนวน 347.50 ยอดต่อต้น แยกเป็นยอดที่พัฒนาเป็นช่อดอก ยอดที่พัฒนาเป็นใบ และยอดที่ไม่พัฒนาจำนวน 257.42, 66.92 และ 23.17 ยอดต่อต้น หรือคิดเป็นร้อยละ 74.08, 19.26 และ 6.67

ตามลำดับ ส่วนช่อดอกชุดแรกในระยะบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ มีความกว้าง 16.47 (15.22-17.31) เซนติเมตร ความยาว 39.90 (34.67-42.07) เซนติเมตร (ตารางที่ 1) ถือว่าช่อดอกยาวปานกลาง เนื่องจาก เกศิณี (2546) ระบุว่าช่อดอกมะม่วงโดยทั่วไป มีความยาว 10.00-60.00 เซนติเมตร ในขณะที่รายงานของ ปฐมา (2543) ระบุถึงขนาดช่อดอกของมะม่วงแก้ว 40 สายต้น ว่ามีความกว้าง 12.7-26.7 เซนติเมตร ความยาว 17.0-41.8 เซนติเมตร

ปริมาณการหลุดร่วงของช่อดอก

การฉีดพ่นเอทธิฟอนที่ความเข้มข้น 600 ส่วนต่อล้าน ในระยะดอกบานเต็มที่ พบการหลุดร่วงของช่อดอกสูงที่สุดร้อยละ 99.14 ซึ่งไม่แตกต่างกับการปลิดช่อดอกด้วยมือ แต่สูงกว่า 2 ความเข้มข้นที่เหลือ 400 และ 800 ส่วนต่อล้านส่วน ซึ่งมีค่าร้อยละ 92.41 และ 97.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ข้อมูลนี้ต่างกับงานทดลองของวีรชัย (2538) ที่รายงานว่า เอทธิฟอนความเข้มข้น 800 และ 1,600 ส่วนต่อล้านส่วน สามารถทำให้ช่อดอกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์หลุดร่วงได้ไม่แตกต่างกับการปลิดช่อดอกด้วยมือ พิจารณาได้ว่าช่อดอกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้อ่อนไหวต่อเอทธิฟอนที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่าพันธุ์โชคอนันต์ ขณะที่สภาพแวดล้อม มีผลต่อการดูดซึมสาร การสลายตัวและการแสดงผลของสารต่อพืช ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง ความชื้นในอากาศสูงทำให้การดูดซึมสารเป็นไปอย่างดี และพืชจะตอบสนองต่อสารได้มากขึ้น (สุเมษ, 2537)

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

Item	Minimum	Maximum	Average
Tree			
Canopy width (cm)	292.50	431.50	378.65±38.30
Height (cm)	249.00	369.00	320.67±37.12
Stem diameter (cm)	12.74	17.36	14.42±1.45
Shoot			
No. of total shoots per tree	168.00	529.00	347.50±99.20
No. of total inflorescences / tree	118.00	514.00	257.42±118.85
No. of young shoots / tree	0.00	202.00	66.92±61.85
No. of shoots with dormant bud / tree	0.00	52.00	23.17±16.75
Inflorescence			
Width (cm)	15.22	17.31	16.47±0.76
Length (cm)	34.67	42.07	39.90±2.43
No. of total florets / inflorescence	170.00	1,149.00	547.17±296.89
No. of perfect flowers / inflorescence	13.00	314.00	162.00±93.07
Perfect flowers / total florets (%)	4.05	84.18	36.86±25.44

Table 2 Deblossoming, days to deblossoming, days to the second blossoming after hand thinning and spraying with 3 various levels of ethephon.

Treatment	Deblossoming[1/] (%)	Days to Deblossoming[1/] (days)	Days to 2nd Blossoming[1/] (days)
Hand thinning	100.00 a	0.00 c	41.83
Ethephon 400 ppm	92.41 c	61.88 a	21.32
Ethephon 600 ppm	99.14 a	19.65 bc	27.41
Ethephon 800 ppm	97.30 b	39.26 ab	35.85
$LSD_{0.05}$	1.28	28.75	ns
CV(%)	0.07	50.58	38.38

[1/]Means within the same column followed by the same letters do not significantly differ at 5% level ($P \leq 0.05$) by LSD

ns= nonstatistical difference at 95% level ($P \leq 0.05$)

พฤติกรรมการหลุดร่วงของดอกย่อยในช่อ

ช่อดอกในระยะบานเต็มที่เริ่มตอบสนองต่อสารเคมีหลังการฉีดพ่นแล้วประมาณ 5-7 วัน สังเกตได้จากการที่ดอกย่อยแสดงอาการแห้ง เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลจนถึงดำในบางส่วนของช่อหรือทั้งช่อ หลังจากนั้นอีกประมาณ 2 วัน ดอกย่อยเริ่มหลุดร่วง พร้อม ๆ กับการหลุดร่วงของก้านดอกย่อย ลักษณะการหลุดร่วงของดอกย่อยในช่อพบแตกต่างกัน 3 แบบ คือ 1) ไม่มีแบบแผนการหลุดร่วงดอกย่อยจากส่วนใดส่วนหนึ่งของช่อหลุดก่อนก็ได้ (ภาพที่ 1A) 2) หลุดร่วงจากส่วนฐานช่อดอกขึ้นไปหาปลายช่อดอก (ภาพที่ 1B) 3) หลุดร่วงจากส่วนปลายช่อดอกลงมาสู่ฐานช่อดอก (ภาพที่ 1C) หลังจากก้านดอกย่อยหลุดร่วงไปแล้วประมาณ 10 วัน ก้านดอกหลักที่แห้งแล้วจะเริ่มหลุดร่วงเองตาม แม้ว่าดอกย่อยบางส่วนยังคงเหลืออยู่ ขณะที่ก้านดอกหลักบางช่ออาจยังสดอยู่ ก็เกิดการหลุดร่วงได้ โดยเฉพาะในต้นที่ฉีดพ่นด้วย เอทธิฟอนความเข้มข้น 400 และ 600 ส่วนต่อล้านส่วน ขณะที่ความเข้มข้น 400 ส่วนต่อล้านส่วน เกิดการหลุดร่วงได้ช้ากว่า อย่างไรก็ตามสังเกตได้ว่า การฉีดพ่นในขณะที่อากาศเย็นจัด ช่อดอกจะไม่สนองตอบต่อสารเคมีส่วนความเข้มข้นที่ 800 ส่วนต่อล้านส่วน ทำให้ช่อดอกหลักหลุดร่วงเมื่อ ก้านช่อดอกย่อยหลุดร่วงทั้งหมด หรือก้านดอกหลักแห้งทั้งก้านก่อน โดยอาการแห้งของก้านหลักจะเริ่มจากปลายก้านลงมาที่โคนก้าน ทำให้การหลุดร่วงของช่อดอกหลักอย่างสมบูรณ์ทั้งต้นใช้ระยะเวลานานกว่า

ระยะเวลาในการหลุดร่วงของช่อดอก

การฉีดพ่นด้วยเอทธิฟอน ความเข้มข้น 600 ส่วนต่อล้านส่วน ทำให้การหลุดร่วงของช่อดอกใช้เวลาสั้นที่สุดเพียง 19.65 วัน ในขณะที่ความเข้มข้น 400 และ 800 ส่วนต่อล้านส่วน ใช้เวลายาวกว่านับได้ 61.88 และ 39.26 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ต่างกับงานทดลองของ วีรชัย (2538) ที่รายงานว่า การฉีดพ่นช่อดอกมะม่วงโชคอนันต์ด้วยเอทธิฟอนความเข้มข้น 800 ส่วนต่อล้านส่วน ใช้ระยะเวลาในการหลุดร่วง ยาวถึง 37.57 วัน ซึ่งสนับสนุนว่า มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้อ่อนไหวต่อเอทธิลีนที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่าพันธุ์โชคอนันต์

ระยะเวลาในการผลิช่อดอกใหม่

หลังการหลุดร่วงของช่อดอกชุดแรกออกไปแล้ว พบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีการผลิช่อดอกชุดใหม่ (เริ่มสังเกตจากระยะเดือยไก่) ตามธรรมชาติ ทุกกรรมวิธีการทดลอง ในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนเมษายน กรณีความเข้มข้นที่ 600 ส่วนต่อล้านส่วน ใช้เวลาไม่เกิน 27.41 วัน โดยเวลาของทั้ง 3 ความเข้มข้นไม่แตกต่างกันในช่วง 21.32-41.83 วัน (ตารางที่ 2) ดังนั้น เมื่อรวมกับเวลาที่ใช้ในการหลุดร่วงของช่อดอกอีก 19.65 วัน การเกิดช่อดอกชุดใหม่จึงใช้เวลาไม่น้อยกว่า 47 วันขึ้นไป หลังจากปลิดช่อดอกด้วยสารเคมีเข้มข้น 600 ส่วนต่อล้านส่วน จากระยะดอกบานเต็มที่

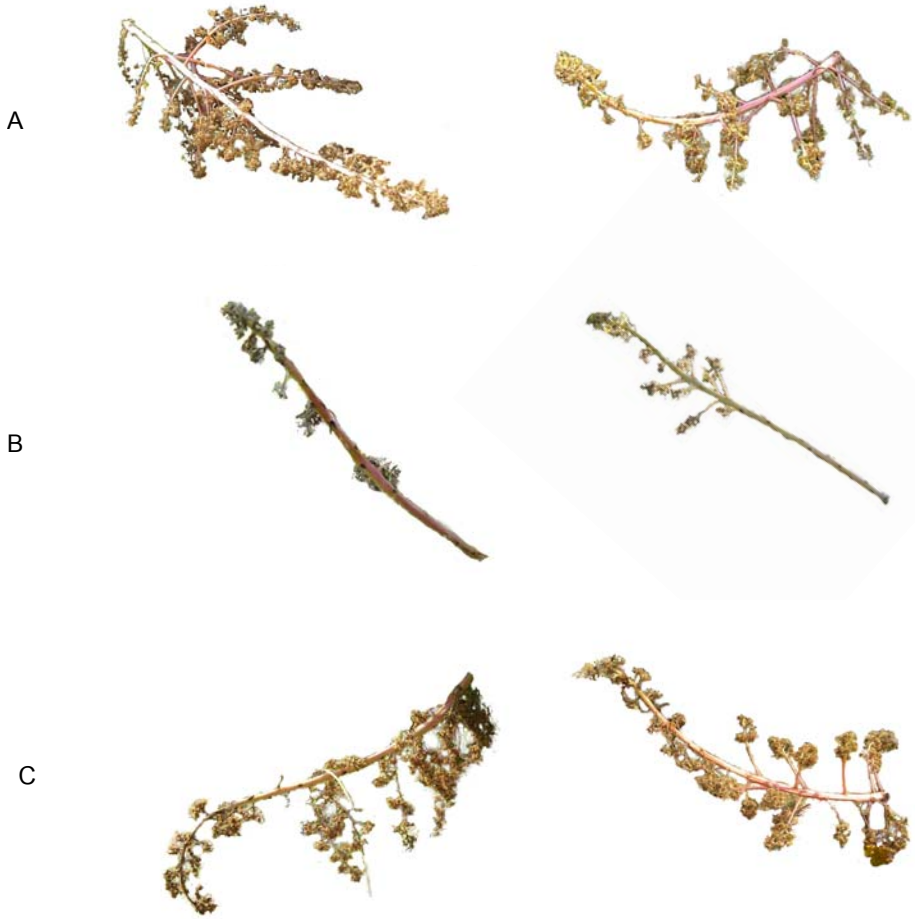

Figure 1 Deblossoming pattern of mango inflorescence after ethephon spraying .
A= no pattern of deblossoming
B= deblossoming from base to top of inflorescence
C= deblossoming from top to base of inflorescence

ตำแหน่งและจำนวนช่อดอกที่ผลิใหม่

ช่อดอกที่ผลิใหม่หลังการหลุดร่วงของช่อดอกชุดแรกพบใน 4 ตำแหน่ง (ภาพที่ 2) ได้แก่ ตำแหน่งเดิม (ตาข้าง) ยอดที่เดิมเป็นใบอ่อน ยอดที่เดิมพักตัว และบนกิ่ง (ตาพิเศษที่อยู่บนกิ่ง) การปลิดช่อดอกด้วยมือและการใช้เอทธิฟอน ที่ความเข้มข้น 400, 600 และ 800 ส่วนต่อล้านส่วน ทำให้มีการผลิช่อดอกชุดใหม่ที่ตำแหน่งเดิมจำนวนร้อยละ 16.31, 18.31, 25.21 และ 21.49 ของยอดทั้งหมดแต่เดิม ตามลำดับ ตำแหน่งยอดที่เดิมเป็นใบอ่อนมีค่าร้อยละ 18.83, 29.22, 7.01 และ 6.70 ตามลำดับ ยอดที่เดิมมีตาพักตัวเท่ากับ 5.58, 1.98, 2.76 และ 4.69 ตามลำดับ และจากกิ่งมีค่าเท่ากับ 11.78, 11.77, 10.91 และ 7.39 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 3) ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าจำนวนโดยรวมของช่อดอกชุดใหม่ทั้งต้นที่ความเข้มข้น 600 ส่วนต่อล้านส่วน ซึ่งมีค่าร้อยละ 45.90 นั้นลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับช่อดอกชุดแรกที่มีร้อยละ 74.08 แม้พบจุดที่สร้างช่อดอกใหม่เสริมอีก 3 ตำแหน่ง จากตำแหน่งใหม่นี้ถือว่ายอดเดิมที่เป็นใบอ่อนมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการผลิช่อดอกใหม่ รองลงมาเป็นบนกิ่ง

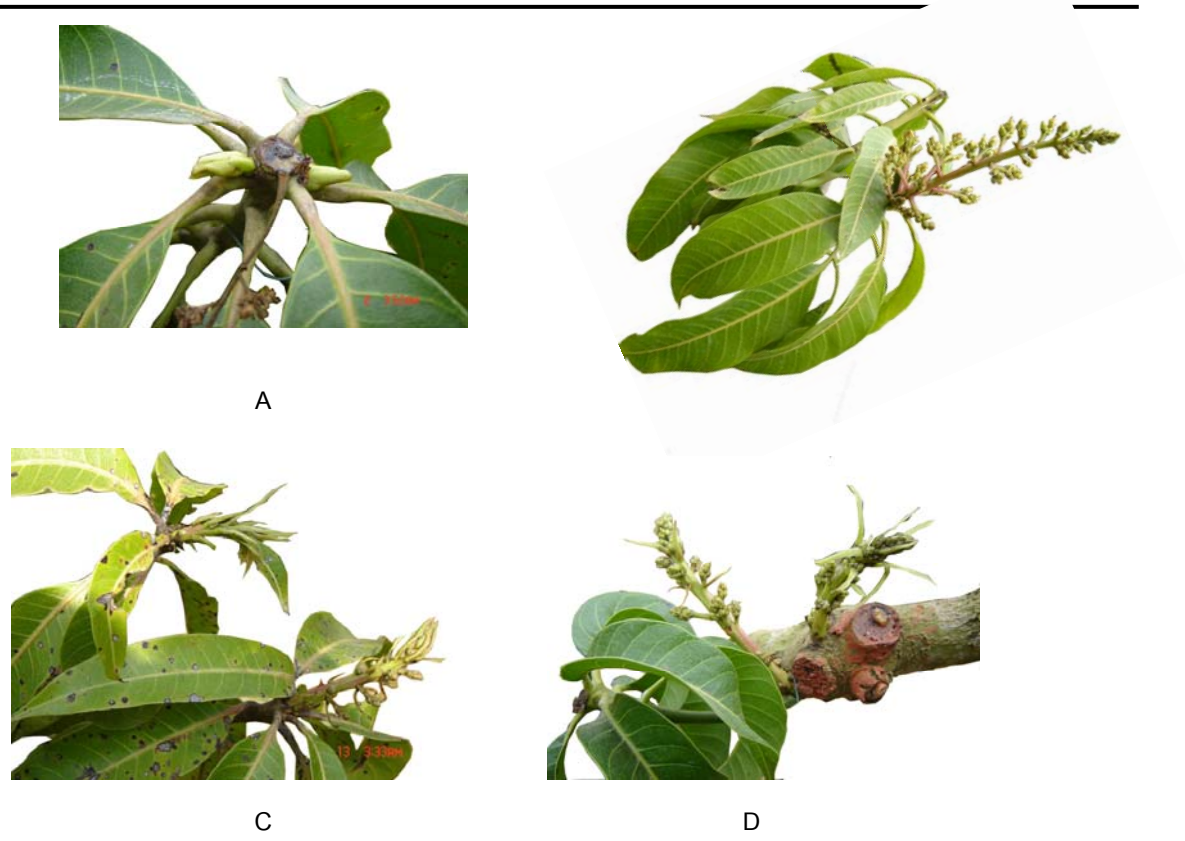

Figure 2 Sites of the second blossoming of mango after deblossoming
A= Deblossomed shoot
B= Young shoot
C= Dormant bud
D= Branch

Table 3 Sites and the number of second blossoming of mango after deblossoming with 4 treatments.

Treatment	Site of second blossoming				
	Deblossomed shoot	Young shoot[1/]	Dormant bud	Branch	Total
			%		
Hand thinning	16.31	18.83 a	5.58	11.78	52.50
Ethephon 400 ppm	18.31	29.22 ab	1.98	11.77	61.28
Ethephon 600 ppm	25.21	7.01 a	2.76	10.91	45.90
Ethephon 800 ppm	21.49	6.70 b	4.69	7.39	40.26
$L.S.D_{0.05}$	ns	22.31	ns	ns	ns
CV (%)	54.81	76.73	84.03	72.25	40.74

[1/]Means within the same column followed by the same letters do not significantly differ at 5% level ($P \leq 0.05$) by LSD

ns= nonstatistical difference at 95% level ($P \leq 0.05$)

ความสมบูรณ์ของช่อดอกที่ผลิใหม่

ช่อดอกชุดที่ 2 ที่ผลิใหม่หลังการปลิดช่อดอกด้วยมือ และฉีดพ่นเอทธิฟอน ความเข้มข้น 400, 600 และ 800 ส่วนต่อล้านส่วน พบว่ามีความกว้าง 15.95, 16.06, 13.37 และ 13.97 เซนติเมตร ความยาว 38.31, 38.12, 33.31 และ 39.61 เซนติเมตร ตามลำดับ หากเปรียบเทียบกับช่อดอกชุดแรกที่มีความกว้าง 16.50, 16.90, 16.52 และ 15.97 เซนติเมตร และความยาว 38.68, 41.14, 40.69 และ 39.07 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ถือว่าใกล้เคียงกัน สำหรับจำนวนดอกย่อยทั้งหมดต่อช่อของดอกชุดที่ 2 ซึ่งออกในช่วงต้นฤดูร้อน มีตั้งแต่ 565.70, 373.00, 372.00 และ 442.33 ดอก ถือว่ามีน้อยกว่าชุดแรกที่นับได้ 594.33, 607.00, 358.00 และ 629.33 ดอก ตามลำดับ ส่วนดอกสมบูรณ์เพศมีค่าร้อยละ 65.50, 70.30, 73.50 และ 47.50 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับดอกชุดแรก ซึ่งส่วนใหญ่ออกดอกในช่วงปลายฤดูหนาวมีค่าร้อยละ 33.81, 35.48, 31.96 และ 46.17 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ชี้ว่าชุดแรกมีค่าต่ำกว่าดอกชุดที่ 2 มาก ซึ่งเป็นผลดีต่อการทำมะม่วงล่าฤดู จากรายงานของ (Singh *et al.*,1965,1966) กล่าวว่า ถ้ามีอุณหภูมิลดต่ำเป็นเวลานานในช่วงการแทงช่อดอก จะทำให้มะม่วงมีดอกเพศผู้เป็นส่วนใหญ่ แต่ถ้าช่วงการแทงช่อดอกอากาศหนาวไม่ยาวนาน แล้วตามด้วยอุณหภูมิสูงขึ้น หลังจากผ่านช่วงอากาศหนาวไปได้ระยะหนึ่ง มะม่วงจะพัฒนาเป็นดอกสมบูรณ์เพศเปอร์เซ็นต์ค่อนข้างสูงกว่าปกติ

Table 4 Width and the length of the inflorescence from first and second flower sets.

Treatment	1st flower set		2nd flower set	
	Width	Length	Width	Length
Hand thinning	16.50	38.68	15.95	38.31
Ethephon 400 ppm	16.90	41.14	16.06	38.12
Ethephon 600 ppm	16.52	40.69	13.37	33.31
Ethephon 800 ppm	15.97	39.07	13.97	39.61
$L.S.D_{0.05}$	ns	ns	ns	ns
CV(%)	4.84	6.40	17.14	13.15

[1/] ns = nonstatistical difference at 95% level ($P \leq 0.05$)

Table 5 Number of florets per inflorescence and number of perfect flowers from the first and second flower sets.

Treatment	1st flower set		2nd flower set	
	Floret/ inflorescence	Perfect flower (%)	Floret/ inflorescence	Perfect flower (%)
Hand thinning	594.33	33.81	565.70	65.50
Ethephon 400 ppm	607.00	35.48	373.00	70.30
Ethephon 600 ppm	358.00	31.96	372.00	73.50
Ethephon 800 ppm	629.33	46.17	442.33	47.50
$LSD_{0.05}$	ns	ns	ns	ns
CV (%)	58.68	78.82	38.13	34.00

[1/] ns= nonstatistical difference at 95% level ($P \leq 0.05$)

สรุป

การนำเอทธิฟอน มาใช้เพื่อชักนำการหลุดร่วงของช่อดอกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง เพื่อทดแทนการปลิดช่อดอกด้วยมือ พบว่าความเข้มข้น 600 ส่วนต่อล้าน ทำให้มีประสิทธิผลสูงสุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของช่อดอกทั้งช่อสูงถึง 99.14 ไม่แตกต่างกับการปลิดด้วยมือ ใช้เวลาในการหลุดร่วงเพียง 19.65 วัน หลังฉีดพ่นเมื่อช่อดอกชุดแรกหลุดไปแล้วยังมีการสร้างช่อดอกใหม่ได้ภายใน 27.41 วัน ซึ่งเมื่อรวมกับระยะเวลาที่ใช้ในการหลุดร่วง พบว่าสามารถเลื่อนการออกดอกของมะม่วงน้ำดอกไม้ไปได้อย่างน้อย 47 วัน การสร้างช่อดอกใหม่สามารถพบได้ทั้งจากตำแหน่งเดิมและบริเวณอื่น แม้มีจำนวนช่อต่อต้นลดลงจาก 74.08 เหลือเพียง 45.90 รวมทั้งจำนวนดอกย่อยต่อช่อลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับช่อดอกชุดแรก แต่ช่อดอกทั้งสองชุดมีขนาดใกล้เคียงกัน นอกจากนั้นช่อดอกชุดที่ 2 ยังมีเปอร์เซ็นต์ของดอกสมบูรณ์เพศสูงกว่าช่อดอกชุดแรก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณลุงอาทิตย์ เกษมศรี ที่ได้ช่วยเหลือด้านสถานที่ใช้ในการทดลอง และให้ความช่วยเหลือทางด้านต่าง ๆ คุณประเวศ บุญสินสุข ที่สนับสนุนปัจจัยการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

เกศิณี ระมิงค์วงศ์. 2546. การจัดจำแนกไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 417 หน้า.

เฉลิมชัย แก้ววรชาติ. 2539. การปลูกมะม่วง. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 88 หน้า.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ และรุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2546. มะม่วงแก้ว ไม้ผลเพื่อความหวังและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ. สำนักพิมพ์ มติชน, กรุงเทพฯ. 196 หน้า.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ และรุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2551. การใช้แนวทางกลุ่มยุทธศาสตร์เพื่อปรับปรุงขีดความสามารถของเกษตรกรผู้ผลิตมะม่วงส่งออก. รายงานฉบับที่ 1. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 68 หน้า.

บัณฑิต เจริญฉ่ำ และรวี เสรฐภักดี. 2547. ผลของเอทธิฟอนและสภาพความเครียดน้ำต่อการปลิดดอกและผลอ่อนในมะนาวพันธุ์แป้น. ว. วิทย. กษ. 35 (5-6 พิเศษ): 439-444.

ปฐมา เดชะ. 2543. ความผันแปรลักษณะทางสัณฐานและไอโซไซม์ และคุณสมบัติการแปรรูปของมะม่วงแก้วสายต้นคัด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 169 หน้า.

ภูวนาท นนทรี. มปป. คู่มือการปลูกมะม่วง. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 120 หน้า.

วสันต์ ผ่องสมบูรณ์ และไพโรจน์ สุวรรณจินดา. 2548. เทคโนโลยีการผลิตมะนาวไทย. ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร, พิจิตร. 96 หน้า.

วีรชัย ผิวอินทร์. 2538. เปรียบเทียบวิธีการปลิดช่อดอกโดยใช้มือและสารเอทธิฟอนในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่. 15 หน้า.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 237 หน้า.

สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป. 2550. สถานการณ์สินค้ามะม่วงและผลิตภัณฑ์. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มาhttp://www.dft.moc.go.th/the_files/$$16/level4/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%87%20%E0%B8%9B%E0%B8%B5%202550(%E0%B

8%A1.%E0%B8%84.-%E0%B8%95.%E0%B8%84.).doc (10 มิถุนายน 2551).

สุเมษ เกตุวราภรณ์. 2537. ไม้ผลเบื้องต้น. สาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่. 210 หน้า.

Issarakraisila, M. and J.A. Considine. 1991. Studies on induction of secondary inflorescences by deblossoming to delay flower in mango trees. Acta Hort. 291: 198-206.

Singh, R.N., P.K. Majumdar and D.K. Sharma. 1965. Studies on the bearing behaviour of some South Indian varieties of mango (*Mangifera indica* L.) under North Indian conditions. Trop. Agri. (Trin.) 12: 170-174.

Singh, R.N., P.K. Majumdar and D.K. Sharma. 1966. Sex expression in mango (*Mangifera indica* L.) with reference to prevailing temperature. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89: 228-230.

ผลของอาหารและชิ้นส่วนพืชในการชักนำให้เกิดแคลลัสของสบู่ดำ

Effects of Culture Media and Explant Types on Callus Induction of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.)

วีรวรรณ ภมร [1/] ***และ พรรณธิภา ณ เชียงใหม่*** [1/*]

Weerawan Phamorn[1/] *and Pantipa Na Chiangmai*[1/*]

Abstract: This study aimed to evaluate the effects of two explant types; petioles and hypocotyls of physic nut (*Jatropha curcas* L.), and different concentrations of N^6 benzyladenine (BA) and indole-3-yl-butyric acid (IBA) on inducing callus formation under aseptic condition. A MS medium supplemented with the growth regulators (such as MS + 0.5 mg/l BA + 0.1 mg/l IBA; Medium I and MS + 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA; Medium II) was employed in this study. In both explant types, growth regulator concentrations and the interaction between these variables significantly affected the formation of callus. The fresh weight of calli induced from hypocotyls on Medium II were highest and the calli had compact characteristics. The weight of calli derived from hypocotyl explants was higher than those from petiole explants. Medium II induced more compact calli than Medium I in a culture both before and after the first callus subculturing at 30 days.

