



วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์ 2551

ผลของการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำต่อประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* Viggiani ในการควบคุมหนอนกออ้อย

วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิชพันธุ์ จิราพร ตยุดิวิมลกุล และเกียรติศักดิ์ เกิดสุข.....1

วงจรการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ว่านจูงนาง

ศศิธา รุจิวนิชย์กุล ฉันทนา สุวรรณธาดา และรณณรงค์ อินทุภูติ.....13

วงจรการเจริญเติบโตของกล้วยไม้เอื้องน้ำตัน

จารุวรรณ สุขเกษม และฉันทนา สุวรรณธาดา.....19

การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของการสร้างหวักล้วยไม้ดินนางอัสสาคริกในสภาพปลอดแก้ว

ธีรพล พรสวัสดิชัย และพิมพ์ใจ อาภาวัชรุตม์.....23

การขยายพันธุ์แบบจุลภาคของหนอนตายหยากในสภาพปลอดเชื้อ

อภิชาติ ชิดบุรี พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง และพิทักษ์ พุทธวรชัย.....31

การศึกษาโครโมโซมของว่านมหาโชค

พวงพรรณ บัวทอง และฉันทนา สุวรรณธาดา.....37

ผลของกรดแอสคอร์บิกต่อการเกิดสีน้ำตาลและกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของผลลำไยพันธุ์ดอหลังการเก็บเกี่ยว

คันสนีย์ กาบบัว และธนะชัย พันธุ์เกษมสุข.....43

คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลิฟที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์

วารินทร์ ใจวิเสน และदनัย บุญยเกียรติ.....51

การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง:

1. ระบบการผลิตในจังหวัดเชียงใหม่

ภาวินี จันทรวิจิตร และธวัชชัย รัตนขเลศ.....59

ผลของรูปแบบทรงต้นและโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและผลผลิตลำไย

วรางคณา จักรสาร และสุนทร นิลสำราญจิต.....71

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

เรื่องที่ตีพิมพ์

บทความวิจัย บทความปริทัศน์ หรือบทความวิชาการ

การเตรียมต้นฉบับ

1. ภาษา เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2. การพิมพ์ พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษขนาด A 4 ด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรม ไมโครซอฟท์เวิร์ด 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 อาจรวมการทบทวนเอกสาร (Review of Literature) และวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยได้ด้วย

3.5 อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) ให้อธิบายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 ผลการศึกษาหรือผลการทดลอง (Results) ให้บรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบ ตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

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

3.8 สรุป (Conclusion) ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ หรือ คำขอบคุณ (Acknowledgement)

อาจมีหรือไม่ก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. เอกสารอ้างอิง (References)

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

5.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษโดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนมีดังนี้

1) วารสาร (Journals)

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

วันทนา มุฑิตา และ ณัฐา ควรประเสริฐ. 2547. เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดลักษณะของฟิวเซีย. วารสารเกษตร 20(1): 10-18.

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

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

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

จริยา วิสิทธิ์พานิช ชาศรี สิทธิกุล และ ยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2545. โรคและแมลงศัตรูลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง. สมรรถนะการพิมพ์, เชียงใหม่. 308 หน้า.

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

3) เรื่องย่อในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน และมีบรรณานุกรม

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

ดำรง เวชกิจ และ สมบูรณ์ ทองสกุล. 2535. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. หน้า 22-42. ใน: สุวัฒน์ วลัยธารีย์ (บ.ก.). แมลงและศัตรูศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไอเดียสแควร์, กรุงเทพฯ.

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

4) วิทยานิพนธ์

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

อภิรักษ์ มณีพองษ์. 2547. ผลของการใช้ไอเซนต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่นๆ

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

6) สื่ออิเล็กทรอนิกส์

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

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

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

การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล โดยส่งถึง บรรณานุกรมวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Publisher	Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ/ปี)	Publication	Tri-annually
วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่วิทยาการด้านการเกษตร และสาขาที่เกี่ยวข้อง	Objective	To disseminate academic knowledge in agriculture and related fields
ที่ปรึกษา	คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ 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 บุรณพานิชพันธุ์	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.
	ผศ. วราภา คุณาพร		Warapa Kunaporn, Assist. Prof.
	รศ. ถนอม คลอดเพ็ง		Thanom Klodpeng, Assoc. Prof.
	รศ. ดร. ธวัชชัย รัตนซ์เลศ		Tavatchai Radanachaless, Dr. Agr., Assoc. Prof.
กองบรรณาธิการ	นางสาววิไลพร ธรรมตา	Editorial Board	Vilaiporn Thammata
ฝ่ายการจัดการ	นางสาวกมลวรรณ มโนแก้ว	(Management)	Kamonwan Manokaew
	นางสาวนพวรรณ นุบุญมา		Noppawan Nuboonma
	นางชโรชนีชัย ชัยมินทร์		Charochinee Chaimin
	นายกานต์ คงบรรทัด		Karn Khongbanthat
สำนักงานและ การติดต่อ	กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200 โทร. 0 5394 4089-92 ต่อ 11 โทรสาร 0 5394 4666 E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th	Office and Inquiries	Editorial Board, Journal of Agriculture, Research and International Relations, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand Tel: 0 5394 4089-92 Fax: 0 5394 4666 E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th
การขอรับ เป็นสมาชิก	ขอรับเป็นสมาชิกได้จากใบขอ รับเป็นสมาชิกท้ายเล่ม หรือติดต่อ กองบรรณาธิการโดยตรง	Membership	Apply through the membership form as attached herewith or contact directly to the Editorial Board
กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไข บทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร			The Editorial Board claims a right to review and correct all articles submitted for publishing

พิมพ์ที่โรงพิมพ์: ดาวคอมพิวกราฟิก 14 ถ. ศรีมังคลาจารย์ ซอยสายน้ำผึ้ง ต. สุเทพ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200 โทร. 08 6654 7376, 0 5388 1097

บทบรรณาธิการ

ปัจจุบันมีวารสารทางวิชาการเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ส่วนหนึ่งเพื่อตอบสนองมาตรฐานใหม่ของการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาระดับอุดมศึกษา (สกอ.) ได้กำหนดให้ผลงานวิทยานิพนธ์ทุกเล่ม ต้องได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ วารสารทางวิชาการจึงเป็นช่องทางสำคัญในการบรรลุข้อกำหนดดังกล่าว

วารสารเกษตร ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ ได้ดำเนินการตีพิมพ์บทความทางวิชาการมาอย่างต่อเนื่องยาวนาน ปีนี้เป็นปีที่ 24 โดยในฉบับแรกนี้ กองบรรณาธิการวารสาร ได้มีปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการจัดการภายในหลายอย่าง เพื่อตอบสนองต่อความต้องการการตีพิมพ์ที่มากขึ้น และ กองบรรณาธิการได้กำหนดเป้าหมายสำคัญคือการออกวารสารให้ตรงเวลาอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้าง impact factor ของวารสาร

วารสารฉบับแรกของปีที่ 24 นี้ ออกหลังกำหนดเล็กน้อย เนื่องจากมีความล่าช้ามาจากการจัดทำวารสาร เล่ม ปีที่ 23(3) ทั้งนี้เพราะเรามีภารกิจเพิ่มขึ้นในการจัดทำวารสาร ปีที่ 23 ฉบับพิเศษ ซึ่งจะจัดส่งให้เป็นโบนัสสำหรับท่านสมาชิกวารสารทุกท่าน อย่างไรก็ตาม สำหรับวารสารปีที่ 24 ฉบับที่ 2 เรามั่นใจว่าจะสามารถออกได้ตรงเวลานั่นเอง

ในวารสารเล่มนี้ เราได้ปรับปรุงคำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ท่านที่ประสงค์จะส่งเรื่องลงพิมพ์ กรุณาใช้รูปแบบตามคำแนะนำนี้ เพื่อลดเวลาในการตรวจแก้ไข ซึ่งจะช่วยให้วารสารออกได้เร็วขึ้น

ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ

บรรณาธิการ

ผลของการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำต่อประสิทธิภาพของ
แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* Viggiani
ในการควบคุมหนอนกออ้อย

Effects of Cold Storage on Efficiency of Egg
Parasitoid, *Trichogramma confusum* Viggiani
(Hymenoptera: Trichogrammatidae),
in Controlling Sugarcane Stem Borers

วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ^{1/*} ไสว บุรณพานิชพันธุ์^{2/} จิราพร ตยุดิวิกุล^{2/} และเกียรติศักดิ์ เกิดสุข^{1/}
Weerathep Pongprasert^{1/*}, Sawai Buranapanichpan^{2/}, Jiraporn Tayutivutikul^{2/} and Kiattisak Kertsuk^{1/}

Abstract: Egg parasitoid *Trichogramma confusum* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae) is an important natural enemy of sugarcane stem borers providing excellent control result worldwide. Currently, the demand of this egg parasitoid has been increased rapidly. However, the process of parasitoid production has been limited by many factors and the amount of egg parasitoid production could not be reached the demand related to those of pest in time. The prolonging storage life of egg parasitoid from high production period to supply the need of egg parasitoid at the appropriate time by slowing down its growth rate with low temperature condition was the significant way to improve the management program of sugarcane stem borers efficiently. Therefore, the effects of cold storage on the efficiency of egg parasitoid *T. confusum* to control sugarcane stem borers were carried out. The pupa of *T. confusum* were stored under temperature at 4 °C and 75±5 % RH for 12 weeks and part of them was removed out every week in order to evaluate their quality and efficiency of emerging

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

^{2/} ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

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

* Corresponding author: Tel.0-1917-9347, Fax. 0-5526-1986, E-mail address: weerathepp@yahoo.com

adults based on experiment using completely randomized design with 5 replications. *T. confusum* could be preserved under low temperature at 4 °C and 75±5 % RH for 1-6 weeks, since the high numbers of emerging adults were significantly found (60-89%) and efficiency of surviving adults was high; however, the effect on their sex ratio was not found.

Keywords: Egg parasitoid, *Trichogramma confusum*, sugarcane stem borer, cold storage

บทคัดย่อ: แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* Viggiani เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของหนอนกออ้อย แลให้ผลการควบคุมในระดับดีมากจนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ในปัจจุบันความต้องการใช้แตนเบียนไข่ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนการผลิตแตนเบียนมีข้อจำกัดจากปัจจัยต่าง ๆ มากมาย ทำให้ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการและสอดคล้องกับปริมาณของศัตรูพืชได้ทันเวลา การยืดอายุการเก็บรักษาแตนเบียนไข่จากช่วงเวลาที่สามารถผลิตได้ในปริมาณมากไว้ภายใต้อุณหภูมิต่ำเพื่อชะลอการเจริญเติบโต จึงเป็นแนวทางที่ช่วยในการปรับปรุงวิธีการควบคุมหนอนกออ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงได้ดำเนินการศึกษาถึงผลกระทบของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่มีต่อประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ในการควบคุมไข่ของผีเสื้อหนอนกออ้อย โดยการเก็บรักษาดักแดแตนเบียนไข่ *T. confusum* ภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ และทำการประเมินผลกระทบที่มีต่อคุณภาพและประสิทธิภาพของตัวเต็มวัยทุกสัปดาห์ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 5 ซ้ำ จากนั้นทำการเปรียบเทียบคุณภาพและประสิทธิภาพของแตนเบียน จากผลการทดสอบพบว่า แตนเบียนไข่ *T. confusum* สามารถเก็บรักษาไว้ได้ภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 ถึง 6 สัปดาห์ โดยอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนไข่อยู่ในช่วงร้อยละ 60 ถึงร้อยละ 89 ตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ที่รอดชีวิตยังคงมีประสิทธิภาพสูง และการเก็บรักษาในเวลาดังกล่าวไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนเพศ

คำสำคัญ: แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* หนอนกออ้อย การเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำ

คำนำ

หนอนกออ้อย หรือหนอนเจาะลำต้นและยอดอ้อย เป็นแมลงศัตรูอ้อยที่ทำลายอ้อยได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ทำให้เกิดอาการยอดแห้ง (dead heart) ในระยะหน่อ ทำให้เกิดยอดตาย (dead top) ในระยะอ้อยโต และส่งผลให้อ้อยแตกแขนงเป็นพุ่ม (bunchy top) สร้างความเสียหาย ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยเป็นอย่างมาก รวมทั้งการป้องกันกำจัดกระทำได้อย่างที่สุด ในปี พ.ศ. 2543 พบว่ามีการระบาดของหนอนกออ้อยทั่วประเทศ คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 777,028 ไร่ คิดเป็นมูลค่าความเสียหายมากกว่า 2,328 ล้านบาท (กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพด

และพืชไร่, 2544) การป้องกันกำจัดหนอนกออ้อยมีหลายวิธี แต่วิธีการที่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยนิยมมากที่สุด คือ การใช้สารเคมีกำจัดแมลง เนื่องจากง่ายในการซื้อหา สะดวกรวดเร็ว และให้ผลการควบคุมที่ชัดเจน (เตือนจิตต์ และสาทร, 2535) อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันรัฐบาลไทยมีนโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรลด การใช้สารเคมีทางการเกษตรในการผลิตพืช เพื่อปรับปรุงคุณภาพสินค้าเกษตรและอาหารของไทยให้อยู่ในระดับมาตรฐาน ดังนั้นวิธีการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ซึ่งเป็นวิธีการควบคุมที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่ามีความปลอดภัยมาก ต่อสภาพแวดล้อมและมนุษย์ จึงได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการควบคุมศัตรูพืช ในกรณีของการควบคุมหนอนกออ้อย

ได้มีการนำแตนเบียน *Trichogramma confusum* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ซึ่งเป็นแตนเบียนลงทำลายไข่ของผีเสื้อหนอนกออ้อยหลายชนิดมาใช้ประโยชน์ ซึ่งให้ผลการควบคุมเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และสามารถลดการใช้สารฆ่าแมลงในแปลงอ้อยได้อย่างชัดเจน (ฐชาติ และคณะ, 2546) อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการผลิตแตนเบียนไข่ในปัจจุบัน ต้องเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ ในการผลิตหลายขั้นตอน ตั้งแต่การผลิตไข่ของแมลงอาศัยให้เพียงพอ ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการนำไข่แมลงอาศัยให้แตนเบียนลงเบียนสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ความสมบูรณ์ของแตนเบียนพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้ในการเบียน ไข่แมลงอาศัย ฯลฯ ซึ่งการจัดการให้ทุก ๆ ปัจจัยในแต่ละขั้นตอน ให้มีความสอดคล้องลงตัว เพื่อการผลิตแตนเบียนที่มีประสิทธิภาพในปริมาณมากอย่างเพียงพอ ท้นต่อความต้องการของเกษตรกรเป็นสิ่งที่ทำได้ลำบากมาก ด้วยข้อจำกัดของกระบวนการผลิต และการเร่งการผลิตให้ทันต่อความต้องการของเกษตรกร ทำให้เกิดปัญหาเรื่องคุณภาพและประสิทธิภาพของแตนเบียนลดลงอย่างมาก ส่งผลให้การควบคุมหนอนกออ้อยได้ผลลดลงในที่สุด แนวทางในการแก้ไขปัญหาการผลิตดังกล่าวสามารถกระทำได้โดยเก็บรักษาไข่ของแมลงอาศัยที่ถูกเบียนไว้ภายใต้สภาพอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อชะลอหรือหยุดการเจริญของแตนเบียนในระยะดักแด้ซึ่งยังอาศัยอยู่ในไข่ของแมลงอาศัย และทำให้ฟักขึ้นและเจริญต่อไปเป็นตัวเต็มวัยได้เมื่อต้องการนำมาใช้ประโยชน์โดยปรับสภาพอุณหภูมิให้สูงขึ้นอย่างเหมาะสม วิธีการนี้ประสบผลสำเร็จในการบริหารจัดการกระบวนการผลิตแตนเบียนของแมลงหลายชนิด (Boivin, 1994; Chang *et al.*, 1996) ในปัจจุบันจึงมีการศึกษาเทคนิควิธีการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. อย่างกว้างขวาง (Greenberg *et al.*, 1996; Ventura Garcia *et al.*, 2002; Tezze and Botto, 2004; Rundle *et al.*, 2004) แต่เนื่องจากแตนเบียนไข่ในวงศ์ Trichogrammatidae มีการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิแตกต่างกันอย่างมาก (Krishnamoorthy and Mani, 1999) ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาวิธีการเก็บรักษาและประสิทธิภาพของแตนเบียนในวงศ์นี้เป็นอย่างมาก ดังนั้นการศึกษาวิธีการเก็บรักษา

กับคุณภาพ และประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่แต่ละชนิดในแต่ละพื้นที่ยังคงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันและเพียงพอต่อการนำมาใช้ปรับปรุงแนวทางการควบคุมหนอนกออ้อยได้อย่างเหมาะสม จึงได้ดำเนินการศึกษาผลกระทบของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่มีต่อประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ในการควบคุมหนอนกออ้อยขึ้น เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. confusum* ภายใต้อุณหภูมิต่ำและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับแตนเบียนไข่ *T. confusum* สำหรับเป็นข้อมูลในการพัฒนาวิธีการการบริหารจัดการกระบวนการผลิตและการใช้ประโยชน์จากแตนเบียนไข่ *T. confusum* เพื่อควบคุมหนอนกออ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างแมลงเพื่อใช้ในการทดสอบ

ดำเนินการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณแตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์บริหารศัตรูพืชจังหวัดพิษณุโลก กรมส่งเสริมการเกษตร โดยใช้ไข่ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae) เป็นแมลงอาศัย นำไข่ผีเสื้อข้าวสารโรยบนกระดาษที่ทาขาวไว้ ให้ไข่เรียงเป็นชั้นเดียว จากนั้นนำแผ่นไข่มาผ่านแสงยูวีขนาด 30 วัตต์นาน 10 -15 นาที เพื่อไม่ให้ไข่ฟักเป็นตัวหนอน นำแผ่นไข่ดังกล่าวใส่ในกล่องพลาสติกสีเหลี่ยมขนาด 17x24x5 เซนติเมตร ปล่อยให้แตนเบียนไข่เป็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในอัตราส่วนเพศเมีย 1 ตัว/ไข่ผีเสื้อข้าวสาร 20 ฟอง จากนั้นทำการตัดแผ่นไข่ที่ถูกแตนเบียนไข่เบียนแล้ว ให้มีขนาด 0.5x0.5 เซนติเมตร (ประมาณ 100 ฟองต่อแผ่นไข่ 1 แผ่น) ทำการตรวจการเจริญเติบโตของแตนเบียนไข่ด้วยการผ่าตัดไข่ผีเสื้อข้าวสารทุก ๆ วัน หลังจากแตนเบียนไข่เริ่มเบียน เพื่อให้ได้ระยะที่เป็นดักแด้อย่างสมบูรณ์สำหรับการทดสอบ

การประเมินประสิทธิภาพแตนเบียนไข่ *T. confusum*

เมื่อแตนเบียนไข่ *T. confusum* เข้าดักแด้แล้ว นำแผ่นไข่ดังกล่าวใส่ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่

จำนวน 1 แผ่นต่อหลอด เก็บหลอดทดลองไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 ± 5 เปอร์เซ็นต์ และมีดิสไนท์ ซึ่งอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิมาตรฐานในการเก็บรักษาดักแด้นเบียนไข่ *Trichogramma* spp. หลายชนิด เช่น *T. chilonis*, *T. evanescens*, *T. pintoi*, *T. cordubensis* (Greenberg et al., 1996; Jalali and Singh, 1992; Ventura Garcia et al., 2002) จากนั้นทำการประเมินประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ทุกๆ สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน คือ

การประเมินประสิทธิภาพ อัตราการฟักออกจากดักแด้อัตราร่วงเพศ และความผิดปกติของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum*

เมื่อครบระยะเวลาการเก็บรักษาแตนเบียนตามที่กำหนด ทำการสุ่มเลือกหลอดทดลอง จำนวน 5 หลอด นับจำนวนไข่ฝักเชื้อข้าวสารที่ถูกเบียนบนแผ่นไข่แต่ละแผ่น จากนั้นนำหลอดทดลองใส่ลงในกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยมขนาด $17 \times 24 \times 5$ เซนติเมตร เก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ฟักเป็นตัวเต็มวัยได้ดีที่สุด (สุภาพรและคณะ, 2548) ทำการตรวจนับจำนวนแตนเบียนไข่ที่ฟักออกจากดักแด้นทุก ๆ วัน เป็นระยะเวลา 7 วัน โดยเก็บบันทึกข้อมูล จำนวนแตนเบียนไข่ตัวเต็มวัยที่ฟักออกมาทั้งหมด, จำนวนเพศผู้ - เพศเมีย และจำนวนตัวเต็มวัยที่ผิดปกติ (ปีกบิดเบี้ยว)

การทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ของแตนเบียนไข่ *T. confusum*

ทำการสุ่มเลือกตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่มีความสมบูรณ์ จำนวน 20 ตัว แบ่งเป็นเพศผู้และเพศเมียอย่างละ 10 ตัว นำแตนเบียนวางลงในกล่องพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 เซนติเมตร สูง 28 เซนติเมตร รอบ ๆ กล่องปิดด้วยกระดาษสีดำ บริเวณฝาปิดด้านบนเจาะรูวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เพื่อให้แสงส่องผ่านได้ ปิด

รูกล่องพลาสติกด้วย Petri dish ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ซึ่งด้านในทากาวไว้ และให้แสงสว่างด้วยหลอดไฟขนาด 50 วัตต์ การทดสอบดังกล่าว ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Dutton and Bigler (1995) จากนั้นทำการบันทึกข้อมูล แตนเบียนไข่ที่บินขึ้นมาติดกาวภายใน Petri dish หลังการปลดปล่อยเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

การทดสอบประสิทธิภาพการเบียนของแตนเบียนไข่ *T. confusum*

สุ่มเลือกตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่มีความสมบูรณ์ จำนวน 1 คู่ นำแตนเบียนใส่ลงใน Petri dish ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่มีแผ่นไข่ฝักเชื้อข้าวสารขนาด 0.5×0.5 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น (มีไข่ฝักเชื้อข้าวสารประมาณ 100 ฟอง) และให้ล่ำลือบนน้ำผึ้ง 10 เปอร์เซ็นต์เป็นอาหาร ปล่อยให้แตนเบียนเบียนเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำแตนเบียนออก หลังจากนั้น 5 วันไข่ที่ถูกเบียนจะเป็นสีดำ ทำการบันทึกข้อมูล อัตราการเบียนของแตนเบียนไข่ และการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่น F1

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) และประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของแตนเบียนไข่ภายในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีการของ Tezze and Botto (2004) ด้วยสมการ

$$AE = [E - (E \times D)] \times M$$

โดย AE คือ ผลรวมประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่

E คือ อัตราส่วนการฟักออกจากดักแด้นของแตนเบียน

D คือ อัตราส่วนความผิดปกติของตัวเต็มวัยแตนเบียน

M คือ อัตราส่วนความสามารถในการเคลื่อนที่ของแตนเบียน

ผลการทดลอง

การประเมินประสิทธิภาพ อัตราการฟักออกจากดักแด้ อัตราส่วนเพศ และความผิดปกติของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum*

การประเมินประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำ ก่อนการทดลองได้ทำการตรวจนับจำนวนไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ถูกเบียนบนแผ่นไข่ขนาด 0.5x0.5 เซนติเมตร พบว่า แผ่นไข่ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด จำนวน 65 แผ่น มีจำนวนไข่ที่ถูกเบียนอยู่ในช่วง 93 – 104 ฟอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100.03 และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดสอบด้วยวิธี T - test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$)

อัตราการฟักออกจากดักแด้ของแตนเบียนไข่ลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยมีอัตราการฟักลดลงสูงสุดในช่วงระหว่าง 6-7 สัปดาห์ (37.30%) ค่าเฉลี่ยการฟักของแตนเบียนตลอดการทดลองอยู่ในช่วงร้อยละ 4.13 – 88.57 และ อัตราการฟักสูงสุดที่การเก็บรักษาระยะเวลา 1-2 สัปดาห์แรก ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับอัตราการฟักในสภาพปกติ (ภาพที่ 1) อัตราการฟักต่ำกว่า ร้อยละ 50 พบหลังจากเก็บรักษาไว้นานเกินกว่า 6 สัปดาห์ เป็นต้นไป

ค่าเฉลี่ยการเจริญเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนไข่ *T. confusum* มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยค่าเฉลี่ยการเจริญเป็นตัวเต็มวัยของเพศผู้ในช่วงร้อยละ 16.53 – 53.88 โดยระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 1, 2, และ 6 สัปดาห์ มีอัตราการเจริญเป็นเพศผู้ที่สูงกว่าร้อยละ 50 ซึ่งไม่มีความแตกต่างจากที่พบในสภาพปกติทั่วไป ยกเว้นการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์เท่านั้นที่มีค่าต่ำกว่าในสภาพปกติมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 16.53 เท่านั้นส่วนการเจริญเป็นตัวเต็มวัยของเพศเมีย อยู่ในช่วงร้อยละ 46.12 – 83.47 โดยระยะเวลาการเก็บรักษาที่พบว่ามีอัตราการเจริญเป็นเพศเมียสูงสุด คือ การเก็บรักษาที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 83.47 ส่วนการเก็บรักษาที่ระยะเวลาอื่นๆ มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญเป็นเพศเมียไม่มีความแตกต่างกับอัตราการเจริญเป็นตัวเต็มวัยเพศเมียในสภาพปกติ (ภาพที่ 2)

ความผิดปกติของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่เกิดขึ้นจากการเก็บรักษาในระยะเวลาต่าง ๆ สังเกตได้ชัดเจนที่สุด คือสภาพของปีกที่บิดเบี้ยวผิดปกติ โดยค่าเฉลี่ยตัวเต็มวัยของแตนเบียนที่มีปีกผิดปกติอยู่ในช่วงร้อยละ 9.58 – 69.33 เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยแตนเบียนที่เก็บรักษาที่ระยะเวลา 1 และ 2 สัปดาห์ มีปีกผิดปกติในระดับที่ไม่มี ความแตกต่างกับสภาพแตนเบียนปกติ ส่วนระยะเวลาเก็บรักษา 12 สัปดาห์ พบแตนเบียนที่มีความผิดปกติของปีกสูงที่สุด (ภาพที่ 3)

การทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ของแตนเบียนไข่ *T. confusum*

ตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum* เพศผู้และเพศเมีย ที่ฟักออกจากดักแด้และมีสภาพสมบูรณ์ มีความสามารถในการเคลื่อนที่เข้าหาแสงไฟได้เฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.00 – 77.00 และความสามารถในการเคลื่อนที่เข้าหาแสงสูงสุดที่การเก็บรักษาที่ระยะเวลา 1 และ 2 สัปดาห์ ซึ่งไม่แตกต่างจากสภาพปกติของแตนเบียนไข่ และความสามารถนี้ลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยช่วงเวลาที่ลดลงสูงสุด คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 12 สัปดาห์ (ภาพที่ 4)

การทดสอบประสิทธิภาพการเบียนของแตนเบียนไข่ *T. confusum*

ประสิทธิภาพการเบียนของแตนเบียนไข่ *T. confusum* บนไข่ของผีเสื้อข้าวสารมีค่าเฉลี่ยการเบียนอยู่ในช่วง 0.20 – 25.80 ฟองต่อแตนเบียนเพศเมีย 1 ตัว โดยประสิทธิภาพการเบียนของแตนเบียนลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งประสิทธิภาพการเบียนลดลงอย่างช้า ๆ ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 1 -6 สัปดาห์ และเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วหลังเก็บรักษาที่ 7 สัปดาห์ เป็นต้นไป อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาที่ระยะเวลา 1, 2 และ 3 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยการเบียนไม่แตกต่างกับการเบียนของแตนเบียนในสภาพปกติ (ภาพที่ 5)

อัตราการฟักออกจากดักแด้ของลูกรุ่น F1 ของแตนเบียนไข่ *T. confusum* มีค่าเฉลี่ยในช่วงร้อยละ 0.00 – 92.90 โดยประสิทธิภาพการฟักของแตนเบียนลดลง

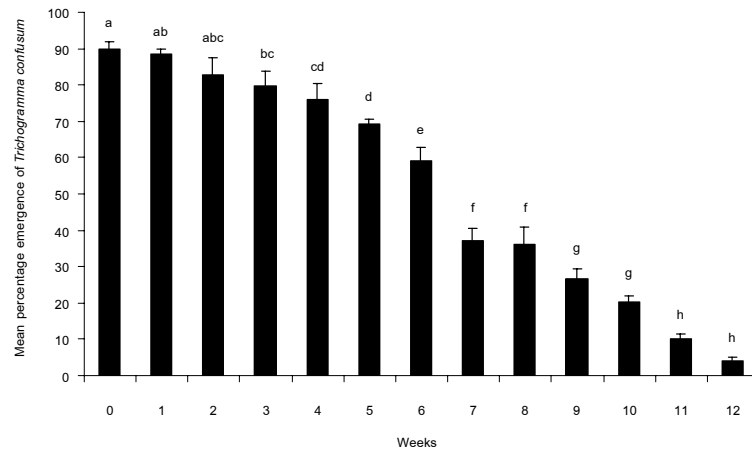


Figure 1 Shows mean percentage emergence of *Trichogramma confusum* (Mean $\pm$ SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value $\geq$ 0.05).

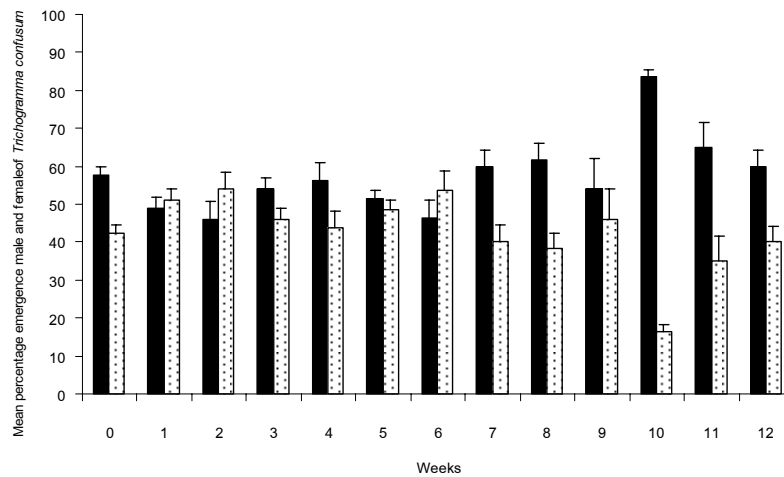


Figure 2 Shows mean percentage emergence male and female of *Trichogramma confusum* (Mean $\pm$ SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value $\geq$ 0.05);
 ■ = female, ▨ = male

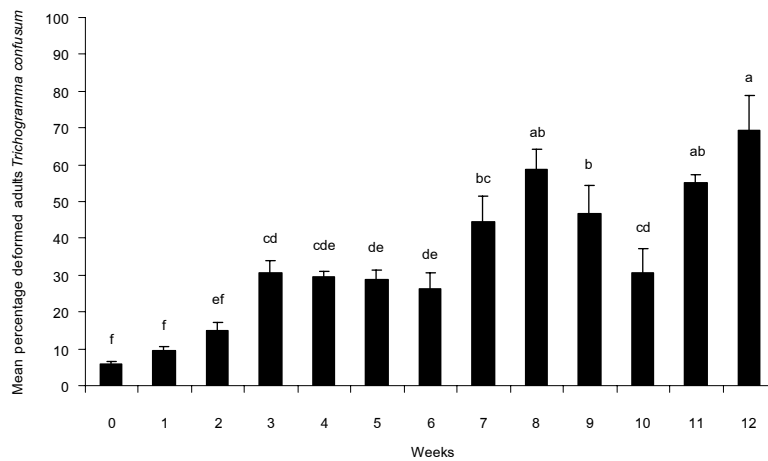


Figure 3 Shows mean percentage deformed adults of *Trichogramma confusum* (Mean±SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value ≥ 0.05).