Keywords: Physic nut, *Jatropha curcas*, petiole, hypocotyl, callus induction

---

[1/]คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร ต. สามพระยา อ. ชะอำ จ. เพชรบุรี 76120

[1/]Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, IT Campus, Cha-am, Phetchaburi 76120, Thailand

*Correspondence, E-mail: pantipa@su.ac.th

บทคัดย่อ: การศึกษาอิทธิพลของชิ้นส่วนพืชจากสองชนิดได้แก่ ก้านใบและลำต้นใต้ใบเลี้ยงของต้นสบู่ดำ (*Jatropha curcas* L.) และความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ N^6 benzyladenine (BA) และ indole-3-yl-butyric acid (IBA) ที่แตกต่างกันต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสในสภาพปลอดเชื้อ โดยอาหารที่ใช้ในการชักนำแคลลัสคืออาหารสูตร MS ที่มีความแตกต่างของการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ MS + 0.5 mg/l BA + 0.1 mg/l IBA (อาหารสูตรที่ 1) และ MS + 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA (อาหารสูตรที่ 2) ตามลำดับ พบว่าอิทธิพลของทั้งชิ้นส่วนพืช ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต และปฏิสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองตัวแปรมีผลต่อการเกิดแคลลัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการชักนำแคลลัสจากลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารสูตรที่ 2 ให้แคลลัสที่มีน้ำหนักสดสูงสุดและเป็นแคลลัสที่เกาะกันแน่น (compact) แคลลัสที่ได้จากชิ้นส่วนของลำต้นใต้ใบเลี้ยงมีน้ำหนักสูงกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ชิ้นส่วนของก้านใบ และอาหารชักนำแคลลัสในอาหารสูตรที่ 2 จะทำให้เกิดแคลลัสที่มีลักษณะเกาะกันแน่นมากกว่าอาหารสูตรที่ 1 ทั้งก่อนและหลังทำการเปลี่ยนอาหารนาน 30 วัน

คำสำคัญ: สบู่ดำ ก้านใบ ลำต้นใต้ใบเลี้ยง การชักนำแคลลัส

คำนำ

สบู่ดำ (*Jatropha curcas* L.) เป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่งซึ่งกำลังเป็นที่สนใจในหลาย ๆ ประเทศเพื่อใช้ประโยชน์ในการเป็นพืชพลังงาน อย่างไรก็ตามแม้ว่าการปลูกสบู่ดำจะพบกระจายอยู่ทั่วโลกแต่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมต่ำ จึงมีบางประเทศได้มีความพยายามในการเพิ่มความแปรปรวนทางพันธุกรรมเพื่อเพิ่มผลผลิตสบู่ดำ โดยการนำเมล็ดพันธุ์ไปฉายรังสีแกมมาทำให้ได้สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าเดิม (กรมวิชาการเกษตร, 2549) นอกจากวิธีการพัฒนาพันธุ์โดยการฉายรังสีแล้ววิธีการอื่นที่มีการนำมาใช้ในการพัฒนาพันธุ์ค่อนข้างน้อย การปรับปรุงพันธุ์โดยผ่านขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีความเป็นไปได้ ดังนั้นการศึกษาหาวิธีการ สูตรอาหาร รวมทั้งชนิดของชิ้นพืชที่เหมาะสมต่อการนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญ

จากการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสบู่ดำพบว่าให้ผลการวิจัยที่หลากหลาย โดยมีรายงานว่าอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่มีการเติม 2mg/l 6-benzylaminopurine (BAP) ร่วมกับ 0.5 mg/l 3-indoleacetic acid (IAA) เหมาะสมที่สุดในการชักนำยอดจากปลายยอด (shoot tip) (Rajore and Betra, 2005) และเมื่อมีการชักนำให้เกิดต้นจากชิ้นส่วนต่างๆ ของสบู่ดำ ได้แก่ ลำต้นใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) ก้านใบ (petiole) และใบ โดยประเมินร่วมกับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ zeatin, kinetin และ N^6 benzyladenine (BA) ที่แตกต่างกันทั้งแบบใช้เดี่ยวและใช้ร่วมกับ indole-3-yl-butyric acid (IBA) พบว่าส่วนของ hypocotyl และ petiole ที่เลี้ยงบนอาหารที่มี BA และ IBA จะสามารถชักนำให้เกิดต้นได้ดีกว่า zeatin หรือ kinetin และตำแหน่งของใบที่สามจะสามารถนำมาชักนำให้เกิดต้นได้สูงกว่าใบที่สี่ (Sujatha and Mukta, 1996) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการชักนำแคลลัสจากส่วนของลำต้นเหนือใบเลี้ยง (epicotyl) ด้วยเช่นกัน (Wei *et al*., 2004)

การศึกษาการชักนำแคลลัสเป็นขั้นตอนแรกของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่สำคัญ และในสภาพแคลลัสสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาเรื่องอื่น ๆ ที่ต่อเนื่องได้หลากหลาย วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้คือการชักนำให้เกิดแคลลัสจากส่วนต่าง ๆ เพื่อใช้ในการขยายปริมาณสบู่ดำและนำผลการศึกษาที่ได้ไปชักนำให้เกิดต้น ราก และใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษา 2 ปัจจัย โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design (Factorial in CRD) ศึกษา 5 ซ้ำ โดยปัจจัยที่ศึกษาคือ ชนิดของชิ้นส่วนพืช และสูตรอาหารที่ใช้ในการชักนำให้เกิดแคลลัส

โดยชนิดของชิ้นส่วนพืชที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ก้านใบ ของใบตำแหน่งที่สามนับจากปลายยอด ที่ได้จากการปักชำของต้นสบู่ดำ พันธุ์พื้นเมืองจังหวัดเพชรบุรี อายุ 1 ปี ซึ่งใบในตำแหน่งดังกล่าวมีอายุน้อยแต่สามารถทนต่อการฟอกฆ่าเชื้อ (Sujatha and Mukta, 1996) สำหรับลำต้นใต้ใบเลี้ยงมีวิธีการเตรียมโดยการนำเมล็ดสบู่ดำมาล้างด้วยน้ำสะอาดฆ่าเชื้อ 2-3 ครั้ง จากนั้นนำไปแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 15 นาที แล้วนำไปลนไฟ ขั้นตอนต่อมาคือการแช่เมล็ดสบู่ดำในน้ำยาฟอกฆ่าเชื้อรวม 2 ครั้ง ได้แก่การแช่ในน้ำยาฟอกฆ่าเชื้อที่ประกอบด้วยคลอรอกซ์ 10 เปอร์เซ็นต์รวมกับ Tween-20 ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เป็นเวลานาน 10 นาที ตามด้วยการแช่ในน้ำยาฟอกฆ่าเชื้อที่ประกอบด้วยคลอรอกซ์ 15 เปอร์เซ็นต์รวมกับ Tween-20 ปริมาตร 0.2 มิลลิเมตร นาน 15 นาที แล้วล้างเมล็ดด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ก่อนจะนำไปทำการลอกส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดออกแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อในตู้ปลอดเชื้อ ทำการผ่าเมล็ดเพื่อแยกเอ็มบริโอออกมาวางเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ไม่มีการเติมสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช ทำการวางเลี้ยงนาน 2 สัปดาห์ เมื่อมีการงอกต้นอ่อนและสร้างใบจริงคู่แรก จึงทำการตัดส่วนลำต้นใต้ใบเลี้ยงให้มีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการชักนำแคลลัส สำหรับสูตรอาหารที่ใช้ในการชักนำแคลลัสมีทั้งหมด 2 สูตร ได้แก่

อาหารสูตรที่ 1 MS + 0.5 mg/l BA + 0.1 mg/l IBA

อาหารสูตรที่ 2 MS + 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA

วิธีการศึกษาการชักนำให้เกิดแคลลัสทำได้โดยการตัดส่วนของก้านใบ (ประมาณ 0.5 เซนติเมตร) และลำต้นใต้ใบเลี้ยงมาวางเลี้ยงบนอาหารทั้งสองสูตรเป็นเวลา 30 วัน ในสภาพการเลี้ยงที่ให้ชั่วโมงแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส จากนั้นบันทึกผลเพื่อหาค่าเฉลี่ยใน 2 ลักษณะ ได้แก่ น้ำหนักสดต่อชิ้น เส้นผ่านศูนย์กลางของแคลลัส (เฉลี่ยจากค่า 2 ทิศทาง) สังเกตลักษณะที่ปรากฏของแคลลัส จากนั้นทำการตัดแบ่งแคลลัสเพื่อทำการเปลี่ยนอาหาร (subculture) ในอาหารสูตรเดิมต่อเนื่องอีก 30 วัน แล้วทำการบันทึกข้อมูลลักษณะต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่ง วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้การทดสอบ Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบแต่ละลักษณะของกลุ่มทดลองด้วยวิธีการของดันแคน (Duncan's new multiple range test, DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป The SAS system (SAS, 1997)

ผลการศึกษา

การชักนำแคลลัสจากก้านใบ และลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารทั้งสองสูตรเป็นเวลา 30 วัน

น้ำหนักของแคลลัสสบู่ดำมีความแตกต่างเนื่องจากอิทธิพลของสูตรอาหาร และชิ้นส่วนพืชที่ต่างกัน โดยแคลลัสที่ได้จากก้านใบและลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารชักนำแคลลัสสูตรที่ 2 ให้แคลลัสที่มีน้ำหนัก (2.598 กรัม/ชิ้น) สูงกว่าที่ชักนำได้ในอาหารสูตรที่ 1 (1.517 กรัม/ชิ้น) ขณะที่แคลลัสที่ชักนำจากลำต้นใต้ใบเลี้ยงให้แคลลัสที่มีน้ำหนัก (3.054 กรัม/ชิ้น) สูงกว่าแคลลัสที่ชักนำจากก้านใบ (1.061 กรัม/ชิ้น) และพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนพืชและสูตรอาหาร ($P<0.05$) โดยน้ำหนักแคลลัสที่ชักนำได้จากลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารสูตรที่ 1 (2.938 กรัม/ชิ้น) และอาหารสูตรที่ 2 (3.170 กรัม/ชิ้น) ไม่แตกต่างกัน ($P\geq0.05$) แต่สูงกว่าการใช้ก้านใบในการชักนำแคลลัสในอาหารสูตรที่ 2 (2.026 กรัม/ชิ้น) และอาหารสูตรที่ 1 (0.096 กรัม/ชิ้น) ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

สูตรอาหารและชนิดของชิ้นส่วนพืชมีผลต่อขนาดของแคลลัสเช่นเดียวกัน โดยแคลลัสที่ชักนำได้จากลำต้นใต้ใบเลี้ยงมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง (1.310 เซนติเมตร) สูงกว่าที่ชักนำได้จากก้านใบ (0.860 เซนติเมตร) ($P<0.01$) และแคลลัสที่ชักนำได้จากอาหารสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง (1.290 เซนติเมตร

Table 1 Average of the fresh weight of the calli induced from petiole and hypocotyl explants of physic nut in mediums for 30 days.

Explant types	Fresh weight of calli (g/piece)		Means
	Medium 1	Medium 2	
Petiole	0.096 ± 0.070 c	2.026 ± 0.229 b	1.061 B
Hypocotyl	2.938 ± 0.917 a	3.170 ± 0.905 a	3.054 A
Means[1/]	1.517 B	2.598 A	
F-test (Explant types)	**		
F-test (Mediums)	**		
F-test (Explant types x Mediums)	*		
CV (%)	31.86%		

*significant difference at the 0.05 level of probability.

**significant difference at the 0.01 level of probability.

[1/]Means within the same row or column followed by different letter are significantly different at the 0.05 level of probability.

สูงกว่าที่ชักนำได้ในอาหารสูตรที่ 1 (0.880 เซนติเมตร) (P<0.01) นอกจากนี้ขนาดของแคลลัสยังเป็นลักษณะที่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนพืชและสูตรอาหาร (P<0.01) โดยแคลลัสที่ได้ชักนำจากก้านใบในอาหารสูตรที่ 2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่แตกต่างจากที่ชักนำได้จากลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารสูตรที่ 1 (1.340 และ 1.380 เซนติเมตร ตามลำดับ) แต่มีค่าสูงกว่าที่ชักนำได้จากลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารสูตรที่ 2 (1.240) และที่ชักนำได้จากก้านใบในอาหารสูตรที่ 1 (0.380 เซนติเมตร) ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 1)

การชักนำแคลลัสจากส่วนของก้านใบและลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารทั้งสองสูตรภายหลังทำการเปลี่ยนอาหารเป็นเวลา 30 วัน

ภายหลังทำการเปลี่ยนอาหารโดยการตัดชิ้นพืชให้มีขนาดเท่ากัน (เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร) เพื่อทำการเพิ่มปริมาณในอาหารสูตรเดิมอีกเป็นระยะเวลานาน 30 วัน พบว่าแคลลัสที่ได้จากการชักนำส่วนของลำต้นใต้ใบเลี้ยง มีน้ำหนัก (2.144 กรัม/ชิ้น) สูงกว่าแคลลัสที่ชักนำได้จากก้านใบ (0.940 กรัม/ชิ้น) (P<0.01) ขณะที่อาหารสูตรที่ 2 ชักนำให้เกิดแคลลัสที่มีน้ำหนักภายหลังการเปลี่ยนอาหาร (2.361 กรัม/ชิ้น) สูงกว่าที่ชักนำได้ในอาหารสูตรที่ 1 (0.723 กรัม/ชิ้น) และพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนพืชและสูตรอาหาร (P<0.05) โดยพบว่าแคลลัสที่ชักนำได้จากลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารสูตรที่ 2 มีน้ำหนัก (3.224 กรัม/ชิ้น) สูงกว่าที่ชักนำได้ในอาหารสูตรที่ 1 และที่ชักนำได้จากก้านใบในอาหารสูตรที่ 2 (1.064 และ 1.498 กรัม/ชิ้น ตามลำดับ) และแคลลัสที่ชักนำได้จากก้านใบในอาหารสูตรที่ 1 พบว่ามีน้ำหนัก (0.382 กรัม/ชิ้น) ต่ำที่สุด (ตารางที่ 3)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแคลลัสที่เกิดขึ้นจากการใช้ชิ้นส่วนของพืชและสูตรอาหารที่ต่างกัน พบว่าแคลลัสที่ชักนำจากลำต้นใต้ใบเลี้ยงภายหลังการเปลี่ยนอาหาร และเลี้ยงต่อเนื่องเป็นเวลา 30 วัน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง (1.630 เซนติเมตร) สูงกว่าที่ชักนำได้จากก้านใบ (1.110 เซนติเมตร) (P<0.01) และการชักนำแคลลัสในอาหารสูตรที่ 2 ให้แคลลัสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง (1.740 เซนติเมตร) สูงกว่าที่ได้จากการชักนำในอาหารสูตรที่ 1 (1.000 เซนติเมตร) โดยไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองปัจจัย (P≥0.05) (ตารางที่ 4 และ ภาพที่ 2)

Table 2 Average of the diameter of the calli induced from petiole and hypocotyl explants of physic nut in mediums for 30 days.

Explant types	Average of diameter of calli (cm)		Means
	Medium 1	Medium 2	
Petiole	0.380 ± 0.083 c	1.340 ± 0.114 a	0.860 B
Hypocotyl	1.380 ± 0.130 a	1.240 ± 0.181 b	1.310 A
Means[1/]	0.880 B	1.290 A	
F-test (Explant types)	**		
F-test (Mediums)	**		
F-test (Explant types x Mediums)	*		
CV (%)	12.19%		

**significant difference at the 0.01 level of probability.

[1/]Means within the same row or column followed by different letter are significantly different at the 0.05 level of probability.

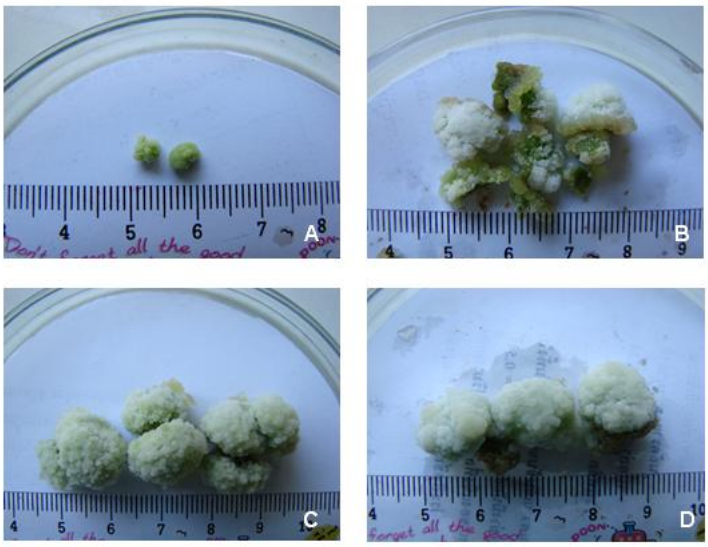

Figure 1 Calli induced from petiole and hypocotyl explants of physic nut in mediums at 30 days.

A. Calli induced from petiole explants in Medium 1 : MS + 0.5 mg/l BA + 0.1 mg/l IBA.

B. Calli induced from petiole explants in Medium 2 : MS + 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA.

C. Calli induced from hypocotyls explants in Medium 1 : MS + 0.5 mg/l BA + 0.1 mg/l IBA.

D. Calli induced from hypocotyls explants in Medium 2 : MS + 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA.

Table 3 Average of the fresh weight of the calli induced from petiole and hypocotyl explants in mediums after subculture for 30 days.

Explant types	Average of fresh weight of calli (g/piece)		Means
	Medium 1	Medium 2	
Petiole	0.382 ± 0.1329 c	1.498 ± 0.185 b	0.940 B
Hypocotyl	1.064 ± 0.1679 b	3.224 ± 1.032 a	2.144 A
Means[1/]	0.723 B	2.361 A	
F-test (Explant types)	**		
F-test (Mediums)	**		
F-test (Explant types x Mediums)	*		
CV (%)	34.69%		

*significant difference at the 0.05 level of probability.

**significant difference at the 0.01 level of probability.

[1/]Means within the same row or column followed by different letter are significantly different at the 0.05 level of probability.

Table 4 Average of the diameter of the calli induced from petiole and hypocotyl explants of physic nut in mediums after subculture for 30 days.

Explant types	Average of diameter of calli (cm)		Means
	Medium 1	Medium 2	
Petiole	0.720 ± 0.084	1.500 ± 0.122	1.110 b
Hypocotyl	1.280 ± 0.084	1.980 ± 0.084	1.630 a
Means[1/]	1.000 b	1.740 a	
F-test (Explant types)	**		
F-test (Mediums)	**		
F-test (Explant types x Mediums)	ns		
CV (%)	6.92%		

**significant difference at the 0.01 level of probability.

[1/]Means within the same row or column followed by different letter are significantly different at the 0.05 level of probability.

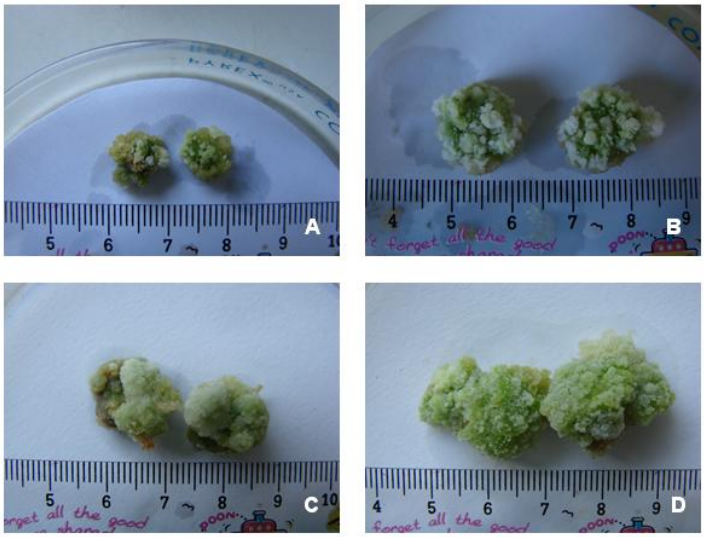

Figure 2 Size of the calli induced from petiole and hypocotyl explants of physic nut in mediums after subculture at 30 days.

A. Calli induced from petiole explants in Medium 1 : MS + 0.5 mg/l BA + 0.1 mg/l IBA
B. Calli induced from petiole explants in Medium 2 : MS + 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA
C. Calli induced from hypocotyl explants in Medium 1 : MS + 0.5 mg/l BA + 0.1 mg/l IBA
D. Calli induced from hypocotyl explants in Medium 2 : MS + 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA

วิจารณ์

ผลการศึกษาการชักนำแคลลัสในอาหารสองสูตรเป็นเวลา 30 วัน พบว่าชิ้นส่วนของลำต้นใต้ใบเลี้ยงมีความสามารถในการสร้างแคลลัสที่มีน้ำหนักสูงกว่าที่ชักได้จากก้านใบ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากสองประการคือการที่อายุของลำต้นใต้ใบเลี้ยงที่ใช้ในการศึกษามีอายุหลังงอกประมาณ 2 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะที่เซลล์กำลังเจริญเติบโตสูง จึงส่งผลต่อการชักนำแคลลัสได้ดีกว่าการใช้ส่วนของก้านใบที่มีอายุนานกว่า สอดคล้องกับการศึกษาโดยใช้ชิ้นส่วนของลำต้นเหนือใบเลี้ยงซึ่งพบว่าสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดีเช่นเดียวกัน (Wei *et al*., 2004) และสาเหตุอีกประการหนึ่งคือการนำชิ้นส่วนของก้านใบจากแปลงปลูกมาทำการชักนำให้เกิดแคลลัสต้องผ่านการฟอกฆ่าเชื้อก่อน จึงอาจก่อให้เกิดความเสียหายกับเนื้อเยื่อพืชบางส่วนทำให้ความสามารถในการชักนำให้เกิดแคลลัสลดลง ขณะที่อาหารสูตร 2 (MS + 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA) ให้น้ำหนักแคลลัสสูงกว่าในอาหารสูตร 1 (MS + 0.5 mg/l BA + 0.1 mg/l IBA) อาจเป็นผลมาจากการที่อาหารสูตร 1 มีความเข้มข้นของ BA และ IBA ต่ำกว่า ขณะเดียวกันมีงานวิจัยที่พบว่าการเติม MS medium ด้วย 0.5 mg/l BA และ

0.1 mg/l IBA เป็นสูตรที่ใช้ในการชักนำให้เกิดต้นได้สูงสุดในสบู่ดำ (Wei *et al*., 2004) อย่างไรก็ตามมีรายงานเกี่ยวกับความเข้มข้นของ BA และ IBA ที่พบว่าในการชักนำต้นจากแคลลัสของก้านใบจะใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต (0.44 และ 0.49 ไมโครโมล ของ BA และ IBA ตามลำดับ) ต่ำกว่าที่ชักนำได้จากชิ้นส่วนของลำต้นใต้ใบเลี้ยง (2.22 และ 0.40 ไมโครโมล ของ BA และ IBA ตามลำดับ) (Sujatha and Mukta, 1996).

ที่ระยะการชักนำแคลลัสนาน 30 วัน พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนพืชและสูตรอาหารซึ่งชี้ให้เห็นว่าการชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนพืชที่มีสภาพสมบูรณ์มีอิทธิพลสูงไม่ต่างจากการเลือกใช้สูตรอาหารในการชักนำ สำหรับชิ้นส่วนของก้านใบที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อ การใช้สูตรอาหารที่เหมาะสมจะมีความสำคัญในการชักนำแคลลัสอย่างยิ่ง

สำหรับอิทธิพลของสูตรอาหารและชนิดของชิ้นส่วนพืชพบว่ามีผลต่อขนาดของแคลลัส ซึ่งขนาดของแคลลัสความสัมพันธ์กับน้ำหนักของแคลลัสที่วัดได้ แต่เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างชิ้นส่วนพืชและสูตรอาหารพบว่าแคลลัสที่ชักนำได้จากลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารสูตร 2 ซึ่งพบว่ามีน้ำหนักแคลลัสสูง (3.17 กรัม/ชิ้น) ไม่แตกต่างจากที่ชักนำได้ในอาหารสูตรที่ 1 (2.938 กรัม/ชิ้น) แต่พบว่ามีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า (1.240 และ 1.380 เซนติเมตร ตามลำดับ) หรือกล่าวได้ว่าแคลลัสที่ชักนำได้ในอาหารสูตร 2 มีลักษณะแน่นกว่า (compact callus) และมีสีขาวอมเหลืองและสีเขียว ขณะที่แคลลัสที่ชักนำได้ในอาหารสูตร 1 จะมีลักษณะเป็นกลุ่มเซลล์ที่เกาะกันหลวม ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตมีผลต่อลักษณะแคลลัส

ภายหลังทำการเปลี่ยนอาหารและเพิ่มปริมาณในอาหารสูตรเดิมอีกเป็นระยะเวลานาน 30 วัน ยังคงพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของชิ้นพืชและสูตรอาหาร โดยพบว่าน้ำหนักของแคลลัสที่ชักนำได้จากลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารสูตร 2 ยังคงลักษณะความดีเด่นโดยเฉพาะเมื่อเทียบกับแคลลัสที่ชักนำได้ในอาหารสูตร 1 ซึ่งอาจเป็นผลจากลักษณะของแคลลัสที่มีกลุ่มเซลล์หนาแน่นมากกว่า

ขนาดของแคลลัสภายหลังการเปลี่ยนอาหารและเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าแคลลัสที่ได้จากลำต้นใต้ใบเลี้ยงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง (1.630 เซนติเมตร) มากกว่าแคลลัสที่ชักนำได้จากก้านใบ และแคลลัสที่ชักนำได้ในอาหารสูตรที่ 2 ให้ขนาดของแคลลัสใหญ่กว่าที่ชักนำได้ในอาหารสูตรที่ 1 (ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.740 และ 1.000 เซนติเมตร ตามลำดับ) โดยไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของชิ้นส่วนพืชและสูตรอาหารที่มีผลต่อขนาดของแคลลัสภายหลังการชักนำ

จากข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นได้ชัดเจนถึงลักษณะของแคลลัสที่ชักนำได้จากชิ้นส่วนของลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารสูตรที่ 2 ว่ามีลักษณะหนาแน่นและมีน้ำหนักแคลลัสสูง ทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนอาหารนาน 30 วัน ซึ่งแคลลัสที่เป็นลักษณะหนาแน่นหรือเป็นแบบ compact จะมีความเหมาะสมในการชักนำให้พัฒนาเจริญเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ (นิตย์ศรี และสัมพันธ์, 2548)

สรุป

การชักนำให้เกิดแคลลัสโดยใช้ชิ้นส่วนของลำต้นใต้ใบเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่มีการเติม 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA ให้น้ำหนักแคลลัสสูงสุด และแคลลัสมีลักษณะที่เกาะกันหนาแน่น (compact callus) โดยชิ้นส่วนของลำต้นใต้ใบเลี้ยงจะสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสที่มีน้ำหนักสดสูงกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ชิ้นส่วนของก้านในขณะเดียวกันอาหารสูตร MS ที่มีการเติม 1 mg/l BA + 0.5 mg/l IBA จะชักนำให้เกิดแคลลัสที่มีลักษณะหนาแน่นมากกว่าอาหารสูตร MS ที่มีการเติม 0.5 mg/l BA + 0.1 mg/l IBA โดยให้ผลการทดลองที่เหมือนกันทั้งก่อนและหลังทำการเปลี่ยนอาหาร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ต. สามพระยา อ. ชะอำ จ. เพชรบุรี ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2549. สบู่ดำกับน้ำมันดีเซล. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/th/ShowArticles.aspx?id=1861 (20 สิงหาคม 2549).

นิตย์ศรี แสงเดือน และ สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2548. เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 266 หน้า.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15(3): 473-497.

Rajore, S. and A. Batra. 2005. Efficient plant regeneration *via* shoot tip explant in *Jatropha curcas* L. J. Plant Biochem. Biotechnol. 14(1): 73-75.

SAS. 1997. User's Guide: Statistics, Version 6.12 Edition. SAS. Inst. Cary. N.C.

Sujatha, M. and N. Mukta. 1996. Morphogenesis and plant regeneration from tissue cultures of *Jatropha curcas*. Plant Cell Tissue Organ Cult. 44(2): 135-141.

Wei, Q., W.-D. Lu, Y. Liao, S. L. Pan, Y. Xu, L. Tang and F. Chen. 2004. Plant regeneration from epicotyls explant of *Jatropha curcas*. J. Plant Physiol. Mol. Biol. 30(4): 475-478.

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวปรับปรุง ราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ชัยนาท 1 รุ่น BC_4F_1 ที่มียีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแบบ *Bph3* โดยเทคนิคการคัดเลือกด้วยดีเอ็นเอเครื่องหมาย

Development of BC_4F_1 Rice Line of Rathu Heenati/KDML105 and Chai Nat 1 Carrying *Bph3* Resistant Gene Against Brown Planthopper by Marker Assisted Selection

เจตน์ คชฤกษ์[1/] วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ[2/*] สุรเดช พลวิสุทธ์[1/] และ ศิริพร กออินทร์ศักดิ์[3/]

Jate Kotcharerk[1/], Weerathep Pongprasert[2/], Suradet Palawisut[1/] and Siriporn Korintrsak[3/]*

Abstract: Currently, the researches on improvement of rice varieties to resist the infestation of brown plant hopper have been in many steps of progress such as resistant gene discovery, gene transformation to the rice target variety, screening process, certified process and the *Bph*3 resistant gene transferred from Rathu Heenati/KDML105 to Chai Nat 1 was also in developing stage. F_1 lines from those parents carrying *Bph*3 gene were already produced and the backcross process needed to be carried out to increase the original traits of Chai Nat 1 but *Bph3* resistant gene was still retained in the improved line. Therefore, the development of

[1/]ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ. วังทอง จ. พิษณุโลก 65000

[2/]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000

[3/]หน่วยค้นหาและใช้ประโยชน์จากยีนข้าว ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

[1/]Phitsanulok Rice Research Center, Wangtong, Phitsanulok 65000, Thailand

[2/]Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment Naresuan University, Muang, Phitsanulok 65000, Thailand

[3/]Rice Gene Discovery Unit, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology and Kasetsart University, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand

[*]Corresponding author

BC_4F_1 line of Rathu Heenati/KDML105 and Chai Nat 1 carrying *Bph3* resistant gene against brown planthopper by marker assisted selection was carried out. The F_1 and backcross lines were backcrossed with Chai Nat 1 for 4 times to produce the series of backcross lines from BC_1F_1, BC_2F_1, BC_3F_1 and BC_4F_1. The genotype of the backcross lines produced in each time of backcrossing was screened by molecular markers RM170 and RM190 and also their phenotypes of those were evaluated by visualization. The BC_4F_1 improved lines carried heterozygous genotype of *Bph*3 with the high amount of original traits of Chai Nat 1 (96.875% theoretically) were collected at 20 plants after the 4th backcrossing.

Keywords: Rice (*Oryza sativa indica*), brown planthopper, resistant gene, *Bph3,* backcrossing

บทคัดย่อ: การพัฒนาข้าวให้ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้น มีการศึกษาวิจัยอย่างกว้างขวาง ตั้งแต่การค้นหายีนต้านทาน การถ่ายโอนยีนเข้าสู่พืชเป้าหมาย และการคัดเลือกสายพันธุ์ลูกผสมที่เกิดขึ้นให้มีคุณลักษณะตรงตามต้องการ รวมถึงการรับรองสายพันธุ์ และกระบวนการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง การพัฒนาข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ให้ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดำเนินการถ่ายโอนยีนต้านทานชนิด *Bph3* จากข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 สู่ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 กำลังอยู่ในขั้นการพัฒนาเช่นกัน ข้าวลูกผสม F_1 ของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ซึ่งมียีน *Bph*3 ได้รับการพัฒนาขึ้นสำเร็จ และกำลังเข้าสู่ขั้นตอนการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพให้ใกล้เคียงกับพันธุ์ชัยนาท 1 พร้อมกับยังคงคุณลักษณะต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เกิดจากยีน *Bph*3 ไว้ โดยการใช้วิธีการปรับปรุงแบบผสมกลับและเทคนิคการใช้โมเลกุลเครื่องหมายดีเอ็นเอช่วยคัดเลือก โดยสร้างสายพันธุ์ปรับปรุงจำนวน 4 รุ่น คือ BC_1F_1, BC_2F_1, BC_3F_1 และ BC_4F_1 การคัดเลือกลักษณะทางพันธุกรรมของยีน *Bph*3 แบบ heterozygous ของลูกผสมสายพันธุ์ปรับปรุงที่เกิดขึ้นในแต่ละรุ่นโดยเทคนิคทางชีวโมเลกุลด้วยโมเลกุลเครื่องหมาย 2 ชนิด คือ RM170 และ RM190 ร่วมกับการคัดเลือกลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เหมือนกับพันธุ์ชัยนาท 1 ด้วยสายตา จากการผสมกลับจำนวน 4 ครั้ง สามารถสร้างลูกผสมสายพันธุ์ปรับปรุงรุ่นที่ 4 (BC_4F_1) ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมแบบ heterozygous ของยีน *Bph*3 และมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เหมือนกับพันธุ์ชัยนาท 1 ทางทฤษฎี ร้อยละ 96.875 จำนวน 20 ต้น

คำสำคัญ: ข้าว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ยีนความต้านทานชนิด *Bph3* การผสมกลับ

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญเป็นลำดับต้น ๆ ของประเทศ มีการปลูกครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่ของประเทศ พันธุ์ข้าวหลักที่สำคัญมีหลากหลายพันธุ์ และในจำนวนนั้น คือ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ที่นิยมปลูกของเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางโดยทั่วไป เนื่องจากมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการของตลาด ให้ผลผลิตสูง และที่สำคัญคือ ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)) (=*Delphax oryzae*) (Homoptera: Delphacidae) ซึ่งแมลงศัตรูชนิดนี้จัดว่ามีความสำคัญต่อผลผลิตข้าวมากที่สุดในเอเชีย เนื่องจากเข้าทำลายข้าวโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากต้นข้าวทำให้ข้าวเหี่ยวแห้ง และเกิดอาการไหม้ตาย (hopperburn) และเป็นแมลงพาหะถ่ายทอดโรคเขียวเตี้ย และโรคใบหงิกซึ่งเกิดจากเชื้อไวรัสมาสู่ข้าว (Khush and Barar, 1991) ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงไม่คุ้มค่าการลงทุน พบระบาดมากในพื้นที่ที่มีการชลประทานดี สามารถปลูกข้าวได้ตลอดทั้งปี เช่น พื้นที่ปลูกข้าวเขตที่ราบภาคเหนือ

ตอนล่าง และภาคกลาง แมลงสามารถอยู่ข้ามฤดูได้โดยอาศัยในวัชพืชที่เป็นเครือญาติกับข้าวเช่น ข้าวป่า และหญ้าไซ เป็นต้น (สุวัฒน์, 2544) แม้ว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีคุณสมบัติที่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลซึ่งได้รับการถ่ายทอดลักษณะต้านทานมาจากข้าวพันธุ์ บาบาวี (Babawe) อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันคุณลักษณะดังกล่าวลดลงเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่ข้าวพันธุ์นี้ได้รับความนิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายต่อเนื่อง ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของแหล่งพื้นที่ปลูกข้าวในเขตชลประทานของประเทศเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดแรงกดดันต่อแมลงและส่งผลทำให้แมลงสามารถพัฒนาศักยภาพจนสามารถเข้าทำลายข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ได้ในที่สุด ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ให้มีคุณลักษณะต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นแนวทางที่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ประกอบกับปัจจุบันการค้นหายีนต้านทานต่อเพลี้ยดังกล่าวได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเทคนิคทางชีวโมเลกุล ทำให้การวิเคราะห์ตำแหน่งของยีน และการพัฒนาดีเอ็นเอเครื่องหมายชนิดต่าง ๆ มีความแม่นยำมากขึ้น (Morgante and Olivieri, 1993; Paran and Michelmore, 1993; Lafitte *et al*., 2004; Pflieger *et al*., 1999) สามารถใช้ในการติดตามผลการถ่ายทอดของยีนนั้น ๆ จากรุ่นสู่รุ่นของลูกผสมที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ และสามารถลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ให้สั้นลงได้เป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย (Vanavichit *et al*., 2003; Yadav *et al*., 1997; Xiao *et al*., 1996; Rongwen *et al*., 1995; Cho *et al*., 1994)

ยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแบบ *Bph3* พบในข้าวพันธุ์ราตูฮีเนติ แสดงความต้านทานแบบ broad spectrum resistance และมีระดับความต้านทานสูงมากในทุกชีวชนิดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งได้รับการทดสอบในสภาพจริงในหลายประเทศในแถบเอเชีย เช่น อินเดีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม จีน บังคลาเทศ ลาว และไทย เป็นต้น (Jirin *et al*., 2007) ส่งผลทำให้ยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแบบ *Bph3* นี้มีบทบาทสำคัญมากต่อการพัฒนาพันธุ์ข้าวสายพันธุ์หลักในประเทศต่าง ๆ ให้มีระดับความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการถ่ายทอดยีนดังกล่าวสู่ข้าวพันธุ์หลักของประเทศไทย เช่น ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เพื่อปรับปรุงข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ให้ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้สูงขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการสืบค้นหาโมเลกุลเครื่องหมายและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างข้าวคู่ผสม PTB 33/กข 6 และ ราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 พบว่ายีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Bph3* ตั้งอยู่บนโครโมโซม 6 (Jairin *et al*., 2005) และมีความเกี่ยวพันกับยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *bph4* มาก (Kawakuchi *et al*., 2001) และผลจากการคัดเลือกโมเลกุลเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบ Simple Sequence Repeat (SSR) ของยีนต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* ของข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง ราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ชัยนาท 1 จำนวน 7 ชนิด พบว่ามีโมเลกุลเครื่องหมาย RM 170 และRM 190 มีความเหมาะสมและมีศักยภาพในการจำแนกความแตกต่างของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ได้เป็นอย่างดี (สุรเดช และคณะ, 2548) ดังนั้นโมเลกุลเครื่องหมายดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมในการติดตามการถ่ายยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* จากข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง ราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 สู่ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 จนถึงรุ่น backcross ที่ 4 ของลูกผสมชั่วที่ 1 (BC_4F_1) โดยเทคนิค Molecular Assisted Selection (MAS) เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวชัยนาท 1 ให้มีคุณลักษณะที่ต้านทานสูงขึ้นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกสายพันธุ์ข้าว

ข้าวสายพันธุ์ผู้ให้ที่มียีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph*3 คือ ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC_2F_3 ของราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 (Jairin *et al*., 2005) แทนสายพันธุ์ ราตูฮีเนติ ดั้งเดิม เพื่อลดขั้นตอนในการคัดเลือกลูกผสมที่เกิดขึ้น เนื่องจากพันธุ์ ราตูฮีเนติ นั้นมีคุณลักษณะหลายชนิดที่ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด และสายพันธุ์ปรับปรุงที่เลือกนี้ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงให้มีความเหมาะสมและมีความใกล้ชิดกับข้าว

พันธุ์ขาวดอกมะลิซึ่งเป็นที่นิยมของตลาด และมียีนต้านทานชนิดดังกล่าวปรากฏอยู่ในสายพันธุ์แล้ว ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ให้รวดเร็วขึ้น ส่วนข้าวสายพันธุ์ผู้รับคือ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

ดีเอ็นเอโมเลกุลเครื่องหมายสำหรับการวิเคราะห์และคัดเลือกลูกผสม

โมเลกุลเครื่องหมาย SSR ที่ใช้ในการติดตามการถ่ายยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* ของลูกผสมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ระหว่างข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง ราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในการศึกษาครั้งนี้ คือ RM 170 และ RM 190 ซึ่งได้รับการตรวจสอบกับข้าวสายพันธุ์ผู้ให้ คือ ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุงราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวสายพันธุ์ผู้รับ คือ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 แล้วว่ามีขนาดของชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน (polymorphism) และสามารถนำมาใช้ใน MAS ได้ โดย RM 170 ตั้งอยู่ห่างจาก เซ็นโตเมียของโครงโมโซม 6 เท่ากับ 10.7-11.5 cM มีขนาดชิ้นส่วนดีเอ็นเอ ระหว่างข้าวผู้ให้และผู้รับเท่ากับ 115 และ 125 bp ตามลำดับ ส่วน RM190 ตั้งอยู่ห่างจาก เซ็นโตเมียของโครงโมโซม 6 เท่ากับ 8.2 cM มีขนาดชิ้นส่วนดีเอ็นเอ ระหว่างข้าวผู้ให้และผู้รับเท่ากับ 190 และ 180 bp ตามลำดับ (สุรเดช และคณะ, 2548)

การสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ระหว่าง ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง ราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1และการสร้างลูกผสมของสายพันธุ์ปรับปรุงโดยการผสมกลับ (backcross)

สร้างลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) ระหว่าง ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง ราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และทำการคัดเลือกลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยสายตา นำลูกผสมชั่วที่หนึ่งที่ได้รับนี้เป็นผู้ให้เพื่อผสมกลับ (backcross) กับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งเป็นผู้รับได้ลูกผสมที่เป็นสายพันธุ์ปรับปรุง BC_1F_1 คัดเลือกลูกผสมที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเป็น heterozygous โดยเทคนิค MAS และทำการคัดเลือกลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยสายตา ดำเนินการผสมกลับและคัดเลือกเช่นนี้จนถึง BC_4F_1 (ภาพที่ 1)

การติดตามและคัดเลือกสายพันธุ์ปรับปรุงโดย MAS technique

เพาะเมล็ดข้าวพันธุ์ปรับปรุง เมื่อข้าวอายุได้ 7 วัน เก็บตัวอย่างสด และนำมาสกัด ดีเอ็นเอ จนเข้าสู่ระยะต้นกล้า โดยใช้ ชุดสกัดดีเอ็นเอสำร็จรูป (DNA Traps Kits, หน่วยค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, http://dnatec.kps.ku.ac.th ตรวจสอบปริมาณและคุณภาพของดีเอ็นเอที่ได้โดย spectrophotometer และ agarose gel-electrophoresis จากนั้นทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเครื่องหมาย โดย polymerase chain reaction, PCR ด้วยเครื่อง thermocycler, MJ Research (PTC 100) ส่วนผสมของ PCR ในแต่ละปฏิกิริยาที่มีปริมาตร 10 µL ประกอบด้วย ดีเอ็นเอข้าวแต่ละสายพันธุ์ 40 ng; dNTP (Bio 101) 200 µM, primer ทั้ง forward และ reverse ของดีเอ็นเอเครื่องหมายแต่ละชนิดที่คัดเลือกแล้วข้างต้นสายละ 0.2 µM; $MgCl_2$ 3 mM, Taq DNA polymerase 0.2 Unit และ 1X PCR buffer นำส่วนผสมที่ได้ใส่เครื่องเพิ่มปริมาณ ดีเอ็นเอ โดยมีรายละเอียดของอุณหภูมิและระยะเวลาในแต่ละรอบดังนี้ เริ่มต้นด้วยอุณหภูมิ 94 ºC เป็นเวลา 3 นาที และตามด้วยรอบของอุณหภูมิ 94 ºC เป็นเวลา 30 วินาที, อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 30 วินาที และ อุณหภูมิ 72 ºC เป็นเวลา 2 นาที เป็นจำนวน 35 รอบ และตามด้วยอุณหภูมิ 72 ºC เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำการตรวจสอบดีเอ็นเอเครื่องหมายที่ได้ด้วย 4.5% denaturing polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) ใน 1X TBE buffer และย้อมแผ่นเจลด้วย silver nitrate นับจำนวนของดีเอ็นเอเครื่องหมาย SSR ที่เกิดขึ้น ทำการคัดเลือกลูกผสมกลับ (backcross progeny) ที่ปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีลักษณะ heterozygous

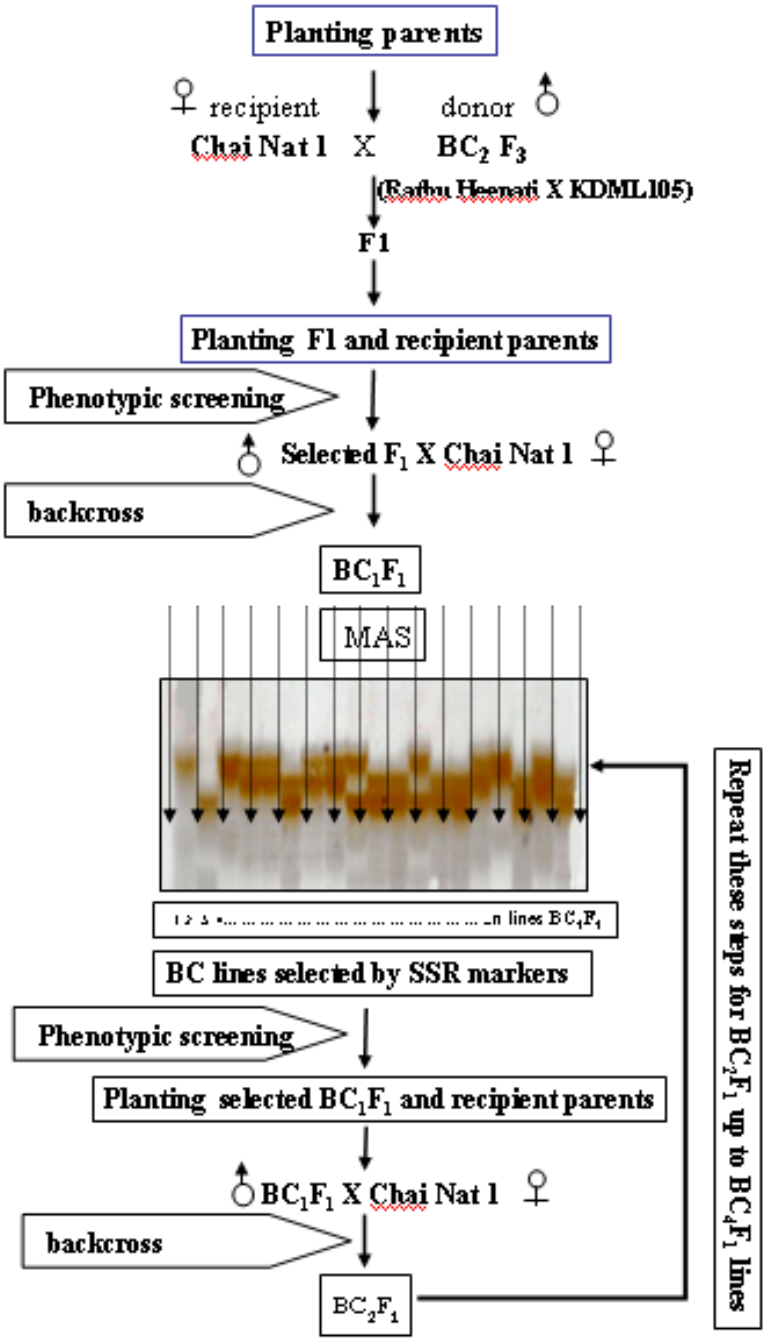

Figure 1 Scheme of development of BC_4F_1 rice line of RathuHeenati/ KDML105 and Chai Nat 1 carrying *Bph3* resistant gene against brown planthopper by marker assisted selection and phynotypic screening

ผลการทดลอง

ข้าวลูกผสม F_1 ที่เกิดจากสายพันธุ์พ่อคือข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง ราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 กับสายพันธุ์แม่ คือ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีจำนวนทั้งสิ้น 35 เมล็ด ซึ่งทั้งหมดได้รับการคัดเลือกลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยใช้ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นเกณฑ์ ได้ต้นข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง จำนวน 35 ต้น สำหรับใช้เป็นข้าวผู้ให้ (donor) เพื่อใช้ในการผสมกลับ กับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในการผลิตข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC_1F_1

ผลการผสมกลับครั้งที่หนึ่ง ได้ข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC_1F_1 จำนวนทั้งสิ้น 72 เมล็ดแต่สามารถเพาะเมล็ดและงอกเป็นต้นกล้าได้ 17 เมล็ด และผลการตรวจสอบลักษณะทางพันธุกรรมของต้นกล้าทั้ง 17 ต้น โดยวิธี MAS ด้วยโมเลกุลเครื่องหมาย RM 170 และ RM190 พบ จำนวนต้นข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC_1F_1 ที่แสดงผลของแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอแบบ heterozygous จากโมเลกุลเครื่องหมายทั้งสองชนิดในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันมาก คือเท่ากับ 9:7 ต้น อย่างไรก็ตาม มีต้นกล้าที่แสดงผลของแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอจากโมเลกุลเครื่องหมายทั้งสองชนิดสอดคล้องกันจำนวน 7 ต้น คิดเป็นร้อยละ 41.2 หรือคิดเป็นสัดส่วน เท่ากับ 7:10 (ตารางที่ 1) และจากผลการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวลูกผสม BC_1F_1 ที่ได้รับการคัดเลือกด้วยลักษณะทางพันธุกรรม ทั้ง 7 ต้น นั้นพบว่า มีข้าวเพียง 3 ต้น เท่านั้นที่แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาสอดคล้องกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ต้องการ และนำมาใช้ในการผสมกลับครั้งที่ 2 กับข้าวผู้รับ คือพันธุ์ชัยนาท 1 ได้เมล็ดข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC_2F_1 จำนวน 103 เมล็ด ซึ่งเจริญเป็นต้นกล้าสมบูรณ์ได้จำนวน 101 ต้น

เมื่อทำการตรวจสอบลักษณะทางพันธุกรรมของข้าวจำนวนทั้งหมดดังกล่าวด้วย วิธี MAS โดยใช้ โมเลกุลเครื่องหมายชุดเดิม RM170 และ RM190 พบว่า จำนวนต้นข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC_2F_1 ที่แสดงผลของแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอแบบ heterozygous จากโมเลกุลเครื่องหมายทั้งสองชนิดในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันมาก คือเท่ากับ 42:40 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยมีจำนวนต้นกล้าที่แสดงผลของลักษณะทางพันธุกรรมเป็น heterozygote ทั้ง RM170 และ RM190 เท่ากับ 38 ต้น คิดเป็นร้อยละ 37.6 หรือ เป็นสัดส่วน 38:63 และจากผลการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวลูกผสม BC_2F_1 ที่ได้รับการคัดเลือกทั้ง 38 ต้น พบว่ามีต้นข้าวเพียง 19 ต้น เท่านั้นที่แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาสอดคล้องกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และนำมาใช้ในการผสมกลับครั้งที่ 3 กับข้าวพันธุ์ผู้รับ คือชัยนาท 1 ได้เมล็ดข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC_3F_1 จำนวน 430 เมล็ด ซึ่งเจริญเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์และเหมาะสมสำหรับใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เพียง 89 ต้น

ผลการตรวจสอบลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้โมเลกุลเครื่องหมายชุดเดิม RM170 และ RM190 พบว่าจำนวนต้นข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC_3F_1 ที่แสดงผลของแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอแบบ heterozygous จากโมเลกุลเครื่องหมายทั้งสองชนิดในสัดส่วนที่แตกต่างกันมาก คือเท่ากับ 43:29 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยมีจำนวนต้นกล้าที่แสดงผลของลักษณะทางพันธุกรรมเป็น heterozygote ทั้ง RM170 และ RM190 สอดคล้องกันมีจำนวน 26 ต้น คิดเป็นร้อยละ 29.2 หรือ คิดเป็นสัดส่วน 26:63 เมื่อตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวลูกผสม BC_3F_1 ทั้ง 26 ต้นพบว่า มีข้าวเพียง 17 ต้น เท่านั้นที่แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาสอดคล้องกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ต้องการ และในการผสมกลับครั้งที่ 4 ของข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC_3F_1 ดังกล่าวกับข้าวพันธุ์ผู้รับ คือ ชัยนาท 1 ได้เมล็ดข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC_4F_1 จำนวน 432 เมล็ดซึ่งเจริญเป็นต้นกล้าได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตาม มีต้นกล้าที่สมบูรณ์และเหมาะสมสำหรับใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เพียง 127 ต้น

ผลตรวจสอบลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้โมเลกุลเครื่องหมายชุดเดิม RM170 และ RM190 พบว่าจำนวนต้นข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง BC_4F_1 ที่แสดงผลของแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอแบบ heterozygous จากโมเลกุลเครื่องหมายทั้งสองชนิดในสัดส่วนที่แตกต่างกันมาก คือเท่ากับ 52:32 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยมีจำนวนต้นกล้าที่แสดงผลของลักษณะทางพันธุกรรมเป็น heterozygote ทั้ง RM170 และ RM190 สอดคล้องกันมีจำนวน 29 ต้น คิดเป็นร้อยละ 29.2 หรือ คิดเป็นสัดส่วน 29:98 เมื่อตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวลูกผสม BC_4F_1 ทั้ง 29 ต้นพบว่า มีข้าวเพียง 20 ต้น เท่านั้นที่แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาสอดคล้องกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ต้องการ

Table 1 Number of seeds obtained, survived seedlings and heterozygous plants detected by RM 170 and RM190 SSR markers in four backcross generations of cross derived from Rathu Heenati/KDML 105 (as donor) and Chai Nat 1 (as recurrent) parents

generation	Total number of seeds collected	Total number of seedling survived	Total number of heterozygotes as detected by			Observed number of Heterozygous: homozygous	Chi-square value[1/]	Selected Heterozygotes at both RM107 & RM109 based on Chai Nat 1 phenotype
			RM170	RM190	RM170&RM190			
BC_1F_1	72	17	9	7	7	7:10	0.53*	3
BC_2F_1	103	101	42	40	38	38:63	6.19*	19
BC_3F_1	430	89	43	29	26	26:63	15.38*	17
BC_4F_1	432	127	52	32	29	29:98	37.49*	20

[1/]Chi-square test on heterozygous:homozygous ratio between observed value and expected value, based on Mendel's theory

*significant difference (P-value $\leq$ 0.05)

วิจารณ์

ตามทฤษฎีของเมนเดล ยีน *Bph3* เป็นยีนเด่น การถ่ายทอดของยีนเพียงยีนเดียวจากลูกผสม F_1 ซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมแบบพันทาง คือ Aa ไปสู่รุ่นลูกด้วยการผสมกลับกับรุ่นแม่หรือพ่อ (parent) ซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมแบบ aa นั้น ลูกที่ได้ประกอบด้วย Aa และ aa ในสัดส่วน 50: 50 (Griffiths *et al*., 1996) แต่ในการสร้างลูกผสมทั้ง 4 ครั้งกลับพบว่าสัดส่วนของ heterozygous ที่ได้ใน BC_1F_1, BC_2F_1, BC_3F_1 และ BC_4F_1 เท่ากับ 41.2, 37.6, 29.2และ 29.98 ซึ่งไม่เป็นไปตามกฎเกณฑ์ของเมลเดล ทั้งนี้เป็นผลจากกลไกการสร้างความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งที่มีชีวิตโดยการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครโมโซม (crossing over) ในขั้นตอนของกระบวนการสร้างเซลสืบพันธุ์โดยการแบ่งเซลแบบ ไมโอซิส การแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครโมโซมดังกล่าวทำให้เกิดการสับเปลี่ยนของยีนต้านทาน *Bph*3 และโมเลกุลเครื่องหมายทั้ง 2 ชนิด ทั้งชิ้นส่วนหรือบางส่วนขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของโมเลกุลเครื่องหมายทั้งสองชนิด ซึ่งแม้ตั้งอยู่บนโครโมโซมเดียวกัน แต่เป็นโมเลกุลเครื่องหมายแบบ linkage ที่มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ใกล้หรือติดกับยีนเป้าหมาย จึงทำให้มีระยะห่างเพียงพอที่สามารถเกิดการสับเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครโมโซมขึ้นได้ (สุรเดช และคณะ, 2548) ดังนั้นเมื่อทำการผสมพันธุ์ข้าวเพื่อสร้างลูกผสมแบบผสมกลับ ต้นข้าวลูกผสมที่ได้จึงมีโมเลกุลเครื่องหมายทั้งสองพร้อมกันน้อยกว่าร้อยละ 50 ได้

การผสมกลับนั้นมีผลต่อสัดส่วนของยีนรวมของลูกผสมที่ได้รับ โดยลูกผสมที่เกิดขึ้นมีสัดส่วนของสารพันธุกรรมของแม่เพิ่มขึ้นในขณะที่สัดส่วนของสารพันธุกรรมจากพ่อลดลงตามลำดับตามจำนวนครั้งที่ทำการผสมกลับ ดังนั้นหากต้องการลักษณะเด่นโดยรวมของสายพันธุ์ที่ต้องการมากๆ ต้องใช้สายพันธุ์หลัก (parent) ที่เป็นแม่และใช้ลูกผสมที่มียีนที่ต้องการเป็นพ่อโดยทั่วไป ลูกผสมที่เกิดขึ้นจากการผสมแต่ละครั้งต้องมีสารพันธุกรรมโดยรวมจากพ่อและแม่แหล่งละครึ่งเสมอ ดังนั้นจากลูกผสม F_1 ซึ่งมีสารพันธุกรรมโดยรวมของพ่อเท่ากับร้อยละ 50 ด้วยวิธีการผสมกลับข้าวต้นลูกผสมที่

เกิดขึ้นในการผสมกลับครั้งที่หนึ่งจึงมีสัดส่วนของสารพันธุกรรมโดยรวมของพ่อคงเหลือคิดเป็นร้อยละ 25 และลดลงเป็นร้อยละ 12.5, 6.25 และ 3.125 ในลูกผสมที่เกิดจากการผสมกลับในลักษณะดังกล่าวในครั้งที่ สอง สาม สี่ ตามลำดับ ส่งผลทำให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลูกผสมที่เกิดขึ้นมีความเหมือนกับแม่มากขึ้นเรื่อย ๆ (Allard, 1960) และในขณะเดียวกันยีนที่ต้องการก็ยังคงอยู่ในพันธุกรรมของลูกผสมในแต่ละรุ่น เนื่องจากมีกลไกการตรวจสอบและคัดเลือกลูกผสมที่ได้รับในแต่ละครั้งโดยการใช้ MAS ซึ่งมีความละเอียดถึงระดับของสายพันธุกรรม (McCouch *et al*.,1997) ในการผสมกลับของข้าวลูกผสมในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการ 4 ครั้ง ลูกผสมที่ได้รับ จึงมีสัดส่วนของสารพันธุกรรมโดยรวมทางทฤษฎีของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เท่ากับ ร้อยละ 96.875 ร่วมกับการคัดเลือกลักษณะทางสัณฐานวิทยาทำให้ได้ลูกผสมที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับชัยนาท 1 มาก และในขณะเดียวกันยังคงมียีน *Bph3* ในพันธุกรรมซึ่งยืนยันโดยผลการคัดเลือกด้วยวิธี MAS

สรุป

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวปรับปรุง ราตูฮีเนติ/ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ชัยนาท 1 รุ่น BC_4F_1 ที่มียีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแบบ *Bph3* โดยการผสมกลับกับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 จำนวน 4 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งให้ลูกผสมที่ได้เป็นสายพันธุ์พ่อหรือผู้ให้ และพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นสายพันธุ์แม่ หรือผู้รับ และใช้เทคนิคดีเอ็นเอเครื่องหมายแบบ MAS ติดตามการถ่ายทอดของยีน *Bph*3 ร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพื่อคัดเลือกลูกผสมที่มีคุณลักษณะของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ได้ข้าวลูกผสมที่มีคุณลักษณะตรงตามต้องการจำนวน 26 ต้น เพื่อใช้ในการสร้างสายพันธุ์ที่มีลักษณะของยีน *Bph*3 แบบ homozygous สำหรับดำเนินการทดสอบความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (trait validation) และ gene scan รวมทั้งการทดสอบในสภาพแปลงทดลองและแปลงเกษตรกรต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ Rockefeller Foundation ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยนเรศวร รวมทั้ง รศ. ดร. อภิชาต วรรณวิจิตร ดร. ธีรยุทร ตู้จินดา และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน จากหน่วยค้นหาและใช้ประโยชน์จากยีนข้าว และ ดร. สมวงษ์ ตระกูลรุ่ง และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน จากห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยี ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยเป็นอย่างดียิ่งทั้งในส่วนของ งบประมาณ เครื่องมือ ข้อมูล และอุปกรณ์ ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

สุรเดช ปาละวิสุทธิ์ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ศิริพร กออินทร์ ศักดิ์ และ ธานี ศรีวงศ์ชัย. 2548. การคัดเลือกดีเอ็นเอเครื่องหมายแบบ SSR ของยีนต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* จากข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง และพันธุ์ชัยนาท 1. วารสารเกษตร 21(3): 269-276.

สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2544. เรียนรู้การจัดการศัตรูข้าวโดยวิธีผสมผสาน. เอกสารวิชาการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley & Sons Inc., New York. 485 pp.

Cho, Y.G., M. Y. Eun, S. R. McCouch and Y. A. Chae. 1994. The semi-dwarf gene, *sd-1*, of rice (*Oryza sativa* L.). II. Molecular mapping and marker-assisted selection. Theor. Appl. Genet., 89: 59-59.

Griffiths, A. J. F., J. H. Miller, D. T. Suzuki, R. C. Lewontin and W. M. Gelbart. 1996. An Introduction to Genetic Analysis. 6th ed. W. H. Freeman and Company, New York. 915 pp.

Jairin, J., T. Toojinda, S. Tragoonrung, S. Tayapat and A. Vanavichit. 2005. Multiple genes determining brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) resistance in backcross introgressed lines of Thai Jasmine Rice 'KDML105'. ScienceAsia 31: 129-135.

Jairin, J., K. Phengrat, S. teangdeerith, A. Vanavichit and T. Toojinda. 2007. Mapping of a broad-spectrum brown planthopper resistance gene, *Bph3* , on rice chromosome 6. Mol. Breeding 19: 35-44.

Kawaguchi, M., K. Murata, T. Ishii, S. Takumi, N. Mori and C. Nakamura. 2001. Assignment of a brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) resistance gene *bph4* to the rice chromosome 6. Breeding Sci. 51: 13-18.

Khush, G.S. and D.S. Brar. 1991. Genetics of resistance to insects in crop plants. Advances in Agronomy 45: 224-228.

Lafitte, R H., A. H. Price and B. Courtois. 2004. Yield response to water deficit in an upland rice mapping population: associations among traits and genetic markers. Theor. Appl. Genet. 109: 1237-1246.

McCouch, S. R., X. Chen, O. Panaud, S. Temnykh, Y. Xu, Y. G. Cho, N. Huang, T. Tshii and M. Blair. 1997. Microsatellite marker development, mapping and applications in rice genetics and breeding. Plant Mol. Bio. 35: 89-99.

Morgante, M. and A. M. Olivieri. 1993. PCR-amplified microsatellites as markers in plant genetics. Plant J. 3: 175-182.

Paran, I. and R. W. Michelmore, 1993. Development of reliable PCR-based markers linked to downy mildew resistant genes in lettuce. Theor. Appl. Genet. 85: 985-993.

Pflieger, S., V. Lefebvre, C. Caranta, A. Blattes, B. Goffinet and A. Palloix. 1999. Disease resistant gene analogs as candidates for QTLs involved in pepper-pathogen interactions. Genome 42: 1100-1110.

Rongwen, J., M. S. Akkaya, A. A. Bhagwat, U. Lavi and P. B. Cregan. 1995. The use of microsatellite DNA markers for soybean geneotype identification. Theor. Appl. Genet. 90: 43-48.

Vanavichit, A., S. Tragoonrung and T. Toojinda. 2003. Biotechnology and rice varieties improvement. pp. 79-121. *In*: S. Lorlowhakarn (ed.). Science and Technology with Thai Rice. National Science and Technology Development Agency, Bangkok, Thailand.

Xiao, J. H., S. N. Grandillo, S. N. Ahn, S. R. McCouch, S. D. Tanksley, J. M. Li and L. P. Yuan. 1996. Genes from wild rice improve yield. Nature 384: 223-224.

Yadav, R., B. Courtios, N. Huang and G. McLaren. 1997. Mapping genes controlling root morphology and root distribution in a double-haploid population of rice. Theor. Appl. Genet. 94: 619-632.