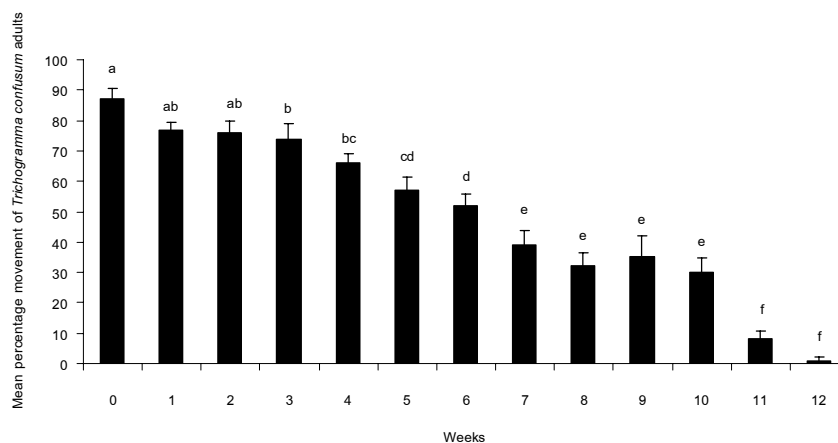


Figure 4 Shows mean percentage movement of *Trichogramma confusum* adults (Mean±SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value ≥ 0.05).

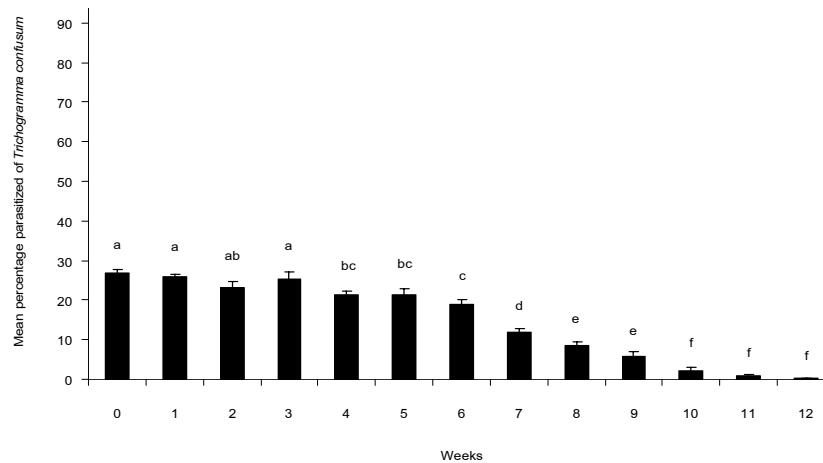


Figure 5 Shows mean percentage parasitized of *Trichogramma confusum* on (Mean±SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value ≥ 0.05).

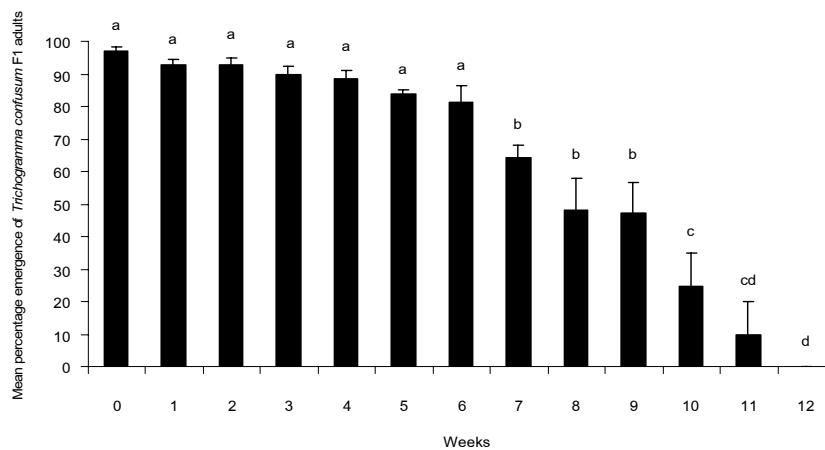


Figure 6 Shows mean percentage emergence of *Trichogramma confusum* F1 adults (Mean±SE) in each week after preserved at 4°C, the mean value with the same subscribe are not significant differences (P-value ≥ 0.05).

อย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในช่วงเวลาการเก็บรักษาที่ 1 ถึง 6 สัปดาห์ เกิดการลดลงอย่างช้า ๆ ในระดับที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วหลังระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 7 สัปดาห์ เป็นต้นไป (ภาพที่ 6)

การประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของ *T. confusum*

การประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ในห้องปฏิบัติการ ตามวิธีการของ Tezze and Botto (2004) พบว่า ผลรวมประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ อยู่ในช่วง 0.00 – 0.62 ซึ่งเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 1 สัปดาห์ มีผลรวมสูงที่สุด อย่างไรก็ตามช่วงเวลาที่เปลี่ยนของประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่นั้นแรงที่สุดคือ 7 สัปดาห์ ลดลงจากระยะ 6 สัปดาห์ถึงร้อยละ 65.22 (ภาพที่ 7)

วิจารณ์

การเก็บรักษาด้กแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อชะลอการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนนั้นมีการศึกษาในหลายลักษณะ ทั้งระยะของแตนเบียนที่ใช้เก็บรักษา ระดับของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา ระยะเวลาที่เก็บรักษา ฯลฯ ซึ่งผลที่ได้รับแตกต่างกันไปตามชนิดของแตนเบียน และสภาพแวดล้อม โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นกับแตนเบียน คือ อัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัย อัตราส่วนเพศ ความผิดปกติของตัวเต็มวัย พฤติกรรมการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม การเบียน รวมทั้งผลกระทบที่มีต่อลูกรุ่นต่อไป อย่างไรก็ตามผลการทดลองในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าแตนเบียนไข่ *T. confusum* สามารถเก็บรักษาไว้ได้ภายใต้อุณหภูมิต่ำ เช่นเดียวกับการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ในวงศ์ Trichogrammatidae หลายชนิด เช่น *T. chilonis*, *T. evanescens*, *T. cordubensis* และ *T. nerudai* (Jalali and Singh, 1992; Greenberg et al., 1996; Ventura Garcia et al., 2002; Tezze and Botto, 2004)

แมลงที่มีวงจรชีวิตแบบสมบูรณ์ที่ประกอบด้วยระยะไข่ หนอน ดักแด้และตัวเต็มวัยนั้น ระยะไข่และดักแด้

เป็นระยะที่ไม่มีกิจกรรมในการเคลื่อนที่ การกิน การขับถ่าย ฯลฯ จึงทำให้แมลงมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดี แมลงหลายชนิดใช้ระยะดังกล่าวเพื่อพักตัวอยู่ข้ามฤดูกาลที่ไม่เหมาะสำหรับการดำรงชีพ (Schowalter, 2000) ในกรณีของแตนเบียนไข่ ในวงศ์ Trichogrammatidae ก็เช่นเดียวกัน ระยะของแตนเบียนมีความเหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาเพื่อยืดอายุของแตนเบียนก็คือ ระยะไข่ และดักแด้ แต่เนื่องจากไข่ของแตนเบียนมีขนาดเล็กมาก ยากต่อการจัดการและตรวจสอบคัดเลือก ดังนั้นระยะดักแด้จึงเป็นระยะที่มีความเหมาะสมมากที่สุด และเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางสำหรับใช้เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำมากที่สุด (Lopez and Morrison, 1980)

ระดับของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาแตนเบียนไข่โดยทั่วไปมักใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อชะลอเมตาโบลิซึมหรือการเจริญเติบโตของแตนเบียนให้ช้าลง สามารถยืดอายุแตนเบียนให้ยาวนานขึ้นหลายสัปดาห์ (Jalali and Singh, 1992) อย่างไรก็ตาม ระดับอุณหภูมิที่สูงกว่ามักมีผลทำให้อัตราการฟักออกจากดักแด้ต่ำลง เช่น อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. cordubensis* ได้นานถึง 8 สัปดาห์ แต่ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้เพียง 4 สัปดาห์ (Ventura Garcia et al., 2002) ในขณะที่อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. nerudai* อยู่ที่ 4 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาแตนเบียนได้นานถึง 50 วัน (Tezze and Botto, 2004) สำหรับแตนเบียนไข่ *T. confusum* นั้นพบว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสสามารถเก็บได้นานไม่เกิน 2 สัปดาห์ และหากเก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีผลทำให้อัตราการฟักออกจากดักแด้ของแตนเบียนไข่ลดลงเหลือร้อยละ 52.80 (รัตนาลักษณ์, 2538) อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองในครั้งนี้ที่ใช้อุณหภูมิต่ำลงถึงระดับ 4 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บรักษาแตนเบียนไข่ *T. confusum* ในระยะดักแด้ได้นานถึง 6 สัปดาห์ หรือ 42 วัน ใกล้เคียงกับกรณีของแตนเบียนไข่ *T. nerudai* และสามารถชะลอการฟักเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนได้เป็นอย่างดี แม้ว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นกับคุณภาพและประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทั้งในส่วนของอัตราการฟักออกจากดักแด้ ความผิดปกติ

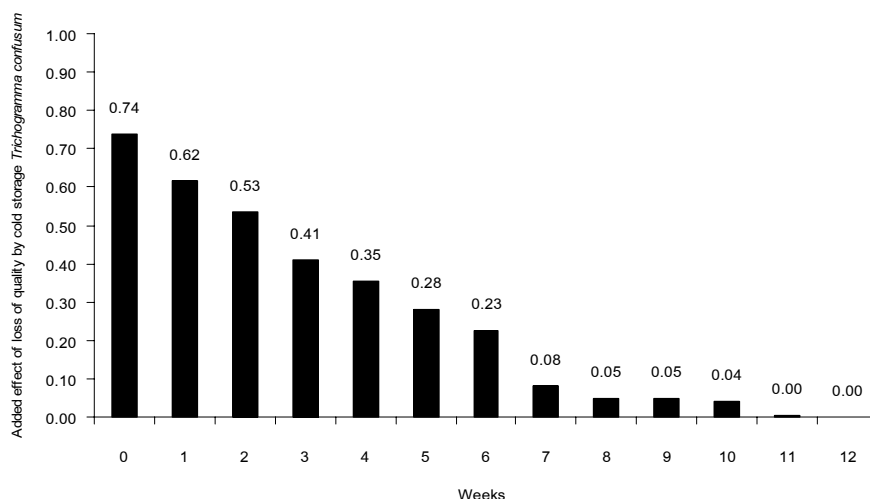


Figure 7 Shows added effect of loss of quality by cold storage *Trichogramma confusum* in each week after preserved at 4°C.

ของตัวเต็มวัย ความสามารถในการเคลื่อนที่เข้าหาแสงไฟ และประสิทธิภาพการเบียน เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากแตนเบียนไข่ไม่สามารถทนทานต่อการเก็บรักษาได้นาน ๆ (Zhu *et al.*, 1992) แต่ในระยะ 6 สัปดาห์ หรือ 42 วัน นั้นคุณภาพและประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ยังอยู่ในระดับที่ไม่รุนแรง หรือมีความแตกต่างจากสภาพปกติของแตนเบียนน้อยมาก ซึ่งสามารถดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพของแตนเบียนได้ด้วยเทคนิคของรูปแบบและจำนวนของแตนเบียนที่ใช้ในการปลดปล่อยเพื่อควบคุมศัตรูพืชได้

อัตราส่วนเพศของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ คือ เพศเมียสูงกว่าเพศผู้ 1.5 เท่า ซึ่งเป็นสัดส่วนปกติที่พบในแตนเบียนไข่ชนิดนี้ ดังนั้นการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำไม่มีผลกระทบต่ออัตราส่วนเพศของแตนเบียน เนื่องจากเพศของแมลงได้ถูกกำหนดตั้งแต่วัยปฏิสนธิแล้ว วิธีการดังกล่าวเป็นการหยุดกระบวนการพัฒนาตัวอ่อนของแตนเบียนในระยะดักแด้ซึ่งแมลงมีเพศชัดเจนแล้ว ให้คงสภาพอยู่เช่นเดิมไม่มีการเจริญเติบโตในช่วงเวลาดังกล่าว อัตราส่วนของเพศแมลงจึงไม่เปลี่ยนแปลง (Zaslavski and Umarova, 1990) ส่วนปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออัตราส่วนเพศของแตนเบียนได้แก่ ความสมบูรณ์พันธุ์ของเพศเมีย ความสมบูรณ์ของแมลงอาศัย และสัดส่วนของแมลงอาศัยต่อแตนเบียนเพศ

เมีย เป็นต้น (Pompanon and Bouletreau, 1997) ผลกระทบของการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำแสดงผลต่อเนื่องถึงแตนเบียนรุ่นลูกถัดไป (F1) ได้เช่นกันหากระยะเวลาในการเก็บรักษานานเกินระดับความทนทานของแตนเบียน (Zhu *et al.*, 1992) อย่างไรก็ตามผลกระทบดังกล่าวเกิดขึ้นน้อยมากสำหรับดักแด้แตนเบียนที่เก็บรักษาในช่วงระยะเวลา 1 ถึง 6 สัปดาห์ โดยให้อัตราการฟักออกจากดักแด้ของรุ่นลูก F1 สูงกว่าร้อยละ 80 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับอัตราการฟักในสภาพปกติของแตนเบียน สภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำนั้นสามารถเปรียบเหมือนเครื่องมือที่ใช้สร้างแรงกดดันจำลองจากธรรมชาติเพื่อคัดเลือกแตนเบียนเพศผู้และเพศเมียที่มีความแข็งแรง สมบูรณ์ เท่านั้นที่สามารถรอดชีวิตได้ในระดับหนึ่ง และเป็นแนวทางสำหรับใช้ในการคัดเลือกแมลงชนิดอื่น ๆ ได้

นอกจากนี้ ความแตกต่างของช่วงระยะเวลาของการตรวจสอบในแต่ละระยะมีผลต่อความต่อเนื่องของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแตนเบียนได้ การประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ตลอดระยะเวลาการทดลองนี้ดำเนินการทุกสัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพของแตนเบียนมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 1 ถึง 6 สัปดาห์ และลดลงอย่างมากในสัปดาห์ที่ 7 หลังจากนั้น

จึงอยู่ในระดับคงที่สม่ำเสมอ ซึ่งอัตราการลดลงเปลี่ยนแปลงแตกต่างกับการทดลองของ Jalali and Singh (1992) และ Tezze and Botto (2004) ที่ใช้ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลนานกว่า คือ ทุก ๆ 25 วัน เล็กน้อย แต่ผลยังเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

สรุป

การเก็บรักษาด้กแด่แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* ภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ เพื่อศึกษาถึงระยะเวลาที่เหมาะสม และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาด้กแด่แตนเบียนไข่ คือ ระยะเวลาไม่เกิน 6 สัปดาห์ หรือ 42 วัน ซึ่งมีผลกระทบน้อยมากต่ออัตราการฟักออกจากด้กแด่และประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ และไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนเพศของตัวเต็มวัย หากทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิดังกล่าวระยะเวลามากกว่า 6 สัปดาห์ มีผลทำให้อัตราการฟักออกจากด้กแด่ และประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ลดลงอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถช่วยในการวางแผนการดำเนินการปลดปล่อยแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่มีประสิทธิภาพและมีปริมาณมากเพียงพอเหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพของปัจจัยเกื้อหนุนต่าง ๆ เช่น สถานที่ทำการปลดปล่อย สภาพภูมิอากาศ ช่วงเวลาที่เหมาะสม ปริมาณและคุณภาพของศัตรูธรรมชาติ เป็นต้น (บรรพต, 2525) เพื่อให้แตนเบียนสามารถตั้งรกรากขยายพันธุ์ได้ในสภาพธรรมชาติ และสามารถควบคุมการระบาดของแมลงศัตรูอ้อยได้อย่างยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ที่ได้จัดสรรงบประมาณให้สำหรับการดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ และศูนย์บริหารศัตรูพืชจังหวัดพิษณุโลก กรมส่งเสริม

การเกษตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* ทำให้การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จตามเป้าประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่. 2544. แมลงศัตรูอ้อยโรงงาน อ้อยเคี้ยว อ้อยคั้นน้ำ และการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่อื่น ๆ กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ชูชาติ หมวกละมัย วิน เขียวหมู บรรลุ เอี่ยมศรี และแสวง ปัญญาธิกุล. 2546. แนวทางการใช้แตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา (*Trichogramma* sp.) เพื่อควบคุมหนอนกออ้อย: กรณีศึกษา ตำบลทับยายเชียง อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, พิษณุโลก.
- เตือนจิตต์ สัตยาวิรุทธิ์ และ สาทร สิริสิงห์. 2535. หลักการบริหารแมลงศัตรูพืช. หน้า 12-21. ใน: สุวัฒน์ รวยอารีย์ (ผู้รวบรวม). แมลงและศัตรูศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2525. การควบคุมแมลงศัตรูพืชและวัชพืชโดยชีววิธี. เอกสารพิเศษฉบับที่ 5. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- รัตนานะพงษ์ สถิตย์ ปฐมรัตน์ และ พิมลพร นันทะ. 2538. อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บด้กแด่แตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. เพื่อชะลอการฟัก. วารสารกัญและสัตววิทยา 17(4): 228-234.
- สุภาพร รัตนราสี นุชรีย์ ศิริ และ ทศนีย์ แจ่มจรรยา. 2548. ผลของอุณหภูมิต่อการฟักของแตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. ในสภาพควบคุมและสภาพไร่. ใน: รายงานผลงานวิชาการประจำปี

2548. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Boivin, G. 1994. Overwintering strategies of egg parasitoids. pp. 219-244. In: E. Wajnberg and S.A. Hassan (eds.). Biological Control with Egg Parasitoids. CAB International, Wallingford.
- Chang, Y. F., M.J. Tauber and C.A. Tauber. 1996. Reproduction and quality of F1 offspring in *Chrysoperla carnea*: differential influence of quiescence, artificially-induced diapause and natural diapause. Journal of Insect Physiology 42: 521-528.
- Dutton, A. and F. Bigler. 1995. Flight activity assessment of the egg parasitoid *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) in laboratory and field conditions. Entomophaga 40(2): 223-233.
- Greenberg, S.M., D.A. Nordlund, and E.G. King. 1996. Mass production of *Trichogramma* spp.: experiences in the former Soviet Union, China, the United States and Western Europe. Biocontrol News Information 17(3): 51-60.
- Jalali, S.K. and S.P. Singh. 1992. Differential response of four *Trichogramma* species to low temperatures for short term storage. Entomophaga 37: 159-165.
- Krishnamoorthy, A. and M. Mani. 1999. Effect of low temperatures on the development and survival of *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja. Insect Environment 5(2): 78.
- Lopez, J.D. and R.K. Morrison. 1980. Overwintering of *Trichogramma pretiosum* in central Texas. Environmental Entomology 9: 75-78.
- Pompanon, F. and M. Bouletreau. 1997. Effect of diapause and developmental host species on the circadian locomotor activity rhythm of *Trichogramma brassicae* females. Entomologia Experimentalis et Applicata 82: 231-234.
- Rundle, B.J., L.J. Thomson and A.A. Hoffmann. 2004. Effects of cold storage on field and laboratory performance of *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and the response of three *Trichogramma* spp. (*T. carverae*, *T. nr. brassicae*, and *T. funiculatum*) to cold. Journal of Economic Entomology 97(2): 213-221.
- Schowalter, T.D. 2000. Insect Ecology: An Ecosystem Approach. Academic press, San Diego.
- Tezze, A.A. and E.N. Botto. 2004. Effect of cold storage on the biological quality of *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Biological Control 30: 11-16.
- Ventura Garcia, P., E. Wajnberg, J. Pizzol and M.L.M. Oliveira. 2002. Diapause in the egg parasitoid *Trichogramma cordubensis*: role of temperature. Journal of Insect Physiology 48: 349-355.
- Zaslavski, V.A. and T.Y. Umarova. 1990. Environmental and endogenous control of diapause in *Trichogramma* species. Entomophaga 35: 23-29.
- Zhu, D., M. Zhang and L. Li. 1992. Study on diapause and cold storage of *Trichogramma evanescens* Westwood. Natural Enemies of Insects 14(4): 173-186.

วงจรการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ว่านจุณนาง

Annual Growth Cycle of *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston

ศลิษา รุจิวนิชกุล^{1/} จันทนา สุวรรณธาดา^{1/2/} และ รณณรงค์ อินทฤติ^{2/}
Salisa Ruchivanichkul^{1/}, Chuntana Suwanthada^{1/2/} and Ronnarong Intuputi^{2/}

Abstract: The annual growth cycle of *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston was investigated. The result showed that the plant was of deciduous type which stayed dormant from November to February of the consecutive year. The plant resumed its growth by emerging a vegetative shoot from the base of the pseudobulb in March, following shortly by inflorescence emergence. Flowering period included April to mid-May. Blooming lasted for 3 weeks. The plant continued to grow until October then the aerial parts began to die back.

Keywords: *Geodorum recurvum*, growth cycle

บทคัดย่อ: ศึกษาวงจรการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ว่านจุณนางโดยการติดตามการเจริญเติบโตของต้นพืชในช่วงเวลา 1 ปี พบว่า กล้วยไม้ชนิดนี้เป็นกล้วยไม้ประเภทผลัดใบที่พักตัวระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ของปีถัดไป หลังจากผ่านการพักตัวแล้วจึงเริ่มมีการเจริญเติบโตโดยการแทงหน่อใบออกมาจากส่วนฐานของลำลูกกล้วยในเดือน มีนาคม ต้นพืชแทงช่อดอกตามออกมาในช่วงเวลาที่ไล่เลี่ยกันและเจริญเติบโตไปพร้อม ๆ กับหน่อใบ การเจริญเติบโตของช่อดอกอยู่ในช่วงเดือนเมษายนถึงกลางเดือนพฤษภาคม ดอกบานอยู่บนต้นได้นาน 3 สัปดาห์ ต้นพืชเจริญเติบโตไปจนถึงเดือนตุลาคมจึงเริ่มแห้งและเข้าระยะพักตัว

คำสำคัญ: ว่านจุณนาง วงจรการเจริญเติบโต

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

^{2/}ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ. ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่ 50220

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

^{2/}Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Doi Saket, Chiang Mai 50220, Thailand

คำนำ

กล้วยไม้ดินว่านจุนาง (*Geodorum spp.*) พบเจริญเติบโตทั่วไปในป่าของภาคเหนือ ซึ่งอบจันท์ (2547) รายงานว่ามีไม่ต่ำกว่า 7 ชนิด ในจำนวนนี้มี *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston รวมอยู่ด้วย ว่านจุนางชนิดนี้มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกสีขาว กลีบปากมีแต้มสีเหลืองและขีดสีม่วงแดงที่โคนกลีบ เจริญเติบโตในพื้นที่ป่าผลัดใบและป่าผสมของภาคเหนือ ซึ่งในหลายพื้นที่เป็นที่ลาดชัน ทำให้กล้วยไม้ชนิดนี้เสี่ยงต่อการสูญหายที่เกิดจากพังทลายของดินในฤดูฝน จึงควรมีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในด้านการเจริญเติบโตเพื่อประโยชน์ในการศึกษาต่อเนื่องในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์กล้วยไม้ชนิดนี้อย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกว่านจุนางชนิด *G. recurvum* ในแปลงทดลองภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ โดยปลูกลงในแปลงที่มีส่วนผสมของดิน หิน และใบไม้ผุ แปลงทดลองอยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่ สังเกตและบันทึกการเจริญเติบโตของต้นพืชตลอดวงจรการเจริญเติบโตใน 1 ปี

ผลการศึกษา

จากการติดตามการเจริญเติบโตของต้นว่านจุนางชนิด *G. recurvum* (Roxb.) Alston (ภาพที่ 1) ในเวลา 1 ปี พบว่าพืชชนิดนี้มีการเจริญเติบโตเป็นวงจรมีการเจริญเติบโตสลับกับการพักตัวเป็นปี ๆ ไป โดยเริ่มการเจริญเติบโตด้วยการแทงหน่อใบขึ้นมาจากตาที่อยู่บริเวณโคนของหัวที่ผ่านพ้นระยะพักตัวแล้วในเดือนมีนาคม หน่อใบนี้ประกอบด้วยลำต้นที่มีปล้องสั้นและถี่ มีใบอ่อนและกาบใบหุ้มเป็นชั้น ๆ เมื่อหน่อใบเจริญเติบโตได้ระยะหนึ่งมีการแทงช่อดอกตามออกมาโดยช่อดอกอ่อนนี้เจริญออกมาจากตาที่อยู่ในตำแหน่งโคนของหน่อใบโดยเป็นตา

ของปล้องที่อยู่โคนสุดของลำต้น ต้นพืชแทงช่อดอกได้ 1 ช่อ การแทงช่อดอกเกิดในสัปดาห์ที่ 1 ของเดือนเมษายน ช่อดอกเจริญเติบโตในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ของเดือนเมษายน ถึงสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนพฤษภาคม ดอกบานจากโคนช่อไปหาปลายช่อ ดอกติดฝักได้ในสภาพธรรมชาติ การติดฝักเริ่มในสัปดาห์ที่ 1 ของเดือนพฤษภาคม ฝักแก่เริ่มแตกและกระจายเมล็ดในสัปดาห์ที่ 1 ของเดือนมีนาคมของปีถัดไป

ในช่วงที่ดอกเริ่มบานและติดฝักมีการเจริญเติบโตของหน่อใบอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ของเดือนพฤษภาคม การสร้างหัวใหม่เริ่มเกิดในเดือนพฤษภาคม โดยการขยายขนาดของโคนต้นออกทางด้านข้างเกิดเป็นหัวที่มีลักษณะกลม มีข้อและปล้องเห็นได้ชัดเจน เริ่มสร้างหัวในเดือนมิถุนายน หัวใหม่นี้ขยายขนาดออกเรื่อย ๆ จนมีขนาดคงที่ในเดือนตุลาคม หลังจากนั้นหัวใหม่เข้าสู่ระยะพักตัวตั้งแต่วางเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนหัวเก่านี้ยังคงติดอยู่กับหัวใหม่ แต่เป็นหัวที่มีลักษณะแห้งและแข็ง ดังแสดงภาพวาดของการเจริญเติบโตของต้นพืชใน 1 วงจรการเจริญเติบโตไว้ในภาพที่ 2

วิจารณ์

จากผลการศึกษาการเจริญเติบโตของว่านจุนางชนิด *G. recurvum* พบว่า พืชชนิดนี้มีการเจริญเติบโตเหมือนกับไม้ดอกประเภทหัวโดยทั่วไป (ฉันทนา, 2533) คือมีการเจริญเติบโตสลับกับการพักตัวเป็นวงจรมีการเจริญเติบโตนั้นครอบคลุมเวลา 1 ปี นอกจากนี้ผลการศึกษาายังแสดงถึงช่วงเวลาของการสร้างและการเจริญของดอกว่าใช้เวลาเพียง 3 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่ยาวนานนัก ดังนั้นผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่อาจจะมีการเกิด การเจริญ และคุณภาพของช่อดอกจึงน่าจะน้อยกว่าในกล้วยไม้ดินสกุลอื่น และข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้เป็นประโยชน์ในการบอกนิสัยในการเจริญเติบโต เป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงการค้าหรือในเชิงอนุรักษ์ต่อไป



A



B

Figure 1 *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston

A. inflorescence

B. pseudobulb

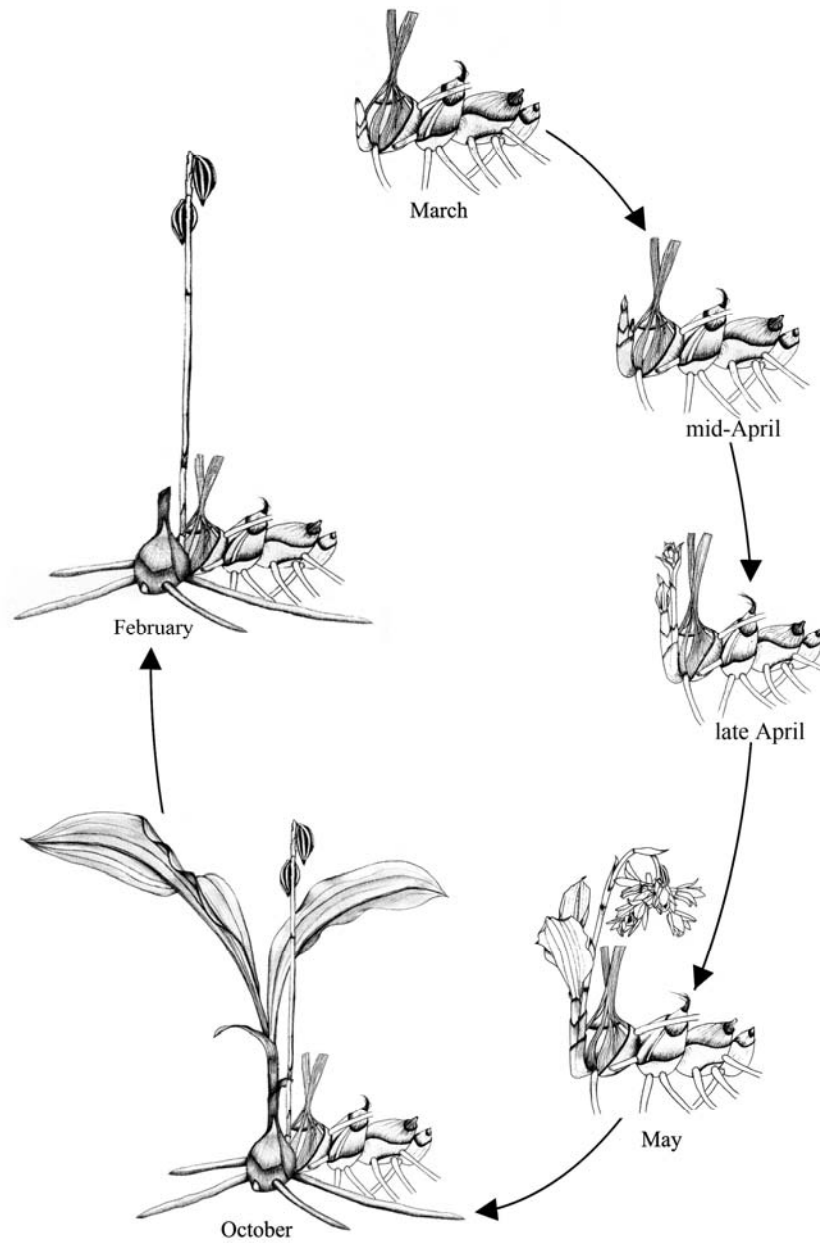


Figure 2 Illustration showing an annual growth cycle of *Geodorum recurvum* (Roxb.) Alston

สรุป

ว่านจุณนางเป็นกล้วยไม้ดินที่มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบผลัดใบ มีการเจริญเติบโตเป็นวงจรโดยครบวงจรใน 1 ปี ช่วงการเจริญเติบโตทางใบประกอบด้วย การสร้างและการเจริญเติบโตของต้น ใบ และหัวในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนตุลาคม ส่วนการเจริญเติบโตทางดอกอยู่ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ต้นพืชสร้างหัวปีละ 1 หัวต่อต้น มีการติดฝักและกระจายเมล็ดในสภาพธรรมชาติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณยี่สิบสี่วิชาการพัฒนาช่วยฮองไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่สนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ฉันทนา สุวรรณธาดา. 2533. ไม้ดอกประเภทหัว. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 81 หน้า.
 อบฉันท ไทยทอง. 2547. กล้วยไม้เมืองไทย. อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 461 หน้า.