เปรียบเทียบการต้านทานการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนในพันธุ์พ่อ–แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 จากคู่ผสมระหว่างถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม

Comparison of Aphid (*Aphis craccivora* Koch) Resistance of Parents and Their F_1 Hybrids from Crossing between Yardlong Bean and Cowpea Accessions

สรพงค์ เบญจศรี[1/] ราตรี ชูพันธ์[1/] และ จรัสศรี นวลศรี[1/]

Sorapong Benchasri[1/], Ratree Chupan[1/] and Charassri Nualsri[1/]

Abstract: Yardlong bean cv. Selected–PSU was crossed with 4 accessions of cowpeas: IT82E–16, SR_{00}–863, Khao–hinson and Suranaree 1. Four F_1 hybrids and their parents were planted in the pots under the screenhouse at National Biological Control Research Center, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla province from May to August 2007. The experimental treatments were carried out in Completely Randomized Design with 3 replications, 2 pots/replication. Five aphids (*Aphis craccivora* Koch) were released on each plant at 5 weeks after planting. Population of aphids, level of damage, yield and yield component were recorded and compared between parents and their F_1 hybrids. The results showed that the highest number of aphids and damage score at 3 and 4 weeks after aphid infestation were found on Selected–PSU. Whereas IT82E–16 and F_1 of Selected–PSU x IT82E–16 had the lowest number of aphids and damages score. F_1 hybrids from three crosses produced pod number and pod yield higher than their parents, only F_1 of Selected–PSU x Suranaree 1 that produced slightly lower yield than its parents.

Keywords: Yardlong bean, cowpea, aphid (*Aphis craccivora*), resistance line, tolerance line, susceptible line

---

[1/]ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

[1/]Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand

บทคัดย่อ: ทำการผสมข้ามระหว่างถั่วฝักยาวพันธุ์ Selected–PSU กับถั่วพุ่ม 4 สายพันธุ์ได้แก่ IT82E–16, SR_{00}–863, Khao–hinson และ Suranaree 1 หลังจากนั้นปลูกเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้ง 4 คู่ผสม ร่วมกับพันธุ์พ่อ–แม่ โดยปลูกในกระถางพลาสติกภายใต้เรือนตาข่าย ณ ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ (ภาคใต้) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือน พฤษภาคม ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2550 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ตัวอย่างย่อย 5 สัปดาห์หลังปลูกปล่อยเพลี้ยอ่อนจำนวน 5 ตัวต่อต้น บันทึกจำนวนเพลี้ยอ่อนที่เพิ่มขึ้น ประเมินการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนบนต้นถั่ว ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต ผลการทดลองพบว่า ช่วง 3 และ 4 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน จำนวนเพลี้ยอ่อนและการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนพบมากที่สุดในถั่วฝักยาวพันธุ์ Selected–PSU ในขณะที่ถั่วพุ่มพันธุ์ IT82E–16, และลูกผสมชั่วที่ 1 ของคู่ผสม Selected–PSU x IT82E–16 มีจำนวนเพลี้ยอ่อน และการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนน้อยที่สุด ลูกผสมชั่วที่ 1 จากทุกคู่ผสมยกเว้นคู่ผสม Selected–PSU x Suranaree 1 ให้จำนวนฝักต่อต้น และผลผลิตสูงกว่าพันธุ์พ่อ–แม่

คำสำคัญ: ถั่วฝักยาว ถั่วพุ่ม เพลี้ยอ่อน พันธุ์ต้านทาน พันธุ์ทนทาน พันธุ์อ่อนแอ

คำนำ

ถั่วฝักยาว (*Vigna unguiculata* var. sesquipedalis) เป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย จากรายงานโดยกรมส่งเสริมการเกษตร (2550) พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกถั่วฝักยาวปี พ.ศ. 2548/2549 ประมาณ 130,836.50 ไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 124,002.73 ตัน จังหวัดที่มีการปลูกถั่วฝักยาวมากที่สุดคือ จังหวัดราชบุรี มีพื้นที่ปลูกประมาณ 18,996 ไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 26,584.65 ตัน รองลงมาได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ปลูกประมาณ 7,517 ไร่ และ 3,067 ไร่ และให้ผลผลิตประมาณ 4,625 ตัน และ 3,067 ตัน ตามลำดับ สำหรับภาคใต้ปลูกมากที่จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 2,758 ไร่ ถั่วฝักยาวส่วนใหญ่ใช้ในการบริโภคภายในประเทศ และบางส่วนส่งจำหน่ายต่างประเทศ (อร่าม, 2543) เช่น ฮ่องกง สิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา เยอรมันนี ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ และบางประเทศแถบตะวันออกกลาง (จุฑารัตน์, 2529 อ้างโดย สุภาพร, 2535) โดยส่งออกในรูปฝักสด ฝักแช่แข็ง และฝักบรรจุกระป๋อง สร้างรายได้เข้าประเทศปีละหลายล้านบาท (กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม, 2541) ปัจจุบันปริมาณการส่งออกถั่วฝักยาวไปทวีปเอเชีย และยุโรปมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ อย่างไรก็ตามการปลูกถั่วฝักยาวในปัจจุบันกำลังประสบปัญหาหลายประการ เช่น ปัญหาสภาพแวดล้อมและสภาวะบรรยากาศที่เปลี่ยนไป ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของถั่ว (Omongo *et al*., 1998 ; Karungi *et al*., 2000) นอกจากนี้มีปัญหาจากการทำลายของโรคและแมลง (Bashir *et at*., 2002) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำลายของแมลงมีผลทำให้ผลผลิตลดลงอย่างชัดเจน (Alabi *et al*., 2004) แมลงศัตรูที่สำคัญ ได้แก่ เพลี้ยอ่อน หนอนเจาะฝัก และหนอนชอนใบ เป็นต้น (Koona *et al*., 2002) การผลิตถั่วฝักยาวในภาคใต้ประสบปัญหาการเข้าทำลายของแมลงเหล่านี้เช่นกัน โดยเฉพาะเพลี้ยอ่อนหากระบาดมีผลกระทบต่อการเจริญของยอด ตาดอก และลดพื้นที่ในการสังเคราะห์แสงของพืช (จารุวรรณ, 2529) ทำให้ถั่วฝักยาวไม่สามารถติดฝัก หรือติดฝักน้อย และได้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่ากับการลงทุน นอกจากนี้เพลี้ยอ่อนยังเป็นพาหะนำไวรัสสู่พืชปลูกซึ่งเป็นสาเหตุโรคหลายชนิด (Bashir and Hampton, 1996) โดยโรคสำคัญที่มีเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะได้แก่ Cowpea Mosaic Virus (CMV), Broad Bean Leaf Roll Viruses (BBLRV) และ Bean Yellow Mosaic Viruses (BYMV) (Cardona and Kornegay, 1999) การป้องกัน และกำจัดแมลงศัตรูในปัจจุบัน พบว่ามีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง เนื่องจากกำจัดแมลงศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เกรียงไกร, 2545) แต่การใช้สารเคมีส่วน

ใหญ่มีพิษตกค้างในผลผลิต ซึ่งเป็นอันตรายต่อเกษตรกรและผู้บริโภค รวมถึงสภาพแวดล้อม มีรายงานว่าพบสารพิษในถั่วฝักยาวมากถึง 66 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงไกร, 2544) ซึ่งมากเป็นอันดับสามรองจาก คะน้า และกะหล่ำปลี (อรัญ และคณะ, 2546) ถั่วฝักยาวจึงมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารฆ่าแมลงสูง การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ต้นถั่วฝักยาวมีความต้านทานแมลงจึงมีความสำคัญ แต่การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ต้านทานแมลงจำเป็นต้องหาแหล่งของความต้านทาน ซึ่งอาจอยู่ในกลุ่มพืชชนิดเดียวกัน หรือคนละชนิด สรพงศ์ และคณะ (2548) รายงานการทดสอบการต้านทานเพลี้ยอ่อนในถั่วฝักยาวและถั่วพุ่ม 24 สายพันธุ์ พบว่ามี 4 สายพันธุ์ที่ค่อนข้างต้านทานการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน คือ พันธุ์ IT82E–16, SR_{00}–863, Suranaree 1 และ Khao–hinson วัตถุประสงค์ของการทดลองครั้งนี้ เพื่อศึกษาลักษณะการต้านทานการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน ในลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อ–แม่ เพื่อเป็นข้อมูลในการคัดเลือก และปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์พ่อ – แม่ที่ใช้ในการสร้างลูกผสม

การทดลองครั้งนี้ใช้ถั่วฝักยาว 1 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ Selected–PSU ซึ่งเป็นถั่วฝักยาวชนิดเลื้อย (indeterminate) มีฝักยาวเป็นที่ต้องการของตลาด รสชาติดี และนิยมปลูกในท้องถิ่น แต่มีความอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน เป็นพันธุ์แม่ และถั่วพุ่ม จำนวน 4 สายพันธุ์ ประกอบด้วยพันธุ์ IT82E–16, SR_{00}–863, Khao–hinson และ Suranaree 1 เป็นพันธุ์พ่อ โดยเตรียมแปลงขนาด 1 x 5 เมตร ระยะระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทำการดูแลบำรุงรักษาอย่างดีเพื่อให้ต้นถั่วมีความสมบูรณ์ เมื่อต้นพ่อ – แม่พันธุ์ออกดอก ทำการตอนเกสรเพศผู้ (emasculation) และทำการถ่ายละอองเรณูในเช้าวันถัดไป กรณีผสมติดพบฝักอ่อนสีเขียวเกิดขึ้นภายใน 2 – 3 วัน ซึ่งผลจากการผสมทำให้ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 4 คู่ผสม ได้แก่คู่ผสม Selected–PSU x IT82E–16, คู่ผสม Selected–PSU x SR_{00}–863, คู่ผสม Selected–PSU x Khao–hinson และ คู่ผสม Selected–PSU x Suranaree 1 เพื่อทำการปลูกทดสอบในรุ่นถัดไป

การปลูกพันธุ์พ่อ–แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1 hybrids)

ปลูกพันธุ์พ่อ–แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกคู่ผสมในเรือนตาข่ายปิด ณ ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ (ภาคใต้) ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงสิงหาคม พ.ศ. 2550 โดยปลูกในกระถางพลาสติกขนาด 14 นิ้ว รองก้นด้วยปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมีสูตร 15–15–15 ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 กระถาง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) หลังจากเมล็ดงอก 1 สัปดาห์ ถอนแยกต้นที่ไม่ต้องการทิ้งให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง เมื่อถั่วฝักยาว และถั่วพุ่มอายุ 5 สัปดาห์หลังจากปลูก ปล่อยเพลี้ยอ่อนระยะ 3 และ 4 จำนวน 5 ตัวต่อต้น ตามวิธีของ Annan *et al*. (1995) บันทึกวันดอกแรกบาน ฝักต่อต้น ความยาวฝัก เมล็ดต่อฝัก น้ำหนักต่อฝัก ผลผลิตต่อต้น การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนโดยนับจำนวนเพลี้ยอ่อนต่อต้นด้วยการประเมินแบบสัมบูรณ์ และแบบสัมพันธ์ (ชาญณรงค์, 2549) และสุ่มประเมินระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (อรุณี, 2530; Jayappa and Lingappa, 1988) ดังนี้

ระดับ 0 หมายถึง บริเวณใบ และยอดถูกเพลี้ยอ่อนทำลาย < 10 %

ระดับ 1 หมายถึง บริเวณใบ และยอดถูกเพลี้ยอ่อนทำลาย (10 – 25 %)

ระดับ 2 หมายถึง บริเวณใบ และยอดถูกเพลี้ยอ่อนทำลาย (26 – 50 %)

ระดับ 3 หมายถึง บริเวณใบ และยอดถูกเพลี้ยอ่อนทำลาย (51 – 75 %)

ระดับ 4 หมายถึง บริเวณใบ และยอดถูกเพลี้ยอ่อนทำลาย > 75%

ผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยอ่อนทุกกลุ่มประชากร ระหว่างพันธุ์พ่อ–แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ในโรงเรือนตาข่ายปิด พบว่าหลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อนจำนวน 5 ตัวต่อต้น ปริมาณเพลี้ยอ่อนเพิ่มขึ้นในสายพันธุ์พ่อ–แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 (ตารางที่ 1) โดย 1 สัปดาห์หลังการปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่าพันธุ์ IT82E–16 มีจำนวนเพลี้ยอ่อนน้อยที่สุดเพียง 21.67 ตัวต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected–PSU x Khao–hinson ที่มีจำนวนเพลี้ยอ่อน 23.33 ตัวต่อต้น ส่วนพันธุ์พ่อ และลูกผสมคู่อื่น ๆ มีจำนวนเพลี้ยอ่อนใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นพันธุ์ Selected–PSU ที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน 2 และ 3 สัปดาห์ พบว่าพันธุ์พ่อ และลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกคู่ผสมมีจำนวนเพลี้ยอ่อนน้อยกว่าพันธุ์ Selected–PSU และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงเวลา 4 สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของจำนวนเพลี้ยอ่อนเช่นกัน โดยพันธุ์ Selected–PSU มีจำนวนเพลี้ยอ่อนสูงสุด คือ 4,125.00 ตัวต่อต้น ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected – PSU x IT82E – 16 มีจำนวนเพลี้ยอ่อนต่อต้นน้อยที่สุดเพียง 1,286.00 ตัวต่อต้น รองลงมาคือ พันธุ์ IT82E – 16, พันธุ์ Khao – hinson และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected – PSU x Khao – hinson มีจำนวนเพลี้ยอ่อนเท่ากับ 1,300.00 1,643.30 และ 1,650.00 ตัวต่อต้นตามลำดับ ส่วนประชากรกลุ่มอื่น ๆ มีปริมาณเพลี้ยอ่อนระหว่าง 1,680.00 – 1825.00 ตัวต่อต้น

ระดับการทำลายของเพลี้ยอ่อน พบว่าระดับการทำลายเพิ่มขึ้นจาก 0 คะแนน (ไม่มีการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน) จนมีคะแนนการทำลายของเพลี้ยอ่อนสูงสุดที่ 4 คะแนน (ระดับการเข้าทำลายมากกว่า 75 %) โดย 1 สัปดาห์หลังปล่อยเพลี้ยอ่อน ไม่พบการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนในทุกกลุ่มประชากร ยกเว้น พันธุ์ Selected–PSU พบการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน (ระดับคะแนน 0.17) (ภาพที่ 1) ช่วงเวลา 2 และ 3 สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่าคะแนนการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนในพันธุ์ Selected–PSU มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 2.17 และ 3.17 ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ IT82E–16 คือพันธุ์ที่มีระดับการทำลายของเพลี้ยอ่อนน้อยที่สุด รองลงมาคือลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected–PSU x IT82E–16, พันธุ์ Khao–hinson และพันธุ์SR_{00}–863 ตามลำดับ หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน 4 สัปดาห์ พบว่าพันธุ์ Selected–PSU มีระดับการทำลายของเพลี้ยอ่อนสูงสุดคือระดับ 4 ในขณะที่พันธุ์ IT82E–16, ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected–PSU x IT82E–16 และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected–PSU x Suranaree 1 มีระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนน้อย และใกล้เคียงกันคือระดับ 2.50

ผลผลิต และลักษณะองค์ประกอบของผลผลิต ซึ่งศึกษา และวิเคราะห์ภายใต้การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนในแต่ละคู่ผสม พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected–PSU x IT82E–16 ออกดอกเร็วกว่าพันธุ์พ่อ–แม่ โดยใช้เวลาในการออกดอกเพียง 41.60 วัน ซึ่งลักษณะวันดอกแรกบาน พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected–PSU x IT82E–16 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับลักษณะจำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝัก และผลผลิตต่อต้น ส่วนลักษณะเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักต่อฝัก พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2) ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected–PSU x SR_{00}–863 พบว่าลักษณะส่วนใหญ่มีค่าดีกว่าพันธุ์พ่อ–แม่ อย่างไรก็ตามมีเพียงน้ำหนักต่อฝัก และผลผลิตต่อต้นเท่านั้นที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected–PSU x Khao–hinson พบว่าลักษณะวันดอกแรกบาน ความยาวฝัก เมล็ดต่อฝัก น้ำหนักต่อฝัก และผลผลิตต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนลักษณะจำนวนฝักต่อต้น พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4) ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected–PSU x Suranaree 1 พบว่าลักษณะวันดอกแรกบาน และความยาวฝักไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนลักษณะจำนวนฝักต่อต้น เมล็ดต่อฝัก น้ำหนักต่อฝัก และผลผลิตต่อต้นมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5)

Table 1 Number of aphids (*Aphis craccivora* Koch) on yardlong bean, cowpea and their F_1 hybrids during 1–4 weeks after aphids were released under screenhouse condition.

Accessions	No. of aphid infested (weeks)			
	Week 1	Week 2	week 3	Week 4
Selected–PSU	62.33	425.80	3925.00	4125.00
IT82E–16	21.67	75.70	876.70	1300.00
SR_{00}–863	28.67	116.20	1590.00	1749.00
Khao-hinson	29.00	68.30	1315.00	1643.30
Suranaree 1	29.33	91.70	1583.30	1680.00
F_1 (Selected–PSU x IT82E–16)	25.33	77.50	1040.00	1286.00
F_1 (Selected–PSU x SR_{00}–863)	31.17	138.70	1686.70	1750.00
F_1 (Selected–PSU x Khao–hinson)	23.33	79.80	1331.70	1650.00
F_1 (Selected–PSU x Suranaree 1)	31.67	112.50	1790.00	1825.00
F – test	*	*	*	*
LSD,0.05	12.00	223.64	906.99	798.70
C.V. (%)	24.88	48.96	19.14	11.72

* Showed significantly different between treatments by LSD test, at P= 0.05

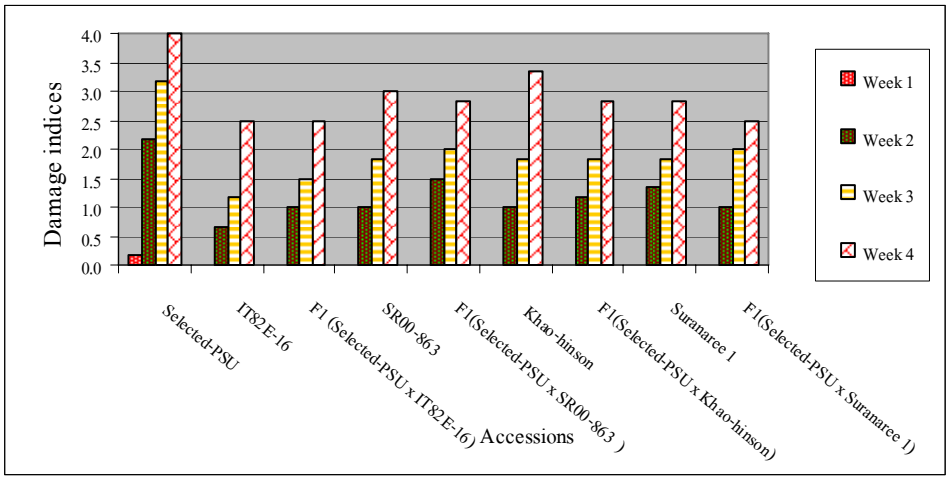

Figure 1 Damage rating scale of aphids in yardlong bean, cowpea and their F_1 hybrids.

Table 2 Comparison of yield and some characteristics of Selected–PSU, IT82E–16 and their F_1 hybrid.

Accessions	Characteristics					
	Days to flower (d)	Pod number/plant	Pod length (cm)	Seed/pod	Weight/pod (g)	Yield/plant (g)
Selected–PSU	48.67	0.50	40.37	13.00	14.50	7.25
IT82E–16	45.83	3.33	20.06	11.25	7.73	25.74
F_1 hybrid	41.60	4.17	30.92	21.20	13.83	57.67
F–test	*	*	*	ns	ns	*
LSD,0.05	6.07	2.81	9.58	14.20	8.77	45.25
C.V. (%)	5.22	17.71	11.11	24.45	22.03	25.37

* Showed significantly different between treatments by LSD test, at P= 0.05, ns–no significance.

Table 3 Comparison of yield and some characteristics of Selected–PSU, SR_{00}–863 and their F_1 hybrid.

Accessions	Characteristics					
	Days to flower (d)	Pod number/plant	Pod length (cm)	Seed/pod	Weight/pod (g)	Yield/plant (g)
Selected–PSU	48.67	0.50	40.37	13.00	14.50	7.25
SR_{00}–863	47.00	2.33	29.95	16.00	13.96	32.53
F_1 hybrid	47.00	3.17	38.00	14.50	14.50	45.97
F–test	ns	ns	ns	ns	*	*
LSD,0.05	3.46	3.35	12.71	4.71	0.51	19.81
C.V. (%)	3.94	18.65	14.44	4.68	17.98	15.57

* Showed significantly different between treatments by LSD test, at P= 0.05, ns – no significance.

Table 4 Comparison of yield and some characteristics of Selected–PSU, Khao–hinson and their F_1 hybrid.

Accessions	Characteristics					
	Days to flower (d)	Pod number/plant	Pod length (cm)	Seed/pod	Weight/pod (g)	Yield/plant (g)
Selected–PSU	48.67	0.50	40.37	13.00	14.50	7.25
Khao–hinson	40.17	4.67	26.76	9.80	11.98	55.95
F_1 hybrid	43.80	4.83	43.15	16.60	20.76	100.27
F–test	*	ns	*	*	*	*
LSD,0.05	7.50	4.26	5.37	4.65	7.82	67.56
C.V. (%)	6.36	17.80	6.77	12.29	15.02	29.59

* Showed significantly different between treatments by LSD test, at P= 0.05, ns–no significance.

Table 5 Comparison of yield and some characteristics of Selected–PSU, Suranaree 1 and their F_1 hybrid.

Accessions	Characteristics					
	Days to flower (d)	Pod number/plant	Pod length (cm)	Seed/pod	Weight/pod (g)	Yield/plant (g)
Selected–PSU	48.67	0.50	40.37	13.00	14.50	7.25
Suranaree 1	42.40	6.33	33.25	10.00	13.08	82.80
F_1 hybrid	48.00	2.00	40.63	16.40	31.12	62.24
F–test	ns	*	ns	*	*	*
LSD,0.05	7.28	5.57	9.57	3.78	14.62	47.76
C.V. (%)	4.00	19.06	15.73	4.28	11.12	28.46

* Showed significantly different between treatments by LSD test, at P= 0.05, ns – no significance.

วิจารณ์

หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อนจำนวน 5 ตัวต่อต้น ปริมาณเพลี้ยอ่อนค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในทุกสายพันธุ์ของพันธุ์พ่อ–แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 โดย 1 สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่าจำนวนเพลี้ยอ่อนมีปริมาณใกล้เคียงกันทุกกลุ่มประชากร โดยพันธุ์ IT82E-16 มีจำนวนเพลี้ยอ่อนน้อยที่สุด ในขณะที่พันธุ์ Selected–PSU มีจำนวนเพลี้ยอ่อนมากที่สุด และในช่วง 2–4 สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่าจำนวนเพลี้ยอ่อนเพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกัน โดยเฉพาะ 4 สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่าพันธุ์ Selected–PSU มีจำนวนเพลี้ยอ่อนสูงที่สุดคือ 4,125.00 ตัวต่อต้น ส่วนพันธุ์พ่อ และลูกผสมทุกคู่ผสม มีจำนวนเพลี้ยอ่อนค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับพันธุ์ Selected–PSU คือมีจำนวนเพลี้ยอ่อนระหว่าง 1,286.00–1825.00 ตัวต่อต้น ดังนั้นสามารถคาดคะเนความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนได้จากจำนวนเพลี้ยอ่อนที่เพิ่มขึ้น ดังรายงานการเปรียบเทียบจำนวนประชากรของเพลี้ยอ่อนในต้นถั่วพุ่มระหว่างพันธุ์อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน (aphid–susceptible) พันธุ์ทนทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน (aphid–tolerant) และพันธุ์ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน (aphid–resistant) พบว่าจำนวนเพลี้ยอ่อนบนต้นถั่วพุ่มพันธุ์อ่อนแอ และพันธุ์ทนทานจะมีจำนวนสูงกว่าพันธุ์ต้านทานมาก (Atiri and Thottappilly,1985) จำนวนเพลี้ยอ่อนบนต้นพืชจึงเป็นลักษณะหนึ่งที่บ่งบอกถึงความสามารถในการต้านทานเพลี้ยอ่อน และบ่งบอกถึงความชอบในการดูดกินน้ำเลี้ยงของพืช โดยมีรายงานพฤติกรรมของเพลี้ยอ่อนในการดูดกินน้ำเลี้ยงบนถั่วพุ่มสายพันธุ์ CV–1 ซึ่งเป็นสายพันธุ์อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน พบว่าระยะเวลาจะยาวนานกว่าสายพันธุ์ ICV–11 และ ICV–12 ซึ่งเป็นถั่วพุ่มพันธุ์ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน (Givovich *et al.,* 1988) ถั่วพุ่มสายพันธุ์ Vita 7 ซึ่งอ่อนแอต่อการทำลายของเพลี้ยอ่อนถูกดูดกินน้ำเลี้ยงยาวนานกว่าสายพันธุ์ TVu801 ซึ่งเป็นถั่วพุ่มพันธุ์ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนเช่นกัน (Mesfin *et al*., 1992) ส่วน กนกอร และคณะ (2550) รายงานว่าระยะเวลาการดูดกินน้ำเลี้ยงของเพลี้ยอ่อนบนต้นถั่วฝักยาวสายพันธุ์ Selected–PSU ใช้เวลาถึง 61.00 ± 4.20 นาที ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับระยะเวลาในการดูดกินน้ำเลี้ยงบนต้นถั่วพุ่มสายพันธุ์ IT82E–16 ที่ใช้เวลาดูดกิน 28.10 ± 2.60 นาที ในขณะที่ระยะเวลาในการดูดกินน้ำเลี้ยงบนต้นถั่วพุ่มสายพันธุ์ Suranaree 1, พันธุ์ SR_{00}-863 และพันธุ์ Khao–hinson มีค่าเท่ากับ 32.90 ± 2.90, 44.90 ± 3.40 และ 42.50 ± 4.10 นาที ตามลำดับ ซึ่งระยะเวลาในการดูดกินน้ำเลี้ยงอาจมีผลเนื่องจากลักษณะสัณฐาน หรือองค์ประกอบทางเคมีภายในต้นพืชที่ส่งผลต่อความชอบ และความไม่ชอบของเพลี้ยอ่อน (Gunasinghe *et al.,* 1988) อย่างไรก็ตามการพิจารณาการต้านทานเพลี้ยอ่อนจากจำนวนแมลง ระดับการเข้าทำลาย หรือระยะเวลาในการดูดกินน้ำเลี้ยง พบว่าสภาพแวดล้อมของการปลูกพืช และสภาพที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแมลง เป็นปัจจัยสำคัญในการ

พิจารณาลักษณะต้านทาน (Salifu *et al*., 1988) สำหรับการปลูกถั่วพันธุ์พ่อ–แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกคู่ผสมในครั้งนี้ทำภายใต้สภาพโรงเรือนตาข่ายปิด และมีการปล่อยเพลี้ยอ่อนในจำนวนที่เท่ากัน ผลที่ได้จากการศึกษาการต้านทานเพลี้ยอ่อนในพันธุ์พ่อ–แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกคู่ผสมจึงน่าจะถูกต้อง เพราะทดลองในช่วงเวลาเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเพลี้ยอ่อน นอกจากนี้มีการพิจารณาการต้านทานจากคะแนนการเข้าทำลาย รวมถึงลักษณะผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของพืช

สรุป

จากการเปรียบเทียบจำนวนเพลี้ยอ่อนของพันธุ์พ่อ–แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ในโรงเรือนตาข่ายปิด พบว่าจำนวนเพลี้ยอ่อนเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มประชากร โดยพันธุ์ Selected–PSU ซึ่งอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนมีจำนวนเพลี้ยอ่อนสูงที่สุดในทุกๆ สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน สอดคล้องกับ คะแนนการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน ซึ่งพันธุ์ Selected–PSU มีระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนสูงในทุกสัปดาห์เช่นกัน โดยเฉพาะ 4 สัปดาห์หลังจากปล่อยเพลี้ยอ่อน พบว่าพันธุ์ Selected–PSU มีระดับการทำลายของเพลี้ยอ่อนสูงสุดคือระดับ 4 ในขณะที่พันธุ์ IT82E–16, ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected–PSU x IT82E–16 และลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างพันธุ์ Selected–PSU x Suranaree 1 มีระดับการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนเท่ากับ 2.50 ลักษณะผลผลิตที่สามารถเก็บเกี่ยวได้พบว่ามีจำนวนน้อยกว่าการทดลองในสภาพปกติที่มีการใช้สารฆ่าแมลง อย่างไรก็ตามลักษณะผลผลิตของการทดลองครั้งนี้ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละคู่ผสม ดังนั้นการเปรียบเทียบการต้านทานเพลี้ยอ่อนสามารถประเมินจากจำนวนเพลี้ยอ่อนบนต้น ระดับการเข้าทำลาย รวมถึงลักษณะผลผลิต ซึ่งเป็นตัวชี้วัดเบื้องต้นในการพัฒนาให้ได้สายพันธุ์ถั่วฝักยาวที่ให้ผลผลิตสูง และมีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ที่สนับสนุนทุนวิจัยในการทดลองครั้งนี้ และขอขอบคุณ รศ.ดร. จิราพร เพชรรัตน์ พร้อมด้วยเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ (ภาคใต้) ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ และให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กนกอร วุฒิวงศ์ สุรไกร เพิ่มคำ อรัญ งามผ่องใส และจรัสศรี นวลศรี. 2550. ความสามารถในการเพิ่มปริมาณและพฤติกรรมของเพลี้ยอ่อนถั่วบนถั่วฝักยาวและถั่วพุ่มบางสายพันธุ์. หน้า 32–46. *ใน*: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 8 วันที่ 20–22 พฤศจิกายน 2550 ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน อ. เมือง จ.พิษณุโลก.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. เอกสารรายงานสถิติการผลิตการเกษตรตามชนิดพืชเลือกตามกลุ่มพืชผักปีเพาะปลูก 2548/2549 ทั้งประเทศ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม. 2541. รวมเรื่องผัก. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพฯ. 143 หน้า.

เกรียงไกร จำเริญมา. 2544. บริโภคพืชผัก และผลไม้อย่างไรให้ปลอดจากสารเคมี. วารสารกีฏและสัตววิทยา 23(3): 182–184.

เกรียงไกร จำเริญมา. 2545. มาตรฐานการทดสอบสารฆ่าแมลง. วารสารกีฏและสัตววิทยา 24(1): 48–54.

จารุวรรณ ศุภเสถียร. 2529. อิทธิพลของขนาดเพลี้ยอ่อนถั่วที่มีผลต่อขนาดระยะเวลาการพัฒนา อัตราส่วนทางเพศของตัวเบียนและจำนวนตัวเบียนที่เกิดจากเพลี้ยอ่อน. วารสารวิชาการเกษตร 4(2): 138–142.

ชาญณรงค์ ดวงสอาด. 2549. การจัดการแมลงศัตรูพืช. หจก. ดีพริ้นท์, เชียงใหม่. 231 หน้า.

สรพงค์ เบญจศรี จรัสศรี นวลศรี ขวัญจิตร สันติประชา และ อรัญ งามผ่องใส. 2548. การประเมินลักษณะการต้านทานเพลี้ยอ่อนและผลผลิตในถั่วพุ่มและถั่วฝักยาว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 36(5 – 6): 207–210.

สุภาพร รัตนพิทักษ์. 2535. การแปรปรวนทางพันธุกรรมของการเจริญเติบโตและลักษณะฝักในการผสมระหว่างถั่วฝักยาวกับถั่วพุ่ม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 60 หน้า.

อรัญ งามผ่องใส สุนทร พิพิธแสงจันทร์ และ วิภาวดี ชำนาญ. 2546. การใช้สารฆ่าแมลงและสารสกัดจากพืชบางชนิดควบคุมแมลงศัตรูถั่วฝักยาว. วารสารสงขลานครินทร์ 25(3): 307–316.

อร่าม คุ้มทรัพย์. 2543. พืช: เกษตรธรรมชาติเชิงธุรกิจ. โรงพิมพ์อักษรไทย, กรุงเทพฯ. 86 หน้า.

อรุณี วงษ์กอบรัษฎ์. 2530. การประเมินความเสียหายด้านผลผลิตและคุณภาพของยาสูบเตอร์กิชเนื่องจากเพลี้ยอ่อน. วารสารกีฏและสัตววิทยา 9(4): 187–193.

Alabi, O. Y., J. A., Odebiyi and M. Tamo. 2004. Effect of host plant resistance in some cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) cultivars on growth and developmental parameters of the flower bud thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom). Crop Protection 23(2): 83–88.

Annan, I. B., G. A. Schaefers and W. M. Tingey. 1995. Influence of duration of infestation by cowpea aphid (Aphididae) on growth and yield of resistant and susceptible cowpeas. Crop Protection 14(7): 533–538.

Atiri, G. I., and G. Thottappilly. 1985. *Aphis craccivora* setting behaviour and acquisition of cowpea aphid – borne mosaic virus in aphid – resistance cowpea lines. Entomologia Experimentalis et Applicata 39(3): 241–245.

Bashir, M. and R. O. Hampton. 1996. Identification of cowpea (*Vigna unguiculata*) cultivars and lines immune to variants of blackeye cowpea mosaic potyvirus. Plant Pathology 45(5): 984–989.

Bashir, M., Z. Ahmad and A. Ghafoor. 2002. Cowpea germplasm evaluation for virus resistance under greenhouse conditions. Asian Journal of Plant Sciences 1(5): 585–587.

Cardona, C. and J. Kornegay. 1999. Bean germplasm resources for insect resistance. pp. 85–99. *In*: S. L. Clement and S. S. Quisenberry (eds.). Global Plant Genetic Resources for Insect-Resistant Crops. CRC Press, Boca Raton.

Givovich, A., J. Weibull and J. Pettersson.1988. Cowpea aphid performance and behaviour on two resistant cowpea lines. Entomologia Experimentalis et Applicata 49(3): 259–264.

Gunasinghe, U. B., M. E. Irwin and G. E. Kampmeier. 1988. Soybean leaf pubescence affects aphid vector transmission and field spread of soybean mosaic virus. Annals of Applied Biology 112(2): 259–272.

Jayappa, B. G. and S. Lingappa. 1988. Screening of cowpea germplasm for resistance to *Aphis craccivora* Koch in India. Tropical Pest Management 34(1): 62–64.

Karungi, J., E. Adipala, M. W. Ogenga – Latigo, S. Kyamanywa and N. Oyobo. 2000. Pest management in cowpea. Part 1. Influence of planting time and pest density on cowpea field pests infestation in eastern Uganda. Crop Production 19(4): 231–236.

Koona, P., E. O., Osisanya, L. Jackai, M. Tamo and R. H. Markham. 2002. Resistance in Accessions of Cowpea to the Coreid Pod – Bug *Clavigralla tomentosicollis* (Hemiptera : Coreidae). Journal of Economic Entomology 95(6): 128-288.

Mesfin, T., G., Thottappilly and S. R. Singh. 1992. Feeding behaviour of *Aphis craccivora* (Koch) on cowpea cultivars with different levels of aphid resistance. Annals of Applied Biology 121(3): 493–501.

Omongo, C.A, E., Adipala, M. W., Ogenga – Latigo and S. Kyamanywa. 1998. Insecticide application to reduce pest infestation and damage on cowpea in Uganda. African Plant Protection 4(2): 91–100.

Salifu, A. B., C. J., Hodgson and S. R. Singh. 1988. Mechanism of resistance in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotype, TVx3236, to the bean flower thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae). 1. Ovipositional nonpreference. Tropical Pest Management 34(2): 180–184.

ความเสี่ยงเชิงชีวภาพในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการจัดการความเสี่ยงของเกษตรกรในจังหวัดพะเยา

Biological Risks in Maize Production System and Farmers' Risk Management in Phayao Province

จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี[1/] ธวัชชัย รัตน์ชเลศ[1/] พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ[1/] และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์[1/]

Jongrak Phunchaisri[1/], Tavatchai Radanachaless[2/], Phrek Gypmantasiri[1/] and Rungthip Utumpan[1/]

Abstract: Maize is the second major economic cash crop, next to rice, of Phayao province. It is produced in both rainy and dry seasons. Farmers had identified pests as the major production problem, which included animals, plant diseases, insects and weeds. This research aimed to assess the extent of biological risk in rainy season maize production system in Phayao province, and to identify the ways farmers manage the biological risk. The study methods consisted of secondary data collection, field survey, farmer interview, covering 226 farmers in 23 sub-districts of 7 districts of Phayao province. The sampling and survey areas were based on the Land Use Database of the Core System. All relevant data were processed to analyze for biological risk from June to October, 2006. The results showed that animal pests constituted highest risk with severity index 12.34%, followed by weeds, insect pests and plant diseases with 6.00, 3.53 and 1.36%, respectively. Farmers used environmental-friendly approach of integrated pest management practices to reduce production cost and agricultural chemical use. The system consisted of use of resistant varieties, cultural practice, mechanical control and safe-use of chemicals.

Keywords: Maize, biological risk, severity index, Phayao Province

---

[1/]ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]Multiple Cropping Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[2/]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน จ.พะเยา เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเป็นอันดับสองรองจากข้าว มีการปลูกทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง มีศัตรูพืช ซึ่งหมายรวมถึง สัตว์ศัตรูพืช โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช เป็นปัญหาหลักในระบบการผลิต งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงเชิงชีวภาพในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูฝนของ จ.พะเยา พร้อมทั้งระบุแนวทางจัดการความเสี่ยงเชิงชีวภาพของเกษตรกร วิธีการศึกษาประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ การสำรวจ และสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวนทั้งสิ้น 226 ราย ครอบคลุมพื้นที่ 23 ตำบล ใน 7 อำเภอ ของ จ.พะเยา โดยอิงข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากระบบกลาง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความเสี่ยงเชิงชีวภาพทางเกษตร ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ มิถุนายน ถึง ตุลาคม 2549 ผลการศึกษาพบว่า ศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายให้แก่ระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มี 4 กลุ่ม กลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงที่สุด ได้แก่ สัตว์ศัตรูพืช มีค่าดัชนีความรุนแรงร้อยละ 12.34 รองลงมาคือ วัชพืช แมลงศัตรูพืช และ โรคพืช มีค่า 6.00, 3.53 และ 1.36 ตามลำดับ เกษตรกรได้สร้างความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยการใช้วิธีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน เพื่อลดต้นทุนการผลิต และลดการใช้สารเคมีเกษตร ประกอบด้วย การใช้พันธุ์พืชต้านทาน การใช้วิธีเขตกรรม การใช้วิธีกล และการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ความเสี่ยงเชิงชีวภาพทางเกษตร ดัชนีความรุนแรง จ.พะเยา

บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (*Zea mays* L.) เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญยิ่งต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย เห็นได้จากความต้องการใช้ที่เพิ่มสูงขึ้นและการส่งออกลดลงตามลำดับมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 (USDA, 2006) การขยายตัวของอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ในประเทศ เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น ในขณะที่การเพาะปลูกพืชนี้มีความเสี่ยงในเรื่องความเสียหายอันเนื่องมาจากศัตรูพืช ความแห้งแล้ง และความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ ทำให้เกษตรกรจำนวนหนึ่งหันไปปลูกพืชเศรษฐกิจอื่นที่มีศักยภาพการแข่งขันและราคาดีกว่า (สมชาย, 2548) สำหรับ จ.พะเยา ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเป็นอันดับสองรองจากข้าว เฉพาะการผลิตในปี 2548/2549 มีพื้นที่ปลูกครอบคลุมกว่า 0.26 ล้านไร่ (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดพะเยา, 2550) และมีการปลูกทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ทำให้ จ.พะเยา กลายเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญของภาคเหนือตอนบน การศึกษาครั้งนี้เน้นเฉพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้นฤดูฝนเท่านั้น เนื่องจากเป็นฤดูการผลิตหลักที่มีทั้งพื้นที่ปลูกและปริมาณผลผลิตมากกว่า อย่างไรก็ตามตั้งแต่ปีการเพาะปลูก 2543/2544 ถึง 2548/2549 จ.พะเยา มีพื้นที่ปลูก และปริมาณผลผลิต ลดลงจาก 0.275 เหลือ 0.268 ล้านไร่ และ 0.209 เหลือ 0.186 ล้านตัน ตามลำดับ โดยอำเภอที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุด ได้แก่ อ.ปง อ.ดอกคำใต้ อ.เชียงคำ อ.เชียงม่วน อ.เมืองพะเยา กิ่ง อ.ภูซาง และ อ.จุน ส่วน กิ่ง อ.ภูกามยาว และ อ.แม่ใจ มีพื้นที่ปลูกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา, 2550) การที่เกษตรกรต้องเผชิญกับปัญหาหรือภัยจากศัตรูพืช ที่เรียกว่า ความเสี่ยงเชิงชีวภาพ (biological risk) ซึ่งสร้างความเสียหายให้กับผลผลิตอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มที่จะรุนแรงยิ่งขึ้น กับประเทศในเขตร้อนที่กำลังพัฒนาซึ่งรวมทั้งประเทศไทย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงเชิงชีวภาพในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของ จ.พะเยา รวมถึงระบุแนวทางจัดการความเสี่ยงดังกล่าวของเกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชศึกษา ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้นฤดูฝน ที่ปลูกอย่างกว้างขวางตั้งแต่เมษายนถึงพฤษภาคมของทุกปี พื้นที่ศึกษา พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้นฤดูฝนใน 7 อำเภอของ จ.พะเยา วิธีการศึกษา ประกอบด้วย การทบทวนข้อมูลทุติยภูมิ จากหนังสือ ตำรา เอกสารวิชาการ วารสาร รวมถึงข้อมูลที่เผยแพร่ในเว็บไซต์ การสำรวจและสอบถาม เริ่มจากการใช้แผนที่การใช้

ประโยชน์ที่ดิน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้นฤดูฝน จากระบบกลาง (ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ: รสทก.) (ชาญชัย และคณะ, 2550) ที่ได้กำหนดจุดบนแผนที่สำรวจโดยวิธีสุ่มไว้ในเบื้องต้น เพื่อให้การสำรวจได้กระจายไปบนพื้นที่ปลูกอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ แต่ละจุดสุ่มสำรวจเป็นตัวแทนของพื้นที่ครอบคลุมบริเวณประมาณ 100 ไร่ จากนั้นตามหาจุดสำรวจด้วยเครื่องมือหาพิกัดทางดาวเทียม GPS Garmin III Plus ระบุตำแหน่งพิกัดหลังพบ แล้วสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เจ้าของไร่ รวมทั้งสิ้น 226 ราย ในพื้นที่ 7 อำเภอ ของ จ.พะเยา เพื่อประเมินความเสี่ยงเชิงชีวภาพในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้นฤดูฝน ปีการผลิต 2548 ซึ่งมีค่าเป็นร้อยละใน 3 ประเด็น คือ การกระจายของศัตรูพืชในพื้นที่ปลูก การสร้างความเสียหายต่อผลผลิต และความถี่ของการพบศัตรูพืช จากนั้นจึงนำค่าที่ได้มาถ่วงน้ำหนัก โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักตาม ธวัชชัย และคณะ (2550) คือ “การกระจายของศัตรูพืชในพื้นที่ปลูก” ให้น้ำหนักคะแนน 0.4 เท่ากับ “การสร้างความเสียหายต่อผลผลิต” ส่วน “ความถี่ของการพบศัตรูพืช” ให้น้ำหนักคะแนน 0.2 จากนั้นจึงวิเคราะห์ดัชนีความรุนแรง (severity index) ตามสมการ

$$X = (Y_1 a) + (Y_2 b) + (Y_3 c)$$

เมื่อ X = ดัชนีความรุนแรง (%)

Y_1 = การกระจายของศัตรูพืชในพื้นที่ปลูก (%)

Y_2 = ความเสียหายต่อผลผลิต (%)

Y_3 = ความถี่ของการพบศัตรูพืช (%)

a, b, c คือค่าคงที่ ในที่นี้หมายถึงค่าถ่วงน้ำหนัก

ระยะเวลาการศึกษา มิถุนายน-ตุลาคม 2549

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การจำแนกและประเมินความเสี่ยงเชิงชีวภาพ

ศัตรูพืชในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้นฤดูฝน (เมษายน-พฤษภาคม) ปีการผลิต 2548 ในพื้นที่ 7 อำเภอของ จ.พะเยา พบว่ามี 4 กลุ่ม คือ 1) สัตว์ศัตรูพืช 2) วัชพืช 3) แมลงศัตรูพืช และ 4) โรคพืช โดยสัตว์ศัตรูพืชจัดว่ามีความเสี่ยงสูงที่สุด มีค่าดัชนีความรุนแรงร้อยละ 12.34 รองลงมา คือ วัชพืช แมลงศัตรูพืช และโรคพืช มีค่าดังกล่าวเพียงร้อยละ 6.00, 3.53 และ 1.36 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เกษตรกรระบุว่า ศัตรูพืชสำคัญที่สร้างความเสียหายเป็นลำดับต้น ๆ ในกลุ่มของ สัตว์ศัตรูพืช ได้แก่ หนู หมูป่า และนกหลายชนิด โดยเฉพาะหนู มีการกระจายอย่างกว้างขวางบนพื้นที่ปลูก พบบ่อยครั้งมากในรอบ 5 ปีย้อนหลัง และสร้างความเสียหายแก่ผลผลิตสูงสุดร้อยละ 2.68 ใน กลุ่มวัชพืช ที่กล่าวถึงมาก ได้แก่ ไมยราบเลื้อย หญ้าปากควาย และขจรจบ สร้างความเสียหายแก่ผลผลิตร้อยละ 1.35 ใน กลุ่มแมลงศัตรูพืช ที่เป็นปัญหามาก ได้แก่ ปลวก มอดดิน เพลี้ยอ่อนข้าวโพด และเพลี้ยเจาะลำต้นข้าวโพด สร้างความเสียหายแก่ผลผลิตร้อยละ 0.67 ขณะที่ กลุ่มโรคพืช เกษตรกรระบุถึงบ่อยครั้ง ได้แก่ โรคใบไหม้ และโรคราน้ำค้าง สร้างความเสียหายแก่ผลผลิตที่ร้อยละ 0.33 (ตารางที่ 1)

จากการประเมินความเสี่ยงเชิงชีวภาพทางเกษตร พบว่า ทุกอำเภอมีค่าดัชนีความรุนแรงจากศัตรูพืชทั้ง 4 กลุ่มใกล้เคียงกัน ร้อยละ 4.06-8.25 อ.จุน มีดัชนีความรุนแรงสูงสุดร้อยละ 8.25 รองลงมาเป็น อ. เชียงม่วน อ.ปง อ.เมืองพะเยา อ.เชียงคำ อ.ดอกคำใต้ และ อ.ภูซาง ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และพบว่า อ.จุน มีดัชนีความรุนแรงของโรคพืชสูงที่สุดถึงร้อยละ 6.29 ในขณะที่พื้นที่อื่นมีค่าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งเกษตรกรระบุว่า ช่วงเวลาการระบาดของโรคพืชและศัตรูพืชอื่นในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มักคาบเกี่ยวกับฤดูทำนา เมื่อพืชชนิดหลังมีความสำคัญมากกว่า โรคของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จึงมักถูกจัดการในภายหลังจากเมื่อการทำนาเสร็จแล้ว ประกอบกับใน อ.จุน เกษตรกรมีพื้นที่นาเฉลี่ยต่อครัวเรือนค่อนข้างสูง (ธวัชชัย และคณะ, 2549) ต้องใช้เวลาในการทำนามากกว่าพื้นที่อื่น ส่งผลให้ช่วงระยะเวลาการระบาดของโรคพืชที่ไม่ได้รับการจัดการล่าช้าออกไปด้วย

Table 1 Distribution, frequency, damage and pest severity index in rainy season maize production system crop year 2005/2006 in Phayao province.

Pest	Distribution (% planted area)	Frequency (% in 5 years)	Damage (% yield)	Severity index (%)	Key pest
Animal pests	18.58	19.17	2.68	12.34	Rats, wild boars, birds
Weeds	9.10	9.10	1.35	6.00	Giant sensitive plant, crowfoot grass, kyasuma grass
Insect pests	6.12	5.76	0.67	3.53	Termites, ground weevil, corn leaf aphid, corn stem borer
Plant diseases	2.03	2.06	0.33	1.36	Southern leaf blight, downy mildew

Table 2 Severity index of pests in rainy season maize production system crop year 2005/2006 in Phayao province.

District	Animal pests (%)	Weeds (%)	Insect pests (%)	Plant diseases (%)	Overall pests (%)
Chun	16.23	6.99	3.48	6.29	8.25
Chiang Muan	14.46	6.90	4.36	0.00	6.43
Pong	14.90	5.44	0.45	1.39	5.54
Mueang Phayao	9.22	6.44	6.50	0.00	5.54
Chiang Kham	11.09	6.48	4.41	0.00	5.49
Dok Khamtai	12.03	5.23	2.26	1.83	5.34
Phu Sang	8.44	4.53	3.26	0.00	4.06

การจัดการความเสี่ยงเชิงชีวภาพของเกษตรกร

การจัดการความเสี่ยงเชิงชีวภาพในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้นฤดูฝน ปีการผลิต 2548 ของ จ.พะเยา พบว่า เกษตรกรได้คัดเลือกวิธีที่ประหยัด มีประสิทธิภาพสูง และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จาก 4 มาตรการ มาบูรณาการกันอย่างสอดคล้องและเหมาะสม จนกลายเป็นวิธีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (ตารางที่ 3) ดังนี้

1. การเลือกใช้พันธุ์พืชต้านทาน ใน จ.พะเยา พบพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับปลูกต้นฤดูฝนในปีการผลิต 2548 จำนวนทั้งสิ้น 11 พันธุ์ ล้วนเป็นของบริษัทเอกชนทั้งสิ้น โดย พันธุ์ ซีพี ดีเค 888 และ พันธุ์ 919 (คาร์กิล 919 และ บิ๊ก 919) ได้รับความนิยมสูงสุด ร้อยละ 59.3 และ 29.0 ตามลำดับ สำหรับพันธุ์ ซีพี ดีเค 888 เป็นพันธุ์ที่ทนต่อความแห้งแล้งได้ดีมาก ตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดี มีความสามารถในการแข่งขันกับวัชพืชได้

สูง นอกจากนั้นยังสามารถต้านทานโรคราน้ำค้าง และโรคทางใบอื่นได้เป็นอย่างดี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550)

2. การใช้วิธีเขตกรรม เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้วิธีการเตรียมแปลงปลูกโดยการไถดะด้วยรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ 1 ครั้ง เพื่อฝังกลบเศษซาก วัชพืช ลงใต้ดิน แล้วผึ่งดินไว้ระยะหนึ่ง หลังจากนั้นจึงไถพรวนด้วยรถไถเดินตามเพื่อย่อยขนาดของเม็ดดินให้เล็กลง ทั้งเป็นการลดปัญหาการแพร่กระจายของวัชพืชที่ขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดย ลำต้น กิ่ง ใบ หน่อ ไหล และราก การเขตกรรมที่ดีนอกจากสามารถลดปริมาณวัชพืชและความเสียหายจากวัชพืชเหล่านี้ได้แล้ว ยังช่วยลดปริมาณการใช้สารฆ่าวัชพืชลง อีกทั้งวิธีนี้ยังช่วยปรับสภาพแวดล้อมให้ไม่เหมาะสมสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยของ หนู ด้วย นอกจากนี้ เกษตรกรบางรายยังเสริมด้วยการถอนวัชพืชด้วยมือหรือพรวนดินระหว่างแถวปลูก ซึ่งจัดเป็นวิธีที่ประหยัด เสียค่าใช้จ่ายน้อย ไม่ต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีราคาแพง และเกษตรกรสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามสำหรับกรณีหลัง ในปัจจุบันพบการปฏิบัติน้อยลง เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนแรงงาน และค่าแรงที่ปรับตัวสูงขึ้น รวมทั้งสิ้นเปลืองเวลามาก โดยยังพบปฏิบัติในกรณีเป็นพื้นที่ปลูกขนาดเล็กหรือสภาพพื้นที่ที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร มีการปลูกแบบไม่เป็นแถวเป็นแนว ซึ่งไม่สามารถนำรถแทรกเตอร์เข้าไปปฏิบัติงานได้

3. การใช้วิธีกล หมายรวมถึงการใช้กับดักหรือกรงดัก หนู เพื่อนำไปทำลาย ร่วมกับการใช้สารเบื่อหนูในบางครั้ง ถือเป็นวิธีการที่ลดจำนวนประชากรหนูอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะสามารถลดปริมาณหนูได้มากในระยะเวลาสั้น ทำได้ในบริเวณกว้าง ประหยัดเวลาและแรงงาน ขณะที่เกษตรกรบางรายใช้เครื่องทุ่นแรงและเครื่องจักรกลการเกษตรช่วยกำจัดวัชพืช โดยใช้รถไถเดินตาม รถแทรกเตอร์ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ติดอุปกรณ์ไถพรวน ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพทันต่อการเจริญเติบโตของวัชพืช แต่ต้องใช้กับการปลูกข้าวโพดที่เป็นแถวเป็นแนวอย่างมีระเบียบ มีระยะห่างระหว่างแถวเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน เพราะรถแทรกเตอร์จะต้องวิ่งผ่านเข้าไปในร่องข้าวโพด อย่างไรก็ตามวิธีนี้ยังไม่สามารถกำจัดวัชพืชได้ละเอียดเหมือนการใช้แรงงานคน ดังนั้นจึงยังจำเป็นต้องอาศัยแรงงานคนเก็บรายละเอียดของงานอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้ เกษตรกรระบุว่า การใช้รถแทรกเตอร์เข้าไปปฏิบัติงานในแปลงปลูกบ่อย จะทำให้ดินแน่นเกิดเป็นดานของชั้นใต้ดินได้

4. การใช้สารเคมี หมายรวมถึงการใช้เพื่อควบคุมวัชพืช เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จ.พะเยา ส่วนใหญ่ร้อยละ 91.0 นิยมใช้สารฆ่าวัชพืช ทั้งนี้ส่วนใหญ่ใช้สารฆ่าวัชพืชประเภทเลือกทำลาย เช่น อาทราซีน (atrazine) พ่นเพียงครั้งเดียวบนวัชพืชหลังหยอดเมล็ดในกรณีไม่มีการไถพรวนก่อนปลูก หรือพ่นฆ่าวัชพืชคร่อมต้นข้าวโพดหลังการให้ปุ๋ยเคมีเมื่อต้นข้าวโพดอายุ 30 - 45 วัน ด้านการใช้สารฆ่าแมลงและสารฆ่ารา เกษตรกรจะใช้ต่อเมื่อเกิดการทำลายของแมลงศัตรูพืชหรือมีการระบาดของโรคพืชแล้ว ซึ่งในปีการผลิต 2548 พบดัชนีความรุนแรงของแมลงศัตรูพืชและโรคพืช ร้อยละ 3.53 และ 1.36 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยพบมีความเสี่ยงจากโรคพืชใน 3 อำเภอเท่านั้น ได้แก่ อ.จุน ดอกคำใต้ และ ปง (ตารางที่ 2) และไม่มีรายงานการใช้สารฆ่าแมลงและสารฆ่าราใด ๆ บนพื้นที่ปลูกเลย สอดคล้องกับ สมชาย (2548) ที่กล่าวว่า การปลูกข้าวโพดในประเทศไทยเกษตรกรไม่นิยมใช้สารฆ่าแมลงมากนัก ส่วนหนึ่งเป็นเพราะการระบาดของแมลงศัตรูพืชไม่รุนแรง ผลที่ได้รับตามมานอกจากจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายแล้ว ยังเป็นการอนุรักษ์ตัวห้ำตัวเบียน สร้างความสมดุลทางระบบนิเวศน์ในแปลงปลูกและสภาพแวดล้อมโดยรอบ และไม่ทำให้แมลงเกิดการดื้อยา

สรุป

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้นฤดูฝน ในปีการผลิต 2548 ของ จ.พะเยา พันธุ์ ซีพี ดีเค 888 มีเกษตรกรเลือกใช้มากที่สุด และศัตรูพืชในระบบการผลิตมีทั้งหมด 4 กลุ่ม กลุ่มที่มีค่าดัชนีความรุนแรงสูงที่สุดคือ สัตว์ศัตรูพืช ร้อยละ 12.34 รองลงมาคือ วัชพืช แมลงศัตรูพืช และ โรคพืช มีค่าเพียงร้อยละ 6.00, 3.53 และ 1.36 ตามลำดับ พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฤดูฝนสำคัญใน

Table 3 Pests of rainy season maize fields in Phayao province and farmers' management practices.

Pest	Scientific name	Farmers' management practice
Animal pests		
Birds	Many species	1. Cultural practice: Ecological modification or creation of unfavorable environment to the pests
Rats	*Rattus* spp., *Mus* spp.	
Red junglefowl	*Gallus gallus* Linnaeus	
Siamese hare	*Lepus peguensis* Blyth	
Squirrel	Many species	2. Mechanical control: trap
		3. Chemical use: Rat poison
Wild boars	*Sus scrofa* Linnaeus	
Weeds		
-	*Eulalia siamensis* Bor	1. Competitive varieties
-	*Cajanus goensis Dalz.*	2. Cultural practice: plow, hand weeding
Celosia	*Celosia argentea* L.	
Cosmos	*Cosmos* sp.	3. Chemical use: Herbicides e.g. atrazine
Crowfoot grass	*Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. Beauv.	
Day flower	*Commelina* spp.	
Forked fringerush	*Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl ssp. *dichotoma*	
Giant sensitive plant	*Mimosa diplotricha* C. Wright ex Sauv. var. *diplotricha*	
Hairy pudenda	*Paederia pilifera* Hk. f.	
Itch flower	*Mollugo pentaphylla* L.	
Kyasuma grass	*Pennisetum pedicellatum* Trin.	
Para cress	*Spilanthes iabadicensis* A.H. Moore	
Purple nutsedge	*Cyperus rotundus* L.	
Short-stemed sedge	*Cyperus tenuiculmis* Boeck	
Siam weed	*Eupatorium odoratum* L.	
Spiny amaranth	*Amaranthus spinosus* L.	
Tropic ageratum	*Ageratum conyzoides* L.	
Wild spikenard	*Hyptis suaveolens* (L.) Poit.	
Insect pests		
Corn leaf aphid	*Rhopalosiphum maidis* (Fitch)	1. Chemical use: no report
Corn stem borer	*Ostrinia furnacalis* (Guenee)	

Table 3 (Cont.)

Pest	Scientific name	Farmers' management practice
Grasshopper	*Locusta migratoria manilensis* (Meyen)	
Ground weevil	*Calomycterus* sp.	
Ladybird beetle	*Epilachna* sp.	
Termites	*Odontotermes takensis* Ahmad	
Plant diseases		
Basal stem rot disease	*Aspergillus niger* van Tieghem	1. Resistant varieties
Downy mildew	*Peronosclerospora sorghi*	2. Chemical use: no report
	(W. Weston & Uppal) C.G. Shaw	
Southern leaf blight	*Cochliobolus heterostrophus* (Drechsler)	
	Drechsler	
Southern rust	*Puccinia polysora* Underw.	

7 อำเภอ มีความเสี่ยงจากศัตรูพืชระดับใกล้เคียงกัน ร้อยละ 4.06-8.25 โดยที่ อ.จุน มีค่าดัชนีความรุนแรงค่อนข้างสูงกว่าอำเภออื่น ส่วนการจัดการความเสี่ยงเชิงชีวภาพ พบว่าเกษตรกรใช้วิธีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน เพื่อลดต้นทุนการผลิต ลดการใช้สารเคมีเกษตร และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย การใช้พันธุ์พืชต้านทาน การใช้วิธีเขตกรรม เพื่อลดปริมาณและความเสียหายจากวัชพืช การใช้วิธีกล และการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน จ.พะเยา ที่ได้เสียสละเวลาให้ข้อมูล สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.doae.go.th/ plant/corn1.htm (20 สิงหาคม 2550).

ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์ เมธี เอกะสิงห์ เฉลิมพล สำราญพงษ์ วรวีรุกรณ์ วีระจิตติ์ และ สมจินต์ วานิชเสถียร. 2550. ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 2 ภาคเหนือตอนบน: ความเสี่ยงทางกายภาพในระบบการผลิตพืช. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 75 หน้า.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์ และ จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี. 2550. ระบบสนับสนุนการวางแผนการจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 2 ภาคเหนือตอนบน: ความเสี่ยงและการลดความเสี่ยงเชิงชีวภาพทางเกษตร. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 238 หน้า.

สมชาย ชคตระการ. 2548. ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, ปทุมธานี. 343 หน้า.

สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา. 2550. สถิติการปลูกพืช จังหวัดพะเยา. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://phayao.doae.go.th/data48-49.htm# ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์%20ฤดูฝน (9 กรกฎาคม 2550).