วงจรการเจริญเติบโตของกล้วยไม้เอื้องน้ำตัน

Annual Growth Cycle of *Calanthe cardioglossa* Schltr.

จารุวรรณ สุขเกษม^{1/} และ จันทนา สุวรรณธาดา^{1,2/}
Jarawan Sukkasem^{1/} and Chuntana Suwanthada^{1,2/}

Abstract: The annual growth cycle of *Calanthe cardioglossa* Schltr. was studied from the plants grown in the orchid collection plots at the Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Doi Saket, Chiang Mai. It was found that the plant was of deciduous type and undergone the dormant period throughout the dry season. The growth and development of the plant in a year could be concluded as vegetative phase started in May and ended in January of the consecutive year while reproductive phase started later in September but ended in the same month as that of vegetative phase. Pseudobulb formation occurred in April. The plant entered dormancy in February and resumed the growth in April.

Keywords: *Calanthe cardioglossa* Schltr., growth cycle

บทคัดย่อ: ศึกษาวงจรการเจริญเติบโตของเอื้องน้ำตันในช่วงเวลา 1 ปี โดยศึกษาจากต้นพืชที่เจริญเติบโตในแปลงรวบรวมพันธุ์กล้วยไม้ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เอื้องน้ำตันมีลักษณะการเจริญเติบโตเป็นแบบผลัดใบในฤดูแล้ง การเจริญเติบโตของเอื้องน้ำตันใน 1 วงจรปีสรุปได้ คือ ต้นพืชมีการเจริญเติบโตทางใบระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมกราคมของปีถัดไป การเจริญทางดอกเริ่มในเดือนกันยายน และดอกโรยหมดทุกดอกในเดือนมกราคมของปีถัดไปเช่นกัน การสร้างลำลูกกล้วยเริ่มขึ้นในเดือนเมษายนและต้นพืชพักตัวตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน

คำสำคัญ: เอื้องน้ำตัน วงจรการเจริญเติบโต

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

^{2/}ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ. ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่ 50220

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

^{2/}Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Doi Saket, Chiang Mai 50220, Thailand

คำนำ

กล้วยไม้เอื้องน้ำตัน (*Calanthe cardioglossa* Schltr.) เป็นกล้วยไม้ดินที่พบตามป่าดิบเขาแทบทุกภาคของประเทศ (สลิล และนฤมล, 2545) กล้วยไม้ชนิดนี้มีความสวยงามที่ลำลูกกล้วยซึ่งมีลักษณะคล้ายคนโทน้ำหรือน้ำตันในภาษาถิ่นของภาคเหนือและมีดอกที่มีสีสวยสะดุดตา จากการสำรวจพบว่ามีกล้วยไม้เอื้องน้ำตันเจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติในบางบริเวณของป่าขุนแม่กวง จึงได้รวบรวมมาปลูกเลี้ยงไว้ในพื้นที่รวบรวมพันธุ์กล้วยไม้ป่าของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริอำเภอฮอดดอยสะเก็ด จังหวัด เชียงใหม่ และ ศึกษาการเจริญเติบโตในวงจรปีของกล้วยไม้ชนิดนี้

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อเนื่องในด้านการจำแนกพันธุ์ และการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

แยกต้นเอื้องน้ำตัน (ภาพที่ 1) ซึ่งรวบรวมมาจากแหล่งเจริญเติบโตตามธรรมชาติมาปลูกในกระบะที่มีดินผสมกับใบไม้แห้งในแปลงทดลองที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สังเกตและบันทึกการเจริญเติบโตของต้นพืชใน 1 วงจร คือ 1 ปี โดยบันทึกช่วงการเจริญเติบโตของใบและหัว ช่วงการเจริญเติบโตของดอก จนถึงช่วงพักตัว



A



B

Figure 1 *Calanthe cardioglossa* Schltr.

A = inflorescence

B = floret

ผลการศึกษา

การศึกษากการเจริญเติบโตใน 1 วงจรปีของเอื้องน้ำตัน พบว่า การเจริญเติบโตดังกล่าวประกอบด้วย การเจริญเติบโตของใบและดอกสลับกับการพักตัว โดยที่ต้นพืชเริ่มการเจริญเติบโตในเดือนเมษายน ซึ่งในระยะนี้ต้น

พืชประกอบด้วยลำลูกกล้วยซึ่งมีลักษณะคล้ายคนโท ปองที่โคนและเรียวไปทางด้านปลาย บริเวณกลางลำคอดแก้วที่โคนมีหน่อใบขนาดเล็กเจริญออกมา หน่อใบมีลักษณะเป็นรูปกรวยคว่ำ สีเขียวสด และมีกาบใบ 3 - 4 กาบหุ้มใบอ่อนที่ซ้อนกันอยู่ข้างในไว้ ลำลูกกล้วยของเอื้องน้ำตันสามารถออกหน่อใบได้ 1 - 2 หน่อไปทางด้านข้าง หน่อใบ

นี้เจริญเติบโตและมีใบอ่อนทยอยกันเจริญเติบโตออกมาเรื่อย ๆ โดยมีการเรียงตัวของใบเป็นแบบสลับ ต้นพืชมีจำนวนใบสูงสุด 4 ใบในเดือนพฤษภาคม ใบเหล่านี้เจริญเติบโตจนถึงเดือนตุลาคมจึงเริ่มแห้งและทยอยกันตาย ใบหลุดจากต้นจนหมดในเดือนมกราคม ในช่วงที่ใบเจริญเติบโตมีการสร้างลำลูกกล้วยใหม่ตามไปด้วยจากเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม ลำต้นมีการแปรรูปเป็นลำลูกกล้วยโดยการยืดตัวสูงขึ้นและขยายตัวออกทางด้านข้าง ปล้องที่อยู่บริเวณโคนยืดและขยายตัวมากกว่าปล้องที่อยู่เหนือขึ้นไป ทำให้เกิดเป็นลำลูกกล้วยที่มีลักษณะป่องที่โคนเรียกว่าทางปลายและคอดว่าที่บริเวณกลางของปล้อง ลำลูกกล้วยใหม่นี้มีการเจริญเติบโตมากขึ้นจน

เห็นรูปร่างชัดเจนในเดือนสิงหาคม ขยายขนาดเรื่อย ๆ จนมีขนาดคงที่ในเดือนตุลาคม ต่อมาในเดือนกันยายนต้นพืชเริ่มมีการเจริญของตาดอกที่อยู่โคนของลำลูกกล้วยใหม่เจริญเป็นช่อดอกแบบช่อกระจะ 1 ช่อ ก้านช่อดอกยืดตัวยาวขึ้นและช่อดอกขยายขนาด ดอกย่อยแต่ละดอกบานได้ 2 - 3 สัปดาห์จึงโรย ดอกทยอยกันบานจากโคนช่อไปหาปลายช่อ ดอกแรกเริ่มบานในเดือนพฤศจิกายนดอกโรยและช่อดอกหมดอายุในเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นลำลูกกล้วยใหม่เข้าสู่ระยะพักตัวในปลายเดือนกุมภาพันธ์และสิ้นสุดระยะพักตัวในเดือนเมษายน ดังแสดงภาพวาดของการเจริญเติบโตของเอื้องน้ำตันใน 1 วงจร ไว้ในภาพที่ 2

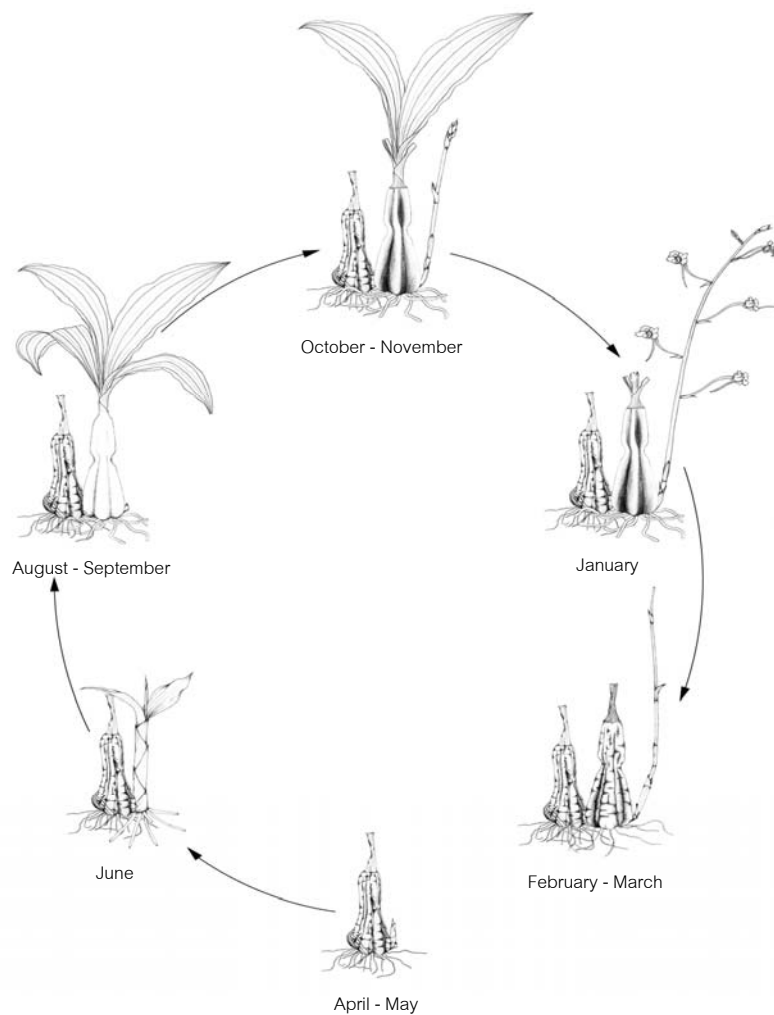


Figure 2 Illustration showing an annual growth cycle of *Calanthe cardiloglossa* Schltr.

วิจารณ์

จากผลการศึกษาการเจริญเติบโตของเถื่อน้ำต้น พบว่า พีชชนิดนี้มีการเจริญเติบโตเหมือนกับไม้ดอกประเภทหัวโดยทั่วไป (ฉันทนา, 2533) คือมีการเจริญเติบโตเป็นวงจร และใน 1 วงจรการเจริญเติบโตนั้นครอบคลุมเวลา 1 ปี โดยที่มีการเจริญเติบโตสลับกับการพักตัว เริ่มการเจริญเติบโตหลังจากลำลูกกล้วยผ่านการพักตัวแล้ว ตาใบเจริญออกมาเป็นหน่อใบ แล้วเป็นต้นที่ใบ 4 ใบ การสร้างลำลูกกล้วยใหม่เกิดควบคู่ไปกับการเจริญเติบโตของใบ เมื่อใบเริ่มแห้งตายจึงมีการเจริญของดอก ดอกบานเต็มที่ในขณะที่ยอดต้นทั้งใบหมด ลำลูกกล้วยพักตัวหลังจากดอกโรย

การศึกษาให้ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการเจริญเติบโตในวงจรปีที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาต่อเนื่อง เพื่อการอนุรักษ์พันธุ์กรรมหรือเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในแง่ต่าง ๆ

สรุป

การเจริญเติบโตของเถื่อน้ำต้นใน 1 วงจรปีเริ่มในเดือนเมษายนด้วยการเจริญของหน่อใบ ต้นเจริญเติบโตเต็มที่เมื่อมีใบ 4 ใบ ลำลูกกล้วยใหม่แปรรูปจาก

ดอกที่โคนของลำลูกกล้วยนั้น ดอกทยอยกันบานจากโคนช่อไปหาปลายช่อ ลำลูกกล้วยใหม่เข้าสู่ระยะพักตัวเมื่อดอกโรยหมด ช่วงเวลาของการเจริญเติบโตทางใบคือระหว่างเดือนเมษายนถึงกุมภาพันธ์ การเจริญเติบโตทางดอกคือเดือนกันยายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และช่วงพักตัวคือเดือนกุมภาพันธ์

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่สนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ฉันทนา สุวรรณธาดา. 2533. ไม้ดอกประเภทหัว. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 81 หน้า.
- สลิล สิทธิธรรม และ นฤมล กฤษณชาติ. 2545. คู่มือกล้วยไม้. สำนักพิมพ์สารคดี, กรุงเทพฯ. 248 หน้า.

การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของการสร้างหัวกล้วยไม้ดิน นางอ้วสาคริกในสภาพหลอดแก้ว

Histological Study on *In Vitro* Tuberization of *Pecteilis sagarikii* Seidenf.

ธีรพล พรสวัสดิ์ชัย^{1/} และ พิมพีใจ อาภาวัชรุตม์^{1/}

Theeraphon Phornsawatchai^{1/} and Pimchai Apavatjirut^{1/}

Abstract: Histological changes on *in vitro* tuberization of *Pecteilis sagarikii* Seidenf. seedlings were determined by using paraffin embedding technique. Various stages of seedlings were used. It was found that after leaf primordia occurred, the meristematic cells divided and grew into the opposite direction of its protocorm, then extended straight down until it reached an optimal depth. Subsequently, the meristematic cells produced new leaf primordia covering a meristem which will be a new bud for the next growing season. At the same time, the lower part of the meristematic cells divided and continued to grow straight down to increase the tuber length and tuber width until a complete tuber was obtained.

Keywords: *Pecteilis sagarikii*, tuberization, histological study, *in vitro*

บทคัดย่อ: การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของการสร้างหัวกล้วยไม้ดินนางอ้วสาคริกในสภาพหลอดแก้ว โดยการนำตัวอย่างต้นอ่อนระยะต่าง ๆ ที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อภายในโดยใช้เทคนิคการฝังชิ้นส่วนในพาราฟิน พบว่า การสร้างหัวเริ่มต้นหลังจากที่เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดอ่อนสร้างจุดกำเนิดใบอ่อนแล้ว หลังจากนั้นมีการแบ่งเซลล์เพื่อเจริญเติบโตออกไปในทิศทางตรงข้ามกับตำแหน่งของโปรโตคอร์ม และเจริญเติบโตเพื่อยึดตัวลงในแนวตั้งจนกระทั่งอยู่ในระดับความลึกที่เหมาะสม จึงสร้างจุดกำเนิดใบอ่อนชุดใหม่ขึ้นเพื่อหุ้มเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดซึ่งจะเป็นจุดกำเนิดยอดใหม่เมื่อหัวมีการเจริญเติบโตในฤดูกาลต่อไป ขณะเดียวกันมีการแบ่งเซลล์ของกลุ่มเซลล์ที่อยู่ใต้เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดลงในแนวตั้งต่อไปเพื่อให้หัวมีความยาวเพิ่มขึ้น และมีการเจริญเติบโตของเซลล์ออกโดยรอบเพื่อให้เกิดการขยายขนาดของหัวจนกระทั่งได้หัวที่สมบูรณ์

คำสำคัญ: นางอ้วสาคริก การสร้างหัว การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา ในสภาพหลอดแก้ว

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

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

คำนำ

กล้วยไม้ดิน (terrestrial orchid) เป็นกลุ่มของกล้วยไม้ที่มีวงจรชีวิตเจริญเติบโตอยู่กับพื้นดิน กล้วยไม้ดินบางชนิดมีระบบรากคล้ายคลึงกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่วไป แต่บางชนิดมีรากอวบอ้วน เปรียบกว่า และมักไม่แตกแขนง นอกจากนี้กล้วยไม้ดินบางกลุ่มยังมีโครงสร้างพิเศษที่พัฒนามาจากรากหรือตาข้างที่บริเวณโคนต้น โดยมีลักษณะเป็นหัวอยู่ใต้ดินและมีจุดกำเนิดยอดอยู่ที่ปลายด้านบน ซึ่งเรียกว่า tuberoid หรือ root-stem tuber ทำหน้าที่เป็นทั้งส่วนสะสมอาหาร และส่วนขยายพันธุ์ (Rasmussen, 1995) ในช่วงฤดูแล้งซึ่งมีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม กล้วยไม้ดินกลุ่มนี้มีการพักตัวเหลือเพียงหัวอยู่ใต้ดิน ตัวอย่างของกล้วยไม้ในกลุ่มนี้ที่เป็นที่รู้จักกันดี เช่น กล้วยไม้ในสกุลลิ้นมังกร (*Habenaria* spp.) สกุลท้าวคูหลู (*Brachycorythis* spp.) และสกุลนางอ้ว (*Pecteilis* spp.) เป็นต้น

นางอ้วสาริก (Pecteilis sagarikii Seidenf.) เป็นกล้วยไม้ดินเฉพาะถิ่นที่พบขึ้นในประเทศไทย มีลำต้นสั้น ๆ อยู่เหนือดิน ใบมีรูปทรงรีกว้างหรือรูปรีแกมขอบขนาน มี 3 – 4 ใบ จัดเรียงตัวเวียนรอบลำต้นและแผ่ออกขนานกับพื้นดิน ช่อดอกเป็นแบบ raceme มีดอกย่อย 6 – 12 ดอก กลีบดอกมีสีขาว ส่วนกลีบปากมีสีเหลืองตรงโคนกลีบ เดี่ยวดอกเป็นหลอดยาว มีลักษณะกลมแบนและบิดเป็นเกลียว มีสีขาว ส่วนปลายมีสีเขียว และมีน้ำหวานอยู่ภายใน ดอกมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ หัวมีรูปร่างกลมรี เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลอ่อน (อบจันทร์, 2544; Seidenfaden, 1973)

กล้วยไม้ดินมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่หลากหลายของทั้งรูปทรงต้น ใบ และดอก มีความสวยงามไม่น้อยไปกว่ากล้วยไม้ในกลุ่มอื่น จึงเป็นกล้วยไม้ อีกกลุ่มหนึ่งที่มีศักยภาพในการนำมาพัฒนาพันธุ์และขยายพันธุ์เพื่อส่งเสริมให้มีการปลูกเลี้ยงกันมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับกล้วยไม้ดินที่มีแหล่งกำเนิดภายในประเทศยังมีน้อยมากในทุกด้าน มีรายงานการศึกษาถึงการสร้างหัวของกล้วยไม้ดินสกุลนางอ้ว และ

สกุลลิ้นมังกรในสภาพปลูกเลี้ยง (นิพาพร, 2541; นิพาพร, 2542) แต่การศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระดับเนื้อเยื่อของการสร้างหัวยังมีรายงานไม่มากนัก (ปิยะนุช, 2547; มัลลิกา, 2547; Apavatjirut and Phornsawatchai, 1995) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อวิทยาของการสร้างหัวที่เกิดขึ้นในสภาพหลอดแก้ว ซึ่งจะทำให้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระดับเนื้อเยื่อของวงจรชีวิตแรกเริ่มในการสร้างหัวครั้งแรกของต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดได้ดียิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการเพาะเมล็ดอ่อนจากฝักอายุ 7 สัปดาห์ หลังการผสมเกสร ลงบนอาหารสังเคราะห์สูตร CMU1 ซึ่งประกอบด้วยธาตุอาหารหลักสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง ธาตุอาหารรอง และสารละลายเหล็กตามสูตร Murashige and Skoog (1962) และอินทรีย์สารสูตร I (ธีรพล, 2535) ที่เติมน้ำมะพร้าว 15 % และน้ำตาล 2 % จากนั้นนำไปเพาะในห้องมืดที่ปรับให้มีอุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเมล็ดงอก และพัฒนาเป็นโปรโตคอร์มและต้นอ่อนระยะต่าง ๆ

ทำการเก็บตัวอย่างโปรโตคอร์มและต้นอ่อนระยะต่าง ๆ มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อภายในโดยใช้เทคนิคการฝังชิ้นส่วนในพาราฟิน (ภูวาล, 2528) โดยเริ่มจากนำตัวอย่างไปดองในน้ำยา FAA เพื่อเก็บรักษาสภาพของเนื้อเยื่อ จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการดิ่งน้ำออกจากเซลล์โดยใช้สารละลายแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปผ่านขบวนการแทรกซึมพาราฟินเข้าสู่เนื้อเยื่อ จากนั้นนำตัวอย่างมาฝังในพาราฟินโดยจัดให้อยู่ในระนาบที่เหมาะสมตามต้องการ แล้วนำไปตัดตามแนวยาวของชิ้นส่วนโดยใช้เครื่องผ่านเนื้อเยื่อ นำแถบชิ้นส่วนต่อเนื่องที่สมบูรณ์ไปฉีกกลีบบนแผ่นกระจกไลต์ จากนั้นนำไปผ่านขั้นตอนการล้างพาราฟินออกและทำการย้อมสี แล้วปิดผนึกให้เป็นแผ่นสไลด์ถาวรต่อไป นำไปตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในชิ้นส่วนพืชจากระยะการเจริญต่าง ๆ และบันทึกภาพไว้

ผลการทดลอง

จากการเพาะเมล็ดอ่อนอายุ 7 สัปดาห์บนอาหารสังเคราะห์ในสภาพหลอดแก้วพบว่า เมล็ดเริ่มมีการพองตัวขยายขนาดขึ้น และเริ่มงอกหลังจากเพาะเมล็ดนานประมาณ 16 สัปดาห์ โดยทยอยงอกและเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นในสัปดาห์ต่อ ๆ มา อย่างไรก็ตามพบว่าการงอกของเมล็ดไม่ได้เกิดขึ้นอย่างพร้อมกัน ดังนั้นจึงสามารถพบตัวอย่างที่มีระยะการพัฒนาของคัพภะไปเป็นโปรโตคอร์มและต้นอ่อนในระยะต่าง ๆ ได้ในช่วงเวลาเดียวกัน (ภาพที่ 1 และ 2) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อวิทยาครั้งนี้ ได้เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างที่มาจากฝักเดียวกันที่มีการงอกของเมล็ดดีและมีความสม่ำเสมอที่สุด ในช่วงที่มีอายุตั้งแต่ 22-32 สัปดาห์หลังจากเริ่มเพาะเมล็ด ซึ่งพบว่าในระหว่างช่วงเวลาดังกล่าว สามารถพบตัวอย่างของต้นอ่อนได้ตั้งแต่ระยะก่อนเริ่มสร้างจุดกำเนิดหัวจนกระทั่งเริ่มมีการขยายขนาดของหัวให้ใหญ่ขึ้นเพื่อสร้างหัวที่สมบูรณ์ต่อไป

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อภายในของตัวอย่างต้นอ่อนระยะต่าง ๆ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาการสร้างหัวครั้งแรกของต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดภายในสภาพหลอดแก้วพบว่า สามารถแบ่งระยะของการพัฒนาเพื่อสร้างหัวได้เป็น 4 ระยะคือ

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มสร้างจุดกำเนิดหัว

พบว่าหลังจากที่เมล็ดงอกและคัพภะมีการเจริญเติบโตและพัฒนาไปเป็นโปรโตคอร์ม (ภาพที่ 1B) ซึ่งเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดที่อยู่ภายในมีการสร้างจุดกำเนิดใบอ่อนแล้ว จากนั้นจึงเริ่มมีการแบ่งเซลล์ของกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญที่อยู่บริเวณด้านล่างของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดเพื่อสร้างเป็นจุดกำเนิดหัวขึ้น (ภาพที่ 3)

ระยะที่ 2 ระยะยึดตัวของจุดกำเนิดหัว

พบว่า ต่อมาจุดกำเนิดหัวมีการแบ่งเซลล์อย่างต่อเนื่องเพื่อทำให้เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด มีการเจริญเติบโตออกไปทางด้านหน้าในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับตำแหน่งของโปรโตคอร์ม ซึ่งเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับการแบ่งเซลล์เพื่อทำให้เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดมีการยึดตัวลง

ในแนวดิ่ง โดยเกิดขึ้นร่วมกับการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อบริเวณส่วนโคนของจุดกำเนิดใบอ่อน ทำให้เกิดเป็นช่องว่างเหนือส่วนของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดขึ้น ในระยะนี้เมื่อสังเกตจากสัญญาณภายนอกพบว่าเริ่มเห็นจุดกำเนิดหัวแทงโผล่พ้นออกมาทางด้านหน้าของต้นอ่อนบริเวณกาบหุ้มใบแรก ๆ (leaf sheath) ที่อยู่ระหว่างส่วนของโปรโตคอร์มและยอดอ่อน (ภาพที่ 4) การเจริญเติบโตของจุดกำเนิดหัวลงในแนวดิ่งนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปจนกระทั่งกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญลงมาอยู่ในระดับความลึกที่เหมาะสมทำให้เกิดโครงสร้างของก้านหัว (tuber stalk) ขึ้น (ภาพที่ 5) ซึ่งภายในก้านหัวมีช่องว่างแคบ ๆ ที่เชื่อมต่อกับกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญขึ้นไปจนถึงจุดกำเนิดใบอ่อน

ระยะที่ 3 ระยะสร้างจุดกำเนิดยอดของหัว

พบว่า เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดที่เคลื่อนต่ำลงมาจนกระทั่งอยู่ในระดับความลึกที่เหมาะสม เริ่มสร้างจุดกำเนิดใบอ่อนชุดใหม่ขึ้นเพื่อหุ้มเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดซึ่งในเวลาต่อมาคือจุดกำเนิดของยอดที่จะเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ในฤดูกาลต่อไป โดยพบว่าจุดกำเนิดยอดใหม่นี้สร้างขึ้นในทิศทางที่หันหน้าออกตรงข้ามกับตำแหน่งของโปรโตคอร์ม โดยมีแนวท่อน้ำท่อลำเลียงเชื่อมต่อกันไปยังโปรโตคอร์ม และเชื่อมต่อไปยังกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญที่อยู่ปลายหัว (ภาพที่ 5)

ระยะที่ 4 ระยะขยายขนาดของหัว

พบว่า ในระยะนี้มีการแบ่งเซลล์ของกลุ่มเซลล์ที่อยู่บริเวณฐานของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดลงในแนวดิ่งต่อไป เพื่อช่วยกระบวนการสร้างหัวให้มีความยาวเพิ่มมากขึ้น ขณะเดียวกันก็มีการเจริญเติบโตของเซลล์โดยรอบแนวท่อลำเลียงภายในหัว ทำให้เกิดการขยายขนาดของหัวให้มีความกว้างเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 6) จนกระทั่งได้หัวที่สมบูรณ์เต็มที่

วิจารณ์

การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาเกี่ยวกับการสร้างหัวในสภาพหลอดแก้วของกล้วยไม้ดินนางอัสภากรในครั้งนี้ ได้ใช้ตัวอย่างที่เจริญเติบโตภายใต้สภาพการ

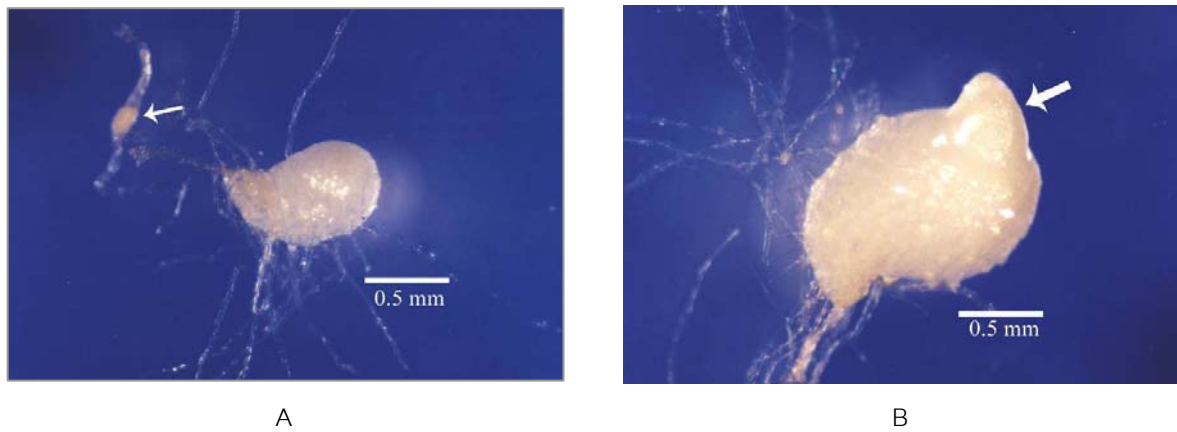


Figure 1 Various stages of *Pecteilis sagarikii* observed under stereomicroscope at 20 weeks after seed sowing.

- A) a swollen embryo (arrow) and a germinated embryo
- B) a protocorm produced young shoot (arrow)

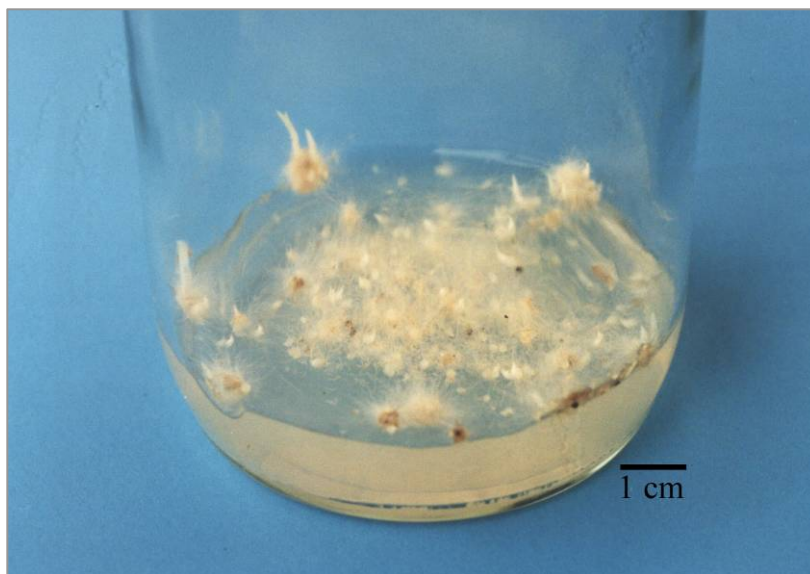


Figure 2 *Pecteilis sagarikii* showed various stages of seedlings in a culture vessel at 20 weeks after seed sowing.