สำนักงานพาณิชย์จังหวัดพะเยา. 2550. ข้อมูลการตลาด. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.nunet.co.th/phayao/market-info/market-data_2547-1.doc?PHPSESSID=8b5e968e7adfaa1fb68e06d5ba5ac5ec (6 กรกฎาคม 2550).

United States Department of Agriculture (USDA). 2006. Production, Supply and Distribution Online. (Online). Available: http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdquery.aspx (November 30, 2006).

ความเสี่ยงเชิงชีวภาพในระบบการผลิตลิ้นจี่และการจัดการของเกษตรกรในจังหวัดพะเยา

Biological Risks in Litchi Production System and Farmers' Management in Phayao Province

รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์[1/] ธวัชชัย รัตน์ชเลศ[1/] พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ[1/] และ จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี[1/]

Rungthip Utumpan[1/], Tavatchai Radanachaless[2/], Phrek Gypmantasiri[1/] and Jongrak Phunchaisri[1/]

Abstract: Pests and narrow genetic base are two important biological risks in litchi production. The study aimed to assess the extent of biological risks, with emphasis on pests, and farmers' management practices to overcome or reduce the risks. The field research was conducted at major litchi production areas in four sub-districts of Mae Chai district and one sub-district of Mueang district of Phayao province with a total of 113 farm samples. The study covered one season of fruit production from November 2006 to July 2007. The methods consisted of farm survey, and semi-structured interview. Each sampled farm was located with GPS. Biological risks from pests were assessed by farmers. The study showed that almost all litchi varieties planted by farmers was Honghuai variety, distributed on rainfed uplands with varying topography from flat to undulating and sloping uplands. The production constraints as identified by farmers were pests (28.7 percent), followed by price fluctuation, climatic variation, water shortage, and increasing production cost, respectively. Among the biological pests, plant diseases, such as sun burn and fruit rot, constituted the highest risk with 10.4 percent. This was then followed by insects, weeds, and animal pests with severity index of 2.9, 2.6, and 2.3 percent, respectively. About 79.3 percent of farmers used chemicals to control plant diseases, insects, and animal pests. Farmers used cultural methods as weed management practice. A few farmers had adopted integrated pest management (11.7 percent), and cultural practices (9.0) to reduce agro-chemical use. Almost all farmers (99.1 percent) carried out tree pruning practice after fruit harvest.

Keywords: Biological risk, risk management, litchi, Phayao province

---

[1/]ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]Multiple Cropping Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[2/]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: ศัตรูพืช และการสูญหายของทรัพยากรพันธุกรรมพืช นับเป็นความเสี่ยงเชิงชีวภาพทางเกษตรที่สำคัญในระบบการผลิตลิ้นจี่ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงเชิงชีวภาพ และการจัดการความเสี่ยงของเกษตรกรในระบบการผลิตลิ้นจี่ จ. พะเยา โดยจะกล่าวถึงเฉพาะความเสี่ยงจากศัตรูพืช ศึกษาจาก 4 ตำบล ใน อ. แม่ใจ และ 1 ตำบล ใน อ. เมืองพะเยา จ. พะเยา จำนวนทั้งสิ้น 113 สวน ระยะเวลาศึกษาครอบคลุมหนึ่งฤดูกาลผลิต ตั้งแต่พฤศจิกายน 2549-กรกฎาคม 2550 ใช้วิธีการสำรวจและสอบถาม รวมถึงการค้นหาและระบุตำแหน่งเชิงพื้นที่ แล้ววิเคราะห์ความเสี่ยงจากศัตรูพืชจากการประเมินของเกษตรกร พร้อมทั้งระบุวิธีการจัดการความเสี่ยงจากศัตรูพืชของเกษตรกร ผลการศึกษาพบว่า ลิ้นจี่ของ จ. พะเยา เกือบทั้งหมดเป็นพันธุ์ฮงฮวย ปลูกบนนิเวศเกษตรที่ดอนพื้นราบจนถึงที่ดอนลูกคลื่นลอนชัน ศัตรูพืชเป็นปัญหาที่สำคัญในระบบการผลิตลิ้นจี่ คิดเป็นร้อยละ 28.7 ของผู้ปลูกลิ้นจี่ รองลงมาเป็นความแปรปรวนของราคา ความแปรปรวนของภูมิอากาศ การขาดแคลนน้ำ และต้นทุนการผลิตสูง ตามลำดับ ศัตรูพืชในกลุ่มโรคพืชจัดว่ามีความเสี่ยงสูงสุด ร้อยละ 10.4 มีโรคที่สำคัญ คือ โรคกร้านแดด และโรคผลแตกเน่า ส่วนศัตรูพืชที่พบรองลงมาคือ แมลงศัตรูพืช วัชพืช และสัตว์ศัตรูพืช มีค่าดัชนีความรุนแรง ร้อยละ 2.9, 2.6 และ 2.3 ตามลำดับ เกษตรกรร้อยละ 79.3 ยังใช้สารเคมีในการจัดการโรคพืช แมลงศัตรูพืช และสัตว์ศัตรูพืชเป็นหลัก ส่วนวัชพืชเกือบทั้งหมดใช้วิธีเขตกรรม มีเกษตรกรบางส่วนใช้การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน และวิธีเขตกรรม ร้อยละ 11.7 และ 9.0 ตามลำดับ เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีเกษตร นอกจากนี้เกษตรกร ร้อยละ 99.1 มีการตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยว

คำสำคัญ: ความเสี่ยงเชิงชีวภาพ การจัดการความเสี่ยง ลิ้นจี่ จังหวัดพะเยา

คำนำ

ลิ้นจี่ (litchi: *Litchi chinensis* Sonn.) ในประเทศไทย หากจัดตามนิเวศเกษตรแบ่งออกได้เป็นกลุ่มพันธุ์ที่ลุ่ม พบปลูกในภาคกลางและภาคตะวันออก และกลุ่มพันธุ์ที่ดอน ซึ่งส่วนใหญ่พบปลูกในภาคเหนือตอนบน (วิจิตร, 2546) “ฮงฮวย” จัดเป็นพันธุ์ที่ดอนที่ได้รับความนิยมปลูกมากที่สุด แต่ก็พบการปลูกอย่างกว้างขวางในเกือบทุกภูมิภาคของประเทศ โดยมีรายงานการเพิ่มพื้นที่ปลูกของพันธุ์นี้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ต่อเนื่องมาจนถึงปี พ.ศ. 2546 แต่หลังจากนั้นตัวเลขกลับลดลงอย่างรวดเร็ว ทั้งในแหล่งผลิตสำคัญอื่น รวมทั้ง จ. พะเยา ที่ในปัจจุบันเป็นแหล่งผลิตที่มีพื้นที่ปลูกสูงสุดเป็นอันดับสามของประเทศ (สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550) ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน (2549) ได้ชี้ถึงการลดลงของพื้นที่ปลูกจาก ปี พ.ศ. 2546 จำนวน 34,774 ไร่ เหลือในปี พ.ศ. 2549 เพียง 23,656 ไร่ นอกจากปัญหาการตลาดแล้ว ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2549 ยังปรากฏความแปรปรวนในปริมาณของผลผลิตค่อนข้างสูง 499-1,089 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา, 2550) เกษตรกรสังเกตว่าน่าจะเกี่ยวข้องกับความแปรปรวนของภูมิอากาศ ที่ส่งผลให้ลิ้นจี่ที่มีพฤติกรรมการออกดอกติดผลไม่สม่ำเสมอปีเว้นปีอยู่แล้วมีปัญหารุนแรงยิ่งขึ้น อีกส่วนหนึ่งยังได้ขยายผลไปถึงการระบาดของศัตรูพืช ซึ่งถือว่าเป็นภัยเชิงชีวภาพที่กระทบต่อทั้งปริมาณและคุณภาพผลของลิ้นจี่ (ธวัชชัยและคณะ, 2548) ทำให้การปลูกลิ้นจี่มีความเสี่ยงมากยิ่งขึ้น เกษตรกรได้รับผลตอบแทนลดน้อยลง จนต้องตัดสินใจลดขนาดพื้นที่การปลูกลง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงเชิงชีวภาพ และการจัดการความเสี่ยงของเกษตรกรในระบบการผลิตลิ้นจี่ จ. พะเยา ทั้งนี้เพื่อสร้างความเข้าใจสถานการณ์ความเสี่ยงเชิงชีวภาพในพืชเศรษฐกิจของ จ. พะเยา ขณะที่อีกส่วนหนึ่งคาดหวังที่จะนำผลการศึกษานี้ ไปเชื่อมโยงกับการศึกษาความเสี่ยงด้านกายภาพและเศรษฐกิจสังคม เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์อื่นที่กว้างขึ้นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ขอบเขตพื้นที่ศึกษาเป็นแหล่งผลิตลิ้นจี่สำคัญใน จ. พะเยา ระยะเวลาศึกษาตั้งแต่ พฤศจิกายน 2549 - กรกฎาคม 2550 วิธีการประกอบด้วย 1) การทบทวน

ข้อมูลทุติยภูมิระบบการผลิตและศัตรูพืชในพื้นที่เป้าหมาย 2) การสุ่มกำหนดจุดสำรวจในแผนที่ การค้นหาในภาคสนาม และการระบุตำแหน่งเชิงพื้นที่ (พิกัด) ของเกษตรกรผู้ปลูกลิ้นจี่เป้าหมาย จาก 4 ตำบล ใน อ. แม่ใจ และหนึ่งตำบลใน อ. เมืองพะเยา และ 3) การสำรวจและสอบถาม ระบบการผลิต และความเสี่ยงเชิงชีวภาพ รวมทั้งการจัดการความเสี่ยงในระบบการผลิตลิ้นจี่ ของเกษตรกรผู้ปลูกลิ้นจี่ จำนวน 113 คน ตามจุดสำรวจที่กำหนดไว้ในแผนที่

การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากศัตรูพืช ให้เกษตรกรผู้ปลูกลิ้นจี่เป็นผู้ประเมินความรุนแรงของศัตรูพืช มีค่าเป็นร้อยละ ใน 3 ประเด็น คือ การกระจายของศัตรูพืชในพื้นที่ปลูก การสร้างความเสียหายต่อผลผลิต และความถี่ของการพบศัตรูพืช แล้วนำมาถ่วงน้ำหนัก ใช้ค่าถ่วงน้ำหนักตาม ธวัชชัย และคณะ (2550) คือ “การกระจายของศัตรูพืชในพื้นที่ปลูก” ให้น้ำหนักคะแนน 0.4 เท่ากับ “การสร้างความเสียหายต่อผลผลิต” ส่วน “ความถี่ของการพบศัตรูพืช” ให้น้ำหนักคะแนน 0.2 จากนั้นจึงวิเคราะห์ดัชนีความรุนแรง (severity index) ตามสมการ

$$X = (Y_1 a) + (Y_2 b) + (Y_3 c)$$

เมื่อ X = ดัชนีความรุนแรง (%)

Y_1 = การกระจายของศัตรูพืชในพื้นที่ปลูก (%)

Y_2 = ความเสียหายต่อผลผลิต (%)

Y_3 = ความถี่ของการพบศัตรูพืช (%)

a, b, c คือค่าคงที่ ในที่นี้หมายถึงค่าถ่วงน้ำหนัก

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความเสี่ยงในระบบการผลิตลิ้นจี่

ลิ้นจี่กลุ่มพันธุ์ที่ดอนปลูกใน จ. พะเยา เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 90.2) เป็นพันธุ์ฮงฮวย พันธุ์อื่นที่ปรากฏแซมในพื้นที่สวนบ้างเล็กน้อย ได้แก่ โอวเฮียะ ค่อม และจักรพรรดิ พบบนนิเวศเกษตรที่ดอน ทั้งที่ดอนราบจนถึงที่ดอนลูกคลื่นลอนชัน เกษตรกรระบุว่า ศัตรูพืชนับเป็นปัญหาสำคัญมากที่สุดในการทำสวนลิ้นจี่ พบร้อยละ 28.7 ของผู้ปลูกลิ้นจี่ รองลงมาเป็นความแปรปรวนของราคา ความแปรปรวนของภูมิอากาศ การขาดแคลนน้ำ และต้นทุนการผลิตสูง ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

การประเมินความเสี่ยงเชิงชีวภาพในระบบการผลิตลิ้นจี่

ความเสี่ยงเชิงชีวภาพทางเกษตรที่เกษตรกรต้องเผชิญไม่ว่าในระบบการผลิตพืชใด รวมทั้งลิ้นจี่ มีอยู่ 2 ประการ ได้แก่ ศัตรูพืช (pests) และการสูญหายของทรัพยากรพันธุกรรมพืช หรือการเสื่อมสลายของทรัพยากรพันธุกรรมพืช (genetic erosion) สำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะความเสี่ยงจากศัตรูพืชเท่านั้น

ศัตรูพืชในระบบการผลิตลิ้นจี่ ประกอบด้วย 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ โรคพืช แมลงศัตรูพืช วัชพืช และสัตว์ศัตรูพืช ซึ่งในปีการผลิต 2550 ของ จ. พะเยา โรคพืช จัดได้ว่าเป็นศัตรูพืชที่มีความเสี่ยงสูงสุด มีค่าดัชนีความรุนแรง ร้อยละ 10.4 โรคพืชที่สำคัญ ได้แก่ โรคกร้านแดด และโรคผลแตกเน่า (ตารางที่ 2) ทั้งสองโรคนี้จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่มีเชื้อสาเหตุ แต่เกิดจากสภาพแวดล้อมบางประการ ซึ่งในปีการผลิต 2550 นี้ เกษตรกรระบุว่า มีการระบาดรุนแรงที่สุดในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา เนื่องจากลิ้นจี่ออกดอกค่อนข้างช้ากว่าปกติ กล่าวคือ เริ่มออกดอกในเดือนมกราคม แทนเดือนธันวาคม ทำให้เก็บเกี่ยวผลผลิตล่าออกไป จากกลางเดือนเมษายนเป็นเดือนพฤษภาคม ส่งผลให้ผลลิ้นจี่ที่กำลังขยายขนาดและเริ่มเปลี่ยนสีผิวผลในช่วงเดือนเมษายน ต้องเผชิญกับแสงแดดที่ร้อนจัดเป็นเวลานานติดต่อกันหลายวัน และพบทั้งสองโรคนี้ระบาดกระจายครอบคลุมเกือบทุกพื้นที่ปลูกลิ้นจี่ใน อ. แม่ใจ และ อ. เมืองพะเยา กลุ่มศัตรูพืชที่มีความเสี่ยงรองลงมาในระดับใกล้เคียงกัน ได้แก่ แมลงศัตรูพืช วัชพืช และสัตว์ศัตรูพืช มีค่าดัชนีความรุนแรง ร้อยละ 2.9, 2.6 และ 2.3 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) สำหรับแมลงศัตรูพืช พบว่า มวนลำไย ไรกำมะหยี่ลิ้นจี่ และหนอนเจาะขั้ว มีความเสี่ยงในระดับใกล้เคียงกัน กระรอกและหนู จัดได้ว่าเป็นสัตว์ศัตรูพืชที่สำคัญที่สุด ส่วนวัชพืชนั้นเกษตรกรไม่ระบุชนิดเพราะส่วนใหญ่จะมีหลายชนิดขึ้นปะปนกันในพื้นที่สวน ในความหนาแน่นที่ไม่แตกต่างกันมาก

Table 1 Production constraints in litchi production system in Phayao province, 2007.

Production constraint	Number of farmer (%)
Pests	28.7
Price fluctuation	26.0
Climatic variation	17.4
Water shortage	14.3
High production cost	7.0

Table 2 Biological risks in litchi production system in Phayao province, 2007.

Pest	Severity index (%)	Litchi pest
Diseases	10.4	sun burn, fruit rot of litchi, felt fungus, litchi downy blight
Insect pests	2.9	longan stink bug, litchi erineum mite, fruit borer, red twig borer, coccid, pseudococcid, bark borer, leaf eating looper, red spider mite
Weeds	2.6	not specify
Animal pests	2.3	squirrels, roof rat, red-whiskered bulbul, fruit bats, common tree shrew

การจัดการความเสี่ยงจากศัตรูพืชของเกษตรกร

เกษตรกรผู้ปลูกลิ้นจี่ ร้อยละ 79.3 ใน จ. พะเยา ระบุว่า ได้ใช้สารเคมีฆ่าศัตรูพืชและสัตว์เป็นหลัก และร้อยละ 20.7 มีการปฏิบัติเพื่อลดการใช้สารเคมีฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ ประกอบด้วย การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน และวิธีเขตกรรม ร้อยละ 17.1 และ 3.6 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งในที่นี้การจัดการศัตรูพืช ไม่ใช่วิธีการกำจัดศัตรูพืช แต่เป็นแนวทางในการควบคุมศัตรูพืช เพื่อให้ได้ผลตอบแทนเป็นที่น่าพอใจ (สุรเชษฐ์ และคณะ, 2543) นอกจากนี้เกษตรกรยังระบุว่า เกือบทุกสวน ร้อยละ 99.1 ได้มีการตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นประจำทุกปี ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงเชิงชีวภาพได้ โดยเฉพาะ โรคพืช และแมลงศัตรูพืช

การใช้สารเคมี เกษตรกรผู้ปลูกลิ้นจี่ใน จ. พะเยา ส่วนใหญ่ ร้อยละ 79.3 ได้ใช้สารเคมีเพื่อการป้องกันกำจัดโรคพืช แมลงศัตรูพืช และสัตว์ศัตรูพืชเป็นหลัก เพราะสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา และพลังงาน ชนิดของสารเคมีที่เลือกใช้เกษตรกรระบุว่า ส่วนใหญ่ให้ความเชื่อถือและปฏิบัติตามคำแนะนำของร้านค้าสารเคมีเกษตรที่ใช้บริการเป็นประจำ มีบางส่วนอาศัยจากประสบการณ์ที่เคยทดลองใช้มาก่อน หรือถามเพื่อนเกษตรกรด้วยกัน พบเกษตรกรจำนวนน้อยรายที่เลือกใช้สารเคมีตามคำแนะนำหรือเอกสารจากเจ้าหน้าที่ของรัฐ ส่วนวัชพืชใช้วิธีการตัดให้สั้นพร้อมทำความสะอาดพื้นสวนหลังการตัดแต่งกิ่ง

การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน เกษตรกรผู้ปลูกลิ้นจี่ ร้อยละ 17.1 ที่ใช้หลักการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน โดยมีแนวคิดว่า พืชที่แข็งแรงสมบูรณ์จะสามารถทนทานต่อการทำลายของศัตรูพืชได้ สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความสมบูรณ์แข็งแรงของพืช ประกอบด้วย สายพันธุ์ดี กิ่งพันธุ์แข็งแรง มีการเตรียมพื้นที่ปลูก จัดวางระยะระหว่างต้น ปรับปรุงดิน จัดการ

Table 3 Farmers' management of biological risks in litchi production system in Phayao province, 2007.

Farmers' management	Number of farmer (%)
Chemical control	79.3
Integrated pest management	17.1
Cultural control	3.6

ปุ๋ย จัดการน้ำ และปลูกพืชหมุนเวียนอย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของกรมวิชาการเกษตร (2549) สำหรับขั้นตอนการจัดการศัตรูพืชที่เกษตรกรนำมาปฏิบัติ ประกอบด้วย 1) การเฝ้าระวัง ตรวจสวนอย่างสม่ำเสมอ สังเกตอย่างใกล้ชิด สุ่มตรวจศัตรูพืชที่อาจจะแฝงอยู่บริเวณใต้ใบ ซึ่งฤดูฝนโรคพืชจะระบาดมากกว่าฤดูอื่น ส่วนแมลงศัตรูพืชจะพบตลอดปี 2) กำจัดต้น/ส่วนที่เป็นโรคออก รวมทั้งตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยวทุกปี 3) สร้างความต้านทานให้แก่พืช ดูแลพืชให้เติบโตแข็งแรงด้วยการให้ปุ๋ยและน้ำอย่างถูกต้อง การทำให้ผนังเซลล์แข็งหรือแน่น ยากแก่การเข้าทำลายของโรคพืช และแมลงปากเจาะดูด เช่น การใช้สารไคติน และแคลเซียมพ่นทางใบ 4) สังเกตและจดจำ ช่วงเวลาและสภาพอากาศที่ศัตรูพืชระบาด ซึ่งสภาวะอากาศมีส่วนสำคัญต่อการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชเป็นอย่างมาก มีการจดบันทึกและนำมาทบทวน การปฏิบัตินี้นอกจากจะช่วยให้การวางแผนป้องกันกำจัดสำหรับปีถัดไปได้ดียิ่งขึ้นแล้ว ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนของสารเคมีเกษตรในการจัดการศัตรูพืชลงด้วย สอดคล้องกับ นุชนารถ (2548) ที่แนะแนวทางการปฏิบัตินี้กับเกษตรกรในมูลนิธิโครงการหลวง ที่ต้องการลดการใช้สารเคมีเกษตรเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

วิธีเขตกรรม เนื่องจากราคาผลผลิตลิ้นจี่ค่อนข้างแปรปรวน การใช้สารเคมีในการจัดการศัตรูพืชนอกจากจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้และผู้บริโภคแล้ว ยังส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น การป้องกันกำจัดศัตรูพืชในสวนลิ้นจี่ของ จ. พะเยา อีกวิธีหนึ่งที่เกษตรกร ร้อยละ 3.6 (ตารางที่ 3) นำมาปฏิบัติเมื่อ 3 ปีที่ผ่านมา คือ วิธีเขตกรรม ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมให้ไม่เหมาะสมกับศัตรูพืช โดยไปทำลายแหล่งอาหาร แหล่งขยายพันธุ์ แหล่งวางไข่หรือเข้าดักแด้ของแมลงศัตรูพืช ซึ่งจัดว่าเป็นวิธีที่ประหยัด เสียค่าใช้จ่ายน้อย ไม่ต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีราคาแพง และเกษตรกรสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง (ศานิต, 2548) ที่นิยมถือปฏิบัติเป็นประจำ ได้แก่ การทำความสะอาดพื้นสวน การทำลายวัชพืชและพืชอาศัย และการตัดแต่งกิ่ง

สรุป

ลิ้นจี่ใน จ. พะเยา ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ฮงฮวย ปลูกบนนิเวศเกษตรที่ดอนพื้นราบจนถึงที่ดอนลูกคลื่นปัญหาสำคัญที่พบในระบบการผลิตลิ้นจี่คือ ศัตรูพืช คิดเป็นร้อยละ 28.7 ของผู้ปลูกลิ้นจี่ รองลงมาเป็น ความแปรปรวนของราคา ความแปรปรวนของภูมิอากาศ การขาดแคลนน้ำ และต้นทุนการผลิตสูง โรคพืชจัดเป็นศัตรูพืชที่มีความเสี่ยงสูงสุด มีดัชนีความรุนแรง ร้อยละ 10.4 โรคที่สำคัญ ได้แก่ โรคกร้านแดด และโรคผลแตกเน่า ศัตรูพืชที่มีความเสี่ยงรองลงมา ได้แก่ แมลงศัตรูพืช วัชพืช และสัตว์ศัตรูพืช ซึ่งมีดัชนีความรุนแรง ร้อยละ 2.9, 2.6 และ 2.3 ตามลำดับ เกษตรกร ร้อยละ 79.3 ยังนิยมใช้สารเคมีในการจัดการโรคพืช แมลงศัตรูพืช และสัตว์ศัตรูพืชเป็นหลัก ส่วนวัชพืชใช้วิธีเขตกรรม และมีเกษตรกรใช้การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน และวิธีเขตกรรม ร้อยละ 17.1 และ 3.6 ตามลำดับ เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมี นอกจากนี้เกษตรกร ร้อยละ 99.1 มีการตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยวเป็นประจำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนวิจัย และเกษตรกรผู้ปลูกลิ้นจี่ใน จ. พะเยา ที่ให้ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2549. การสำรวจและคาดการณ์ผลผลิตลิ้นจี่ปีการผลิต 2549 โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www. ldd.go.th/Lddwebsite/web_osl/pdf/book/2549_lychee.pdf (12 กรกฎาคม 2550).

กรมวิชาการเกษตร. 2549. การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานในประเทศไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/fieldcrops/ipm/th/index.htm (1 สิงหาคม 2550).

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์ และ จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี. 2550. ระบบสนับสนุนการวางแผนการจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 2 ภาคเหนือตอนบน: ความเสี่ยงและการลดความเสี่ยงเชิงชีวภาพทางเกษตร. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 238 หน้า.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์ และ จงรักษ์ มูลเฟย. 2548. ระบบการผลิตลิ้นจี่ในเขตภาคเหนือตอนบน. หน้า 99-138. *ใน*: ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: องค์ความรู้และยุทธศาสตร์ในระบบการผลิตไม้ผล. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นุชนารถ จงเลขา. 2548. การจัดการศัตรูพืชในทศวรรษหน้า-โรคพืช. หน้า 18-31. *ใน*: เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดการใช้สารเคมีเกษตรเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค. 10 พฤษภาคม 2548. ณ ห้องประชุมใหญ่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วิจิตร วังใน. 2546. ชนิดและพันธุ์ไม้ผลเมืองไทย. หจก. มิตรเกษตรการตลาดและโฆษณา, กรุงเทพฯ. 224 หน้า.

ศานิต รัตนภุมมะ. 2548. การจัดการศัตรูพืชในทศวรรษหน้า-แมลงศัตรูพืช. หน้า 32-53. *ใน*: เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดการใช้สารเคมีเกษตรเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค. 10 พฤษภาคม 2548. ณ ห้องประชุมใหญ่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุรเชษฐ์ จามรมาน วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล สืบศักดิ์ สนธิรัตน และ ดวงพร สุวรรณกุล. 2543. หลักการและวิธีการจัดการ. หน้า 44-58. *ใน*: สืบศักดิ์ สนธิรัตน (บก.). การจัดการศัตรูพืช. โรงพิมพ์ลินคอร์น, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา. 2550. สถิติการปลูกพืชจังหวัดพะเยา. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.phayao.doae.go.th/phayaoplantdata.htm (15 สิงหาคม 2550).

สำนักปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2550. ข้อมูลไม้ผลยืนต้น. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://job.haii.or.th/moac/index.php?module=reports&method=report_ integration&report_id=33 (30 ตุลาคม 2550).

ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ ในการฆ่าไรแดงแอฟริกัน

Effect of Black Pepper (*Piper nigrum* Linn.) Essential Oil on African Red Mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) (Actinedida: Tetranychidae)

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน[1/] วรเดช จันทรสร[1/] อำมร อินทร์สังข์[1/] และ พิฆเนศ รองพล[1/]
Jarongsak Pumnuan[1/], Warlardej Chantrasorn[1/], Ammorn Insung[1/] and Pikanes Rongpol[1/]

Abstract: Acaricidal property of essential oils obtained from seed coat oil and seed kernel oil of black pepper, *Piper nigrum* Linn. against African red mite, *Eutetranychus africanus* (Tucker) was investigated by using contact and direct spray methods. Essential oils at concentrations of 0, (ethanol 95%), 1, 2, 3, 4 and 5% as well as the mixture of seed coat oil and seed kernel oil at the ratio of 9:1, 8:2 and 7:3 of each concentration were applied to host plant leaves which cut in to circle, 1 cm diameter at 15 μl (as referred to 0, 0.19, 0.38, 0.57, 0.76 and 0.95 μl/cm^2, respectively). The survival rate, mortality, repellency and number of laid eggs were observed at 24, 48 and 78 hrs. Percentage of egg hatching was also evaluated. For direct spray method, essential oils at the concentrations of 0 (5% tween-20 in water), 1, 2, 3, 4 and 5% were applied for 2 ml using Potter's spray tower at 10 lbf/sq in (50-110 μm dust spray size). The mite mortality was checked at 24 hrs. The results presented that by contact method, seed kernel oil showed a higher effective result than that of seed coat oil. Therefore, these oils at the concentration of 5% (0.95 μl/cm^2) caused the mortalities of 18 and 12% at 24 hrs, and 66 and 16% at 48 hrs, respectively. Whereas, seed coat oil presented higher repellency effect than that of seed kernel oil, which showed 74.0 and 4.0% at 24 hrs, and 74.0 and 10.0% at 48 hrs, respectively. Similar result was obtained by direct spray method. Therefore, seed kernel oil caused the mite mortality of 98.3% comparing to 93.3% caused by seed coat oil in which presented LC_{50} of 2.06 and 3.03%, respectively. The mixture of seed coat and seed kernel oils at all concentrations showed a lower efficiency to

[1/]คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[1/]Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

the mite than that of seed kernel oil. Seed kernel oil also presented better result, of egg laying of 0.4 egg/adult at 24 hrs and egg hatching of 32.4%, comparing to 5.4 eggs/adult and 70.6% egg hatching were found in the control.