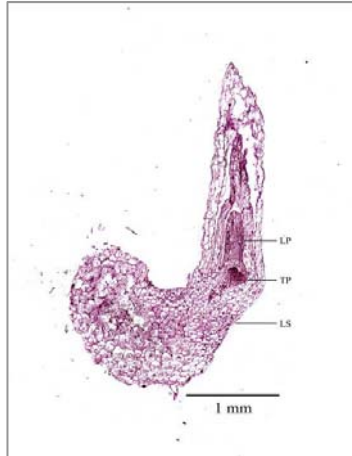


Figure 3 Longitudinal section of *Pecteilis sagarikii* seedling showed tuber primordia in early stage of tuberization. LP = Leaf primordia; TP = Tuber primordia; LS = Leaf sheath

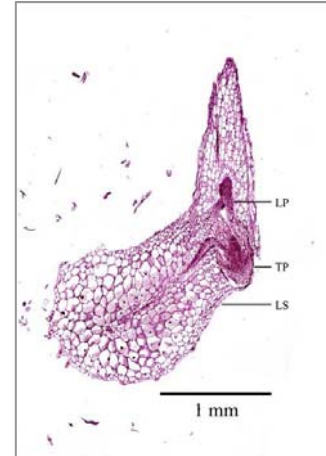


Figure 4 Longitudinal section of *Pecteilis sagarikii* seedling showing tuber primordia began to grow downwards. LP = Leaf primordia; TP = Tuber primordia; LS = Leaf sheath

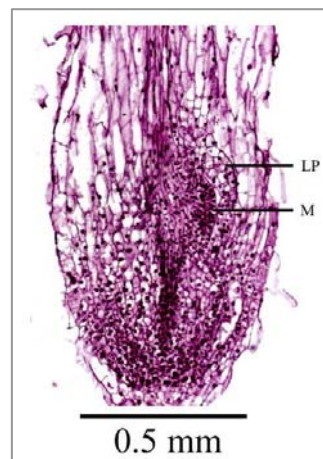
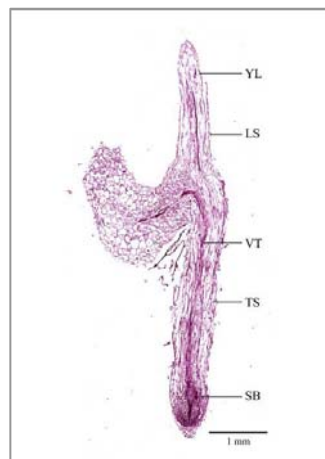


Figure 5 Longitudinal section of *Pecteilis sagarikii* seedling showed tuber stalk extension and shoot bud formation.

YL = Young leaf; LS = Leaf sheath; VT = Vascular tissue; TS = Tuber stalk; SB = Shoot bud; LP = Leaf primordia; M = Meristem

A) tuber stalk extended straight down into an optimum depth

B) a magnified new shoot bud showing meristem covered with new leaf primordia

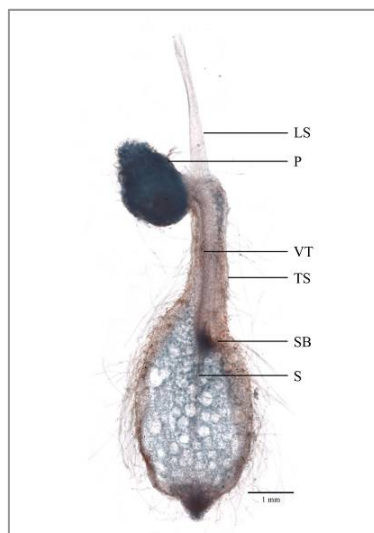


Figure 6 Longitudinal section of *Pecteilis sagarikii* seedling by using freezing-microtome showing tuber expansion. LS = Leaf sheath; P = Protocorm; VT = Vascular tissue; TS = Tuber stalk; SB = Shoot bud; S = Stele

เพาะเลี้ยงที่จัดให้เหมาะสม จึงอาจส่งผลให้การงอกของเมล็ด การพัฒนาของโปรโตคอร์ม รวมถึงการเจริญเติบโตและการสร้างอวัยวะต่าง ๆ ของต้นอ่อนเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขของระยะเวลาที่อาจแตกต่างกันไปจากกระบวนการที่เกิดขึ้นในสภาพธรรมชาติ รวมถึงในสภาพหลอดแก้วของระบบอื่น ๆ ที่จัดให้มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไปจากการศึกษาครั้งนี้เช่น อายุและความสมบูรณ์ของเมล็ด ส่วนประกอบของอาหาร และสภาพทางกายภาพของการเพาะเลี้ยง ซึ่ง Rasmussen (1995) กล่าวว่าการศึกษาการพัฒนาของการเกิดอวัยวะต่าง ๆ ของกล้วยไม้ดินในสภาพปลูกเลี้ยงอาจส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตและการพัฒนาของอวัยวะต่าง ๆ เกิดขึ้นรวดเร็วกว่าในสภาพธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำการศึกษาในสภาพปลอดเชื้อซึ่งอาจทำให้ผลของการพัฒนาของอวัยวะต่าง ๆ ผันแปรไปตามสภาวะกระตุ้นการเจริญเติบโตที่เติมลงในอาหารที่ใช้เลี้ยงได้ ซึ่งในการศึกษานี้พบว่าขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้างหัวครั้งแรกของต้นอ่อนที่ออกจากเมล็ดในสภาพหลอดแก้วเกิดขึ้นหลังจากเพาะเมล็ดนาน 22-32 สัปดาห์

การศึกษากการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อในระหว่างการสร้างหัวครั้งแรกของต้นอ่อนที่ออกจากเมล็ด

ครั้งนี้พบว่า การสร้างจุดกำเนิดหัวเกิดขึ้นหลังจากที่มีการสร้างจุดกำเนิดใบอ่อนแล้ว เพื่อให้ต้นอ่อนมีจุดกำเนิดใบอ่อนที่พร้อมจะเจริญเติบโตขึ้นเป็นใบที่สมบูรณ์สำหรับใช้ในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารสำหรับการเจริญเติบโตได้ต่อไป ในระยะต่อมาจุดกำเนิดหัวรวมทั้งเนื้อเยื่อเจริญที่มีอยู่แบ่งเซลล์เพื่อให้จุดกำเนิดหัวเคลื่อนตัวไปด้านหน้าในทิศทางที่อยู่ตรงข้ามกับตำแหน่งที่โปรโตคอร์มอยู่ เพื่อให้หัวที่กำลังสร้างนี้อยู่ในตำแหน่งที่ห่างไปจากโปรโตคอร์มและสามารถเจริญเติบโตในแนวตั้งต่อไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์ในระบบนิเวศน์ที่ทำให้ต้นใหม่ที่จะเจริญเติบโตขึ้นในฤดูกาลถัดไป ได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอจากแหล่งอาหารใหม่ ๆ ต่อไป ส่วนในระยะต่อมาซึ่งพบว่าจุดกำเนิดหัวมีการดันตัวลงในแนวตั้งจนกระทั่งอยู่ในระดับความลึกที่เหมาะสมจึงสร้างจุดกำเนิดใบอ่อนชุดใหม่ขึ้นเพื่อห่อหุ้มเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดซึ่งจะพัฒนาเป็นจุดกำเนิดของยอดใหม่ของหัวในฤดูกาลถัดไป ทั้งนี้เพื่อให้หัวที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับความลึกที่เหมาะสม มีชีวิตรอด และสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในระหว่างการพักตัวของหัวในช่วงต่อมาได้ รวมทั้งเมื่อต้นใหม่เจริญเติบโตขึ้นหลังจากที่พ้นระยะพักตัว จะมีความลึกของดินเพียงพอ

ต่อการช่วยพยุงลำต้น การออกรากและการหาอาหารได้อย่างเหมาะสมต่อไป ส่วนในสภาพหลอดแก้วซึ่งพบว่าในแต่ละต้นมีการยึดตัวของก้านหัวที่แตกต่างกัน อาจมีสาเหตุมาจากการเกิดการแข่งขันกันของต้นอ่อนซึ่งงอกอยู่อย่างใกล้ชิดและซ้อนทับกันเพื่อให้ได้รับสารอาหารเพียงพอเพียง ก้านหัวที่เกิดขึ้นนี้ในสภาพธรรมชาติจะแห้งเหี่ยวลงและช่วยปกคลุมยอดอ่อนไว้ รวมทั้งช่วยปกป้องยอดอ่อนขณะที่เจริญเติบโตขึ้นในระยะแรกหลังจากพ้นการพักตัว ส่วนการที่พบว่าจุดกำเนิดของยอดใหม่เกิดขึ้นในทิศทางที่อยู่ตรงข้ามกับตำแหน่งที่ตั้งของโปรโตคอร์มนั้นน่าจะเกิดขึ้นเพื่อให้มีทิศทางที่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของยอดใหม่เมื่อพ้นการพักตัว เช่นเดียวกับเหตุผลเชิงนิเวศน์ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนในระยะสุดท้ายของการสร้างหัวซึ่งเป็นการเจริญเติบโตเพื่อให้หัวมีขนาดใหญ่และยาวขึ้น เกิดขึ้นจากการขยายขนาดของเซลล์ที่อยู่โดยรอบแนวท่อน้ำท่อลำเลียง ร่วมกับการแบ่งเซลล์ของกลุ่มเซลล์ที่อยู่ปลายหัว เนื้อเยื่อของหัวในส่วนนี้จึงประกอบไปด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ในบริเวณอื่นเพื่อให้สามารถเก็บสะสมอาหารได้อย่างเพียงพอต่อการมีชีวิตในระหว่างการพักตัว และสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตของยอดใหม่ในฤดูกาลถัดไป

สรุป

การสร้างหัวครั้งแรกของต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดภายในสภาพหลอดแก้ว เกิดขึ้นหลังจากเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดสร้างจุดกำเนิดใบอ่อนแล้วจึงเริ่มสร้างจุดกำเนิดหัวขึ้นจากการแบ่งเซลล์ของกลุ่มเซลล์ที่อยู่ใต้เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ต่อมาจุดกำเนิดหัวมีการเจริญเติบโตและแทงโผล่พ้นออกมาทางด้านหน้าของต้นอ่อนซึ่งอยู่ด้านตรงข้ามกับตำแหน่งของโปรโตคอร์ม แล้วเจริญเติบโตลงในแนวตั้งจนกระทั่งอยู่ในระดับความลึกที่เหมาะสมจึงสร้างจุดกำเนิดใบอ่อนชุดใหม่ขึ้นห่อหุ้มเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดซึ่งจะเป็นยอดอ่อนของหัวต่อไป ขณะที่กลุ่มเซลล์ที่อยู่ส่วนล่างของยอดอ่อนเจริญเติบโตในแนวตั้งเพื่อสร้างให้หัวมีขนาดใหญ่และยาวขึ้นจนกระทั่งได้หัวที่สมบูรณ์ต่อไป โดยสามารถแบ่งขั้นตอน

ของการสร้างหัวได้เป็น 4 ระยะ ซึ่งขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดนี้สามารถพบได้ในระหว่าง 22-32 สัปดาห์หลังจากเริ่มเพาะเมล็ด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ธีรพล พรสวัสดิ์ชัย. 2535. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการงอกและการพัฒนาโปรโตคอร์มของรองเท้านารีเหลืองปราจีน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 160 หน้า.
- นิภาพร ชัยทนต์. 2541. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกล้วยไม้ดินบางชนิดในสกุลลิ้นมังกรและนางอ้ว. ปัญหาพิเศษปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 44 หน้า.
- นิภาพร ชัยทนต์. 2542. การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเมล็ดและการพัฒนาต้นอ่อนของกล้วยไม้ดินลิ้นมังกรและนางอ้วสาคริก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 60 หน้า.
- ปิยะนุช ปิยะตระกูล. 2547. ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการพัฒนาต้นอ่อนกล้วยไม้ดินลิ้นมังกร (*Habenaria rhodocheila* Hance). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 171 หน้า.
- ภูวดล บุตรรัตน์. 2528. เทคนิคทางพฤกษศาสตร์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, ปัตตานี. 213 หน้า.

-
- มัลลิกา นวลแก้ว. 2547. ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการพัฒนาต้นอ่อนของกล้วยไม้ดินทำวคูดดอกเล็ก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 123 หน้า.
- อบจันทร์ ไทยทอง. 2544. กล้วยไม้เมืองไทย. สำนักพิมพ์บ้านและสวน, กรุงเทพฯ. 461 หน้า.
- Apavatjirut, P. and T. Phornsawatchai. 1995. A study on *Brachycorythis helferi* (Rchb.F.) Summ. seed germination and protocorm development. The Fifth Asia Pacific Orchid Conference Program and Abstracts. March 11-12, Fukuoka, Japan. O-12.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Pl.* 15: 473-497.
- Rasmussen, H.N. 1995. *Terrestrial Orchids: From Seed to Mycotrophic Plant*. Cambridge University Press, Cambridge. 444 pp.
- Seidenfaden, G. 1973. Contributions to the Orchid Flora of Thailand V. *Botanisk Tidsskrift* 68: 41-95.
- Vacin, E.F. and F.W. Went. 1949. Some pH Changes in Nutrient Solutions. *Bot. Gaz.* 110: 605-613.
-

การขยายพันธุ์แบบจุลภาคของหนอนตายหยากร ในสภาพปลอดเชื้อ

In Vitro Micropropagation of *Stemona tuberosa* Lour.

อภิชาติ ชิดบุรี^{1/} พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง^{1/} และพิทักษ์ พุทธวรชัย^{1/}
Aphichat Chidburee^{1/}, Phongyuth Nualbunruang^{1/} and Pitak Puttawarachai^{1/}

Abstract: The study has given a method for rapid multiplication of *Stemona tuberosa* Lour., the medicinal plant that protects and kills insect worms. Multiple shoots were induced *in vitro* from shoot tip of *S. tuberosa* on MS (1962) medium containing 2 mg/l BA. The stem nodal segments derived from *in vitro* grown shoots also gave multiple shoots on the MS (1962) medium containing 4 mg/l BA and 1 mg/l NAA. The multiplication rate was 3.33 shoots per explant in 4 weeks. Rooting was achieved by transferring of the isolated shoot to MS (1962) medium containing with NAA (1 mg/l). The rooted plant were planted in containers (Sand: Rice husk charcoal; 1 : 1) and acclimatized under greenhouse, with over 80% of plant surviving transplantation. The morphology of the micropropagation plants was identical to the normal vegetatively propagated plants.

Keywords: *Stemona tuberosa* Lour., *in vitro*, micropropagation

บทคัดย่อ: การขยายพันธุ์ต้นหนอนตายหยากรในสภาพปลอดเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณ ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้สำหรับป้องกันและฆ่าหนอนของแมลง ยอดจำนวนมากสามารถชักนำได้จากส่วนของปลายยอดจากต้นหนอนตายหยากรที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) เติม BA ความเข้มข้น 2 มก./ล. ส่วนการเพิ่มจำนวนยอดได้เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม BA ความเข้มข้น 4 มก./ล. ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1 มก./ล. คือ 3.33 ยอดต่อชิ้นส่วน สามารถชักนำให้เกิดรากของต้นในสภาพปลอดเชื้อได้เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มก./ล. หลังจากนั้นทำการย้ายออกปลูกมีการรอดตายสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะทางกายวิภาคของพืชที่ขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อมีลักษณะเหมือนกับต้นที่ขยายพันธุ์โดยวิธีแยกหน่อ

คำสำคัญ: หนอนตายหยากร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การขยายพันธุ์แบบจุลภาค

^{1/} สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ. ลำปาง 52000

^{1/} Lampang Agricultural Research and Training Center. Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang 52000,

คำนำ

หนอนตายหยาก (*Stemona tuberosa* Lour.) พืชในวงศ์ Stemonaceae เป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยาในการรักษาโรคได้หลายอย่าง ได้แก่ โรคผิวหนัง น้ำเหลืองเสีย ผื่นคันตามร่างกาย ฆ่าเชื้อโรคพยาธิภายใน มะเร็งตับลดระดับน้ำตาลสำหรับโรคเบาหวาน ริดสีดวง ปวดฟัน และปวดเมื่อย นอกจากนี้ใช้เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช กำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น หนอนกัดกินใบ และเพลี้ยอ่อน กำจัดเชื้อสาเหตุโรคพืช เช่น *Rhizoctonia solani* และ *Erwinia carotovora* รวมทั้ง การกำจัดลูกน้ำ ยุง (นันทวัน และอรนุช, 2543) สำหรับสารออกฤทธิ์ที่ตรวจพบอยู่ในกลุ่ม alkaloids ได้แก่ stamofoline และ 16,17-didehydro-16(E)-stemofoline (Jiwajinda *et al.*, 2001) ทำให้มีความต้องการใช้สมุนไพรขยายตัวเพิ่มขึ้น เมื่อมีการส่งเสริมการปลูกให้เพิ่มมากขึ้น ปัญหาที่เกิดขึ้นตามมาคือ ขาดแคลนต้นพันธุ์ ดังนั้นในการเพิ่มจำนวนต้นพันธุ์ให้ได้ปริมาณมากในเวลาทีรวดเร็วสามารถนำเทคโนโลยีของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ การขยายพันธุ์พืชสมุนไพรในสภาพปลอดเชื้อมีรายงานการศึกษาของ วิฑิตาภ (2530) ได้ทดลองเลี้ยงเนื้อเยื่อจากส่วนตาข้างของขิง (*Zingiber officinale* Rosc.) บนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม BA 2 มก./ล. สามารถเพิ่มจำนวนต้นเฉลี่ยต่อขวดได้สูงสุด คือ 3.6 ต้น ในเวลา 4 สัปดาห์ และถ้าใช้ BA และ NAA อย่างละ 1 มก./ล. ก็สามารถชักนำให้เกิดเป็นต้นและรากได้ (เบญจพร, 2536) นอกจากนี้ อภิชาติ และคณะ (2543) ได้ทำการศึกษาผลของ BA ที่มีต่อการเพิ่มจำนวนต้นในสภาพปลอดเชื้อพบว่า เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนยอดบนอาหาร สูตร MS (1962) ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มก./ล. สามารถเกิดยอดใหม่ได้ 3 - 4 ยอดต่อชิ้นส่วน ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ จึงทำการศึกษาการขยายพันธุ์หนอนตายหยากในสภาพปลอดเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณต้นพันธุ์ให้มีมากเพียงพอับความต้องการปลูกเพื่อการผลิตสมุนไพรในเชิงการค้า

อุปกรณ์และวิธีการ

นำชิ้นส่วนหน่อข้างที่แตกมาจากลำต้น ขนาด 1x3 ซม. มาทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนออกซ์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์นาน 15 นาที หลังจากนั้นทำการตัดเนื้อเยื่อส่วนของปลายยอดไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) แล้วนำไปเลี้ยงบนชั้นเลี้ยงที่มีความเข้มข้น 3,000 ลักซ์ ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เมื่อได้ต้นที่ปลอดจากเชื้อแล้วนำไปศึกษาในแต่ละการทดลอง

การทดลองที่ 1

ศึกษาผลของไซโตไคนินและความเข้มข้นที่มีต่อการชักนำให้เกิดยอด โดยศึกษาชนิดของไซโตไคนิน (BA; N₆-Benzyladenine และ Kinetin) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง คือ 1, 2 และ 4 มก./ล. วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD; Completely Randomized Design) มีทั้งหมด 6 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ ทำการบันทึกจำนวนยอดที่เกิดขึ้นส่วน

การทดลองที่ 2

ศึกษาผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อการแตกยอด โดยศึกษา BA ที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 4 มก./ล. ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 4 มก./ล. วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in CRD; Completely Randomized Design) มีทั้งหมด 9 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ โดยใช้ชิ้นส่วนยอดหลังจากนำยอดที่ได้จากเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่ได้ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม BA ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ตามกรรมวิธี ทำการบันทึกความสูงของยอด (ซม.) จำนวนยอดที่เกิดขึ้นส่วน และจำนวนใบต่อกอ

การทดลองที่ 3

ศึกษาเปอร์เซ็นต์การรอดตายของต้นกล้าในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน โดยศึกษาสูตรวัสดุปลูก มี 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 ทราย ขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแกลบ (อัตราส่วน 1 : 1 : 1), สูตรที่ 2 ดินร่วน ทราย และขี้เถ้าแกลบ (อัตราส่วน 1 : 1 : 1) และสูตรที่ 3 ทราย และขี้เถ้าแกลบ (อัตราส่วน 1 : 1) วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มีทั้งหมด 3 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ โดยใช้ นำต้นกล้าไปเพาะชำในถุงพลาสติกขนาด 3 x 5 นิ้ว ใช้วัสดุปลูกตามแต่ละกรรมวิธี บันทึกเปอร์เซ็นต์การรอดตายของต้นกล้า

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาพบว่า การฟอกฆ่าเชื้อขึ้นส่วนของหน่อข้าง มีเปอร์เซ็นต์การเกิดปนเปื้อนอยู่ในช่วง 20.01 - 24.26 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของการปนเปื้อนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากเชื้อแบคทีเรีย มีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนอยู่ในช่วง 17.14 - 20 เปอร์เซ็นต์ การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากชิ้นส่วนที่นำมามีเชื้อที่ติดมาบางส่วนอยู่แล้ว โดยเชื้อแบคทีเรียที่เรานั้น สามารถอาศัยอยู่ในส่วนของเนื้อเยื่อพืชได้ เช่น ในเนื้อเยื่อท่อน้ำและท่ออาหาร ทำให้คลอโรพลาสต์ไม่สามารถเข้าไปฆ่าเชื้อได้ ส่วนการปนเปื้อนที่เกิดจากเชื้อรา นั้น พบว่า เปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนที่ค่อนข้างต่ำ อยู่ในช่วง 2.86 - 4.26 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีเชื้อราอยู่ในส่วนของปลายยอดทำให้การฟอกฆ่าเชื้อทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากส่วนของยอดที่ถูกห่อหุ้มด้วยใบอ่อนจะมีช่องว่างภายในและมีฟองอากาศทำให้คลอโรพลาสต์ไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปฆ่าเชื้อได้

การทดลองที่ 1

การชักนำให้เกิดยอดใหม่จากส่วนของปลายยอด (ภาพที่ 1) ระยะเวลาในการพัฒนาเป็นยอดใหม่ในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน อยู่ในช่วงเฉลี่ย 14.89 -

25.48 วันและเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มก./ล. มีจำนวนยอดใหม่ต่อชิ้นส่วนมากกว่ากรรมวิธีอื่น คือ 2.33 ยอดต่อชิ้นส่วน ส่วนที่เลี้ยงบนอาหารที่เติม Kinetin มีจำนวนยอดใหม่ต่อชิ้นส่วนที่เพิ่มขึ้นตาม ความเข้มข้นเช่นเดียวกัน ซึ่ง Kinetin มีผลต่อการแตกยอดใหม่ในบางชนิดของพืช (Gupta *et al.*, 2001)

การทดลองที่ 2

การเพิ่มปริมาณต้น (ตารางที่ 1) เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม BA ความเข้มข้น 4 มก./ล. ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 1 มก./ล. มีจำนวนยอดใหม่ต่อชิ้นส่วนมากกว่ากรรมวิธีอื่น (3.33 ยอดต่อชิ้นส่วน) แต่มีความสูงของต้นที่ไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 2.42-4.58 ซม. ส่วนจำนวนใบต่อกอมีลดลงเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มก./ล. ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1, 2 และ 4 มก./ล. แต่กรรมวิธีอื่นไม่มีการเพิ่มของจำนวนใบต่อกอ ลักษณะของยอดใหม่ที่เกิด (ภาพที่ 2A) โดย Palai *et al.* (2000) การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตร่วมกันระหว่างไซโตไคนินกับออกซินมีผลต่ออัตราการเพิ่มจำนวนของยอดใหม่ในพืช สำหรับการชักนำให้เกิดรากของต้นกล้าหนอนตายหยากไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มก./ล. มีจำนวนรากต่อกอ คือ 1 รากต่อกอ

การทดลองที่ 3

เมื่อย้ายต้นหนอนตายหยากออกปลูกในแต่ละกรรมวิธี (ตารางที่ 2) พบว่า ในวัสดุปลูกสูตร ทรายกับขี้เถ้าแกลบ (1:1) มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายของต้นกล้าหนอนตายหยาก (80 เปอร์เซ็นต์) มากกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 (60 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และมีลักษณะของต้นทางกายภาพที่เหมือนกับต้นที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการแยกหน่อ (ภาพที่ 2B)

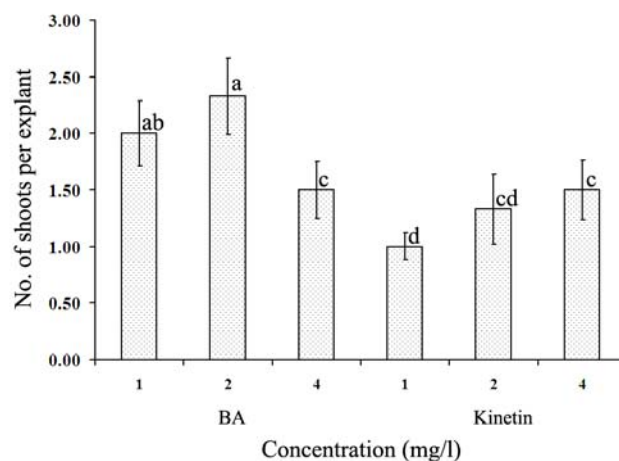


Figure 1 Effect of different type and concentration of cytokinin on number of shoots per explant of *S. tuberosa* Lour. after culture initiation.

Table 1 Effect of type and concentration of plant growth regulators on *in vitro* shoot proliferation from explants of *S. tuberosa* Lour. after four weeks of culture.

Concentration (mg/l)		Height of shoot	No. of shoots per explant ^{1/}	No. of leaves per explant
BA	NAA	(cm)		
1	1	4.43±0.91	1.33±0.52 ^d	1.33±0.67
	2	4.58±0.79	1.75±0.61 ^c	1.00±0.00
	4	3.46±0.46	1.75±0.33 ^c	1.00±0.00
2	1	3.83±0.52	2.83±0.17 ^b	- ^{2/}
	2	3.67±0.44	1.33±0.03 ^d	-
	4	2.42±0.88	1.33±0.82 ^d	-
4	1	3.08±0.02	3.33±0.75 ^a	-
	2	2.71±0.27	2.17±0.14 ^b	-
	4	3.29±0.51	1.83±0.47 ^c	-
BA		ns ^{3/}	ns	ns
NAA		ns	ns	ns
BA x NAA		ns	**	ns
LSD _{0.05}		ns	1.30	ns
CV(%)		26.15	30.12	50.13

^{1/} Mean within a column followed by the same letters were not significantly different by MINITAB analysis using Least Significant Difference test (LSD) at P=0.05

^{2/} - = Not initiate of leave

^{3/} ns = Not significant

Table 2 The percentage of survival of *S. tuberosa* were grown in different of planting materials after four weeks.

Treatment	Percentage of survival ^{1/}
Sand: Coconut husk :Rice husk charcoal (1 : 1 : 1)	60±12.81 ^b
Sand: Loam: Rice husk charcoal (1 : 1 : 1)	40±16.51 ^c
Sand: Rice husk charcoal (1 : 1)	80±10.47 ^a
LSD _{0.05}	19.48
CV(%)	30.46

^{1/} Mean within a column followed by the same letters were not significantly different by MINITAB analysis using Least Significant Difference test (LSD) at P=0.05

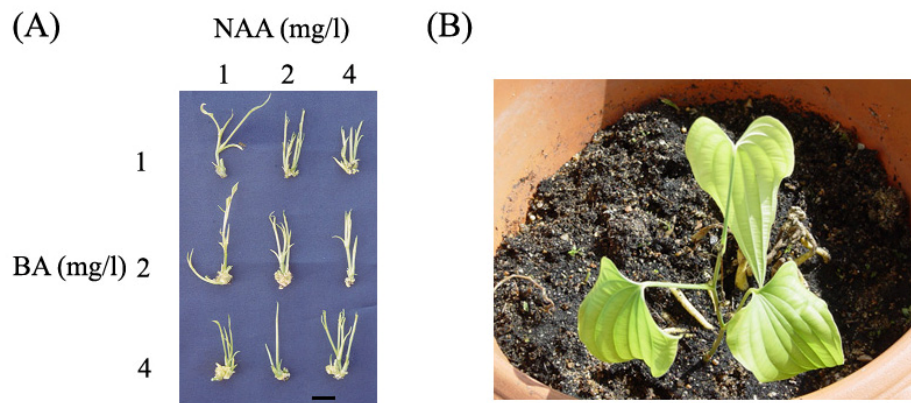


Figure 2 Shoot proliferation on type and concentration of *S. tuberosa* Lour. after four weeks of culture (A) (Bar = 1 cm), Plantlets of *S. tuberosa*, 4 weeks after transfer to sand and rice husk charcoal (B).

สรุป

การศึกษายานยพันธุ์ต้นหนอนตายหายากในสภาพปลอดเชื้อ สามารถชักนำได้จากส่วนของปลายยอดเมื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มก./ล. การเพิ่มจำนวนยอดต่อชิ้นส่วนได้ที่เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม BA ความ

เข้มข้น 4 มก./ล. ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1 มก./ล. จำนวน 3.33 ยอดต่อชิ้นส่วน หลังจากเลี้ยงได้ 4 สัปดาห์ และชักนำให้เกิดรากของต้นเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS(1962) ที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มก./ล. หลังจากนั้นทำการย้ายออกปลูกมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายได้ดีในวัสดุปลูกที่มีทรายกับขี้เถ้าแกลบ (1 : 1) สูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ และมีลักษณะทางกายวิภาคของพืชที่เหมือนกับต้นที่ขยายพันธุ์โดยวิธีแยกหน่อ

เอกสารอ้างอิง

- จิตติภาส ชิตโชติ. 2530. การผลิตต้นพันธุ์ซึ่งปลอดโรคโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 18 หน้า.
- นันทวัน บุญยะประสงค์ และ อรุณ ชัยชัยเจริญพร. 2543. สมุนไพรพื้นบ้าน. บริษัทประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 150 หน้า.
- เบญจพร เสียงเพราะ. 2536. การขยายพันธุ์ซึ่งโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. โครงการงานชีววิทยาภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 38 หน้า.
- อภิชาติ ชิดบุรี พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง และพิทักษ์ พุทธวรชัย. 2543. ผลของระดับความเข้มข้น BA ที่มีต่อการเพิ่มจำนวนต้นกระชายดำในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารเกษตร 17(2): 100-105.
- Gupta S. K., S. P. S. Khanuja and S. Kumar. 2001. *In vitro* micropropagation of *Lippia alba*. Current Science 81(2): 206-210.
- Jiwajinda S., N. Hirai, K. Watanabe, V. Santisopasri, N. Chuengsamarnyart, K. Koshimiazu and H. Ohigashi. 2001. Occurrence of the insecticidal 16,17-didehydro-16(E)-stemofoline in *Stemona collinsae*. Phytochemistry 56: 693-695.
- Palai, S. K., G.R. Rout, S. Samantaray and P. Das. 2000. Biochemical changes during *in vitro* organogenesis in *Zingiber officinale* Rosc. Journal of Plant Biology 27: 153-160.
-

การศึกษาโครโมโซมของว่านมหาโชค

Chromosome Investigation of Amazon Lily (*Eucharis grandiflora* Planch. & Lind.)