Keywords: Essential oil, *Piper nigrum*, *Eutetranychus africanus*

บทคัดย่อ: การทดสอบน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ (*Piper nigrum* Linn.) ที่แยกสกัดจากเปลือกและจากเนื้อ ต่อไรแดงแอฟริกัน (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) ศัตรูส้ม โดยวิธีการสัมผัสและการฉีดพ่นโดยตรง การทดสอบวิธีการสัมผัสทดสอบที่ความเข้มข้น 0 (ethanol 95%), 1, 2, 3, 4 และ 5% และน้ำมันหอมระเหยส่วนผสมที่สกัดจากเปลือกกับส่วนที่สกัดจากเนื้อแต่ละความเข้มข้นในอัตราส่วน 9:1, 8:2 และ 7:3 ใช้ปริมาตร 15 μl เคลือบบนใบทองหลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 cm จึงมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 0, 0.19, 0.38, 0.57, 0.76 และ 0.95 μl/cm^2 ตามลำดับ ตรวจนับอัตราการรอด การตาย การไล่ และปริมาณการวางไข่ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่ทั้งหมด ส่วนการฉีดพ่นโดยตรงทดสอบที่ความเข้มข้น 0 (tween-20 5% ในน้ำ), 1, 2, 3, 4 และ 5% ด้วยเครื่อง Potter's spray tower ปริมาตร 2 ml โดยใช้ความดัน 10 lbf/sq in ขนาดละออง 50-110 μm ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าเปอร์เซ็นต์การตายของไรแดงแอฟริกันที่เกิดจากน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเนื้อของพริกไทยดำโดยวิธีการสัมผัสสูงกว่าที่สกัดจากเปลือก โดยที่ความเข้มข้น 5% (0.95 μl/cm^2) มีอัตราการตาย 18 และ 12% ที่ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ และ มีอัตราการตาย 66 และ 16% ที่ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกของพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการไล่สูงกว่าที่สกัดจากเนื้อ มีอัตราการไล่ 74.0 และ 4.0% ที่ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ และมีอัตราการไล่ 74.0 และ 10.0% ที่ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบโดยวิธีการฉีดพ่นโดยตรง คือไรแดงแอฟริกันมีอัตราการตายจากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเนื้อของพริกไทยดำ มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงกว่าที่สกัดจากเปลือก โดยที่ 5% มีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 98.3 และ 93.3% ตามลำดับ และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.06 และ 3.03% ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยส่วนที่สกัดจากเปลือกผสมกับส่วนที่สกัดจากเนื้อของพริกไทยดำในอัตราส่วนต่างๆ ทุกความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการตายของไรแดงแอฟริกันต่ำกว่าการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเนื้อเพียงอย่างเดียว และน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเนื้อของพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่และการฟักของไข่ คือที่ 5% (0.95 μl/cm^2) มีปริมาณการวางไข่ 0.4 ฟองต่อตัว ที่ 24 ชั่วโมง มีอัตราการฟักทั้งหมด 32.4% ขณะที่กลุ่มควบคุมมีปริมาณการวางไข่ 5.6 ฟองต่อตัว ที่ 24 ชั่วโมง และมีอัตราการฟัก 70.6%

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย พริกไทยดำ ไรแดงแอฟริกัน

คำนำ

ไรแดงแอฟริกัน (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) เป็นศัตรูสำคัญของพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ส้มเขียวหวาน ส้มโอ มะนาว มะกรูด มะละกอ และทุเรียนเป็นต้น โดยในส้มเขียวหวานนั้นตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของไรแดงแอฟริกัน จะดูดกินน้ำเลี้ยงอยู่บริเวณด้านหน้าหรือด้านบนของใบ ตลอดจนผลส้ม ทำให้ใบและผลมีสีเขียวจางลง เนื่องจากสูญเสียคลอโรฟิล หากมีการระบาดรุนแรงอาจทำให้ใบและผลร่วงในที่สุด (กลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม, 2544) ไรแดงแอฟริกันมีวงจรชีวิตจากระยะไข่ถึงตัวเต็มวัยเมื่อเลี้ยงในใบส้มเขียวหวาน ใช้เวลาเฉลี่ย 9.4 วัน ตัวผู้จะเข้าผสมพันธุ์ในทันทีที่ตัวเมียลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยแล้ว หลังจากนั้น 1.2 วัน ตัวเมียจะเริ่มวางไข่ โดยเฉลี่ยวางไข่ได้ตลอดชั่วอายุของตัวเมีย 12.7 ฟอง และมีชีวิตอยู่ได้นานเฉลี่ย 9.8 วัน (วัฒนา และคณะ, 2544) มีอัตราส่วนเพศผู้ : เพศเมีย เท่ากับ 1:3.25 (Kulpiyawat and Chandrapatya, 1989)

การป้องกันกำจัดไรศัตรูพืช โดยใช้สารเคมีเป็นวิธีการที่เกษตรกรใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสะดวกและได้ผลดี แต่ก็นำมาซึ่งความเป็นอันตรายต่อผู้ใช้สารเคมี ต่อผู้บริโภค และต่อสภาพแวดล้อมโดยตรง รวมถึงมีแนวโน้มการเกิดความต้านทานต่อสารเคมีของไร ซึ่งปัจจุบันไรศัตรูพืชมีความต้านทานต่อสารฆ่าไรมากขึ้น จากการศึกษาของเทวินทร์และคณะ (2545) ถึงความต้านทางของไรแดงแอฟริกันต่อสารฆ่าไร amitraz และ dicofol พบว่าไรแดงแอฟริกันสายพันธุ์ต่างๆ 10 สายพันธุ์ จากแหล่งปลูกส้มเขียวหวานเป็นสายพันธุ์ที่ทนทาน (tolerance) ต่อสารฆ่าไร amitraz ในอัตราความต้านทาน 1.57-6.99 เท่าของสายพันธุ์ที่อ่อนแอ สายพันธุ์หาดใหญ่ องครักษ์ และฝาง เป็นสายพันธุ์ที่ต้านทาน (resistance) ต่อสารฆ่าไร dicofol มีอัตราความต้านทาน 13.32-31.71 เท่าของสายพันธุ์ที่อ่อนแอ การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดไรศัตรูพืชนั้นยังมีผลให้ต้องเพิ่มต้นทุนในการผลิตและเพิ่มความเสี่ยงต่อสภาพแวดล้อม ด้วยเหตุดังกล่าวแนวทางในการป้องกันกำจัดไรแดงแอฟริกันโดยวิธีอื่น ๆ เพื่อการบริหารและจัดการจึงเป็นทางเลือกที่จำเป็น เช่น การใช้ตัวห้ำ *Amblyseius longispinosus* (Evans) (มานิตา, 2551) รวมถึงการใช้พืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติของการเป็นสารฆ่าไรศัตรูพืช

พริกไทย (*Piper nigrum* Linn.) จัดอยู่ในวงศ์ Piperaceae เป็นพืชจำพวกเถาเลื้อยสกุลเดียวกับพลู ผลที่แก่เต็มที่แต่ยังไม่สุก นำมาตากแดดให้แห้งหรืออบในเตาอบ จะได้ผลที่มีผิวสีดำ มีรอยย่น มีกลิ่นหอม เรียกว่าพริกไทยดำ (black pepper) ส่วนผลสุกที่เอาเปลือกนอกออกก่อนทำให้แห้งเรียกว่าพริกไทยล่อน (white pepper) (ชยันต์ และคณะ, 2544)

พริกไทยเป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพในการส่งออกสูงในรูปเมล็ดที่แปรรูประดับหนึ่ง โดยการขัดเกลาผิวหน้าบางส่วนออกให้ดูสวยงาม ส่วนที่ถูกขัดออกมานี้พบว่ายังคงมีสารออกฤทธิ์หลงเหลืออยู่ เปลือกพริกไทยที่ถูกขัดสีออกมาในกระบวนการแปรรูป สามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดปลวกได้ (นันทวัน, 2546) และมีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกของพริกไทยสามารถป้องกันกำจัดด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารได้ระดับหนึ่งและไข่ของด้วงงวงบางส่วนไม่สามารถฟักเป็นตัวได้ (อุดม ลักษณ์ และคณะ, 2548) และสามารถใช้ในการป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียวได้อีกด้วย (Awoyinka *et al.*, 2006) นอกจากนั้นยังมีรายงานว่าสารสกัดหยาบจากพริกไทยดำที่สกัดด้วยเอทธานอลมีประสิทธิภาพในการกำจัดไรแดงหม่อน (*Tetranychus truncatus* (Ehara)) โดยวิธีการฉีดพ่นโดยตรง ที่ความเข้มข้น 3% สามารทำให้ไรแดงหม่อนมีอัตราการตายได้ 100% ภายใน 24 ชั่วโมง (อำมร, 2544)

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกและเมล็ดของพริกไทยดำ ซึ่งคาดว่ามีผลในการควบคุมไรแดงแอฟริกัน โดยวิธีการสัมผัสและการฉีดพ่นโดยตรง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเพาะเลี้ยงไรแดงแอฟริกัน

ทำการเพาะเลี้ยงไรแดงแอฟริกันในถาดในห้องปฏิบัติการอุณหภูมิ 28±2°C โดยการนำเอาใบทองหลางวางลงบนสำลีที่อุ้มน้ำจนชุ่มในถาดเพื่อเป็นแหล่งอาหาร ทำการปล่อยไรแดงแอฟริกันให้เจริญ และทำการเปลี่ยนพืชอาหารทุก 4-5 วัน

การสกัดสาร

นำพริกไทยดำมาแยกสกัดจากเปลือกและจากเนื้อ โดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) โดยเติมน้ำให้พอท่วม ต้มจนเดือดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ไขส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยเก็บไว้ในภาชนะทึบแสงในตู้เย็นอุณหภูมิ 12°C เพื่อใช้ในการทดสอบกับไรแดงแอฟริกันต่อไป

การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบโดยวิธีการสัมผัส

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกและจากเนื้อของพริกไทยดำโดยวิธีการสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomize design) มี 5 ซ้ำ การทดลองทำได้โดยหยดน้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้น 0 (ethanol 95%), 1, 2, 3, 4 และ 5% และนำน้ำมันหอมระเหยส่วนที่สกัดจากเปลือกผสมกับส่วนที่สกัดจากเนื้อของพริกไทยดำในแต่ละความเข้มข้นในอัตราส่วน 9:1, 8:2 และ 7:3 ลงบนใบ

ทองหลางที่ตัดเป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 cm ปริมาณ 15 μl จึงมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยบนใบทองหลางเท่ากับ 0, 0.19, 0.38, 0.57, 0.76 และ 0.95 μl/cm^2 ทิ้งให้ตัวทำละลาย (ethanol 95%) ระเหยไปให้หมดประมาณ 30 นาที เขี่ยไรแดงแอฟริกันเพศเมียลงบนใบทองหลาง 10 ตัว/ใบ บันทึกผลการทดลองโดยการตรวจนับเปอร์เซ็นต์การตาย การไล่โดยตรวจนับจากการตกน้ำ ปริมาณไข่ ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่ทั้งหมด

การทดสอบโดยการฉีดพ่นโดยตรง

การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกและจากเนื้อของพริกไทยดำโดยวิธีการฉีดพ่นโดยตรง วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ ฉีดพ่นโดยตรงด้วยเครื่อง Potter's spray tower ความเข้มข้น 0 (tween-20 5% ในน้ำ), 1, 2, 3, 4 และ 5% ปริมาณ 2 cm^3 โดยใช้ความดัน 10 lbf/sq in ทำให้ได้ขนาดละอองสาร 50-110 μm และมีปริมาณละออง 2,500-3,500 ละออง/cm^2 ลงบนใบทองหลางตัดเป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 cm ซึ่งได้เขี่ยไรแดงแอฟริกันเพศเมียลงบนใบทองหลาง 20 ตัว/ใบ ไว้แล้ว บันทึกผลการทดลองโดยการตรวจนับเปอร์เซ็นต์การตาย ที่ 24 ชั่วโมง

การหาความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ย

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ DMRT (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และหาค่า median lethal concentration (LC_{50}) ของน้ำมันหอมระเหยโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS probit analysis

ผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกและเนื้อของพริกไทยดำ ต่อไรแดงแอฟริกัน โดยวิธีการสัมผัส พบว่าเปอร์เซ็นต์การตายของไรแดงแอฟริกันจากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกของพริกไทยดำต่ำกว่าที่สกัดจากเนื้อ คือที่ความเข้มข้น 5% (0.95 μl/cm^2) มีอัตราการตาย 12.0 และ 18.0% ที่ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ และมีอัตราการตาย 16.0 และ 66.0% ที่ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกของพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการไล่สูงกว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเนื้อ โดยที่ความเข้มข้น 5% (0.95 μl/cm^2) ไรมีอัตราการตกน้ำ 74.0 และ 4.0% ที่ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ และมีอัตราการตกน้ำ 74.0 และ 10.0% ที่ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบโดยวิธีการฉีดพ่นโดยตรง คือไรแดงแอฟริกันมีอัตราการตายจากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเนื้อของพริกไทยดำ มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงกว่าที่สกัดจากเปลือก โดยที่ 5% มีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากับ 98.3 และ 93.3% ตามลำดับ และมีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.06 และ 3.03% ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยส่วนที่สกัดจากเปลือกผสมกับส่วนที่สกัดจากเนื้อของพริกไทยดำในแต่ละความเข้มข้น ในอัตราส่วน 9:1, 8:2 และ 7:3 ทดสอบกับไรแดงแอฟริกัน โดยวิธีการสัมผัส พบว่า ในทุกความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการรอดชีวิตของไรแดงแอฟริกันสูงกว่าการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกของพริกไทยดำเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 2)

จากการศึกษาปริมาณการวางไข่บนใบพืชที่มีการเคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกและเนื้อของพริกไทยดำ พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยเปลือกพริกไทยดำ ไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่และการฟักของไข่ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% คือที่ความเข้มข้น 1-5% (0.19-0.95 μl/cm^2) มีปริมาณการวางไข่เท่ากับ 6.1-8.1 ฟองต่อตัวต่อวัน และกลุ่มควบคุมมีอัตราการวางไข่เท่ากับ 5.6 ฟองต่อตัวต่อวัน และมีอัตราการฟักเท่ากับ 61.1–74.3% ขณะที่กลุ่มควบคุมมีอัตราการฟักเท่ากับ 70.6% ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยเนื้อของพริกไทยดำ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่และการฟักของไข่ แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% คือที่ความเข้มข้น 5% (0.95 μl/cm^2) มีปริมาณการวางไข่เพียง 0.4 ฟองต่อตัวต่อวัน ขณะที่กลุ่มควบคุมมีอัตราการวางไข่เท่ากับ 5.6 ฟองต่อตัวต่อวัน และมีอัตราการฟักเท่ากับ 32.4% ขณะที่กลุ่มควบคุมมีอัตราการฟักเท่ากับ 70.6% (ตารางที่ 3)

Table 1 Percentage of mortality and repellency of African red mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) after treated with essential oil obtained from seed coat oil and seed kernel oil of black pepper (*Piper nigrum* Linn.) at 24 and 48 hrs by dry film method.

Concentration ($\mu l/cm^2$)	24 hrs				48 hrs			
	% Mortality		% Repellent		% Mortality		% Repellent	
	Seed coat oil	Seed kernel oil	Seed coat oil	Seed kernel oil	Seed coat oil	Seed kernel oil	Seed coat oil	Seed kernel oil
0% (0)	0.0 b[1/]	0.0 d	4.0 d	4.0 a	2.0 b	2.0 d	8.0 c	8.0 a
1% (0.19)	2.0 b	8.0 c	30.0 c	4.0 a	6.0 ab	12.0 cd	48.0 b	10.0 a
2% (0.38)	4.0 b	4.0 cd	50.0 b	6.0 a	10.0 ab	18.0 cd	66.0 a	12.0 a
3% (0.57)	2.0 b	10.0 bc	70.0 a	6.0 a	2.0 b	20.0 c	76.0 a	12.0 a
4% (0.76)	2.0 b	16.0 ab	72.0 a	10.0 a	12.0 ab	40.0 b	74.0 a	16.0 a
5% (0.95)	12.0 a	18.0 a	74.0 a	4.0 a	16.0 a	66.0 a	74.0 a	10.0 a

[1/] Means in column followed by the same letter were not significantly different (P>0.05) according to DMRT

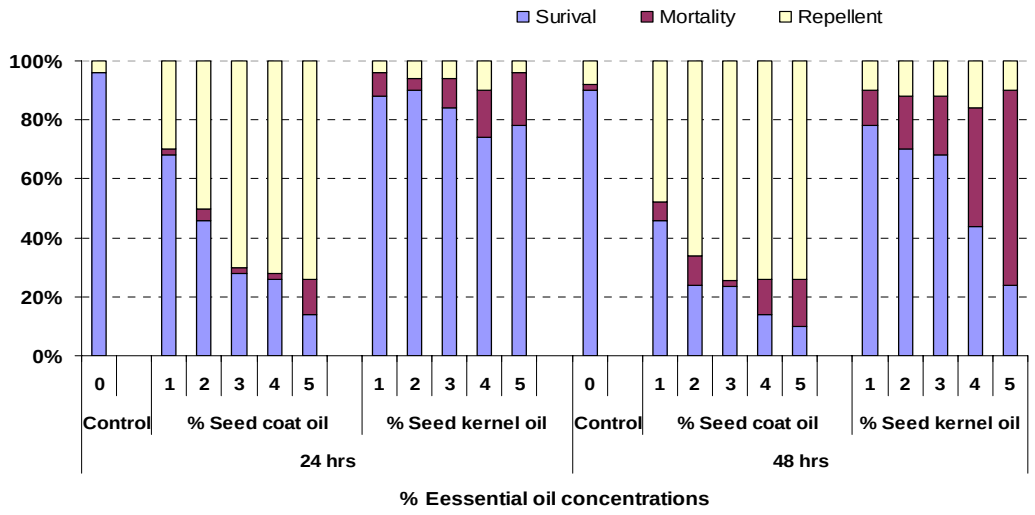

Figure 1 Percentage of survival, mortality and repellency of African red mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) after treated with essential oil obtained from seed coat oil and seed kernel oil of black pepper (*Piper nigrum* Linn.) at 24 and 48 hrs by dry film method.

วิจารณ์

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกและเนื้อของพริกไทยดำ ต่อไรแดงแอฟริกัน โดยวิธีการสัมผัส พบว่าเปอร์เซ็นต์การตายของไรแดงแอฟริกันจากการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเนื้อของพริกไทยดำสูงกว่าที่สกัดจากเปลือก ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบโดยวิธีการฉีดพ่นโดยตรง โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 2.06 และ 3.03% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากสารที่สกัดจากเปลือกและเนื้อของพริกไทยดำมีองค์ประกอบทางเคมีที่คล้ายคลึงกันแต่มีปริมาณและคุณสมบัติการเป็นสารฆ่าแมลงที่แตกต่าง

Table 2 Percentage of mortality of African red mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) after treated with essential oil obtained from seed coat oil and seed kernel oil of black pepper (*Piper nigrum* Linn.) at 24 hrs by direct spray method.

Concentration ($\mu l/cm^2$)	Seed coat oil	Seed kernel oil
0% (0)	8.3±2.9 d[1/]	8.3±2.9 d
1% (0.19)	28.3±5.8 c	36.7±11.5 c
2% (0.38)	30.0±15.0 c	40.0±10.0 c
3% (0.57)	40.0±10.0 bc	61.7±11.5 b
4% (0.76)	55.0±13.2 b	95.0±5.0 a
5% (0.95)	93.3±2.9 a	98.3±2.9 a
LC_{50}	3.03% (0.58 $\mu l/cm^2$)	2.06% (0.39 $\mu l/cm^2$)

[1/] Means in column followed by the same letter were not significantly different (P>0.05) according to DMRT

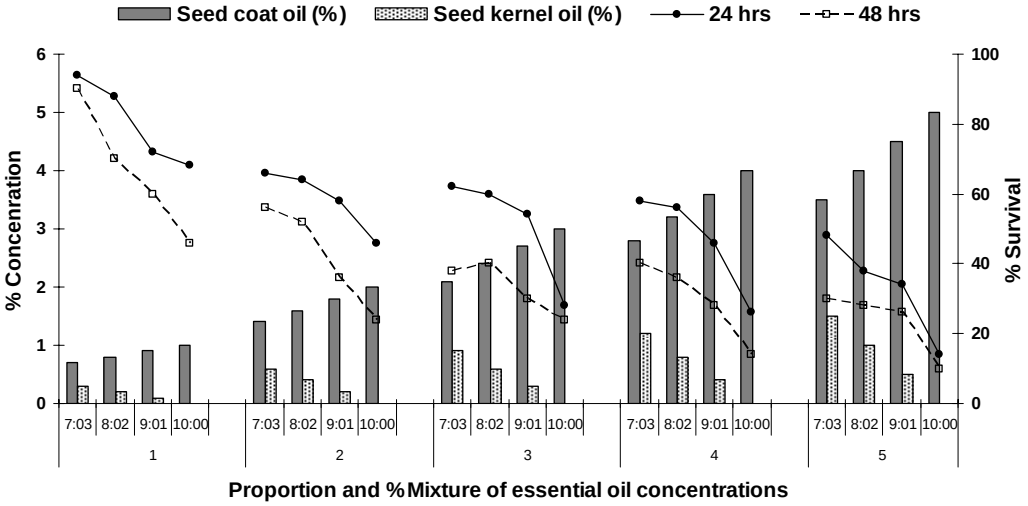

Figure 2 Percentage of survival of African red mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) after treated with mixture of essential oil obtained from seed coat oil and seed kernel oil of black pepper (*Piper nigrum* Linn.) at 24 hrs by dry film method.

กัน โดยในเนื้อของเมล็ดพริกไทยดำจะประกอบด้วย สาร alkaloids 4% (Dev and Koul, 1997) ซึ่งมีสารประกอบในกลุ่ม amide olefinic หรือ alkyl isobutylamide จะประกอบด้วยสาร piperine, piperettine, tricostacine, peepuloidin, piplartin และ trichonine พบว่ามีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดแมลง (Adgeh, 1989) โดยสาร piperine ในพริกไทยมีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงวันได้สูงกว่าสาร pyrethrum (Anonymous, 1984) ซึ่งในเปลือกพริกไทยดำจะพบปริมาณ piperine น้อยมาก (อุดมลักษณ์และคณะ, 2547) และจากการศึกษาของอุดมลักษณ์และคณะ (2548) ได้รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเศษพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดของด้วงงวงข้าวโพดน้อยกว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเม็ดพริกไทยดำ ที่ทดสอบโดยวิธีการกิน

Table 3 Percentage of oviposition and egg hatching of African red mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) after treated with essential oil obtained from seed coat oil and seed kernel oil of black pepper (*Piper nigrum* Linn.) by direct spray method.

Concentration	Egg / adult at 24 hrs		Egg at 72 hrs		% Hatching	
($\mu l/cm^2$)	Seed coat oil	Seed kernel oil	Seed coat oil	Seed kernel oil	Seed coat oil	Seed kernel oil
0% (0)	5.6±1.0 a[1/]	5.6±1.0 a	151.2±12.4 a	151.2±12.4 a	70.6±10.4 a	70.6±10.4 a
1% (0.19)	6.1±1.0 a	6.3±0.8 a	79.4±19.7 b	91.8±16.3 b	62.2±11.1 a	75.5±8.7 a
2% (0.38)	6.3±2.5 a	4.4±1.1 b	57.6±10.8 cd	68.4±11.5 c	61.1±11.6 a	72.1±12.6 a
3% (0.57)	8.1±1.5 a	3.3±0.9 b	72.2±22.2 bc	27.6±9.0 d	72.1±8.3 a	75.4±5.0 a
4% (0.76)	7.3±.2 a	1.7±0.6 c	43.2±9.1 d	12.8±5.3 e	74.3±12.1 a	70.4±10.9 a
5% (0.95)	7.9±2.5 a	0.4±0.4 d	22.8±14.4 e	4.2±4.5 e	69.0±5.5 a	32.4±.5 b

[1/] Means in column followed by the same letter were not significantly different (P>0.05) according to DMRT

ที่ 24 ชั่วโมง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 330,000 และ 69,000 ppm ตามลำดับ และจากการผลทดลองพบว่าเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยส่วนที่สกัดจากเปลือกผสมกับส่วนที่สกัดจากเนื้อของพริกไทยดำในแต่ละความเข้มข้น ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน โดยวิธีการสัมผัส ในทุกความเข้มข้นมีผลต่ออัตราการตายของไรแดงแอฟริกันต่ำกว่าการทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเนื้อของพริกไทยดำเพียงอย่างเดียว

จำนวนไรแดงแอฟริกันที่ตายนั้น พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกของพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการไล่สูงกว่าที่สกัดจากเนื้อ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีสารที่มีคุณสมบัติในการไล่แมลงสูงกว่า ส่วนการศึกษาปริมาณการวางไข่บนใบพืชที่มีการเคลือบด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพริกไทยดำ พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยเนื้อของพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการวางไข่และการฟักของไข่ ซึ่งสามารถนำน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำนี้มาใช้ประโยชน์ในการไล่และการยับยั้งการวางไข่ของไรแดงแอฟริกัน โดยจากการศึกษาของ Scott *et al.* (2004) พบว่าสารสกัดจากพริกไทยสามารถขับไล่ด้วง *Lilioceris lilii* (Scopoli) และ *Acalymma vittatum* F. และสามารถยับยั้งการวางไข่ของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด *Ostrinia nubilalis* Hubner ได้

สรุป

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเนื้อของพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการฆ่า การยับยั้งการวางไข่ และยับยั้งการฟักของไข่ของไรแดงแอฟริกัน ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกของพริกไทยดำ มีประสิทธิภาพในการขับไล่ไรแดงแอฟริกัน การนำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกผสมกับน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเนื้อพริกไทยดำมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเนื้อพริกไทยดำเพียงอย่างเดียว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัทสวนไทยจำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำมันหอมระเหยจากโรงงานผลิตและข้อมูลขั้นตอนการผลิตน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม. 2544. ไรศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ชยันต์ พิเชียรสุนทร แม้นมาส ชวลิต และวิเชียร จีรวงส์. 2544. คำอธิบายตำราพระโอสถพระนารายณ์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราชา 5 ธันวาคม พุทธศักราช 2542. บริษัทอมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ. 777 หน้า.

เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ ณิศ กีร์ติบุตร และวัฒนา จารณศรี. 2545. ความต้านทานและกลไกความต้านทานต่อสารฆ่าไรบางชนิดของแดงแอฟริกัน *Eutetranychus affricanus* (Tucker). วารสารกีฏและสัตววิทยา 24(1): 2-16.

นันทวัน บุณยประภัศร. 2546. การพัฒนายากำจัดปลวกจากวัสดุเหลือใช้: พริกไทยเบา (*Piper nigrum* Linn.). หน้า 157-159. *ใน*: เอกสารประกอบการสัมมนาการเผยแพร่ผลงานวิจัยด้านการพัฒนาสมุนไพร. วันที่ 31 กรกฎาคม – 1 สิงหาคม 2546 ณ โรงแรมมารวยการ์เด้น, กรุงเทพฯ.

มานิตา คงชื่นสิน. 2551. ไรตัวห้ำ. หน้า 43-72. *ใน*: เอกสารประกอบการสัมมนาเทคโนโลยีการใช้ชีวินทรีย์ควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตร. วันที่ 6-7 พฤษภาคม 2551 ณ โรงแรมมารวยการ์เด้น, กรุงเทพฯ.

วัฒนา จารณศรี มานิตา คงชื่นสิน และเทวินทร์ กุลปิยวัฒน์. 2544. ไรศัตรูพืชและการป้องกันจัด. หน้า 1-70. *ใน*: เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตร แมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 11. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ สานิตย์ สุขสวัสดิ์ และมณี ชิงดวง. 2548. วิจัยชนิดและปริมาณสาระสำคัญในพริกไทยพันธุ์ซาราวัค ที่อายุต่าง ๆ กัน. ผลงานวิจัยประจำปี 2548. สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ สานิตย์ สุขสวัสดิ์ อาภรณ์ เจียมสายใจ และมณี ชิงดวง. 2547. วิจัยชนิดและปริมาณสาระสำคัญในพริกไทยพันธุ์ต่าง ๆ จากแหล่งต่าง ๆ และอายุแตกต่างกัน. ผลงานวิจัยประจำปี 2547. สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

อำมร อินทร์สังข์. 2544. ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดต่อไรแดงหม่อน (*Tetranychus truncatus* (Ehara)). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 19(3): 15-22.

Adgeh, B.J. 1989. Residual toxicity of three plant materials against three storage insect pests. M.Sc. Thesis. University of the Philippines, Los Banos, Philippines. 84 p.

Anonymous. 1984. The Merck Index, An Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biochemicals. 10th ed. Merck & Co. Inc., Rahway, N.J. 1077 pp.

Awoyinka, O.A., I.O. Oyewole, B.M.W. Amos and O.F. Onasoga. 2006. Comparative pesticidal activity of dichloromethane extracts of *Piper nigrum* against *Sitophilus zeamais* and *Callosobruchus maculatus*. African Journal of Biotechnology 5(24): 2446-2449.

Dev, S. and O. Koul. 1997. Insecticides of Natural Origin. Harwood Academic Publishers, Amsterdam. 365 pp.

Kulpiyawat, T. and A. Chandrapatya. 1989. Studies on biology, ecology and effect of some pesticides on the spider mite, *Eutetranychus africanus* (Tucker) (Acarina: Tetranychidae). pp. 15-20. *In*: Proceedings of the First Asia-Pacific Conference of Entomology, Chiang Mai, Thailand.

Scott, I.M., H. Jensen, R. Nicol, L. Lesage, R. Bradbury, P. Sanchez-Vindas, L. Poveda, J.T. Arnason and B.J.R. Philogene. 2004. Efficacy of piper (Piperaceae) extracts for control of common home and garden insect pests. Journal of Economic Entomology 97(4): 1390–1403.

อุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพตกค้างในน้ำนมดิบจากฟาร์ม วิทยาเขตปทุมธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Incidence of Antimicrobial Residues in Raw Milk from Pathumthani Campus Farm, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

ชนินทร์ รัตนสิน[1/] และ กนกดล สิริวัฒนชัย[2/]

Chanin Ratanasin[1/] and Kanokdon Siriwattanachai[2/]

Abstract: Raw milk was collected from 13 lactating cows (mix ages and duration of lactating) from Pathumthani Campus farm, Rajamangala University of Technology Thanyaburi. The raw milk samples were collected every 2 weeks between January to August 2006 (15 times). The total 92 samples were tested for incidence of antimicrobial residues by 2 different tests: European Four Plate Test (EFPT) and Antimicrobial Residue Screening Test Kit. The results from EFPT found antimicrobial residues 0.09 per 100 samples, sensitivity and specificity were 66.67% and 100%, respectively. The Test Kit found antimicrobial residues 0.11 per 100 samples, sensitivity and specificity were 83.33% and 100%, respectively. The results of both tests appeared in the same direction.