พวงพรรณ บัวทอง^{1/} และ จันทนา สุวรรณธาดา^{1,2/}

Poungpang Buathong^{1/} and Chuntana Suwanthada^{1,2/}

Abstract: Root-tip preparation techniques for somatic chromosome investigation of *Eucharis grandiflora* Planch. & Lind. were studied. The studies comprised of 1) root-tip sampling duration at from 7.30 am to 4.30 pm 2) pre-treatment duration in para-dichlorobenzene (PDB) of 6, 12, 24, 48 and 72 hour and 3) staining duration in carbol fuchsin of 6, 12, 24, 48 and 72 hour. The results showed suitable technique of root-tip preparation for chromosome investigation being sample taking at 9.30 am followed by fixation with PDB treatment for 48 hours and staining with carbol fuchsin for 12 hours. Chromosome counts revealed $2n=68$.

Keywords: *Eucharis grandiflora*, chromosome

บทคัดย่อ: การศึกษาเทคนิคในการเตรียมเนื้อเยื่อปลายรากของว่านมหาโชคเพื่อศึกษาโครโมโซม ประกอบด้วย 1) การหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างปลายรากโดยทดลองเก็บตัวอย่างปลายรากในช่วงเวลา 7.30–16.30 น. 2) การหาความยาวนานที่เหมาะสมในการหยุดยั้งเซลล์โดยแช่ปลายรากในสารละลาย para-dichlorobenzene (PDB) นาน 6, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และ 3) การหาระยะเวลาความยาวนานที่เหมาะสมของการย้อมสีปลายรากด้วยสารละลาย carbol fuchsin นาน 6, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จากผลการทดลองสามารถสรุปวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมในการเตรียมเนื้อเยื่อปลายรากของว่านมหาโชคเพื่อศึกษาโครโมโซม คือ เก็บตัวอย่างปลายรากเวลา 9.30 น. หยุดยั้งเซลล์ใน PDB นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นย้อมปลายรากด้วยสี carbol fuchsin นาน 12 ชั่วโมง แล้วจึงขยี้เนื้อเยื่อ จากการตรวจนับโครโมโซมพบว่าเซลล์ปลายรากของว่านมหาโชคมีจำนวนโครโมโซม $2n = 68$

คำสำคัญ: ว่านมหาโชค โครโมโซม

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

^{2/}ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ. ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่ 50220

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

^{2/}Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Doi Saket, Chiang Mai 50220, Thailand

คำนำ

ว่านมหาโชค (Amazon lily; *Eucharis grandiflora* Planch. & Lind.) เป็นไม้ดอกประเภทหัวเขตร้อนชนิดหนึ่งที่มีความนิยมในการใช้เป็นไม้ดอกกระถางในประเทศไทยมาเป็นเวลานาน เนื่องจากเป็นพืชที่มีใบและดอกที่สวยงาม ดอกบานติดกับต้นทนนานและมีชื่อสามัญที่เป็นมงคล ดอกของว่านมหาโชคออกเป็นช่อ ก้านช่อดอกยาวตรงและแข็งแรง ดอกมีสีขาวและมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ปัจจุบันได้เริ่มมีการนำดอกว่านมหาโชคมาใช้ประโยชน์ในการประดับแจกันและจัดช่อดอกไม้บ้างแล้ว การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาโครโมโซมของพืชชนิดนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาโครโมโซมของว่านมหาโชค (ภาพที่ 1) จากเซลล์เนื้อเยื่อปลายรากด้วยวิธี Feulgen's squash ดัดแปลง โดย ดวงทิพย์ (2539) โดยการเก็บตัวอย่างปลายรากในเวลา 7.30 – 16.30 น. หยดวชิพของเซลล์ในสารละลาย para-dichlorobenzene (PDB) นาน 6, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตรึงเซลล์ในน้ำยาคาร์บอนนาน 5 นาที ย่อยแยกเซลล์ใน 1 N HCl ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (°C) นาน 5 นาที ย้อมเนื้อเยื่อในสารละลายสี carbol fuchsin นาน 6, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง นำปลายรากไปย้อมแล้วปิดด้วยแผ่นกระจก กดด้วยหัวแม่มือเพื่อให้เซลล์กระจายแล้วซับสีที่มากเกินไปออก นำแผ่นกระจกไปศึกษาโครโมโซมได้กล้องจุลทรรศน์

ผลการศึกษา

1. การเก็บตัวอย่างปลายราก

ผลการทดลองพบว่าการเก็บตัวอย่างปลายรากเวลา 7.30 น. ถึง 8.30 น. และ 10.30 ถึง 16.30 น. นั้นปลายรากมีเซลล์อยู่ในระยะปลายของโปรเฟส ส่วนการเก็บปลายรากเวลา 9.30 น. ได้เซลล์ที่อยู่ในระยะเมตา

เฟสและเห็นโครโมโซมชัดเจน ดังแสดงลักษณะของโครโมโซมของเซลล์ของปลายรากที่เก็บตัวอย่างในเวลาแตกต่างกันไว้ในภาพที่ 2

2. การหยดวชิพเซลล์

การเก็บตัวอย่างปลายรากตามกรรมวิธีที่เหมาะสมในข้อ 1 คือ เวลา 9.30 น. แล้วนำไปแช่ในสารละลาย PDB ที่ 15 °C นาน 6, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมงนั้น พบว่ากรรมวิธี 48 ชั่วโมงได้เซลล์ที่มีโครโมโซมที่เห็นรูปร่างของโครโมโซมชัดเจน ส่วนกรรมวิธี 6, 12 และ 24 ชั่วโมงได้เซลล์ที่มีโครโมโซมที่ยังหดตัวไม่มากนักในขณะที่กรรมวิธี 72 ชั่วโมงให้เซลล์ที่มีโครโมโซมหดตัวสั้นมากและมีลักษณะเป็นจุด ดังเห็นได้จากภาพที่ 3

3. การย้อมสีโครโมโซม

การทดลองย้อมสีโครโมโซมใน carbol fuchsin นาน 6, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ให้ผลคือ กรรมวิธีการย้อมสีนาน 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ได้โครโมโซมที่ติดสีเข้มสม่ำเสมอ ส่วนกรรมวิธีการย้อมสีนาน 6 ชั่วโมง ให้โครโมโซมที่ติดสีเข้มเช่นกันแต่สีจางกว่าและมีบางแห่งติดสีไม่สม่ำเสมอ (ภาพที่ 4)

4. จำนวนโครโมโซม

การศึกษาโครโมโซมจากเซลล์ปลายราก พบว่าว่านมหาโชคมีจำนวนโครโมโซม $2n = 68$ (ภาพที่ 5)

วิจารณ์

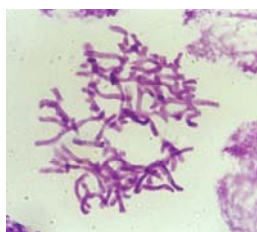
การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้เทคนิคที่เหมาะสมในการเตรียมเนื้อเยื่อปลายรากเพื่อศึกษาโครโมโซมของว่านมหาโชคและทราบจำนวนโครโมโซมของพืชชนิดนี้ ซึ่งมี $2n=68$ ที่ศึกษาได้ครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Meerow (1987) เทคนิคที่ได้จากการทดลองครั้งนี้จะนำไปดัดแปลงใช้สำหรับการศึกษาโครโมโซมในไม้ดอกอื่น ๆ ที่อยู่ในวงศ์เดียวกันได้



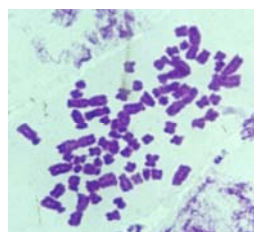
Figure 1 Flowers of *Eucharis grandiflora* Planch. & Lind.



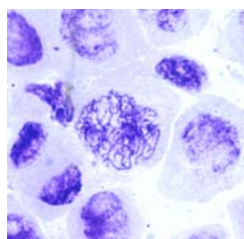
7.30 a.m



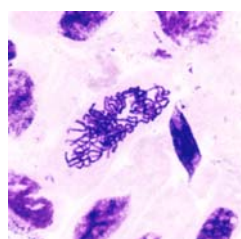
8.30 a.m.



9.30 a.m.



2.30



3.30

Figure 2 Somatic chromosomes of root-tip cells collected at different durations of time.

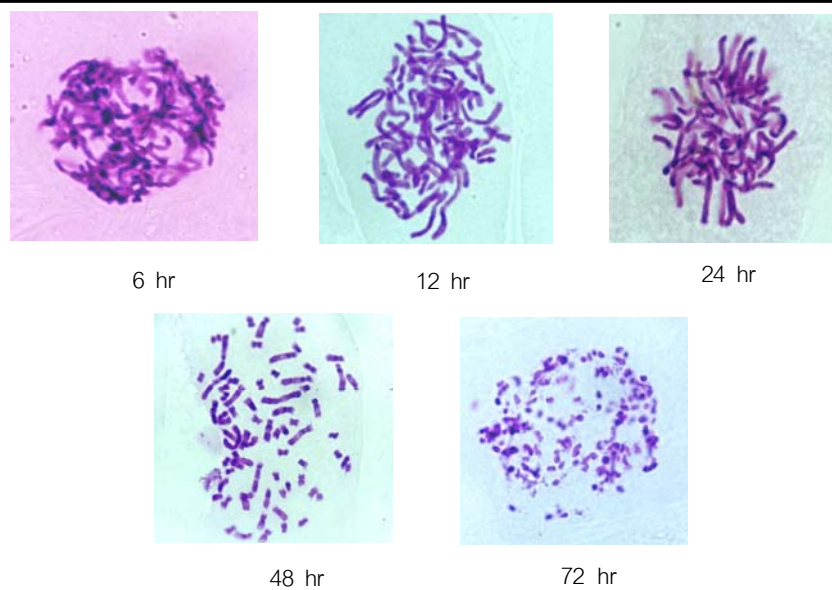


Figure 3 Somatic chromosomes of root-tip cells pre-treated at different durations of time.

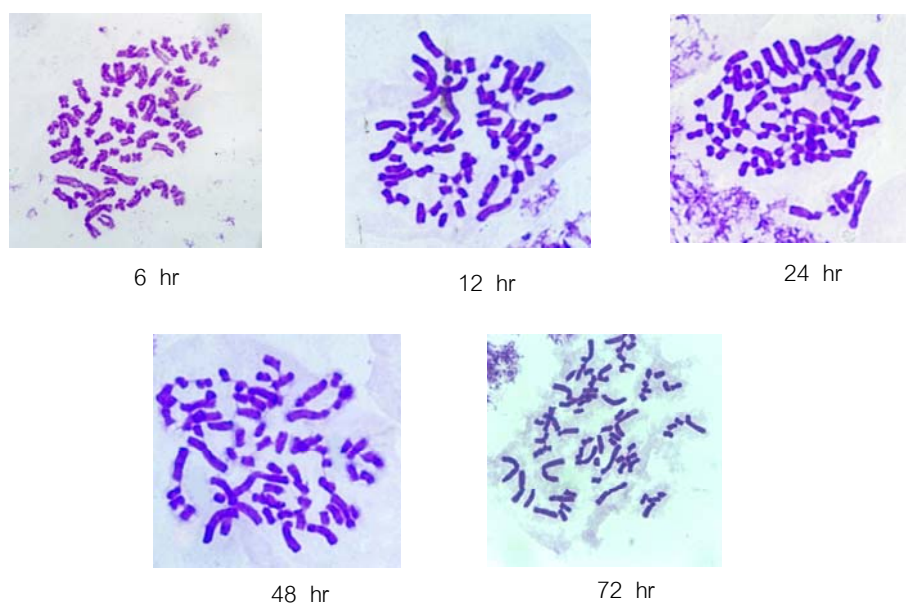


Figure 4 Somatic chromosomes of root-tip cells stained at different durations of time.

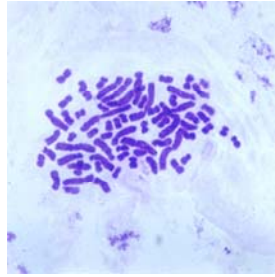


Figure 5 Somatic chromosomes of root-tip cells; $2n = 68$.

สรุป

เทคนิคที่เหมาะสมในการเตรียมเนื้อเยื่อปลายรากเพื่อศึกษาโครโมโซมของว่านมหาโชคโดยวิธีการขยี้เซลล์ คือเก็บ ตัวอย่างปลายรากในเวลา 9.30 น. หยดลงซีฟเซลล์นาน 48 ชั่วโมง ตรึงเซลล์ในน้ำยาคาร์นอย นาน 5 นาที ย่อยแยกเซลล์ใน 1 N HCl นาน 5 นาที ย้อมสี นาน 12 ชั่วโมง จำนวนโครโมโซมของว่านมหาโชคที่ศึกษาพบครั้งนี้คือ $2n = 68$

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนากัญชาระดับจังหวัด
เนื่องจากพระราชดำริที่สนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ดวงทิพย์ วิทยศักดิ์. 2539. ลักษณะทางสัณฐานวิทยา
กายวิภาควิทยาและเซลล์วิทยาของว่านสี่ทิศ.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 105 หน้า.
- Meerow, A. W.A. 1987. Chromosome cytology of
Eucharis, *Caliphruria* and *Urceolina*
(Amaryllidaceae). Amer. J. Bot. 74(10):
1560 - 1576.

ผลของกรดแอสคอร์บิกต่อการเกิดสีน้ำตาล
และกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส
ของผลลำไยพันธุ์ดอหลังการเก็บเกี่ยว

Effects of Ascorbic Acid on Browning
and Activity of Polyphenol Oxidase
on Postharvest Quality of Longan cv. Daw

ศันสนีย์ กาบบัว^{1/} และธนะชัย พันธุ์เกษมสุข^{1/}
Sunsanee Kabbua^{1/} and Tanachai Pankasemsuk^{1/}

Abstract: The effects of ascorbic acid on postharvest quality of longan cv. Daw fruits was studied by soaking the fruits in 1% ascorbic acid solution for 0 (control), 1, 5, 10, 20 and 30 minutes. Then the fruits were stored at 5 °C. The result showed that the shelf-life of fruits, soaked in 1% ascorbic acid solution for 0, 1, 5, 10, 20 and 30 minutes, were 15, 21, 21, 18, 15 and 15 days respectively. Longan fruits were soaked in 1% ascorbic acid solution for 1 and 5 minutes had fresh weight loss, dry weight, polyphenol oxidase activity and exocarp browning lower than the control. However, they had vitamin C and total phenolics contents higher than the control.

Keywords: Longan, ascorbic acid, browning

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของกรดแอสคอร์บิกต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยพันธุ์ดอ โดยการแช่ผลลำไยในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 0 (ชุดควบคุม), 1, 5, 10, 20 และ 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ผลลำไยมีอายุการเก็บรักษาได้ 15, 21, 21, 18, 15 และ 15 วัน ตามลำดับ โดยผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 และ 5 นาที มีการสูญเสียน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง เปลือก กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส และการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลน้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังมีปริมาณวิตามินซี และปริมาณสารประกอบฟีนอลมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: ลำไย กรดแอสคอร์บิก การเกิดสีน้ำตาล

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

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

คำนำ

ลำไยเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ผลผลิตที่ได้นอกจากจะเป็นที่นิยมภายในประเทศแล้วยังเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศ เช่น ในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยส่งออกผลลำไยสดและลำไยแช่แข็ง 134,433 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,198.03 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549) ซึ่งมีตลาดที่ส่งออกผลลำไยสด ได้แก่ ฮองกง มาเลเซีย อินโดนีเซีย แคนาดา สิงคโปร์ และจีน (พิทยา และพาวิน, 2545) การผลิตลำไยยังสามารถทำนอกฤดูได้ โดยการใช้สารเคมีกระตุ้นให้ลำไยออกดอก จึงทำให้สามารถผลิตลำไยได้ตลอดปี ทำให้การส่งออกผลลำไยสดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ผลลำไยสดจัดเป็นผลไม้ที่มีอายุการเก็บรักษาสั้นมาก เนื่องจากผลลำไยเกิดการเน่าเสียจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของเปลือก เกิดได้เนื่องจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase; PPO) เปลี่ยนโมเลกุลของฟีนอลไปเป็น quinone และรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้นและมีสีน้ำตาล (จริงแท้, 2546) นอกจากนี้การสูญเสียสีน้ำตาลหลังการเก็บเกี่ยวเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่ง ที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตผลผลิตที่มีการเก็บรักษา (สายชล, 2528) โดยมีผลต่อการสูญเสียสีน้ำตาล และคุณภาพของผล การใช้สารเคมีเป็นวิธีการชะลอหรือยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ โดยเฉพาะการใช้สารละลายกรด เช่น กรดแอสคอร์บิก สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้โดยกรดแอสคอร์บิกจะปฏิกิริยา quinone ไม่ให้เกิดการรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่ (จริงแท้, 2546)

ดังนั้นการทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาในการแช่กรดแอสคอร์บิกต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยพันธุ์ดอ ซึ่งคาดว่าผลที่ได้จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลลำไยให้นานขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 6 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีมี 4 ซ้ำ โดยนำผลลำไยพันธุ์ดอจากสวนเกษตรกรในเขตอำเภอบ้านไธสง จังหวัดลำพูน มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา แล้วนำผลลำไยแช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 1% นาน 1, 5, 10, 20 และ 30 นาที และชุดควบคุมคือไม่แช่ผลลำไยในสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 1% จากนั้นผึ่งให้ผิวแห้งที่อุณหภูมิห้อง นำผลลำไยบรรจุลงในภาตโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม polyvinyl chloride แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูลทุก 3 วัน ดังต่อไปนี้ อายุการเก็บรักษา การสูญเสียสีน้ำตาลสด น้ำหนักแห้งเปลือก ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณวิตามินซีในเนื้อ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือก ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือก การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของผิวเปลือกด้านนอก

ผลการทดลอง

อายุการเก็บรักษาพบว่าผลลำไยในชุดควบคุมผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 20 และ 30 นาที มีอายุการเก็บรักษาได้เท่ากันคือ 15 วัน ขณะที่ผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 10 นาที มีอายุการเก็บรักษาได้ 18 วัน ผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1 และ 5 นาที ที่มีอายุการเก็บรักษาได้เท่ากันคือ 21 วัน

การสูญเสียสีน้ำตาลสดพบว่าผลลำไยในทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียสีน้ำตาลสดเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันที่เก็บรักษา โดยเมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน ชุดควบคุม และผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1, 5, 10, 20 และ 30 นาที มีการสูญเสียสีน้ำตาลสดเท่ากับ 5.88, 5.52, 5.36, 5.69, 5.78 และ 5.97% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ โดยผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1 และ 5 นาที มีการสูญเสีย น้ำหนักสตน้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

น้ำหนักแห้งเปลือกของผลลำไยในทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันที่เก็บรักษา (ภาพที่ 1) โดยเมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน พบว่าชุดควบคุม ผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1, 5, 10, 20 และ 30 นาที มีน้ำหนักแห้งเปลือกเท่ากับ 80.23, 77.35, 78.27, 78.80, 79.83 และ 80.89% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ปริมาณวิตามินซีพบว่าผลลำไยในทุกกรรมวิธีมีปริมาณวิตามินซีในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษาค่อนข้างคงที่ และหลังจากนั้นลดลงอย่างช้า ๆ และหลังจากเก็บรักษานาน 9 วัน ชุดควบคุมผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 20 และ 30 นาที มีปริมาณวิตามินซีลดลงอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 2) โดยเมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน พบว่าผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1 และ 5 นาที มีปริมาณวิตามินซีในเนื้อเท่ากับ 114.35 และ 112.85 มิลลิกรัม/100กรัมน้ำหนักสดตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม และผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 10, 20 และ 30 นาที ซึ่งมีปริมาณวิตามินซีในเนื้อเท่ากับ 105.10, 99.64 และ 100.71 มิลลิกรัม/100กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

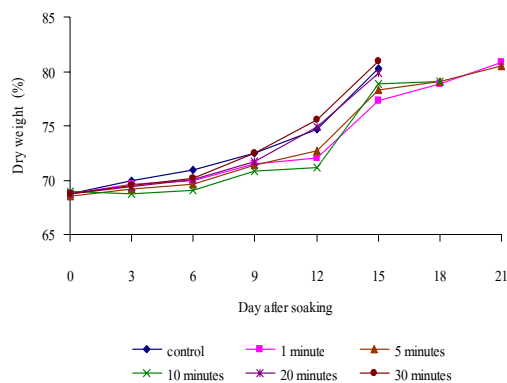


Figure 1 Dry weight of longan cv. Daw fruits soaked in 1% ascorbic acid solution for 0, 1, 5, 10, 20 and 30 minutes.

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ พบว่าลดลงเล็กน้อยโดยมีค่าอยู่ในช่วง 17.10-19.60 °บริกซ์ (ภาพที่ 3) และเมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน พบว่าผลลำไยในทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

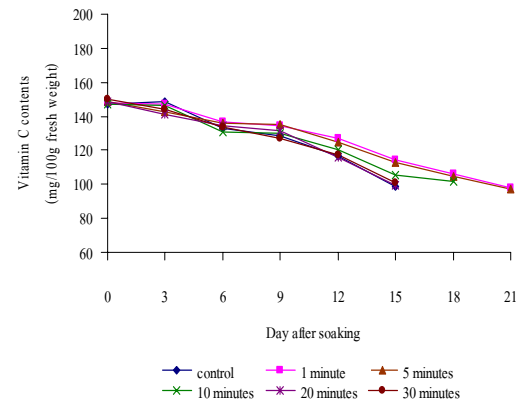


Figure 2 Vitamin C contents of longan cv. Daw fruits soaked in 1% ascorbic acid solution for 0, 1, 5, 10, 20 and 30 minutes.

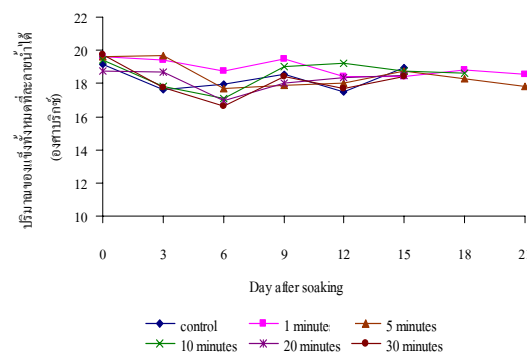


Figure 3 Total soluble solid of longan cv. Daw fruits soaked in 1% ascorbic acid solution for 0, 1, 5, 10, 20 and 30 minutes.

กิจกรรมของเอนไซม์ PPO พบว่าในช่วง 6 วันแรกผลลำไยในทุกกรรมวิธีมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ลดลง และหลังจากนั้นกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในช่วงหลังวันที่ 6 ของการเก็บรักษาผลลำไยที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สูงกว่าชุดควบคุม (ภาพที่ 4) และเมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน พบว่าชุดควบคุมมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สูงสุด คือ 7.38 หน่วย ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1, 5, 10, 20 และ 30 นาที ที่มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เท่ากับ 5.77, 5.77, 5.76, 6.67 และ 6.65 หน่วยตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ปริมาณสารประกอบฟีนอล พบว่าในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษาปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือกของผลลำไยมีค่าค่อนข้างคงที่ ยกเว้นผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 20 นาที ที่ลดลงหลังจากเก็บรักษานาน 3 วัน และหลังจากนั้นปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือกลดลงเพียงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพที่ 5) เมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน พบว่าผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1, 5 และ 10 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 0.60, 0.65 และ 0.58 มิลลิกรัม/100กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 20 และ 30 นาที ที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 0.48 และ 0.50 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ

การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของผิวเปลือกด้านนอก พบว่าหลังจากวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 30 นาที เริ่มมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของผิวเปลือกด้านนอก และเมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน ผลลำไยในทุกกรรมวิธีเริ่มมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของผิวเปลือกด้านนอก โดยชุดควบคุม ผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 20 และ 30 นาที มีระดับคะแนนการเกิดสีน้ำตาลของผิวเปลือกด้านนอกเท่ากันคือ 2.25 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลลำไยที่

แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1, 5 และ 10 นาที ที่มีระดับคะแนนการเกิดสีน้ำตาลของผิวเปลือกด้านนอกเท่ากับ 1, 1 และ 1.25 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

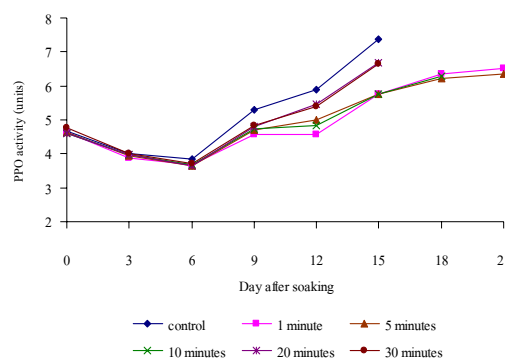


Figure 4 Polyphenol oxidase of longan cv.

Daw fruits soaked in 1% ascorbic acid solution for 0, 1, 5, 10, 20 and 30 minutes.

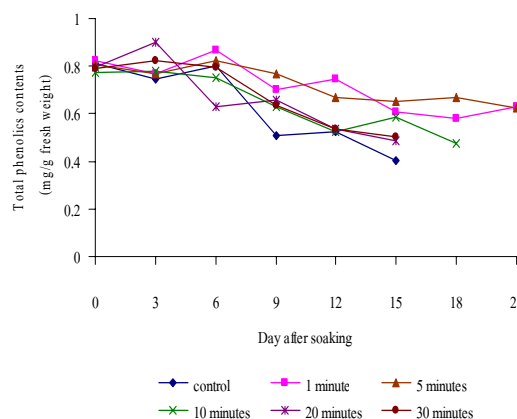


Figure 5 Total phenolic contents of longan cv.

Daw fruits soaked in 1% ascorbic acid solution for 0, 1, 5, 10, 20 and 30 minutes.

Table 1 Fresh weight loss, dry weight and vitamin C contents of longan cv Daw fruits soaked in 1% ascorbic acid solution for 0, 1, 5, 10, 20 and 30 minutes storage 15 days.

Treatment	Fresh weight loss ^{1/} (%)	Dry weight ^{1/} (%)	Vitamin C contents ^{1/} (mg/100g fresh weight)
0 minutes	5.88 ab	80.23 a	98.64 c
1 minutes	5.52 cd	77.35 d	114.35 a
5 minutes	5.36 d	78.27 cd	112.85 a
10 minutes	5.69 bc	78.80 bc	105.10 b
20 minutes	5.78 ab	79.83 ab	99.64 c
30 minutes	5.97 a	80.89 a	100.71 bc
LSD0.05	*	*	*
C.V. (%)	2.85	1.11	3.48

^{1/} The means in the same column followed by different letters were significant difference at P<0.05 by LSD

Table 2 Polyphenol oxidase activity, total phenolics contents and exocarp browning of longan cv. Daw fruits soaked in 1% ascorbic acid solution for 0, 1, 5, 10, 20 and 30 minutes storage 15 days.

Treatment	Polyphenol oxidase activity (unit) ^{1/}	Total phenolics contents ^{1/} (mg/g fresh weight)	Exocarp browning ^{1/} (score)
0 minute	7.38 a	0.40 c	2.25 a
1 minute	5.77 c	0.60 a	1.00 b
5 minutes	5.77 c	0.65 a	1.00 b
10 minutes	5.76 c	0.58 a	1.25 b
20 minutes	6.67 b	0.48 b	2.25 a
30 minutes	6.65 b	0.50 b	2.25 a
LSD0.05	*	*	*
C.V. (%)	2.06	9.64	24.49

^{1/} The means in the same column followed by different letters were significant difference at P<0.05 by LSD

วิจารณ์

ผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1, 5 และ 10 นาที มีอายุการเก็บรักษานานกว่าชุดควบคุม เนื่องจากมีกรดแอสคอร์บิก ซึ่งมีคุณสมบัติรีดิวซ์สาร o-quinone ให้เปลี่ยนกลับเป็นสาร diphenol ก่อนเกิดปฏิกิริยาต่อไปเป็นสีน้ำตาล

(Walker, 1977) จึงทำให้มีอายุการเก็บรักษานานกว่าชุดควบคุม ส่วนผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 20 และ 30 นาที มีอายุการเก็บรักษา 15 วัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากชุดควบคุม น่าจะเป็นผลจากการที่แช่ผลลำไยนานเกินไปทำให้มีการสลายตัวของโครงสร้างเซลล์อย่างต่อเนื่องเป็นผลให้เซลล์สูญเสีย permeability ทำให้เอนไซม์ PPO และสาร

ตั้งต้นเข้าทำปฏิกิริยากันได้ง่าย (Jiang *et al.*, 2002)

การสูญเสียน้ำหนักสด เมื่อเก็บรักษาผลลำไยไว้นานขึ้น ผลลำไยในทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากผลลำไยหลังการเก็บเกี่ยวยังคงมีการหายใจตลอดเวลา ซึ่งดึงเอาสารอาหารที่สะสมออกไปจากผลิตผล ทำให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเซลล์ลดลง และผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาจากต้นยังคงมีการสูญเสียน้ำหนักสดขึ้นตลอดเวลา จึงทำให้น้ำหนักของผลิตผลลดลงด้วย (จริงแท้, 2546) และเมื่อเก็บรักษาผลลำไยไว้นานขึ้น พบว่า ผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 30 นาที มีการสูญเสียน้ำหนักสดสูง ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากเวลาในการแช่ 30 นาที ซึ่งอาจถือว่านานเกินไป อาจทำให้เนื้อเยื่อของผลิตผลเกิดความเสียหาย ส่งเสริมให้มีการหายใจและการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ผลลำไยมีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตาม

น้ำหนักแห้งเปลือก ผลลำไยในทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักแห้งเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และเมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน พบว่าชุดควบคุม ผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 20 และ 30 นาที มีน้ำหนักแห้งเปลือกสูง ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากผลลำไยมีการสูญเสียน้ำหนักมากทำให้สัดส่วนของน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น จึงทำให้น้ำหนักแห้งเปลือกเพิ่มสูงขึ้น

ปริมาณวิตามินซี การสูญเสียปริมาณวิตามินซีของผลิตผลมีสาเหตุมาจากการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด เช่น ascorbic acid oxidase, polyphenol oxidase และ peroxidase (จริงแท้, 2546; Burton, 1982) และยังเกิดจากกระบวนการออกซิเดชันด้วย การแช่ผลลำไยในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 10, 20 และ 30 นาที ในช่วงหลังมีการสูญเสียวิตามินซีไม่ต่างจากชุดควบคุม ทั้งนี้การแช่ที่นานเกินไปทำให้เกิดความเสียหายแก่เนื้อเยื่อของผลิตผลจึงทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลง

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าระยะเวลาในการแช่ผลลำไยในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และเมื่อสิ้นสุดการเก็บ

รักษาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้ เนื่องจากผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวยังคงมีการหายใจ จึงมีการใช้น้ำตาลที่เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของลำไยส่วนใหญ่คือน้ำตาล จึงทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง

กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% ต่ำกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากกรดแอสคอร์บิกไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO โดยทำหน้าที่เป็น chelating agent ซึ่งจะรวมตัวกับไอออนโลหะของเอนไซม์ PPO คือ ทองแดงที่บริเวณเร่งและเกิดการรีดิวซ์ cupric ion (Cu^{2+}) ของเอนไซม์ให้เปลี่ยนเป็น cuprous ion (Cu^+) ซึ่งเป็นการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยตรง (Marshall *et al.*, 2000) จึงส่งผลให้กิจกรรมเอนไซม์ลดลง ดังงานวิจัยของ Pongsakul *et al.* (2006) ที่แช่ผลลำไยในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1, 2.5, 5 และ 10 mM พบว่าสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ได้ 27, 44, 54 และ 100% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม เช่นเดียวกับ Soliva *et al.* (2001) ทดลองจุ่มผลอะโวคาโดพันธุ์ Hass ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 200 มก./กก. พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ลดลง 0.4% ส่วนการแช่ผลลำไยในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 20 และ 30 นาที อาจมีการชักนำให้เกิดการสลายตัวของโครงสร้างของเซลล์ ทำให้ผนังเซลล์สูญเสีย permeability ส่งผลให้เอนไซม์มีกิจกรรมสูงขึ้น

ปริมาณสารประกอบฟีนอลของผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1, 5 และ 10 นาที สูงกว่าชุดควบคุม ซึ่งสัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ที่มีค่าต่ำ ดังนั้นการแช่ผลลำไยในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1, 5 และ 10 นาที มีประสิทธิภาพในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ทำให้เอนไซม์ PPO ทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอลซึ่งเป็นสารตั้งต้นได้น้อย และแอสคอร์บิกยังมีคุณสมบัติที่เป็นสาร reducing agent ทำการรีดิวซ์สาร o-quinone ให้เปลี่ยนกลับเป็นสาร diphenol ก่อนเกิดปฏิกิริยาต่อไปเป็นสีน้ำตาล (Walker, 1977) จึงทำให้ยังคงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงกว่าชุดควบคุม

การเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกด้านนอก ของผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1, 5 และ 10 นาที น้อยกว่าชุดควบคุม เนื่องมาจากกรดแอสคอร์บิกมีคุณสมบัติที่เป็นสาร reducing agent ทำการรีดิวซ์สาร o-quinone ให้เปลี่ยนกลับเป็นสาร diphenol ก่อนเกิดปฏิกิริยาต่อไปเป็นสีน้ำตาล (Walker, 1997) สอดคล้องกับการทดลองของพรอนันต์ (2547) ที่พบว่า การแช่ผลลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 15 นาที สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้นาน 24 วัน เช่นเดียวกับการทดลองของ Son *et al.* (2001) พบว่าเมื่อแช่แอปเปิ้ลตัดแบ่งชิ้นพันธุ์ Liberty ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 3 นาที มีการเกิดสีน้ำตาลต่ำมาก และในผลสาลี่พันธุ์ Barlett ที่แช่สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2% นาน 5 นาที พบว่า สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดี โดยเกิดสีน้ำตาลขึ้นเพียง 8% ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน (Gorny *et al.*, 2002) และจากการทดลองพบว่าผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 20 และ 30 นาที มีระดับคะแนนการเกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากผลลำไยได้รับความเครียดจากระยะเวลาแช่นานเกินไปทำให้มีการสลายตัวของโครงสร้างเซลล์อย่างต่อเนื่อง

เป็นผลให้เซลล์สูญเสีย permeability ทำให้เอนไซม์ PPO และสารตั้งต้นเข้าทำปฏิกิริยากันได้ง่าย (Jiang *et al.*, 2002) ดังการศึกษาในผลลำไยพันธุ์ต่อที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 5 และ 10% นาน 5 นาที แล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่า ผลลำไยมีระดับคะแนนการเกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (Whangchai *et al.*, 2006) นอกจากนี้ อินทิตรา และคณะ (2545) รายงานว่า ผลลองกองที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 0.5 และ 1% พบว่าเปลือกผลมีการเกิดสีน้ำตาลขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับ ผลลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 2.5, 5 และ 10% มีการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลมากกว่าชุดควบคุม (กัญญารัตน์, 2548)

สรุป

1. ผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 0, 1, 5, 10, 20 และ 30 นาที มีอายุการเก็บรักษาได้ 15, 21, 21, 18, 15 และ 15 วันตามลำดับ
2. ผลลำไยที่แช่ในสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1% นาน 1 และ 5 นาทีสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งเปลือก กิจกรรมของเอนไซม์ PPO และการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของเปลือกด้านนอก อีกทั้งยังทำให้ปริมาณวิตามินซีในเนื้อและสารประกอบฟีนอลสูงกว่าชุดควบคุม

เอกสารอ้างอิง

- กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ. 2548. ผลของสารเคมีบางชนิดและอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่อการเกิดสีน้ำตาล ของเปลือกลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 234 หน้า.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.
- พิทยา สรวมศิริ และพาวิณ มะโนชัย. 2545. การผลิตลำไยนอกฤดูอย่างมืออาชีพ. โรงพิมพ์ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 64 หน้า.
- พรอนันต์ บุญก่อน. 2547. อิทธิพลของกรรมวิธีรักษาเปลือกต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี ของผลลิ้นจี่ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 204 หน้า.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ, นครปฐม. 365 หน้า.

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/oaewebsite/oae_imex.php (12 ธันวาคม 2549).
- อินทรี ลิจันทรพร ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร และศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2545. ผลของกรดแอสคอร์บิกและกรดซิตริกต่อการเกิดสีน้ำตาลของผลลองกอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 33(6): 119-121.
- Burton, W.G. 1982. Postharvest Physiology of Food Crops. Longman Group, London. 339 pp.
- Gorny, J.R., B. Hess-Pierce, R.A. Cifuentes and A.A. Kader. 2002. Quality changes in fresh-cut pear slices as effected by controlled atmospheres and chemical preservatives. Post. Bio. Tech. 24: 271-278.
- Jiang, Y., Z. Zhang, D.C. Joyce and S. Ketsa. 2002. Postharvest biology and Handling of longan fruit (*Dimocarpus longan* Lour.). Post. Bio. Tech. 26: 241-252.
- Marshall, M.R., J. Kim and C.I. Wei. 2000. Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods. [Online]. Available: <http://www.fao.org/ag/ags/agsi/ENZYMEFIN/AL/Enzymatic%20Browning.html> (November 12, 2006).
- Pongsakul N., B. Leelasart and N. Rakariyatham. 2006. Effect of L-cysteine, potassium metabisulfite, ascorbic acid and citric acid on inhibition of enzymatic browning in longan. Chiang Mai J. Sci. 33: 137-141.
- Soliva, R.C., P. Elez, M. Sebastian and O. Martin. 2000. Evaluation of browning effect on avocado puree preserved by combined methods. Innov. Food Sci. Emer. Tech. 1: 261-268.
- Son, S.M., K.D. Moon and C.Y. Lee. 2001. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. Food Chem. 73: 23-30.
- Walker, J.R.L. 1977. Enzymatic browning in foods: its chemistry and control. Food Technol. 12: 19-25.
- Whangchai, K., K. Saengnil and J. Uthaibutra. 2006. Effect of ozone in combination with some organic acids on the control of postharvest decay and pericarp browning of longan fruit. Crop Protection 25: 821-825.

คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลิฟ ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์

Postharvest Quality of Hydroponic Lettuce cv. Green Oak Leaf

วารินทร์ ใจวิเสน^{1/} และ ดนัย บุญเกียรติ^{1/}
Warin Jaivisen^{1/} and Danai Boonyakia^{1/}

Abstract: Postharvest quality of lettuce leaves cv. Green Oak Leaf stored at various temperatures was studied. Results showed that after storing the leaf for 2 days, conventional grown lettuce showed lower weight loss and shorter storage life than hydroponic grown lettuce. The conventional grown lettuce had higher vitamin C than the hydroponic grown lettuce, but total soluble solids, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and nitrate content were not significant different from the hydroponic grown lettuce. Lettuce leaves that stored at ambient temperature for 2 days showed the highest weight loss which was 4.86 ± 1.63 %. Lettuce leaves stored at 0, 4 and 8 °C showed higher vitamin C than lettuce leaves which stored at ambient temperature, the vitamin C content were 9.43 ± 1.39 , 9.59 ± 2.04 , 10.38 ± 2.05 and 8.18 ± 1.47 mg/100 g fresh weight, respectively. Lettuce leaves stored at 4 °C showed the highest chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll contents which were 0.15 ± 0.04 , 0.07 ± 0.02 and 0.22 ± 0.06 mg/100 g fresh weight, respectively. However, storage temperature did not show any affect on nitrate content.

Keywords: Lettuce, hydroponic, postharvest

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

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

บทคัดย่อ: การศึกษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของใบผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลิฟ ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าเมื่อ เก็บรักษานาน 2 วัน ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่า และมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ นอกจากนี้ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณไนเตรท ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 4.86 ± 1.63 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณวิตามินซีของใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง คือ 9.43 ± 1.39 , 9.59 ± 2.04 , 10.38 ± 2.05 และ 8.18 ± 1.47 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับใบผักกาดหอมเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงที่สุด คือ 0.15 ± 0.04 , 0.07 ± 0.02 และ 0.22 ± 0.06 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนเตรท

คำสำคัญ: ผักกาดหอม ไฮโดรโปนิคส์ หลังการเก็บเกี่ยว

คำนำ

ปัจจุบันมีการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิคส์ในระดับการค้า โดยผักกาดหอมเป็นผักที่ได้รับความนิยมในการผลิตด้วยระบบไฮโดรโปนิคส์ เนื่องจากการปลูกด้วยวิธีนี้ให้ผลผลิตสม่ำเสมอคงที่ สามารถควบคุมธาตุอาหารและมีการจัดการที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อพืชได้ ทำให้ผลผลิตมีขนาด รูปร่าง น้ำหนักสม่ำเสมอ และสามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล นอกจากนี้ยังทำให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็ว (ถวัลย์, 2543) อีกทั้งยังประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืช (นพดล, 2538) และลดปัญหาการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช (อารักษ์, 2544) ในขณะที่การปลูกพืชในระบบปกติมีขีดจำกัดเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพภูมิอากาศและพันธุ์พืชที่ใช้ในการเพาะปลูก จึงทำให้พืชส่วนมากสามารถปลูกได้ดีในฤดูหนาว ทำให้ผลผลิตออกมามีตลาด นอกจากนี้ปัจจุบันดินเสื่อมคุณภาพ ทำให้ดินในแต่ละพื้นที่มีคุณสมบัติที่ไม่แน่นอนแตกต่างกันไป เช่น โครงสร้างของดิน ปริมาณธาตุอาหาร ระดับความเป็นกรดต่างไม่เหมาะสม ทำให้ยุ่งยากต่อการปรับปรุงคุณภาพและเสียค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทำให้ได้ผลผลิตในปริมาณที่ไม่แน่นอน (ดิเรก, 2547) ผักกาดหอมเป็นผักที่นิยมปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ซึ่งจัดเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์

Asteraceae (Compositae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* L. ผักกาดหอมมีหลายพันธุ์ เช่น Red Coral, Red Oak, Green Oak, Bathavia, Butterhead และ Green Cos เป็นต้น (มนูญ, 2544) เป็นพืชที่นิยมนำมาบริโภคสดและประกอบอาหาร ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 1-2 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 1-2 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 0.25 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีวิตามินซี และมีสารแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) หลายชนิด ซึ่งจะจับอนุมูลอิสระที่เกิดจากสิ่งเป็นพิษต่าง ๆ ทำให้ร่างกายปลอดภัยจากมะเร็ง (คณะทำงานรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักในโครงการอนุรักษ์ผักสีเขียว, 2540) แต่มีข้อเสียคือผักกาดหอมเป็นพืชที่เน่าเสียง่าย เนื่องจากมีน้ำเป็นส่วนประกอบถึงร้อยละ 90 นอกจากนี้หลังจากการเก็บเกี่ยวมีอัตราการคายน้ำและอัตราการหายใจสูง ทำให้เกิดการสูญเสียและเหี่ยวได้รวดเร็ว (นิพนธ์, 2547) ซึ่งส่งผลให้มีอายุเก็บรักษาและการวางจำหน่ายสั้นลง ปัจจุบันยังไม่ทราบข้อมูลแน่ชัดเกี่ยวกับการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและยังขาดข้อมูลพื้นฐานในด้านคุณภาพของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ และผู้บริโภคยังขาดความมั่นใจเกี่ยวกับสารพิษตกค้างในผัก โดยเฉพาะสารประกอบพวกไนเตรทซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ ซึ่งเป็นข้อมูลเพื่อนำไปสู่การลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลิฟที่ปลูกในระบบปกติและปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งเก็บเกี่ยวในระยะความแก่ทางการค้า จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ส่งมาที่งานคัปปิ้งและบรรจุผลผลิตโครงการหลวง แล้วส่งมายังห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยรถขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวง

วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์มี 2 ปัจจัย 3 ซ้ำ

ปัจจัยที่ 1 ชนิดผักมี 2 ระดับ คือ ผักที่ปลูกในระบบปกติ และผักที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามี 4 ระดับ คือ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง

นำใบผักกาดหอมบรรจุลงในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน เจาะรูเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เซนติเมตร ขนาด 9 รู แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30±2 องศาเซลเซียส) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี คือ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยใช้เครื่อง Refractometer ปริมาณวิตามินซีโดยวิธี Indophenol ปริมาณคลอโรฟิลล์ตามวิธีของ Whitham *et al.* (1971) และปริมาณไนเตรทโดยวิธี Colorimetric

นำใบผักกาดหอมมาหาอัตราการหายใจดัดแปลงตามวิธีของ Claypool and Keefer (1942) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยนำใบผักกาดหอมที่มีน้ำหนัก 100 กรัม บรรจุลงในกล่องพลาสติกขนาด 13×18.7×9.5 เซนติเมตร นำกล่องพลาสติกที่บรรจุใบผักกาดหอมแล้วต่อกับชุดแผงควบคุมอัตราการไหลของอากาศ วัดอัตราการหายใจทุกวันจนหมดอายุการเก็บรักษา แล้วนำมาคำนวณอัตราการหายใจโดยคำนวณจากสูตร (Smith, 1995)

อัตราการหายใจ (มิลลิกรัม CO₂/กิโลกรัม/ชั่วโมง)

$$= \frac{(\%CO_2 - \text{blank}\%CO_2) \times \text{flow rate (ml/min)} \times 321750 \text{ mg/kg/hr}}{\text{weight (g)} \times (273 + \text{measured flow rate Temp } ^\circ\text{C})}$$

ผลการทดลอง

การศึกษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของใบผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลิฟซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่า เมื่อเก็บรักษานาน 2 วัน ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ คือ 3.49±1.43 และ 4.32±1.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ คือ 4.08±1.24 และ 7.08±2.18 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 10.22±2.00 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมากกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ที่มีค่าเท่ากับ 8.57±1.36 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณไนเตรท มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด 4.86±1.63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าการสูญเสียน้ำหนักของใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส คือ 3.88±1.38, 3.15±1.04 และ 3.57±0.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการเก็บรักษาใบผักกาดหอมไว้ที่อุณหภูมิต่ำมีผลต่ออายุการเก็บรักษาที่สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 6.17±2.14, 7.00±2.97, 7.00±1.90 และ 2.17±0.41 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) สำหรับปริมาณวิตามินซีของใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง คือ 9.43±1.39, 9.59±2.04, 10.38±2.05 และ 8.18±1.47 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Table 1 Storage life of lettuce cv. Green Oak Leaf stored at 0, 4, 8 °C and ambient temperature.

Treatment	Storage life (day)
Factor 1 : type of vegetable production	
conventional	4.08±1.24 ^b
hydroponic	7.08±2.18 ^a
C.V. (%)	43.18
Factor 2 : Storage temperature	
0	6.17±2.14 ^a
4	7.00±2.97 ^a
8	7.00±1.90 ^a
ambient temperature	2.17±0.41 ^b
C.V. (%)	37.07
Factor 1	*
Factor 2	*
Factor 1 x 2	*

มีค่าสูงสุด คือ 0.15±0.04, 0.07±0.02 และ 0.22±0.06 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทของใบผักกาดหอม (ตารางที่ 2) ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีอัตราการหายใจสูงกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ตั้งแต่วันเริ่มต้นจนหมดอายุการเก็บรักษา

วิจารณ์

จากการศึกษาพบว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าผักที่ปลูกในระบบปกติ (ตารางที่ 2) เพราะการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิคส์มีการเจริญเติบโตเร็ว ผักได้รับธาตุไนโตรเจนซึ่งมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งในสารละลายที่ใช้ในระบบนี้ธาตุไนโตรเจนอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที ทำให้พืชชอน้ำ ดันอ่อน และกรอบ (ยงยุทธ, 2546) จึงทำให้สูญเสียได้ง่าย แต่มีอายุการเก็บรักษานานกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกใน

ระบบปกติ (ตารางที่ 1) เนื่องจากการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิคส์พืชได้รับสารละลายที่มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช ซึ่งอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที เพราะว่าการปรับค่า EC และ pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชตลอดเวลา ทำให้พืชมีความสมบูรณ์ (ดิเรก, 2547) นอกจากนี้ผลผลิตพืชสวนจะมีคุณภาพดีและเก็บรักษาได้นาน หากเก็บเกี่ยวในระยะที่มีความแก่สมบูรณ์ เพราะการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีอายุอ่อนหรือยังแก่ไม่สมบูรณ์ จะทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพต่ำและเก็บรักษาได้ไม่นาน (นิธิยาและदनัย, 2548) การปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิคส์สามารถกำหนดวันเก็บเกี่ยวผลผลิตได้แน่นอนและผลผลิตมีความสม่ำเสมอ (ดิเรก, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับ McDougall (2006) ที่รายงานว่าระยะความสุกแก่ที่เหมาะสมมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผักกาดหอมพันธุ์ Iceberg และผักกาดหวานที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ ส่วนอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อคุณภาพของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งอุณหภูมิต่ำจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ยาวนานขึ้น เช่นเดียวกับยงยุทธ (2539) ศึกษาการเก็บ

Table 2 Physico-chemical quality of lettuce leaves cv. Green Oak Leaf stored at 0, 4, 8 °C and ambient temperature for 2 days.

Treatment	Weight loss ^{1/} (%)	Vitamin C (mg/100 g)	TSS (%)	Chlorophyll a (mg/100 g)	Chlorophyll b (mg/100 g)	Total Chlorophyll (mg/100 g)	Nitrate (mg/kg)	Storage life (day)
Factor 1 : type of vegetable production								
conventional	3.49±1.43 ^b	10.22±2.00 ^a	2.50±0.24	0.12±0.04	0.06±0.02	0.18±0.06	215.52±77.28	4.08±1.24 ^b
hydroponic	4.32±1.22 ^a	8.57±1.36 ^b	2.32±0.26	0.20±0.03	0.06±0.02	0.18±0.04	186.43±42.83	7.08±2.18 ^a
C.V. (%)	34.31	18.20	10.54	29.80	28.96	28.22	31.09	43.18
temperature								
0	3.88±1.38 ^{ab}	9.43±1.39 ^{ab}	2.20±0.17 ^b	0.11±0.01 ^b	0.05±0.01 ^c	0.16±0.02 ^b	179.26±36.78	6.17±2.14 ^a
4	3.15±1.04 ^b	9.59±2.04 ^{ab}	2.43±0.24 ^{ab}	0.15±0.04 ^a	0.07±0.02 ^a	0.22±0.06 ^a	188.03±43.23	7.00±2.97 ^a
8	3.57±0.95 ^b	10.38±2.05 ^a	2.62±0.29 ^a	0.12±0.03 ^b	0.06±0.02 ^{ab}	0.19±0.04 ^b	235.83±72.15	7.00±1.90 ^a
ambient	4.86±1.63 ^a	8.18±1.47 ^b	2.38±0.18 ^{ab}	0.10±0.03 ^b	0.05±0.01 ^{bc}	0.16±0.05 ^b	200.78±86.83	2.17±0.41 ^b
C.V. (%)	33.19	18.81	9.69	26.13	23.65	24.12	31.44	37.07
Factor 1	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
Factor 2	*	*	*	*	*	*	ns	*
Factor 1 x 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

Different letters in the same column denote significant differences at $P = 0.05$

* = significant, ns = non- significant

รักษาใบผักกาดหอมห่อนาน 6 วันที่อุณหภูมิต่ำ พบว่า ใบผักกาดหอมห่อมีอัตราการสูญเสียน้ำหนัก 1.91 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับอุณหภูมิห้อง ซึ่งใบผักกาดหอมห่อมีอัตราการสูญเสียน้ำหนัก 13.07 เปอร์เซ็นต์ และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทำให้ใบผักกาดหอมห่อมีคุณภาพดีกว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ ซึ่งอาจจะมีสาเหตุเนื่องมาจากใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์มีการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลมากกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติ ทำให้ผลิตผลมีการสูญเสียวิตามินซีเพิ่มมากขึ้นด้วย (สายชล, 2528) แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณไนเตรทไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งปริมาณไนเตรทมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของผัก พันธุ์กรรม การเขตกรรม สภาพแวดล้อม ความแก่ทางสรีรวิทยา และความเข้มแสง (Gurses, 1983) ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีแสงแดดจัดตลอดทั้งวันในธรรมชาติ กระบวนการเจริญเติบโตของพืช เมื่อได้รับไนเตรทเข้าไปแล้วพืชจะรีดิวซ์ไนเตรทให้เป็นแอมโมเนีย เพื่อให้เปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปอินทรีย์สารต่อไป ซึ่งแสงมีผลต่อปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในกระบวนการนี้ให้เป็นไปตามปกติ ทำให้ไม่เกิดการสะสมของไนเตรทในผลิตผล (ดิเรก, 2547) และแสงยังมีผลกระทบทางอ้อมกับการสะสมไนเตรทด้วย เพราะแสงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำงานของเอนไซม์ไนเตรท-รีดักเทส ซึ่งเอนไซม์นี้จะมีกิจกรรมช้าลงหรือไม่ทำงานเมื่อพืชอยู่ในที่มืด (Maynard and Barker, 1972) สอดคล้องกับการทดลองของ Burns *et al.* (2004) ซึ่งพบว่า ในช่วงฤดูร้อนเมื่อให้ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนเกินความต้องการ ผักกาดหอมจะสะสมไนเตรทในก้านและใบ โดยจะมีการสะสมไนเตรทเมื่อแสงสว่างลดลงหรือเกิดจากส่วนหัวผักกาดหอมเองบังแสง ในช่วงฤดูหนาวการสะสมไนเตรทเพิ่มขึ้น เนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตของพืชช้าลง เมื่อเทียบกับอัตราการ

ดูดใช้ในเตรทเพราะมีพลังงานแสงน้อยในการเปลี่ยนรูปไนเตรทให้อยู่ในรูปไนโตรเจน ซึ่งมีผลต่อปริมาณผลผลิตทำให้ผลผลิตต่ำ ซึ่งในประเทศอังกฤษได้มีการกำหนดว่า ในฤดูร้อนผักกาดหอมหลังจากการเก็บเกี่ยวควรมีปริมาณไนเตรทไม่เกิน 3,000 ส่วนต่อล้าน และในฤดูหนาวควรมีปริมาณไนเตรทไม่เกิน 4,500 ส่วนต่อล้าน (Tosun and Ustun, 2004) นอกจากนี้ปริมาณไนเตรทยังขึ้นอยู่กับการอายุของพืช ฤดูกาลปลูก และชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ให้กับพืช

สำหรับใบผักกาดหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากผักและผลไม้ที่เก็บเกี่ยวมาแล้วยังคงมีชีวิตอยู่มีการหายใจตลอดเวลา จึงทำให้ผลิตผลเสื่อมสภาพเร็ว (จิ่งแท้, 2544) อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งอุณหภูมิต่ำจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้ยาวนานขึ้น (Lipton, 1987) เพราะทำให้ใบผักกาดหอมมีอัตราการหายใจและกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ภายในเซลล์เกิดขึ้นได้ช้าลง ช่วยชะลอการแก่และการสุกให้ช้าลง นอกจากนี้ยังช่วยลดอัตราการคายน้ำและการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ต่าง ๆ (นิริยาและदनัย, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jacxsens *et al.* (2002) พบว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำช่วยลดการสูญเสียของผลิตผล เนื่องจากทำให้อัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ลดลง เช่น *Pseudomonas* spp. ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของการเน่าเสีย ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาผลิตผลสั้นลง

สรุป

- 1.ใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์มีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าใบผักกาดหอมที่ปลูกในระบบปกติ
- 2.ระบบการผลิตผักและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณวิตามินซี และอัตราการหายใจของใบผักกาดหอม แต่ไม่มีผลต่อปริมาณไนเตรท

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักในโครงการอนุรักษ์
ผักสีเขียว. 2540. มหัศจรรย์ผัก 108.
มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทยและโครงการจัดพิมพ์
คบไฟ, กรุงเทพฯ. 516 หน้า.
- จรัสแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลัง
การเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.
- दनัย บุญยเกียรติ และนิยา รัตนพานนท์. 2548. การ
ปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.
สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 หน้า.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2547. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: หลักการ
จัดการ การผลิต และเทคโนโลยีการผลิตเชิง
ธุรกิจในประเทศไทย. ธรรมรักษ์การพิมพ์,
ราชบุรี. 724 หน้า.
- ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.
พรานนกการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 127 หน้า.
- นพดล เรียบเลิศหิรัญ. 2538. การปลูกพืชไร้ดิน.
สำนักพิมพ์ริ้วเขียว, กรุงเทพฯ. 100 หน้า.
- นิพนธ์ ไชยมงคล. 2547. เทคโนโลยีการผลิตผัก (ระบบ
อ อ น ไ ล น์) . แห ล่ ง ขั อ มู ล :
<http://www.mju.ac.th/fac-agr/hort/vegetable/>
(26 ธันวาคม 2547).
- มนูญ ศิริพงษ์. 2544. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: คู่มือ
ปฏิบัติในประเทศไทย. เจริญรัฐการพิมพ์,
กรุงเทพฯ. 90 หน้า.
- ยงยุทธ ชำมสี. 2539. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน.
ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะ
วิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบัน
เทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่. 312 หน้า.
- ยงยุทธ ไชยสถ. 2546. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการ
เก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริม
และฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม.
364 หน้า.
- อารักษ์ ธีระอำพน. 2544. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. บริษัท
โชคเจริญมาร์เก็ตติ้ง จำกัด, นครราชสีมา. 128
หน้า.
- Burns, I.G., A. Lee and A.J. Escobar-Gutierrez. 2004.
Nitrate accumulation in protected lettuce.
Acta Hort. 633: 271-278 .
- Claypool, L.L. and R.M. Keefer. 1942. A Colorimetric
method for CO₂ determination in respiration
studies. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 40: 177-186.
- Gurses, O.L.1983. Cayda nitrat miktarlari ve saglik
acisindan irdelenmesi. Gida 8: 275-278.
- Jacxsens, L., F. Devlieghere and J. Debevere. 2002.
Temperature dependence of shelf-life as
affected by microbial proliferation and
sensory quality of equilibrium modified
atmosphere packaged fresh produce.
Postharvest Biology and Technology 26:
59-73.
- Lipton, W.J. 1987. Senescence of leafy vegetable.
HortScience 22: 854-859.
- Maynard, D.N. and A.V. Barker. 1972. Nitrate content
of vegetable crops. HortScience 7(3): 224-226.
- McDougall, S. 2006. Location and agronomic
influences on shelf-life in cos and iceberg
lettuce. National Vegetable Industry Centre
Newsletter 25: 1-2.
- Tosun, I. and N.S. Ustun. 2004. Nitrate content of
lettuce grow in the greenhouse. Bulletin of
Environmental Contamination and
Toxicology 72: 109-113.
- Smith, L. 1995. Calculations for Research
Experiments Using Stored Fruit. Volume I.
Queensland Department of Postharvest
Industries Horticulture Group, Hamilton,
Queensland, Australia. 34 pp.
- Whitham, F.H., D.F. Blaydes and R.M. Devin. 1971.
Experiments in Plant Physiology. Van
Nostrand Reinhold, New York. 245 pp.

การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิต และคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง:

1. ระบบการผลิตในจังหวัดเชียงใหม่

Use of Nutrient Balance for Improving Fruit Yield and Quality of Tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Sainampueng:

1. Production Systems in Chiang Mai Province

ภาวีนี จันทรวิจิตร^{1/} และ ธวัชชัย รัตนชเลศ^{1/}

Pavinee Chanvichit^{1/} and Tavatchai Radanachaless^{1/}

Abstract: Chiang Mai is currently considered to be the largest producer of tangerine cv. Sainampueng in Thailand, particularly in Chai Prakan-Fang-Mae Ai valley, where Fang is the production center of these three districts. The objectives of this study were data collection and analysis of tangerine production systems at Fang. In order to gain the understanding, field survey and structured interview were taken from 50 farmers, at 7 out of 8 sub-districts of Fang district by using the open-ended questionnaire. All randomly selected orchards were cultivated on soil group number 59. The studied duration was March 2006 – March 2007. Findings of this study were as follows:- the main agro-ecosystems for tangerine were on the gentle hill slopes as well as the upper terrace; there were seven previous crops found before the cultivation of tangerine but lychee was greatly important (32.9%); most growers (80.3%) held full land ownership certificate; they possessed a single farm and the majority (88.7%) had small ones; Sainampueng was the common (93.4%) cultivar which was generally (94.4%) propagated by air layering method; the majority of trees (82.8%) were at 2 – 5 years of age and most of them were already productive; tangerine trees were predominantly (69.0%) planted in a single row on the raised bed system with a close spacing of 4 m x 4 m; most farmers (85.4%) irrigated their trees by mini sprinkler and source of water came from rainfall harvesting reservoir (84.7%); growers implemented organic, organic-chemical, and chemical fertilizers of 17 different formulas; the preferred fertilizer grade 15-15-15 was applied to trees at vegetative and fruit development, while 0-13-21 at flower development and 13-13-21 at pre-harvesting stages; the decision on fertilizer and pesticide purchasing was made mostly on the basis of self experience while the other source of knowledge was also obtainable; most orchards (71.0%) sold their produce through traders without any fruit grading.