Keywords: Antimicrobial residues, test kit, raw milk, European four plate test

---

[1/]คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ต. ประชาธิปัตย์ อ. ธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130

[1/]Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Prachatipat, Thanyaburi, Pathum Thani, 12130, Thailand

[2/]ศูนย์ติดตามการดื้อยาของเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2/]Center for Antimicrobial Resistance Monitoring in Food-borne Pathogens, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Wangmai, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

บทคัดย่อ: จากการเก็บตัวอย่างน้ำนมดิบจากแม่โคที่กำลังให้นมจำนวน 13 ตัว โดยคละอายุ และคละระยะเวลาการให้นม จากฟาร์มวิทยาเขตปทุมธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมจำนวน 15 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 2 สัปดาห์ ในระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549 รวมจำนวนตัวอย่างน้ำนมทั้งสิ้น 92 ตัวอย่าง เพื่อตรวจหาอุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพตกค้างในน้ำนมดิบ โดยใช้วิธี European Four Plate Test (EFPT) เปรียบเทียบกับการใช้ชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้าง (Antimicrobial Residue Screening Test Kit) พบว่าจากการตรวจโดยวิธี EFPT พบอัตราอุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพตกค้าง 0.09 ต่อ 100 ตัวอย่าง โดยมีความไว 66.67 % และความจำเพาะ 100 % ส่วนการตรวจโดยใช้ชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้าง พบอัตราอุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพตกค้าง 0.11 ต่อ 100 ตัวอย่าง มีความไว 83.33 % และความจำเพาะ 100 % โดยผลจากการตรวจทั้ง 2 วิธีเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

คำสำคัญ: ยาต้านจุลชีพตกค้าง ชุดตรวจสอบ น้ำนมดิบ European four plate test

บทนำ

ปัจจุบันยาต้านจุลชีพมีบทบาทสำคัญในการรักษาโรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโคนมอย่างกว้างขวาง ตั้งแต่โรคที่ไม่รุนแรง เช่น แผลติดเชื้อมีหนอง มดลูกอักเสบไปจนกระทั่งถึงโรคระบาดที่สำคัญ เช่น โรคแอนแทรกซ์ หรือการเกิดโรคอนาพลาสโมซีส เป็นต้น การที่มีการใช้ยาต้านจุลชีพมากขึ้น จะทำให้โอกาสเกิดการตกค้างของยาต้านจุลชีพในน้ำนมมีได้มากยิ่งขึ้นตามไปด้วย ในการเกิดการตกค้างของยาต้านจุลชีพนี้ก็จะมีผลข้างเคียงอย่างมากต่อผู้บริโภคน้ำนม ซึ่งกลุ่มคนที่บริโภคน้ำนมส่วนใหญ่คือ ทารก เด็กกำลังเจริญเติบโต สตรีมีครรภ์ และผู้ป่วยที่พักฟื้น โดยผลข้างเคียงที่สำคัญก็คือ การแพ้ยา ซึ่งกรณีที่เป็นการแพ้ยาน้อย ๆ อาจพบผลข้างเคียงเพียงการเกิดผื่นแดง หรือเกิดการบวมน้ำ ปวดศีรษะ แต่กรณีที่แพ้อย่างรุนแรงอาจทำให้เสียชีวิตได้ ผลข้างเคียงที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ อาจทำให้เกิดการดื้อยาของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นผลจากการได้รับยาต้านจุลชีพในระดับต่ำ ทำให้จุลินทรีย์มีการสร้างพันธุกรรมที่ดื้อยาชนิดนั้น ๆ และถ่ายทอดไปยังจุลินทรีย์ลูกหลานต่อไป นอกเหนือจากที่มีผลต่อผู้บริโภคโดยตรงแล้ว ยังมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการแปรรูปน้ำนม เช่น การทำเนยแข็ง โดยจะทำให้เกิดปัญหาในกระบวนการหมักจุลินทรีย์ ทำให้เกิดความเสียหายในกระบวนการผลิต

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการตรวจหาอุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพในน้ำนมดิบจากแม่โคแต่ละตัว โดยวิธี European Four Plate Test (EFPT) ซึ่งเป็นวิธีที่ห้องปฏิบัติการที่กรมปศุสัตว์รับรอง และห้องปฏิบัติการหลายแห่งในประเทศไทยใช้อยู่ และเป็นวิธีที่ประเทศส่วนใหญ่ในสหภาพยุโรปให้การยอมรับ เปรียบเทียบกับการใช้ชุดตรวจ Antimicrobial Residue Screening Test (AM-Test™) ที่ทางศูนย์ติดตามการดื้อยาของเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้พัฒนาขึ้นภายหลังจากที่ผลิตชุดตรวจสอบ เคเอส-9 ที่มีประสิทธิภาพในการตรวจหายาปฏิชีวนะตกค้างได้ดีมาก โดยมีค่าความไว ความจำเพาะ และความแม่นยำสูงเกือบเท่ากับ 100% (เกรียงศักดิ์ และธงชัย, 2541ข) สำหรับชุดตรวจสอบชุดใหม่ที่นำมาใช้นี้ได้มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้ใช้งานสะดวก และแปลผลง่าย และชุดตรวจสอบทั้ง 2 ชุดนี้อาศัยหลักการเช่นเดียวกันคือ Microbial Inhibition Assay เหมือนกัน

ผลการศึกษาที่ได้ จะนำไปใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการสุขาภิบาลโคนม ด้านการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ สุขศาสตร์น้ำนม และการปรับปรุงด้านการจัดการฟาร์มต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างน้ำนมดิบ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมดิบมาจากแม่โคในฟาร์มวิทยาเขตปทุมธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 13 ตัว ซึ่งคละอายุ คละระยะเวลาการให้นม และมีประวัติการใช้ยาปฏิชีวนะก่อนหน้านี้ดังนี้

12 กุมภาพันธ์ 2549 013 เต้านมอักเสบ ฉีด oxytetracycline เข้ากล้ามเนื้อ นาน 6 วัน

26 กุมภาพันธ์ 2549 038 เต้านมอักเสบ สอดยา cloxacillin เข้าเต้านม นาน 3 วัน

9 มีนาคม 2549 038 เต้านมอักเสบ สอดยา cephalosporin เข้าเต้านมและฉีด cephalosporin เข้ากล้ามเนื้อ นาน 5 วัน

24 มีนาคม 2549 019 เต้านมอักเสบ สอดยา cephalosporin เข้าเต้านมและฉีด cephalosporin เข้ากล้ามเนื้อ นาน 3 วัน

18 เมษายน 2549 006 ซึม มีหนองไหลจาก vulva ฉีด oxytetracycline เข้ากล้ามเนื้อ นาน 7 วัน

30 เมษายน 2549 023 เต้านมอักเสบ สอดยา cephalosporin เข้าเต้านมและฉีด cephalosporin เข้ากล้ามเนื้อ นาน 3 วัน

5 พฤษภาคม 2549 023 เป็นแผลที่เต้านม ฉีด cephalosporin เข้ากล้ามเนื้อ นาน 3 วัน

038 ขาเจ็บ บวมที่ต้นขา ฉีด cephalosporin เข้ากล้ามเนื้อ นาน 5 วัน

28 พฤษภาคม 2549 019 เต้านมอักเสบ สอดยา cephalosporin เข้าเต้านมและฉีด cephalosporin เข้ากล้ามเนื้อ นาน 3 วัน

22 มิถุนายน 2549 038 เต้านมอักเสบ สอดยา cephalosporin เข้าเต้านมและฉีด cephalosporin เข้ากล้ามเนื้อ นาน 5 วัน

7 สิงหาคม 2549 016 เต้านมอักเสบ สอดยา cephalosporin เข้าเต้านมและฉีด cephalosporin เข้ากล้ามเนื้อ นาน 3 วัน

21 สิงหาคม 2549 024 ขาเจ็บ เดินกระเพลก ฉีด enrofloxacin เข้าใต้ผิวหนัง นาน 3 วัน

*หมายเหตุ ในการให้ยาต้านจุลชีพทุกครั้ง ได้มีคำสั่งให้งดใช้นมเพื่อการบริโภคเป็นเวลา 3-5 วัน โดย cephalosporin และ cloxacillin งดใช้นม 3 วัน oxytetracycline และ enrofloxacin งดใช้นม 5 วัน

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมดิบทั้งหมด 15 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 2 สัปดาห์ ตั้งแต่ เดือนมกราคม ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2549 ได้จำนวนตัวอย่างรวม 92 ตัวอย่าง

วิธีการเก็บตัวอย่าง ทำโดยการรีดนมจากแม่โคใส่ในขวดฝาเกลียวที่ฆ่าเชื้อแล้วขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นบรรจุในกล่องที่มีน้ำแข็งเพื่อรักษาอุณหภูมิให้เย็นสม่ำเสมอที่ 4-6 องศาเซลเซียส แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที

การคำนวณ

อัตราอุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพตกค้าง

$$= \frac{\text{จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบยาต้านจุลชีพตกค้าง}}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมด}} \times \text{ค่าคงที่}$$

ค่าคงในที่นี้ = 100

การคำนวณหาค่าความไว (Sensitivity)

$$= \frac{\text{ผลบวกจริง}}{\text{ผลบวกจริง + ผลลบเท็จ}} \times 100\%$$

การคำนวณหาค่าความจำเพาะ (Specificity)

$$= \frac{\text{ผลลบจริง}}{\text{ผลลบจริง + ผลบวกเท็จ}} \times 100\%$$

วิธีการทดสอบหายาต้านจุลชีพตกค้าง

ในการศึกษาอุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพตกค้างในน้ำนมดิบครั้งนี้ ได้ดำเนินการตรวจโดยใช้วิธี European Four Plate Test (EFPT) และวิธีการตรวจโดยชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้าง (Antimicrobial Residue Screening Test Kit)

การตรวจโดย European Four Plate Test

1. หลักการ

European Four Plate Test (EFPT) เป็นวิธีการตรวจสอบหายาปฏิชีวนะ โดยใช้หลักการ

Microbial inhibition plate assay เป็นการตรวจสอบในเชิงคุณภาพ ดังนั้นจึงไม่มีรายงานการทำค่า Limit of Detection (LOD)

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้คือ *Micrococcus luteus* ATCC 9341 และ *Bacillus subtilis* ATCC 6633

2. การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

2.1 *Micrococcus luteus*

ทำการเพาะเชื้อ *M. luteus* จาก stock ไปเลี้ยงใน nutrient agar (NA) บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง แล้วปรับเชื้อให้มีความขุ่นเท่ากับ McFarland No. 2 ($6x10^8$ CFU/ml) ในสารละลาย 0.85% NaCl

2.2 *Bacillus subtilis*

ทำการเพาะเชื้อ *B. subtilis* จาก stock ไปเลี้ยงใน nutrient agar spore (NA spore) บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 3-5 วัน แล้วปรับเชื้อให้มีความขุ่นเท่ากับ McFarland No. 2 ($6x10^8$ CFU/ml) ในสารละลาย 0.85% NaCl

3. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อในการตรวจสอบ

3.1 *Micrococcus luteus*

นำสารละลายเชื้อ *M. luteus* ที่เตรียมได้ มาผสมกับ inhibitory substances test media (assay agar pH 8.0) ที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วน 2 มิลลิลิตรต่อลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วใช้ 8 มิลลิลิตร เทใน petridish

3.2 *Bacillus subtilis*

นำสารละลายสปอร์ของเชื้อ *B. subtilis* ที่เตรียมได้ มาผสมกับ inhibitory substances test media (assay agar pH 6.0) ที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วใช้ 8 มิลลิลิตร เทใน petridish

นำสารละลายสปอร์ของเชื้อ *B. subtilis* ที่เตรียมได้ มาผสมกับ inhibitory substances test media (assay agar pH 7.2) ที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นใส่ trimethoprim ให้มีความเข้มข้นสุทธิที่ 0.05 ppm ผสมให้เข้ากัน แล้วใช้ 8 มิลลิลิตร เทใน petridish

นำสารละลายสปอร์ของเชื้อ *B. subtilis* ที่เตรียมได้ มาผสมกับ inhibitory substances test media (assay agar at pH 8.0) ที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วใช้ 8 มิลลิลิตร เทใน petridish

4. การตรวจสอบหายาปฏิชีวนะในตัวอย่าง

ใช้ disk ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร จุ่มในตัวอย่างน้ำนมดิบ แล้วนำไปวางบนผิวอาหารวุ้นที่เตรียมไว้ (*B. subtilis* ใน assay agar ที่ pH 6, 7.2 และ 8 และ *M. luteus* ใน assay agar ที่ pH 8) โดยมีการเปรียบเทียบกับ disk ที่จุ่ม buffer solution เป็น negative control และ disk ที่จุ่มยาปฏิชีวนะเป็น positive control ด้วย บ่มเลี้ยงเชื้อที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง

5. เกณฑ์การตัดสิน

ถ้าเกิด inhibition zone ขนาดเกิน 2 มิลลิเมตร จาก disk ที่จุ่มตัวอย่างน้ำนมดิบ แสดงว่ามียาปฏิชีวนะอยู่ในตัวอย่างที่ตรวจ

การตรวจโดยชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้าง

1. หลักการ

ชุดตรวจสอบที่ใช้นี้เป็นชุดตรวจสอบสารต้านจุลชีพตกค้างในน้ำนม โดยวิธี test diffusion method เช่นเดียวกับชุดตรวจสอบเคเอส-9 โดยชุดตรวจสอบทั้งสองนี้คิดค้นและพัฒนาโดย คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งชุดตรวจสอบนี้ประกอบด้วยสปอร์ของ *Bacillus stearothermophilus* var. *carlidolactis* ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เอื้ออำนวยต่อการซึมผ่านของสารต้านจุลชีพและการเจริญเติบโตของสปอร์เมื่ออุ่นที่อุณหภูมิ 65±1 องศาเซลเซียส และสามารถอ่านผลได้ภายใน 2 ชั่วโมง 30 นาที ถึง 3 ชั่วโมง

2. วิธีการใช้ชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้าง

2.1 หยอดน้ำนมดิบ 0.1 มิลลิลิตร ลงในชุดตรวจสอบ

2.2 ปิดฝาหลอดทดสอบด้วยเทปกาวแล้วอบเพาะที่ 65±1 องศาเซลเซียส 3-4 ชั่วโมง แล้วอ่านผลเมื่อหลอดควบคุม (negative control) เปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งหมด

3. เกณฑ์การตัดสิน

ถ้าสีของชุดตรวจสอบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แสดงว่าตัวอย่างไม่มีสารต้านจุลชีพตกค้างอยู่ ถ้าสีของชุดตรวจสอบยังคงเป็นสีม่วงแสดงว่ามียาตกค้างในตัวอย่าง แต่ถ้าสีของชุดตรวจสอบเป็นสีม่วงด้านบนและมีสีเหลืองด้านล่างหรือม่วงจางลง แต่ไม่เป็นสีเหลือง แสดงว่าในตัวอย่างมียาตกค้างในปริมาณต่ำกว่าความเข้มข้นที่ชุดตรวจสอบสามารถตรวจพบ 100% (Detection Limits) จากการศึกษาความน่าเชื่อถือของชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้างนี้พบว่ามีความไว 96% และค่าความจำเพาะสูง 100% และความแม่นยำ 99% (เกรียงศักดิ์ และธงชัย, 2541ข)

ผลการศึกษา

ผลการตรวจหายาต้านจุลชีพตกค้างในน้ำนม จำนวน 92 ตัวอย่าง มีผลบวกหรือมียาต้านจุลชีพตกค้างจำนวน 12 ตัวอย่าง ตามตารางที่ 1 หรือร้อยละ 13 จากการตรวจด้วยวิธี European Four Plate Test ให้ผลบวกทั้งหมด 8 ตัวอย่าง และ 6 ใน 8 ตัวอย่างนี้ก็ให้ผลเป็นบวกด้วยเช่นกันกับการใช้ชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้าง แต่มี 2 ตัวอย่างที่ให้ผลบวกจากวิธี EFPT ขณะที่ชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้าง ให้ผลเป็นลบ ผลจากการใช้ชุดตรวจตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้างให้ผลบวกทั้งหมด 10 ตัวอย่าง แต่มี 4 ใน 10 ตัวอย่างนี้ที่ให้ผลลบจากการตรวจด้วยวิธี EFPT และผลการตรวจจากทั้งสองวิธีที่ให้ผลลบมีจำนวน 80 ตัวอย่าง ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 และประวัติการรักษา แสดงให้เห็นว่า การที่ผลการตรวจหายาต้านจุลชีพตกค้างโดยวิธี EFPT ได้ผลเป็นลบ แต่โดยวิธีการใช้ชุดตรวจสอบได้ผลเป็นบวกจำนวน 4 ตัวอย่าง และผลการตรวจโดยวิธีการใช้ชุดตรวจสอบได้ผลเป็นลบ แต่โดยวิธี EFPT ได้ผลเป็นบวกจำนวน 2 ตัวอย่าง ผลที่เป็นลบที่ได้ในทั้งสองกรณีจัดเป็นผลลบเท็จ เนื่องจากในประวัติการรักษามีการใช้ยาต้านจุลชีพในการรักษาโรคก่อนและขณะการเก็บตัวอย่างน้ำนม

อัตราอุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพตกค้างที่ตรวจโดยวิธี EFPT เท่ากับ 0.09 ต่อ 100 ตัวอย่าง ส่วนอัตราอุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพตกค้างที่ตรวจโดยใช้ชุดตรวจสอบ เท่ากับ 0.11 ต่อ 100 ตัวอย่าง ค่าความไวของการตรวจโดยใช้ EFPT เท่ากับ 66.67% ส่วนค่าความไวในการตรวจโดยใช้ชุดตรวจสอบ เท่ากับ 83.33% และค่าความจำเพาะของการตรวจโดยใช้ EFPT และการตรวจโดยใช้ชุดตรวจสอบ เท่ากับ 100%

วิจารณ์

จากการศึกษาการตรวจหายาต้านจุลชีพตกค้างในน้ำนม พบว่า การตรวจโดยวิธี European Four Plate Test (EFPT) มีอัตราอุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพตกค้าง 0.09 ต่อ100 ตัวอย่าง โดยมีความไว 66.67 % และความจำเพาะ 100% ส่วนชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้าง พบอัตราอุบัติการณ์ของยาต้านจุลชีพตกค้าง 0.11 ต่อ 100 ตัวอย่าง มีความไว 83.33% และความจำเพาะ 100% ซึ่งสอดคล้องกับที่ เกรียงศักดิ์ และธงชัย (2541ก) รายงานว่า วิธีการตรวจหายาต้านจุลชีพตกค้างโดยใช้ชุดตรวจนี้มีประสิทธิภาพดีกว่าชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้างที่ผลิตในต่างประเทศ และวิธี disk assay ที่ใช้ *B. subtilis* โดยสามารถตรวจพบยาต้านจุลชีพตกค้างในปริมาณที่ต่ำกว่า และตรวจพบยาต้านจุลชีพตกค้างได้ดีกว่าด้วย

การตรวจโดยวิธี EFPT ให้ผลลบเท็จ อาจเป็นลักษณะเดียวกันกับที่ นริศร และคณะ (2547) ได้รายงานไว้ว่า การตรวจตัวอย่างจากไก่ที่ได้รับยาปฏิชีวนะไปแล้ว 4 วัน โดยวิธี EFPT ให้ผลลบถึง 87.03% ในขณะที่ชุดตรวจสอบ (ชุดตรวจเคเอส 9/ เคเอส 9 เอส) ให้ผลลบเพียง 45.37% และธงชัย และคณะ (2545) ได้กล่าวไว้ว่า EFPT มีความจำเพาะค่อนข้างต่ำ จึงมักเกิดผลลบเท็จ

การตรวจโดยวิธีใช้ชุดตรวจสอบที่ให้ผลลบเท็จนั้น ธงชัย และคณะ (2539) ได้รายงานว่า การอุ่นน้ำนมอาจทำให้เกิดผลลบเท็จได้ ซึ่งสอดคล้องกับที่ สมภพ และคณะ (2539) รายงานว่า การอุ่นน้ำนมก่อนทำการ

Table 1 Numbers and date of sample collections and results of antimicrobial residues tests by European Four Plate Test and Antimicrobial Residue Screening Test Kit.

Cow No. / Collection No./Date	004	006	007	013	016	019	021	023	024	037	038	041	043
1 30/1/06	|	|		|		|	|	|	|		|		
2 14/2/06	|			|$^{+1}$,$^{+2}$, $^{-3}$, $^{-4}$,$^{+5}$		|	|	|	|	|	|		
3 27/2/06	|	|				|	|	|		| $^{-1}$,$^{-2}$, $^{-3}$,$^{-4}$,$^{+5}$		
4 15/3/06	|	|				|	|	|	|		|$^{+1}$,$^{+2}$, $^{+3}$,$^{+4}$,$^{+5}$		
5 29/3/06		|	|			| $^{+1}$,$^{-2}$, $^{-3}$,$^{-4}$,$^{-5}$	|	|			|		
6 20/4/06		|$^{+1}$,$^{+2}$, $^{+3}$,$^{+4}$,$^{+5}$	|			|	|	|				|		
7 3/5/06		|$^{+1}$,$^{+2}$, $^{+3}$,$^{+4}$,$^{+5}$	|			|	|	| $^{-1}$,$^{-2}$, $^{-3}$,$^{-4}$,$^{+5}$			|		
8 19/5/06		| $^{-1}$,$^{-2}$, $^{-3}$,$^{-4}$,$^{+5}$	|			|	|	|			|		
9 31/5/06			|			|$^{+1}$,$^{+2}$, $^{+3}$,$^{-4}$,$^{+5}$	|		|		|		
10 14/6/06			|			|	|		|		|		
11 28/6/06			|		|	|	|		|		| $^{-1}$,$^{-2}$, $^{-3}$,$^{-4}$,$^{+5}$		
12 13/7/06			|		|	|			|			|	
13 26/7/06			|		|				|			|	|
14 8/8/06			|		|$^{+1}$,$^{+2}$, $^{+3}$,$^{+4}$,$^{+5}$				|			|	|
15 23/8/06			|		|				|$^{+1}$,$^{+2}$, $^{+3}$,$^{+4}$,$^{-5}$				|	|

*หมายเหตุ เครื่องหมาย | แสดงครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมดิบเพื่อตรวจหายาต้านจุลชีพตกค้าง

เครื่องหมาย + หมายถึง ผลบวก เครื่องหมาย - หมายถึง ผลลบ, ตัวอย่าง $^{+1}$,$^{+2}$,$^{+3}$,$^{+4}$,$^{+5}$

$^{+1}$,$^{+2}$, $^{+3}$ = ให้ผลบวกกับวิธี EFPT ต่อการยับยั้งเชื้อ *B. subtilis* ที่ pH 6.0, 7.2 และ 8.0

$^{+4}$ = ให้ผลบวกกับวิธี EFPT ต่อการยับยั้งเชื้อ *M. luteus* ที่ pH 8.0

$^{+5}$ = ให้ผลบวกต่อชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้าง

Table 2 Positive results found in EFPT and Test Kit from 92 samples.

Tests & Results / Numbers of samples	EFPT - Positive Test Kit - Positive	EFPT - Positive Test Kit - Negative	EFPT - Negative Test Kit - Positive	EFPT - Negative Test Kit - Negative
92	6	2	4	80

ตรวจหายากานามัยซินตกค้างด้วยวิธี Microbial Inhibition Disk Assay มีผลทำให้ความเข้มข้นของยากานามัยซินที่ตกค้างในตัวอย่างน้ำนมลดลง

ส่วนใหญ่น้ำนมแม่โคที่ตรวจพบยาต้านจุลชีพตกค้าง จะพบการตกค้างเพียง 1 รอบของการเก็บตัวอย่าง แสดงว่ายาต้านจุลชีพตกค้างจะหมดไปภายในระยะเวลาไม่เกิน 2 สัปดาห์ แต่กรณีแม่โคหมายเลข 006 มียาต้านจุลชีพตกค้างในน้ำนมนานเกิน 2 สัปดาห์ อาจเป็นเพราะแม่โคมีอายุมาก โดยขณะที่ทำการทดลองมีอายุถึง 9 ปี ซึ่งอาจมีผลต่อการตกค้างของยาต้านจุลชีพได้ และกรณีของแม่โคหมายเลข 038 นั้นเป็นเพราะมีการรักษาโรคเต้านมอักเสบซ้ำหลายครั้ง

สรุป

วิธีการตรวจโดยใช้ชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้าง เป็นวิธีที่ประหยัด สะดวก และมีประสิทธิภาพสูง และให้ผลที่เป็นทิศทางเดียวกันกับการตรวจโดยวิธี EFPT และจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า มีอุบัติการณ์ของการตกค้างของยาต้านจุลชีพในน้ำนมมาก ซึ่งจากประวัติการรักษาทำให้ทราบว่า ส่วนใหญ่เป็นผลจากการใช้ยาต้านจุลชีพในการรักษาโรคเต้านมอักเสบ ซึ่งข้อมูลนี้ จะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการสุขาภิบาล การคัดเลือกแม่พันธุ์ คุณภาพน้ำนมดิบ และด้านการจัดการฟาร์มต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.น.สพ.เกรียงศักดิ์ พูนสุข รศ.น.สพ.ดร.ธงชัย เฉลิมชัยกิจ ซึ่งเป็นผู้ให้การสนับสนุนในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ และอาจารย์เปล่งศรี อิงคนินันท์ ผู้ให้ความอนุเคราะห์ในการค้นคว้าหาข้อมูลต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ สายธนู และธงชัย เฉลิมชัยกิจ. 2541ก. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดตรวจสอบยาปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมโค. หน้า 77-87. *ใน*: เปล่งศรี อิงคนินันท์ (บก.). เอกสารประกอบการประชุมวิชาการโคนมและผลิตภัณฑ์ ครั้งที่ 2. คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เกรียงศักดิ์ สายธนู และธงชัย เฉลิมชัยกิจ. 2541ข. เคเอส-9 ชุดตรวจสอบยาปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมโคชนิดใหม่.หน้า 53-63. *ใน*: เปล่งศรี อิงคนินันท์ (บก.). เอกสารประกอบการประชุมวิชาการโคนมและผลิตภัณฑ์ ครั้งที่ 2. คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ธงชัย เฉลิมชัยกิจ ศุภชัย เนื้อนวลสกุล และเกรียงศักดิ์ สายธนู. 2539. ประสิทธิภาพของ Delvotest-P® และ Microbial Inhibition Disk Method ในการตรวจหายาปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมในประเทศไทย. หน้า 62-63. *ใน*: เปล่งศรี อิงคนินันท์ (บก.). เอกสารประกอบการประชุมวิชาการโคนมและผลิตภัณฑ์ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฉลองศิริราชสมบัติครบ 50 ปี. คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ธงชัย เฉลิมชัยกิจ เกรียงศักดิ์ พูนสุข เกรียงศักดิ์ แดงพรหมมณฑล เลิศวรปรีชา และกิตติกร โชติสกุลรัตน์. 2545. ประสิทธิภาพของชุดตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้างในเนื้อสัตว์ CM-Test. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 33(6 (Suppl.)): 376-379.

นริศร นางาม สรรเพชญ อังกิติตระกูล พิทักษ์ น้อยเมล์ และวสันต์ จันทรสนิท. 2547. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของการตรวจคัดกรองหายาปฏิชีวนะตกค้างในไก่เนื้อและไข่ไก่โดยใช้วิธีทริปเปิลมีเดี่ยมด้วยไตรเมทโทพริม วิธียูโร-เปี่ยนโฟรเพลท เทส และวิธีเทคนิคทิวดิฟฟิวชั่น. วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มข. 14(1):8-18.

สมภพ คุ้มทอง คมกฤช เทียนคำ ประจักษ์ เตียวยวด เกรียงศักดิ์ สายธนู ศุภชัย เนื้อนวลสกุล และรุ่งทิพย์ ชวนชื่น. 2539. การศึกษาการตกค้างของยากานามัยซิน (ในน้ำนมโค) ที่ใช้ในการรักษาโรคเต้านมอักเสบโดยการฉีดเข้าเต้านม. หน้า 1-15. เอกสารโครงการการเรียนการสอนเพื่อประสบการณ์ 2538. คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ใบบอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตร
ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

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

ในฐานะ ◯ ส่วนบุคคล

◯ องค์กร/หน่วยงาน (ชื่อ).....

.....

การสื่อสารที่ติดต่อได้ ◯ โทรศัพท์..... ◯ โทรศัพท์มือถือ.....

◯ แฟกซ์..... ◯ e – mail.....

ที่อยู่ในการจัดส่งวารสาร : .....

.....

.....

มีความประสงค์บอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตรเป็นเวลา (เช็คการเป็นสมาชิกตามระยะเวลาที่ต้องการ)

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

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

พร้อมนี้ข้าพเจ้าได้จัดส่ง ◯ ธนาณัติ ◯ ตั๋วแลกเงิน ◯ เงินสด มูลค่า.....บาท

สั่งจ่ายในนาม : คุณวิไลพร ธรรมตา

ที่ทำการไปรษณีย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50200

หมายเหตุ :

1. ส่งใบบอกรับเป็นสมาชิกวารสารเกษตรไปที่ : กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
2. ท่านที่ประสงค์จะสั่งซื้อวารสารฉบับย้อนหลัง สามารถสั่งซื้อได้ในราคาฉบับละ 60 บาท (รวมค่าจัดส่ง)

นโยบายวารสารเกษตร: ออกตรงเวลา-พัฒนาระดับ impact factor- ผู้เขียนบทความที่ส่งลงตีพิมพ์ต้องสมัครเป็นสมาชิก

JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 25 No. 2 June 2009

Inheritance of Apetalous Male Sterile Marigold

Pratumporn Kodkaew and Nuttha Potapohn.....95

Effects of Temperature and Storage Period on Pollinia Viability Percentage of *Dendrobium scabrilingue* Lindl., *D. anosmum* Lindl., *D. parishii* Rchb. f. and *D. peguanum* Lindl.

Chita Inpar and Nuttha Potapohn.....101

Use of Nutrient Balance for Improving Fruit Yield and Quality of Tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Sainampueng: III. Effect of Fruit Development on Leaf Nutrient Concentration

Pavinee Chanvichit, Tavatchai Radanachaless and Nantarat Supakamnerd.....109

Effectiveness of Ethephon for Inducing Deblossoming of Mango cv. Nam Dok Mai

Nissa Wansanoh and Tavatchai Radanachaless.....115

Effects of Culture Media and Explant Types on Callus Induction of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.)

Weerawan Phamorn and Pantipa Na Chiangmai.....125

Development of BC_4F_1 Rice Line of Rathu Heenati/KDML105 and Chai Nat 1 Carrying *Bph*3 Resistant Gene Against Brown Planthopper by Marker Assisted Selection

Jate Kotcharerk, Weerathep Pongprasert, Suradet Palawisut and Siriporn Korintrsak.....135

Comparison of Aphid (*Aphis craccivora* Koch) Resistance of Parents and Their F_1 Hybrids from Crossing between Yardlong Bean and Cowpea Accessions

Sorapong Benchasri, Ratree Chupan and Charassri Nualsri.....145

Biological Risks in Maize Production System and Farmers' Risk Management in Phayao Province

Jongrak Phunchaisri, Tavatchai Radanachaless, Phrek Gypmantasiri and Rungthip Utumpan.....155

Biological Risks in Litchi Production System and Farmers' Management in Phayao Province

Rungthip Utumpan, Tavatchai Radanachaless, Phrek Gypmantasiri and Jongrak Phunchaisri.....163

Effect of Black Pepper (*Piper nigrum* Linn.) Essential Oil on African Red Mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) (Actinedida: Tetranychidae)

Jarongsak Pumnuan, Warlardej Chantrasorn, Ammorn Insung and Pikanes Rongpol.....169

Incidence of Antimicrobial Residues in Raw Milk from Pathumthani Campus Farm, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Chanin Ratanasin and Kanokdon Siriwattanachai.....177

ISSN 0857-0841