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

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

Keywords: Tangerine cv. Sainampueng, production systems, Chiang Mai

บทคัดย่อ: ปัจจุบันเชื่อว่าเชียงใหม่เป็นแหล่งผลิตส้มเปลือกอ่อนพันธุ์สายน้ำผึ้งใหญ่ที่สุดในประเทศ โดยเฉพาะบริเวณแอ่งไขยปรากการ-ฝาง-แม่ฮาย ซึ่งมี อ.ฝางเป็นศูนย์กลางการผลิตของกลุ่มสามอำเภอนี้ การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลระบบการผลิตส้มเปลือกอ่อนของ อ.ฝาง ใช้วิธีการสำรวจและสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง โดยใช้แบบสอบถามแบบปลายเปิด จากเกษตรกรผู้ปลูกส้มเปลือกอ่อน 7 ใน 8 ตำบล ของ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ จำนวน 50 ราย ที่ทำสวนบนชุดดินที่ 59 ระหว่าง มีนาคม 2549 ถึง มีนาคม 2550 ผลการศึกษาพบว่า ส้มเปลือกอ่อนมีที่ราบเชิงเขาและที่ดอนเป็นนิเวศเกษตรที่สำคัญ เดิมเป็นพื้นที่ปลูกพืช 7 ชนิดแต่ที่สำคัญ ร้อยละ 32.9 เคยเป็นสวนลิ้นจี่ เกษตรกร ร้อยละ 80.3 ระบุว่าเมื่อเอกสารสิทธิ์ในที่ดินทำกิน แต่ละรายมีส่วนเพียงแห่งเดียว ร้อยละ 88.7 เป็นสวนขนาดเล็ก สวนเกือบทั้งหมด ร้อยละ 93.4 ใช้พันธุ์สายน้ำผึ้ง และร้อยละ 94.4 ขยายพันธุ์ปลูกจากกิ่งตอน ต้นส้ม ร้อยละ 82.8 อยู่ในช่วงอายุ 2 – 5 ปี ซึ่งให้ผลผลิตแล้ว สำหรับการจัดการสวนนั้น ร้อยละ 69.0 ปลูกบนแปลงแบบยกทรงแห้ง มี 1 แถวต่อแปลง นิยมใช้ระยะปลูก 4 เมตร x 4 เมตร ร้อยละ 85.4 ให้น้ำแบบพ่นฝอยแบบมินิสปริงเกอร์ อาศัยแหล่งน้ำจากสระขุดสูงถึง ร้อยละ 84.7 ชาวสวนมีการใช้ทั้งปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์เคมี และปุ๋ยเคมี สำหรับปุ๋ยเคมีพบหลากหลายถึง 17 สูตร แต่ที่นิยมใช้เป็น 15-15-15 ในช่วงการเติบโตทางกิ่งใบ และการพัฒนาผล ขณะที่ 0-13-21 ใช้ในช่วงพัฒนาดอก และ 13-13-21 ในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว การตัดสินในข้อปุ๋ยและสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ เกษตรกรจะอาศัยประสบการณ์ตัวเองเป็นหลักแม้จะอาศัยแหล่งความรู้อื่น ๆ มาประกอบ และเมื่อผลผลิตเก็บเกี่ยวได้ ส่วนใหญ่ ร้อยละ 71 จำหน่ายแบบคนละเกรดให้กับพ่อค้าคนกลาง

คำสำคัญ: ส้มสายน้ำผึ้ง ระบบการผลิต เชียงใหม่

คำนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตส้มเปลือกอ่อนมากเป็นอันดับหกของโลก โดยออกสู่ตลาดในปี พ.ศ. 2548 ถึง 6.7 แสนตัน (Wikipedia, 2007) ปีเดียวกันนี้ จ.เชียงใหม่ เชื่อว่าเป็นแหล่งผลิตส้มเปลือกอ่อนขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศ จากข้อมูลที่ระบุว่าผลิตได้มากกว่าปีละ 2.2 แสนตัน มีแอ่งไขยปรากการ-ฝาง-แม่ฮาย เป็นพื้นที่ปลูกหลักเนื่องจากผลิตได้มากถึงร้อยละ 95 ของผลผลิตทั้งจังหวัด และ อ.ฝาง นับเป็นศูนย์กลางการผลิตของกลุ่มสามอำเภอนี้ (สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่, 2550)

ส้มเปลือกอ่อนปลูกใน จ.เชียงใหม่ ที่สำคัญมี 3 พันธุ์ ได้แก่ สายน้ำผึ้ง สีทองหรือผิวทอง และฟริมองต์ โดยส้มพันธุ์แรกได้รับความสนใจจากเกษตรกรมากที่สุด (ธวัชชัย และคณะ, 2548) ส้มสายน้ำผึ้งในภาคเหนือตอนบนเชื่อว่าเป็นพันธุ์เดียวกันกับส้มโชกุนหรือเพชรยะลาในภาคใต้ (ธวัชชัย และศิวกพร, 2542) การที่แอ่งไขยปรากการ-ฝาง-แม่ฮายของ จ.เชียงใหม่ ตั้งอยู่เหนือสุดของ

ประเทศ และมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยต่ำกว่าทุกภูมิภาคตลอดทั้งปี โดยเฉพาะช่วงกลางคืนของระยะใกล้เก็บเกี่ยวตอนต้นปี ทำให้ผิวส้มมีสีเหลืองส้มแทนสีเขียวดั้งเดิมของส้มโชกุน สิ่งนี้ได้กลายเป็นจุดเด่นขึ้นมา เมื่อประกอบกับคุณสมบัติการบริโภคด้านอื่น ๆ ทำให้ได้รับการต้อนรับจากผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศเป็นอย่างดี

เป็นเวลากว่า 40 ปีมาแล้วที่ส้มเปลือกอ่อนถูกนำขึ้นมาปลูกที่ จ.เชียงใหม่ พร้อมกับได้มีการนำเอาประสบการณ์อย่างดีจากภาคกลางขึ้นมาใช้ แต่การขยายพื้นที่สวนส้มอย่างเป็นที่สังเกตได้ เกิดขึ้นเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2539 หรือหลังจากนี้เล็กน้อยพร้อมกับเหตุการณ์ที่เรียกว่า “ปลูกส้มล้มลิ้นจี่” เนื่องจากชาวสวนเล็งเห็นช่องทางการตลาดของส้มว่าดีกว่าลิ้นจี่ อย่างไรก็ตามตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 เป็นต้นมา เกิดความผันผวนของราคาส้มภายในประเทศ ทำให้เกษตรกรรายใหญ่ต้องเพิ่มความระมัดระวังในการขยายพื้นที่ปลูก และทุกสวนมองหากลยุทธ์มาปรับตัวเพื่อต่อสู้กับราคาผลผลิตที่ส่อเค้าลดต่ำลงอย่างต่อเนื่อง (ธวัชชัย และคณะ, 2548) การให้ปุ๋ยโดยนำ

หลักของความสมดุลธาตุอาหารมาใช้เพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพ มีรายงานว่าประสบความสำเร็จในทุเรียน (สุมิตร และคณะ, 2541) และลิ้นจี่ (อรุณศิริ และคณะ, 2546) จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่คาดว่าจะตอบสนองต่อความต้องการของเกษตรกรชาวสวนส้ม จ.เชียงใหม่ ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามเพื่อให้การปรับตัวของเกษตรกรดังกล่าวบรรลุเป้าหมาย จำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจในองค์รวมของการผลิตส้มในแอ่งห้วยปกาการ-ผาง-แม่ฮาย เป็นพื้นฐานก่อน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลระบบการผลิตส้มสายน้ำผึ้งของ อ.ผาง จ.เชียงใหม่ สำหรับใช้เป็นองค์ความรู้พื้นฐานในการจัดการปุ๋ยโดยอาศัยหลักของความสมดุลธาตุอาหาร อันจะนำไปสู่การปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้งต่อไป

วิธีการศึกษา

สุ่มเลือกเกษตรกรผู้ปลูกส้มเปลือกก่อนจาก 7 ตำบลใน 8 ตำบลของ อ.ผาง จ.เชียงใหม่ จำนวน 50 ราย ที่ทำสวนในแอ่งห้วยปกาการ-ผาง-แม่ฮาย หลังจากนั้นได้สำรวจ และสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (structured interview) โดยใช้แบบสอบถามที่มีคำถามแบบปลายเปิด (open-ended questionnaire) สาระสำคัญในแบบสอบถามประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานของสวนและเจ้าของสวน ลักษณะพื้นที่ปลูกและประวัติการใช้ที่ดิน การถือครองที่ดิน การผลิตและการจัดการสวน แหล่งความรู้ของเกษตรกรที่ใช้ในการจัดการสวน และการตลาด แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลและวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ที่เป็นค่าร้อยละ (percentage) โดยระยะเวลาการสำรวจและสัมภาษณ์ระหว่าง มีนาคม 2549 ถึง มีนาคม 2550

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. นิเวศเกษตรของสวนส้มและประวัติการใช้ที่ดิน

ลักษณะนิเวศเกษตรสวนส้มของ อ.ผาง จ.เชียงใหม่ มี 3 แบบ ได้แก่ ที่ลุ่ม ที่ราบเชิงเขา และที่ดอน พบว่าสวนใหญ่อ้อยละ 47.9 เป็นที่ราบเชิงเขาและที่ดอน

เท่า ๆ กัน ด้วยประสบการณ์ที่ยาวนานของชาวสวนชั้นนำ ซึ่งส่วนหนึ่งได้มาจากภาคกลาง ทำให้การผลิตส้มเกือบทั้งหมดมีการปลูกแบบยกร่องแห้งเพื่อช่วยระบายน้ำอย่างรวดเร็ว และเพื่อความสะดวกในการให้ปุ๋ย ส่วนประวัติการใช้ที่ดินก่อนการปลูกส้ม ชาวสวนระบุว่าเคยมีการปลูกพืช 7 ชนิดมาก่อน ได้แก่ ลิ้นจี่ หอมแดงหรือกระเทียม ข้าว ลำไย พืชผัก มะม่วง และเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเดิมจำนวนหนึ่ง แต่ส่วนใหญ่ร้อยละ 32.9 ระบุว่าพื้นที่ปลูกลิ้นจี่ (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการศึกษาของ ธวัชชัย และคณะ (2548)

2. การถือครองที่ดิน

เอกสารสิทธิ์ในที่ดินทำกินของเกษตรกรชาวสวนส้มมี 4 แบบ ได้แก่ โฉนด ส.ป.ก.4-01 ส.ท.ก. และ น.ส.3 ก. สวนใหญ่อ้อยละ 80.3 มีเอกสารสิทธิ์ (ตารางที่ 2) จำนวนนี้ร้อยละ 49.3 ระบุว่ามิโฉนดในการถือครองที่ดิน การมีเอกสารสิทธิ์ในที่ดินและการปลูกพืชอื่นมาก่อน ชี้ว่าพื้นที่สวนส้มส่วนใหญ่ในอดีตได้รับการดูแลอย่างต่อเนื่อง ดินจึงมีความอุดมสมบูรณ์อยู่บ้าง ยกเว้นที่เคยเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมซึ่งไม่มีใบเอกสารสิทธิ์อย่างถูกต้อง กรณีนี้ชาวสวนกล่าวว่าเนื้อดินมักมีสภาพแข็ง ปริมาณธาตุอาหารในดินมีในระดับต่ำ ไม่เหมาะต่อการปลูกส้ม จำเป็นต้องปรับปรุงสภาพดินและให้ปุ๋ยในปริมาณที่สูงกว่าสวนอื่น ๆ

3. ขนาดสวนส้ม

เกษตรกรชาวสวนใหญ่อ้อยละ 64.0 มีสวนที่บริหารจัดการเองอยู่เพียง 1 สวน สวนใหญ่อ้อยละ 88.7 เป็นสวนส้มขนาดเล็ก (พื้นที่น้อยกว่า 20 ไร่) มีเพียง ร้อยละ 11.3 ที่เป็นสวนขนาดกลาง (พื้นที่ 20 – 100 ไร่) สอดคล้องกับงานของ ธวัชชัย และคณะ (2548) ที่ได้พบว่าสวนส้มในจังหวัดเชียงใหม่ ร้อยละ 73.9 เป็นขนาดเล็ก ชาวสวนมักเป็นคนในพื้นที่ที่ดินส่วนใหญ่เป็นมรดกตกทอดมาจากรบรรพบุรุษ ประกอบอาชีพเกษตรกรรมมายาวนาน การที่เป็นสวนขนาดเล็ก สวนใหญ่จึงพร้อมที่จะทำเกษตรแบบประณีต ทั้งการจัดการปุ๋ยและการควบคุมศัตรูพืช

Table 1 Preceding crops found before tangerine cultivation in Fang district, Chiang Mai.

Preceding crop	Percentage
Lychee	32.9
Shallot and garlic	27.1
Rice	12.9
Longan	11.8
Vegetables	4.7
Mango	3.5
Denuded forest	7.1
Total	100.0

Table 2 Land ownership certificate of tangerine growers in Fang district, Chiang Mai.

Land ownership certificate	Percentage
Land Title deed	49.3
Sor Por Kor 4-01	24.0
Sor Tor Gor	4.2
Nor Sor 3 Gor	2.8
No land certificate	19.7
Total	100.0

4. พันธุ์และการขยายพันธุ์

ผลการสำรวจยืนยันว่าส้มเปลือกอ่อนที่ปลูกใน อ.ฝาง ที่สำคัญมี 3 พันธุ์ ได้แก่ สายน้ำผึ้ง สีทองหรือผิวทอง และพีรมองค์ เกือบทั้งหมด ร้อยละ 93.4 เป็นส้มสายน้ำผึ้ง (ตารางที่ 3) เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคสูง (เอกชัย และสงสุข, 2547) ด้านการขยายพันธุ์ ชาวสวนเกือบทั้งหมด ร้อยละ 94.4 ยังนิยมใช้กิ่งตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานของ ธวัชชัย และคณะ (2548) มีเพียงร้อยละ 5.4 ที่ใช้กิ่งพันธุ์ต้นตอกิ่ง ต้นตอที่ใช้พบทั้งพันธุ์ ทรอยเยอร์ (Troyer citrange) คลีโอพัตรา (Cleopatra mandarin) และสายน้ำผึ้ง สำหรับเหตุผลของการใช้กิ่งตอนนั้นเกษตรกร อ.ฝางระบุว่า มีราคาต่ำ มีอัตราการเจริญเติบโตสูงในช่วง 3 ปีแรก ให้ผลผลิตสูงกว่า อีกทั้งยังสามารถคืนทุนให้กับเกษตรกรได้ในเวลาอันสั้น สอดคล้องกับความเห็นของเกษตรกรสวนส้มท่าน ที่เห็นว่า การปลูกส้มเปลือกอ่อนจากกิ่งตอนดีกว่าต้นตอกิ่ง

เพราะต้นตอกิ่งมีการแตกกิ่งกระโดงมากทำให้สิ้นเปลืองแรงงานในการตัดแต่งกิ่ง มีรากฝอยน้อยทำให้ตอบสนองปุ๋ยไม่ดี การมีระบบรากที่ยังเล็กของต้นตอกิ่งทำให้ใช้ปุ๋ยมากกว่ากิ่งตอน (กรมวิชาการเกษตร, 2550) แม้จะทราบจุดอ่อนเป็นอย่างดีว่าต้นที่ปลูกจากกิ่งตอนนั้น อาจมีโรคที่ติดมาจากต้นแม่พันธุ์เดิม และไม่ทนทานต่อลมพายุ

5. อายุต้นส้ม

อายุต้นส้มจากสวนที่สำรวจก่อนข้าง หลากหลาย ตั้งแต่ น้อยกว่า 1 ปี จนถึง 8 ปี (ตารางที่ 4) แต่ส่วนใหญ่ ร้อยละ 82.8 อายุระหว่าง 2 – 5 ปี สวนส้มจึงอยู่ในช่วงที่เริ่มให้ผลผลิต จนถึงให้ผลผลิตมาแล้ว 2 – 3 ปี สนับสนุนว่าสวนส้มเหล่านี้สร้างขึ้นใหม่ในช่วงที่มีการขยายพื้นที่ปลูกส้มเปลือกอ่อนอย่างรุนแรง พร้อมกับเหตุการณ์ “ปลูกส้มล้มล้มล้ม” ในแง่ไชยปราการ-ฝาง-แม่ฮาย เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2539 หรือหลังจากนั้นเล็กน้อย

Table 3 Cultivars of tangerine grown in Fang district, Chiang Mai.

Tangerine cultivar	Percentage
Sainampueng	93.4
Sithong or Pillthong	5.3
Freemont	1.3
Total	100.0

Table 4 Tree age of tangerine in Fang district, Chiang Mai.

Age	Percentage
< 1	4.9
1	4.9
2	12.4
3	28.4
4	17.3
5	24.7
6	5.0
7	1.2
8	1.2
Total	100

6. ลักษณะการปลูกส้ม

การปลูกส้มเปลือกอ่อนในแอ่งไฮโดรปราการ-ฝาง-แม่ฮาย มี 3 แบบ ได้แก่ 1) ยกร่องแห้ง (raise bed) เป็นการปลูกบนแปลงยกสูงขึ้น หลังแปลงราบ ร่องน้ำมักกว้างและไม่มีน้ำขัง 2) ลูกฟูก (ridge) เป็นการปลูกบนแปลงยกสูงขึ้นแต่หลังแปลงโค้ง ร่องน้ำมักแคบ มองระยะไกลคล้ายลูกฟูก สองแบบแรกนี้มีความสูงของหลังแปลงค่อนข้างหลากหลาย และ 3) การปลูกตามแนวชั้นความสูง (contour planting) และการปลูกเป็นขั้นบันได (terrace planting) แบบที่ 3 นี้พบบนพื้นที่ที่มีความลาดชันค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามพบว่าส่วนใหญ่ ร้อยละ 69.0 ปลูกแบบยกร่องแห้ง (ตารางที่ 5) เนื่องจากกลุ่มชุดดินที่ 59 มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็วและการยกร่องแห้งที่ทำขึ้นนั้นเพื่อระบายน้ำอย่างรวดเร็วและป้องกันปัญหาโรคทางดินที่อาจติดตามมา รูปแบบการปลูกส้มมี 2 แบบ ได้แก่

แบบแถวเดี่ยว (ร้อยละ 94.5) และแบบแถวคู่ (ร้อยละ 2.5) ขณะที่ระยะปลูกของแบบแถวเดี่ยวยังมีความหลากหลายมากกว่า 10 ระยะ ตามประสบการณ์ของเกษตรกร ตั้งแต่ (เมตร x เมตร) 3 x 3, 3 x 4, 3 x 6, 4 x 4, 4 x 5, 4 x 6, 5 x 3, 5 x 3.5, 5 x 4 และ 6 x 4 เกษตรกร ร้อยละ 17.7 ใช้ระยะปลูก 4 เมตร x 4 เมตร (ตารางที่ 6) โดยให้เหตุผลว่าง่ายต่อการจัดการทั้งเรื่องการใส่ปุ๋ย การฉีดพ่นสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ และชายพุ่มไม่เกยกันมากเกินไป ระยะปลูกที่หลากหลายนี้ เป็นไปตามเงื่อนไขของสภาพพื้นที่สวน ขนาดของสวน และการจัดการต่าง ๆ ในงานของ รวี (2543) กับเอกชัย และสงสุข (2547) ได้แนะนำระยะปลูกที่ 3 x 7 เมตร และ 4 x 6 เมตร อาจเหมาะสมกับสวนส้มยุคใหม่ขนาดใหญ่ที่มีการนำเครื่องจักรกลเข้าไปใช้ในแปลง

Table 5 Planting methods of tangerine in Fang district, Chiang Mai.

Planting method	Percentage
Raised bed	69.0
Ridge	28.2
Contour & terrace	2.8
Total	100.0

Table 6 Tree spacing of tangerine in Fang district, Chiang Mai.

Tree spacing (m x m)	Percentage
3 x 3	2.5
3 x 4	8.9
3 x 6	3.8
4 x 4	17.7
4 x 5	6.3
4 x 6	5.1
5 x 3	15.2
5 x 3.5	11.4
5 x 4	13.9
6 x 4	3.8
others	11.4
Total	100.0

7. ระบบการให้น้ำและแหล่งน้ำ

ระบบการให้น้ำในสวนส้มมี 4 แบบ ได้แก่ ฟนฝอยแบบมินิสปริงเกอร์ (mini sprinkler) สายยาง แบบร่องคู และ ระบบน้ำหยด ส่วนใหญ่ ร้อยละ 85.4 นิยมให้น้ำแก่สวนส้มแบบฟนฝอยแบบมินิสปริงเกอร์ (ตารางที่ 7) สอดคล้องกับงานของ รัชชัย และคณะ (2548) ที่ระบุว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 73.0 มีระบบการให้น้ำแบบฟนฝอย โดยให้เหตุผลว่า สามารถส่งน้ำได้รวดเร็วสม่ำเสมอ ประหยัดน้ำ ให้น้ำได้ในพื้นที่กว้าง ครอบคลุมพื้นที่ในวงจำกัดของได้พุ่มต้น และยังสามารถให้น้ำผ่านระบบน้ำได้

ระบบชลประทานในสวนส้มได้นำมาจาก 4 แหล่ง ได้แก่ สระขุด ลำห้วย ประปาภูเขา และน้ำบาดาล แต่ส่วนใหญ่ ร้อยละ 84.7 ได้มาจากสระขุดที่ตักน้ำฝนไว้ (ตารางที่ 8) ทั้งนี้เพื่อสร้างความมั่นใจในการบริหารจัดการน้ำ และลดความเสี่ยงในช่วงแห้งแล้ง ขณะที่บางสวนอาจเข้าถึงแหล่งน้ำจากหลายแหล่งพร้อมกันได้

8. ชนิดปุ๋ยเคมีและปริมาณปุ๋ยในสวนส้ม

เกษตรกรผู้ปลูกส้มสายน้ำผึ้ง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ มีการใช้ปุ๋ย 3 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์เคมี และปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ในที่นี้หมายถึงปุ๋ยหมักจากเศษพืชและ

Table 7 Irrigation systems of tangerine orchard in Fang district, Chiang Mai.

Irrigation system	Percentage
Mini sprinkler	85.4
Hose	12.0
Furrow	1.3
Drip	1.3
Total	100.0

Table 8 Source of irrigation water for tangerine orchard in Fang district, Chiang Mai.

Source of irrigation water	Percentage
Rainfall harvesting reservoir	84.7
River and water way	12.5
Water supply from Hill	1.4
Artesian well	1.4
Total	100.0

มูลสัตว์ที่เกษตรกรส่วนหนึ่งทำขึ้นใช้เอง เศษพืชผักเป็น
แกลบหยาบ ส่วนมูลสัตว์เป็นปุ๋ยคอกจากมูลวัว ซึ่งมี
พ็อคำนำมาจำหน่ายถึงสวน ชาวสวนบางรายมีการผลิต
น้ำหมักชีวภาพที่ทำจากการหมักซากสัตว์ (เครื่องในปลา)
และเศษซากพืชต่าง ๆ ในน้ำ โดยมีจุลินทรีย์ช่วยย่อย
สลาย (ทิพวรรณ, 2549) ผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพนี้
เกษตรกรยืนยันว่า ช่วยให้ผลผลิตมีรสชาติดี ขนาดผล
ใหญ่ขึ้น และปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น ขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์
เคมีหมายถึงการนำปุ๋ยเคมีไปผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ ส่วน
ใหญ่เป็นปุ๋ยสำเร็จรูปที่หาซื้อได้ในตลาดท้องถิ่น

ปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้มักมีตำรับผสมปุ๋ยเป็นของ
ตนเอง จากการสอบถามพบว่า มีถึง 17 สูตร ได้แก่ 15-15-
15, 25-7-7, 16-16-16, 46-0-0, 15-0-0, 25-5-5, 0-13-21,
0-9-20, 0-20-0, 8-24-24, 13-21-0, 24-4-24, 15-0-14,
19-19-19, 13-13-21, 8-8-24 และ 0-0-60 (ตารางที่ 9)
ส่วนปริมาณของปุ๋ยที่จะขึ้นกับอายุของต้นส้ม โดยต้น
ส้มที่เพิ่งปลูก หรือเริ่มให้ผลผลิตในปีแรก จะมีการให้ใน
ปริมาณน้อย คือ 0.2 – 0.3 กิโลกรัมต่อต้น ขณะที่ต้นที่

ให้ผลผลิตแล้วก็จะขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิต คือปริมาณ
ปุ๋ยจะแปรผันตามปริมาณผลผลิต ตั้งแต่ 0.4 - 1 กิโลกรัม
ต่อต้น การที่ส้มสายน้ำผึ้งอำเภอดอกคอกติดผลตลอด
ทั้งปี ส้มต้นหนึ่ง ๆ จะมีผลหลายขนาด เกษตรกรจึงไม่
สามารถบอกผลของปุ๋ยต่อคุณภาพผลผลิตได้ชัดเจน
อย่างไรก็ตามหากพิจารณาตามระยะการเจริญเติบโตของ
ต้นส้ม พบว่าช่วงการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ เกษตรกรส่วน
ใหญ่ ร้อยละ 19.6 ใช้สูตร 15-15-15 ขณะที่ปุ๋ยได้รับความ
นิยมใช้ในระยะพัฒนาดอก พัฒนาผล และก่อนเก็บเกี่ยว
2-3 เดือน เป็นสูตร 0-13-21, 15-15-15 และ 13-13-21
ตามลำดับ

การให้ปุ๋ยของเกษตรกรทั้งปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก ปุ๋ย
หมัก และปุ๋ยเคมีอินทรีย์จะให้บริเวณใต้ทรงพุ่มโดยห่าง
จากโคนต้นส้มประมาณ 50 เซนติเมตร โดยปุ๋ยเคมีจะ
หว่านในปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละสวน ขณะที่ปุ๋ย
คอกมูลวัวนิยมให้ 20 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนน้ำหมักชีวภาพ
นั้นจะให้ไปพร้อมกับระบบน้ำในปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อ
น้ำ 20 ลิตร ขณะที่ธาตุอาหารรอง แคลเซียม โบรอน หรือ

สังกะสี รวมทั้งจุลธาตุที่ออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมน และ
สาหร่ายทะเลเข้มข้น กลุ่มนี้จะผสมน้ำแล้วพ่นให้ทางใบ

9. แหล่งความรู้ของเกษตรกร

แหล่งความรู้เพื่อการตัดสินใจในกิจกรรมการทำ
สวนของเกษตรกรมี 7 แหล่ง ได้แก่ ประสบการณ์จากการ
ทำงานของตัวเอง เกษตรกรเพื่อนบ้าน ผู้ประกอบการ
ร้านค้าสารเคมีเกษตร พนักงานส่งเสริมการขาย
บริษัทเอกชน หนังสือหรือสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ สื่อวิทยุและ
โทรทัศน์ และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมของรัฐ กรณีการตัดสินใจ
เลือกซื้อปุ๋ย หรือสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ เกษตรกรส่วน
ใหญ่ ร้อยละ 28.7 (ตารางที่ 10) ยึดเอาประสบการณ์ของ
ตัวเองเป็นหลัก โดยกล่าวว่าได้ใช้วิธีลองผิดลองถูกหรือ
ทดสอบมาก่อนหน้านี้แล้ว อย่างไรก็ตามเกษตรกรยืนยัน
ว่าไม่ได้ใช้ความรู้เพียงแหล่งเดียวในการตัดสินใจ หากแต่
ใช้ความรู้จากอีกหลายแหล่งมาประกอบกัน

สวนส้มใน อ. ฝาง จ. เชียงใหม่พบปัญหาการทำ
ลายของแมลงและโรคศัตรูส้มหลายชนิด ได้สร้างความ
เสียหายอย่างมากแก่สวนส้ม และผลผลิต ทำให้เกษตรกร
ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมีเพื่อนำมาป้องกัน
กำจัดแมลงและโรคศัตรูส้มดังกล่าว ที่มีรายงานการใช้ไว้
เช่น เฟลี้ยไฟฟ่นด้วยอิมิดาโคลพริด (imidacloprid) อะบา
เม็กติน (abamectin) ฟอสฟาโลน (phosalone) และเมโท
มิล (methomyl) เฟลี้ยฟ่นด้วยคาร์โบซัลแฟน
(carbosulfan) ไธโอมีตัน (thiometon) คาร์บาริล
(carbaryl) และไซฮาโลทริน แอล (cyhalothrin L) พวกโร
แดงฟ่นด้วยไพโรพาร์โกต์ (propargite) อะมิทราซ
(amitraz) และเฮกซีไทอะซอกซ์ (hexythiazox) โรสนิมฟ่น
ด้วยไพโรพาร์โกต์ (propargite) อะมิทราซ (amitraz)
กำมะถัน (sulfur) และน้ำมันปิโตรเลียม (petroleum oil)
รำนาค้างฟ่นด้วยคอปเปอร์ ออกซิคโลไรด์ (copper
oxychloride) หนอนม้วนใบส้มฟ่นด้วยเมโทมิล
(methomyl) คาร์บาริล (carbaryl) และเมทามิโดฟอส
(methamidophos) หนอนขนใบส้มฟ่นด้วยอิมิดาโคล
พริด (imidacloprid) ฟลูเฟนออกซุรอน (flufenoxuron)
ไดเมทโทเอท (dimethoate) และไซเปอร์เมทริน
(cypermethrin) เกษตรกรอาศัยเทคนิคการใช้สารเคมี
หลายชนิดสลับเปลี่ยนกันไป เพื่อป้องกันการดื้อยาของ

แมลงและโรคศัตรูส้ม ปริมาณสารเคมีจะใช้ตามคำแนะนำ
บนฉลาก ส่วนระยะเวลาการพ่นมักปฏิบัติทุก 7 – 10 วัน

โรคส้มที่สำคัญ และรายงานการใช้สารเคมีของ
เกษตรกร เช่น ผลร่วงใช้คาร์เบนดาซิม (carbendazim)
แมนโคเซบ (mancozeb) และธาตุอาหารรองแคลเซียม
โบรอน ฉีดพ่นตั้งแต่ผลอายุ 3 ถึง 7 เดือน โรคโคนเน่าราก
เน่าใช้เบนาลักซิล (benalaxyl) แมนโคเซบ (mancozeb)
และเมตาแลกซิล (metalaxyl) โรคแคงเคอร์รี่ใช้คอปเปอร์
ซัลเฟต (copper sulfate) ขณะที่โรคต้นโทรมเกษตรกรจะ
ใช้วิธีโค่นต้นทิ้งแล้วปลูกใหม่

10. ตลาดส้มของชาวสวน

ผลผลิตส้มสายน้ำผึ้งของเกษตรกรมีช่องทาง
จำหน่ายออกไป 3 วิธี ได้แก่ มีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อ
เหมาที่สวน เกษตรกรนำไปจำหน่ายตรงให้กับผู้บริโภคเอง
และจำหน่ายให้กับโรงงานเคลือบผิวส้ม สวนขนาดเล็ก
ทั่วไปส่วนใหญ่ ร้อยละ 71 (ตารางที่ 11) จะมีพ่อค้าคน
กลางมารับซื้อเหมาที่สวน โดยในช่วงเช้าพ่อค้าจะมาแจ้ง
ราคารับซื้อเหมาหรือแบบคละขนาด สำหรับราคาจะมีการ
เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน ถ้าเกษตรกรสนใจขายก็
จะแจ้งให้พ่อค้าทราบ พร้อมประมาณการผลผลิตที่จะเก็บ
ได้ในวันนั้น แล้วเกษตรกรเป็นผู้เก็บเกี่ยวส้มใส่ตะกร้าที่
พ่อค้าจัดหามาให้ ความจุ 21 กิโลกรัมต่อตะกร้า ผลผลิต
ที่ได้พ่อค้าจะเป็นผู้รับผิดชอบนำไปเคลือบผิว ณ โรงงาน
เคลือบผิว ซึ่งมีให้บริการจำนวนมากในเขต อ. ฝาง ก่อนจัด
จำหน่ายต่อไป

จากการสอบถามโรงเคลือบไซ้ส้มใน อ. ฝาง จ.
เชียงใหม่ ได้มีการคัดขนาดของส้มสายน้ำผึ้งทั้งหมด 7
เบอร์ คือ 3 – 9 ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.0 – 5.4, 5.5
– 5.9, 6.0 – 6.4, 6.5 – 6.9, 7.0 – 7.4, 7.5 – 7.9 และ
มากกว่า 8 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งตรงกันข้ามกับการ
แบ่งขนาดของส้มเปลือกกล่อนพันธุ์อื่นที่มีทั้งหมด 6 เบอร์
คือ 1 – 6 ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 7, 6.6 –
7.0, 6.1 – 6.5, 5.6 – 6.0, 5.1 – 5.5 และน้อยกว่าหรือ
เท่ากับ 5 เซนติเมตร ตามลำดับ (กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์, 2545)

Table 9 Formula and quantity of fertilizer applied in tangerine at different stages in Fang district, Chiang Mai.

Stage	Fertilizer formula	Quantity (kg/tree)	Percentage
Vegetative	15-15-15	0.2 – 0.5	19.6
	25-7-7	0.5 – 1	11.5
	16-16-16	0.5	4.8
	46-0-0	0.5 – 1	4.8
	15-0-0	0.5 – 1	1.9
	25-5-5	0.3	0.5
Flower development	0-13-21	1	1.9
	0-9-20	0.5	0.5
	0-20-0	0.8	0.5
Fruit development	15-15-15	0.5 – 1	19.6
	16-16-16	0.5 – 1	8.6
	8-24-24	1	3.8
	13-21-0	0.5	1.9
	24-4-24	0.5	1.9
	15-0-14	0.5 – 1	1.4
	19-19-19	1	0.5
Pre-harvest	13-13-21	0.5 – 1	12.0
	8-8-24	0.3 – 1	3.3
	0-0-60	0.2	1.0
Total	-	-	100.0

Table 10 Source of knowledge gained by tangerine growers in Fang district, Chiang Mai.

Source of knowledge	Percentage
Self experience	28.7
Neighbors	22.8
Pesticide shops	17.7
Chemical agent or Salesman	11.0
Publications	10.3
Radio and Television	7.3
Local extension officer	2.2
Total	100.0

Table 11 Market flow of tangerine produce in Fang district, Chiang Mai.

Direction	Percentage
Through traders	71.0
Self-marketing	22.6
Citrus waxing house	6.4
Total	100.0

สรุป

ส้มเปลือกอ่อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ พบปลูกทั้งในที่ลุ่ม ที่ราบเชิงเขา และที่ดอน โดยมีที่ราบเชิงเขาและที่ดอนเป็นนิเวศเกษตรที่สำคัญ ชุดดิน 59 เป็นกลุ่มชุดดินหลักในแหล่งที่ทำสวนส้ม บริเวณสวนส้มในปัจจุบัน เดิมเป็นพื้นที่ปลูกพืช 7 ชนิดแต่ ร้อยละ 32.9 เคยเป็นสวนลิ้นจี่ เกษตรกร ร้อยละ 80.3 ระบุว่าเมื่อเอกสารสิทธิ์ในที่ดินทำกิน แต่ละรายมีสวนเพียงแห่งเดียว ร้อยละ 88.7 จัดเป็นสวนขนาดเล็ก เกือบทั้งหมด ร้อยละ 93.4 ใช้พันธุ์สายน้ำผึ้ง ร้อยละ 94.4 ปลูกจากกิ่งตอน อายุของต้นส้ม ร้อยละ 82.8 อยู่ในช่วง 2 – 5 ปี ซึ่งให้ผลผลิตแล้ว สำหรับการจัดการสวนนั้น ร้อยละ 69.0 ปลูกบนแปลงแบบยกร่องแห้ง มี 1 แถวต่อแปลง นิยมใช้ระยะปลูก 4 เมตร x 4 เมตร ร้อยละ 85.4 ให้น้ำแบบพ่นฝอย อาศัยแหล่งน้ำจากสระขุดสูงถึง ร้อยละ 84.7 ชาวสวนมีการใช้ทั้งปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์เคมี และปุ๋ยเคมี สำหรับปุ๋ยเคมีพบหลากหลายถึง 17 สูตร แต่ที่นิยมใช้เป็น 15-15-15 ในช่วงการเติบโตทางกิ่งใบ และพัฒนาผล ขณะที่ 0-13-21 ใช้ในช่วงพัฒนาดอก และ 13-13-21 ในระยะก่อนการเก็บเกี่ยว การตัดสินใจซื้อปุ๋ยและสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ เกษตรกรจะอาศัยประสบการณ์ตัวเองเป็นหลักแม้จะอาศัยแหล่งความรู้อื่น ๆ มาประกอบ และเมื่อผลผลิตเก็บเกี่ยวได้ ส่วนใหญ่ ร้อยละ 71 จำหน่ายแบบคละเกรดให้กับพ่อค้าคนกลาง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่สนับสนุนทุนวิจัย คุณสมชาติ ทาราช

และชาวสวนส้มในเขต อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ที่ให้ข้อมูลเชิงลึก ระบบการผลิตส้มสายน้ำผึ้ง

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2550. ปัญหาการใช้ส้มเปลือกอ่อนปลอดโรค - ส้มร่วง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.doa.go.th/th/ShowForums.aspx?id=3721> (27 สิงหาคม 2550).
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. มาตรฐานส้มเปลือกอ่อนของประเทศไทย. หน้า 27-30. ใน: เอกสารประกอบการสัมมนาแนวทางการพัฒนาส้มไทยสู่สากล. 8-10 ธันวาคม 2545. โรงแรมโดมอนด์ พลาซ่า จังหวัดยะลา.
- ทิพวรรณ สติธิรังสรรค์. 2549. ปุ๋ยหมัก ดินหมัก และปุ๋ยน้ำชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินโดยวิธีเกษตรธรรมชาติ. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 72 หน้า.
- ธวัชชัย รัตนขเลศ และ ศิวาพร ธรรมดี. 2542. พันธุ์ไม้ผล การค้าในประเทศไทย: คู่มือเลือกพันธุ์สำหรับผู้ปลูก. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์วิวเขียว, กรุงเทพฯ. 292 หน้า.
- ธวัชชัย รัตนขเลศ พฤกษ์ ยิบมันตะศิริ จงรักษ์ มูลเพย และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2548. ระบบการผลิตส้มในเขตภาคเหนือตอนบน. หน้า 139-185. ใน: โครงการ ระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน: องค์ความรู้และยุทธศาสตร์ในระบบการผลิตไม้ผล. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร

- คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- นันทรัตน์ ศุภกานันต์. 2547. การจัดการดินและธาตุอาหาร ไม้ผล. ตำราวิชาการ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย, เชียงราย. 31 หน้า.
- รวี เสฐฐักดิ์. 2543. เสวนาสัม: วิเคราะห์เจาะลึก. หน้า 23-27. ใน: เอกสารประกอบการฝึกอบรม ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรและศูนย์วิจัยและพัฒนา ไม้ผลเขตร้อน และเขตกึ่งร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 22-23 มกราคม 2543. โรงแรมชุมพรแกรนด์พาเลซ จังหวัดชุมพร.
- สุมิตรา ภู่วโรดม นุกูล ถวิลถึง สมพิศ ไม้เรียง พิมล เกษสยม และ จีรพงษ์ ประสิทธิ์เขตร. 2541. ความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 196 หน้า.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่. 2550. ส้มเปลือกอ่อน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://chiangmai.doae.go.th/Report/stat_plantproduction.xls (23 สิงหาคม 2550).
- อรุณศิริ กำลัง ยงยุทธ ไชยธรรมา วิสุทธิ วีรสาร และ จันทร์จรัส วีรสาร. 2546. การวิเคราะห์ใบเพื่อกำหนดแนวทางในการประเมินระดับธาตุอาหารและการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมสำหรับลิ้นจี่ที่ปลูกในเขตภาคกลางของประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 203 หน้า.
- เอกชัย พงษ์อำไพ และ สงสุข รัตนภรณ์. 2547. คู่มือส้มโชกุน. เพ็ท-แพลัน พับลิชชิง, กรุงเทพฯ. 172 หน้า.
- Wikipedia. 2007. Tangerine. (Online). Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Tangerine> (August 23, 2007).

ผลของรูปแบบทรงต้นและโพแทสเซียมคลอไรด์ ต่อคุณภาพและผลผลิตลำไย

Effects of Training Pattern and Potassium Chlorate on Quality and Yield of Longan

วรางคณา จักรสาร^{1/} และ สุรินทร์ นิลสำราญจิต^{1/, 2/}
Warangkhan Chaksan^{1/} and Surin Nilsamranchit^{1/, 2/}

Abstract: The study on 4-training patterns for the 5-year-old longan tree cv. Daw since the date of planting was designed on the common practice (6x6 m), vase-shaped type (6x6 m), hedgerow type (2x4 m) and round-shaped type (3x4 m). All of the trees were forced for flowering by soil drench KClO_3 at 100 g/tree at Hariphunchai Longan Study and Development Centre, Lum Phun Province. This experiment was designed to completely randomized design and conducted during December 2005 – November 2006. The results showed that the number of inflorescence of the common practice had much more than the other patterns and the yield was 26.87 kg/tree. The training of the hedgerow type gave the maximum yield of fruit weight per unit area (Rai), weight per tree was 17.63 kg. The ratio of fruit size graded into AA:A:B:C on the hedgerow type which showed the bigger fruit size more than the other patterns. However, the fruit qualities were no significant difference between the training.

The analysis of total nonstructural carbohydrates, total sugars and reducing sugars in shoots and leaves of the different training patterns showed similarly increasing in the first week to the third week after treated by KClO_3 and decreased in the forth week at flower emergence stage. However, these analyses in stem apices were the least in fifth week and increasing in sixth week.

Keywords: Longan (*Dimocarpus longan* Lour.), training, potassium chlorate, fruit quality, total nonstructural carbohydrates

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

^{2/}ศูนย์ศึกษาและพัฒนาลำไยหริภุชชัย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. ลำพูน 51130

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

^{2/}Hariphunchai Longan Study and Development Centre, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Lum Phun 51130, Thailand.

บทคัดย่อ: การศึกษาการจัดทรงต้น 4 รูปแบบ คือ แบบวิธีทั่วไประยะปลูก 6x6 เมตร แบบทรงแจกันระยะปลูก 6x6 เมตร แบบระบบชิดระยะปลูก 2x4 เมตร และแบบตัดกิ่งล้อมรอบทรงพุ่มระยะปลูก 3x4 เมตร กับต้นลำไยพันธุ์ดออายุ 5 ปี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และบังคับการออกดอกด้วยไฟฟอสเฟตเสริมคลอโรพลาสต์ให้ทางดินในอัตรา 100 กรัมต่อต้น ในแปลงทดลองของศูนย์ศึกษาและพัฒนาลำไยหริภุญชัย จ.ลำพูน เก็บข้อมูลระหว่างเดือนธันวาคม 2548 ถึงพฤศจิกายน 2549 พบว่าต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบ วิธีทั่วไปมีจำนวนช่อดอกมากกว่าต้นที่จัดทรงต้นแบบอื่น และให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ต่อต้นมากที่สุดคือ 26.87 กิโลกรัม ขณะที่ต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบระบบชิดให้ผลผลิตเท่ากับ 17.63 กิโลกรัมต่อต้น และให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ (ไร่) สูงที่สุด มีสัดส่วนขนาดผล AA : A : B : C ที่มีขนาดใหญ่มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของคุณภาพผลจากต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง ปริมาณน้ำตาล และน้ำตาลรีดิวซิงของยอด และใบ ในช่วงก่อนการออกดอกของต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงไปในทำนองเดียวกัน โดยมีค่าสูงขึ้นตั้งแต่สัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์ที่ 3 หลังจากการให้สาร จากนั้นลดลงในสัปดาห์ที่ 4 ในระยะที่มีการแทงช่อดอก ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง ปริมาณน้ำตาล และน้ำตาลรีดิวซิงของกิ่งมีการลดลงหลังจากให้สาร และลดลงต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 5 จากนั้นเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 6

คำสำคัญ: ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour.) การจัดทรงต้น ไฟฟอสเฟตเสริมคลอโรพลาสต์ คุณภาพผล ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง

คำนำ

ลำไยจัดเป็นไม้ผลกิ่งร้อนและเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของภาคเหนือ การผลิตลำไยตามธรรมชาติจะมีปัญหาการออกดอกและการติดผลไม่สม่ำเสมอ ในปัจจุบันมีการใช้ไฟฟอสเฟตเสริมคลอโรพลาสต์ให้ลำไยออกดอกทั้งในและนอกฤดูได้ โดยวิธีการให้สารประกอบคลอโรพลาสต์แก่ต้นลำไยสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การราดให้ทางดิน การพ่นให้ทางใบ และการฉีดเข้าลำต้น (พาวัน และคณะ, 2547) อย่างไรก็ตามการผลิตลำไยยังมีข้อจำกัดอีกหลายประการ เช่น การขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นขนาดใหญ่ที่มีอายุมาก ทรงพุ่มต้นเบียดชนกัน และมีสัดส่วนของพื้นที่ในทรงพุ่มที่บิ่บ จึงไม่สะดวกในการปฏิบัติงาน การจัดทรงต้นไม้ผลสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น แบบเลี้ยยยอดกลาง แบบทรงแจกัน แบบทรงพุ่มกลม ซึ่งในแต่ละรูปแบบมีความเหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด การปฏิบัติทางเกษตรกรรม สภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน รวมถึงการปลูกแบบระบบชิดเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ควบคุมทรงต้นให้มีขนาด

เล็ก โดยการตัดกิ่งและยอดให้มีการแตกกิ่งใหม่อย่างสม่ำเสมอ วิธีการตัดแต่งกิ่งแบบต่าง ๆ นั้นช่วยให้ต้นมีการสร้างอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงได้มากขึ้น มีการกระจายของแสงภายในทรงพุ่มได้ทั่วถึงและอากาศถ่ายเทได้ดี มีการออกดอกมากขึ้น ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี (Hudson, 1972) อีกทั้งมีผลต่ออาหารสะสมภายในต้น ผลผลิตที่ได้จึงมีคุณภาพผลและรสชาติดีกว่าต้นที่ไม่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง (รวี, 2544) การจัดขนาดทรงพุ่มจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของโครงสร้างต้น และการออกดอกติดผลในปริมาณที่เหมาะสม ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกลำไยได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีและได้รับผลตอบแทนที่สูงขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้ศึกษาการจัดรูปแบบทรงต้นแบบต่าง ๆ กับต้นลำไยพันธุ์ดอตั้งแต่ระยะเริ่มปลูกจนถึงในระยะที่ต้นสามารถออกดอกติดผลได้ ที่มีผลต่อคุณภาพผลและผลผลิตที่ได้รับ ไว้ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานภายในสวนทำได้สะดวกมากขึ้นและลดแรงงานในการปฏิบัติงานได้อีกด้วย สามารถเป็นข้อมูลไว้ใช้ในการศึกษาต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี มี 5 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น เพื่อศึกษารูปแบบการจัดทรงต้น 4 รูปแบบ ของต้นลำไยพันธุ์ดอ ตั้งแต่ระยะเริ่มปลูกจากกิ่งตอน คือ แบบวิธีทั่วไปโดยปล่อยให้ต้นเจริญตามธรรมชาติมีการตัดแต่งกิ่งเล็กน้อย ใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร ตัดกิ่งภายในทรงพุ่มออกบางส่วน แบบทรงแจกันใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร ตัดยอดกลางออก ได้ต้นที่มีลักษณะเปิดกลางทรงพุ่ม แบบระบบชิดระยะปลูก 2x4 เมตร ตัดยอดด้านบนทรงพุ่มให้เสมอกันและตัดกิ่งด้านข้างที่เจริญระหว่างแถวออก แต่ปล่อยให้กิ่งที่เจริญระหว่างต้นชนกันในรูปแบบคล้ายรั้ว และแบบตัดสั้นรอบทรงพุ่มต้นใช้ระยะปลูก 3x4 เมตร ด้วยวิธีการตัดส่วนปลายกิ่งรอบทรงพุ่มออก (ภาพที่ 1) จนกระทั่งต้นลำไยอายุ 5 ปีจึงบังคับการออกดอก ในเดือนธันวาคม 2548 ด้วยวิธีการราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินอัตรา 100 กรัมต่อต้น ในแปลงทดลองของศูนย์ศึกษาและพัฒนา ลำไยหริภุญชัย ต.เหล่ายาว อ.บ้านโฮ้ง จ.ลำพูน ทำการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนธันวาคม 2548 ถึง พฤศจิกายน 2549

การบันทึกข้อมูลตั้งแต่ระยะการออกดอกโดยเก็บตัวอย่างพืชมาวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (total nonstructural carbohydrates, TNC) ปริมาณน้ำตาล (total sugars, TS) และน้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugars, RS) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ของ Nelson's reducing sugar procedure (AOAC, 1990) โดยนำมาแยกออกเป็นยอด กิ่ง และใบ ภายหลังการให้โพแทสเซียมคลอไรด์จนกระทั่งต้นมีการแทงช่อดอกออกมาแล้วเก็บข้อมูลจำนวนช่อดอกต่อต้น เมื่อผลพัฒนาเต็มที่จึงเก็บเกี่ยวผลที่ได้มาศึกษาคุณภาพผล เช่น น้ำหนักผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล ขนาดเมล็ด ความแน่นเนื้อ และ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ นอกจากนั้นได้คำนวณหาปริมาณผลผลิตต่อไร่เพื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนและต้นทุนการผลิตจากการปฏิบัติงานตามรูปแบบในแต่ละวิธีการตัดแต่งกิ่งลำไยที่ใช้ในการศึกษาตามรายละเอียดข้างต้น

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการศึกษาการจัดรูปแบบทรงต้นลำไยตามกรรมวิธีต่าง ๆ คือ แบบวิธีทั่วไป แบบทรงแจกัน แบบระบบชิด และแบบตัดสั้นรอบทรงพุ่ม โดยทุกต้นได้บังคับการออกดอกด้วยวิธีการราดโพแทสเซียมคลอไรด์ทางดินอัตรา 100 กรัมต่อต้น พบว่าต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบวิธีทั่วไปมีจำนวนช่อดอก เท่ากับ 165 ช่อ ซึ่งมากกว่าต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) ต้นที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งในกรรมวิธีนี้ มีขนาดทรงพุ่มใหญ่ สูงเฉลี่ย 4.30 เมตร จึงมีพื้นที่รอบทรงพุ่มในการเกิดดอกจากปลายยอดมาก ส่วนต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบระบบชิดมีจำนวนช่อดอกรองลงมา แต่พบว่ยังมีการออกดอกมากกว่าต้นที่จัดทรงต้นแบบทรงแจกัน และมีจำนวนช่อดอกที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับต้นที่ตัดแต่งแบบตัดสั้นรอบทรงพุ่ม ให้ผลสอดคล้องกับรายงานของ สุรินทร์และพิทยา (2546) ที่ศึกษาในต้นลำไย เมื่ออายุได้ 3 ปี พบว่าต้นที่ได้รับการตัดแต่งกิ่งแบบระบบชิดมีจำนวนช่อดอกมากกว่าต้นที่ตัดแต่งกิ่งแบบทรงแจกันเช่นกัน เนื่องจากการตัดแต่งกิ่งมีผลต่อการสร้างโครงสร้างและการเจริญเติบโตของต้น ในวิธีการตัดแต่งกิ่งแบบระบบชิดโดยตัดส่วนปลายกิ่งเฉพาะด้านบนออกไปทำให้ต้นมีความสูงเฉลี่ย 1.54 เมตร แต่กิ่งด้านข้างมีการเจริญแผ่ขยายได้ตามปกติ การตัดแต่งกิ่งวิธีนี้เป็นการกระตุ้นการเจริญของตาข้างทำให้เกิดกิ่งแขนงที่ส่วนปลายใกล้รอยตัด จึงมีจำนวนช่อดอกและติดผลได้มาก เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ตัดสั้นรอบทรงพุ่มมีการตัดกิ่งออกในตำแหน่งโดยรอบ ทำให้กิ่งที่แตกใหม่มีจำนวนมาก แต่ถูกจำกัดความยาวกิ่งในต้นไว้ จึงมีผลต่อการสะสมอาหารในกิ่งใบ ทำให้มีการออกดอกได้น้อย ส่วนการตัดแต่งแบบทรงแจกันนั้น กิ่งที่อยู่ด้านบนทรงพุ่มถูกตัดออกไป โดยไม่ได้ถูกกระตุ้นให้มีการเจริญของกิ่งจากปลายยอดขึ้นมาทดแทน จึงเป็นการลดพื้นที่ของทรงพุ่มด้านบน ทำให้มีตำแหน่งในการเกิดดอกไม่มากนักและได้ผลผลิตลดลง

เมื่อนำผลที่เก็บเกี่ยวได้มาคัดแยกขนาดผลตามเกรด AA : A : B : C พบว่าต้นที่ปลูกในแบบระบบชิดให้ผลที่มีสัดส่วนของขนาดเกรด AA มาก และให้ผลขนาดเกรด C น้อย ขณะที่ต้นที่ตัดแต่งในแบบวิธีทั่วไปให้

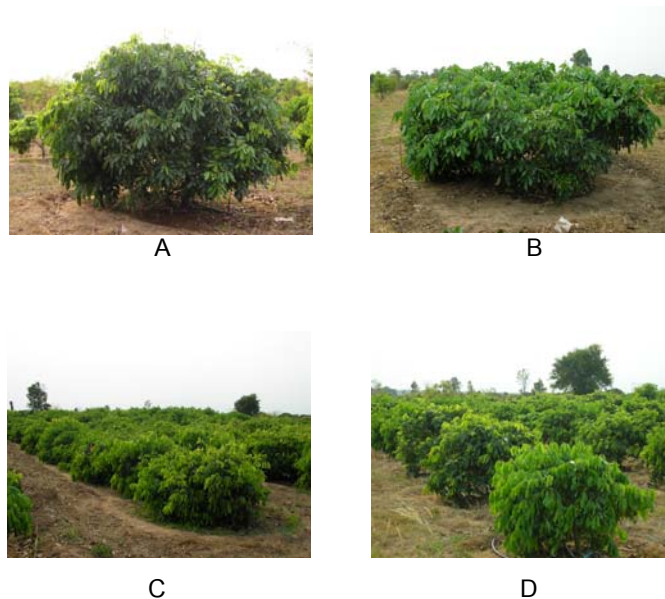


Figure 1 Longan trees were trained in various patterns.

A) common practice, B) vase-shaped type, C) hedgerow type, D) round-shaped type

จำนวนผลขนาดเกรด C มากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 1 เนื่องจากต้นที่ปลูกในแบบวิธีทั่วไปมีการเจริญทางกิ่งใบและมีช่อดอกจำนวนมาก ทำให้อาหารที่ส่งมายังผลที่กำลังเจริญไม่เพียงพอผลจึงมีขนาดเล็ก ขณะที่การตัดแต่งต้นแบบระบบชิดมีการตัดแต่งปลายกิ่งออก ซึ่งต้นถูกกระตุ้นให้มีการเจริญอย่างสม่ำเสมอทำให้มีการติดผลในจำนวนที่เหมาะสมกับความสมบูรณ์ของต้นและมีการกระจายผลในทรงพุ่ม ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ (รวิ, 2544) เมื่อนำผลมาวิเคราะห์คุณภาพ เช่น น้ำหนักผล เส้นผ่าศูนย์กลางผล ขนาดเมล็ด ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบต่าง ๆ นั้นไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่ศึกษา

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าต้นที่จัดทรงต้นแบบวิธีทั่วไปให้น้ำหนักผลต่อต้นมากที่สุดคือ 26.87 กิโลกรัม รองลงมาคือต้นที่จัดทรงต้นแบบระบบชิดเท่ากับ 17.63 กิโลกรัม เมื่อนำมาคำนวณผลผลิตต่อพื้นที่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 จะเห็นว่าต้นที่จัดทรงต้นแบบระบบชิดให้ผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 3,526 กิโลกรัม ซึ่งมากกว่าต้นที่จัดทรงต้นแบบวิธีทั่วไปที่มีผลผลิตต่อไร่ 1,194 กิโลกรัม

ทั้งนี้วิธีการปลูกโดยใช้ระยะปลูก 6 x 6 เมตร ของต้นที่ตัดแต่งแบบวิธีทั่วไปมีจำนวนต้นต่อไร่ 44 ต้น ในขณะที่ต้นที่จัดทรงต้นแบบระบบชิดใช้ระยะปลูก 2 x 4 เมตร จึงมีจำนวนต้น 200 ต้นต่อไร่ ดังนั้นการให้ผลผลิตต่อพื้นที่จึงมากกว่าและได้ค่าตอบแทนที่มากขึ้นเมื่อต้นมีอายุ 5 ปี ถึงแม้ว่าการปลูกในแบบระบบชิดนี้ค่าใช้จ่ายในการเตรียมแปลงปลูกในระยะแรกค่อนข้างสูง แต่เมื่อพิจารณาถึงความสะดวกในการปฏิบัติงานภายในสวนและผลตอบแทนที่ได้รับจากคุณภาพผลและผลผลิตต่อพื้นที่แล้วมีค่าสูงกว่าในกรรมวิธีตัดแต่งแบบอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 2)

ถึงแม้ว่าเมื่อต้นลำไยที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบระบบชิดมีอายุมากขึ้นก็ตาม แต่มีการควบคุมขนาดทรงพุ่มเป็นประจำทุกปี โดยตัดแต่งกิ่งให้ต้นมีความสูงไม่เกิน 1.50 เมตร เพื่อกระตุ้นให้มีการแตกกิ่งใหม่สำหรับการออกดอกติดผลในปีต่อไป จึงให้ผลตอบแทนอย่างสม่ำเสมอในระยะยาว ในขณะที่การจัดทรงต้นแบบวิธีทั่วไปและแบบทรงแจกันจะมีขนาดทรงพุ่มใหญ่ขึ้นทุกปี โดยเฉพาะระยะปลูก 6x6 เมตร และอาจมีทรงพุ่มต้นชนกันเมื่ออายุประมาณ 10 ปี ทำให้พื้นที่ของทรงพุ่มในการออกดอกติด

ผลน้อยลงจึงไม่สามารถให้ผลตอบแทนได้มากกว่าต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบระบบชิด

เมื่อวิเคราะห์ในส่วนของยอดในต้นลำไย พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (total nonstructural carbohydrates, TNC) ปริมาณน้ำตาล (total sugars, TS) และน้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugars, RS) ในต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบวิธีทั่วไปมีมากกว่าต้นที่จัดทรงต้นตามกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือต้นที่ตัดแต่งแบบระบบชิด แบบตัดสั้นรอบทรงพุ่ม และแบบทรงแจกัน ตามลำดับ (ภาพที่ 2) ต้นที่มีการออกดอกมากจะมีความต้องการอาหารไปสะสมในยอดเพื่อเตรียมต้นให้พร้อมในการแทงช่อดอก โดยมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณในยอดเพิ่มขึ้นในช่วง 2 สัปดาห์แรกหลังจากการให้สารเพื่อบังคับดอก ในช่วงก่อนการแทงช่อดอก ให้ผลสอดคล้องกับ ดารณี และตระกูล (2545) ที่พบว่าปริมาณของ TNC และ RS ในยอดของลำไยพันธุ์ดอที่ได้รับโฟลทสเทียมคลอเรตจะเริ่มสูงขึ้นใน 2 สัปดาห์ ก่อนการแทงช่อดอก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสะสมปริมาณน้ำตาลไว้มีผลต่อการออกดอกของพืชได้ (Yu *et al.*, 2000) จากนั้นในสัปดาห์ที่ 4 มีปริมาณ TNC TS และ RS ในยอดลดลง เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่มีการแทงช่อดอก ต้นมีความต้องการใช้คาร์โบไฮเดรตในการสร้างเซลล์ และสารที่เป็นองค์ประกอบจำนวนมาก (Edmond *et al.*, 1964) ส่งผลให้มีการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตจากส่วนที่สะสมและส่วนทำหน้าที่สร้าง เช่นกิ่งและใบไปใช้ในยอดมากขึ้น

ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในส่วนของใบ พบว่ามีปริมาณ TNC TS และ RS เป็นไปในทำนองเดียวกันกับยอดที่เพิ่มขึ้นในช่วง 2 สัปดาห์แรกหลังการให้สาร จากนั้นลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ที่มีการแทงช่อดอก (ภาพที่ 3) แต่ปริมาณของ TNC TS และ RS ในใบนั้นมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากใบทำหน้าที่สร้างอาหารจากการสังเคราะห์แสงได้แก่ พวกน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชโดยไม่ได้เป็นส่วนที่เก็บสะสมไว้ เมื่อมีการกระตุ้นให้เกิดช่อดอกอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงในช่วงที่มีการออกดอกจะถูกนำไปใช้สำหรับการเจริญของดอกเป็นส่วนใหญ่

(Chauhan and Pandey, 1984) ดังนั้นในระหว่างการเกิดช่อดอกจึงมีการลำเลียงคาร์โบไฮเดรตจากใบไปยังบริเวณปลายยอดมากขึ้น (Rolland *et al.*, 2006) ทำให้พบน้ำตาลรีดิวซิงซึ่งเปลี่ยนรูปมาจากคาร์โบไฮเดรตที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ลำเลียงจากใบไปสู่ยอด จึงมีแนวโน้มพบปริมาณน้ำตาลในใบลดลง

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงภายในกิ่งลำไยหลังการให้สารบังคับดอกให้ผลไปในทางตรงกันข้ามกับส่วนของยอดและใบ โดยมีการลดลงของปริมาณ TNC TS และ RS จนกระทั่งมีการแทงช่อดอก จากนั้นได้มีการเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 6 ที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4) อาจเนื่องมาจากอาหารสะสมพวกสารประกอบคาร์โบไฮเดรตถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลซูโครสและถูกส่งไปยังส่วนที่มีความต้องการใช้อาหาร (Salisbury and Ross, 1992) เช่นที่ใบและยอด เพื่อใช้ในการเจริญพัฒนาของช่อดอก ดังนั้นปริมาณคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลและน้ำตาลรีดิวซิงในส่วนของกิ่งจึงลดต่ำลง จนกระทั่งมีการแทงช่อดอก เช่นเดียวกับ Dowler and King (1966) ที่ศึกษาในต้นกีวีฟรุตเมื่อมีการแตกยอดจะนำอาหารสะสมในกิ่งไปใช้ในการเลี้ยงยอดและตาช่อดอก จากการวิเคราะห์ในสัปดาห์ที่ 6 พบว่าในกิ่งมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตเพิ่มมากขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เพื่อเป็นการสะสมอาหารของต้นไว้ใช้ในการเจริญพัฒนาช่อดอกและติดผลต่อไป

ในการทดลองนี้จะเห็นได้ว่ารูปแบบของการจัดทรงต้นลำไยที่ทำการศึกษามีผลต่อการออกดอกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี โดยต้นในกรรมวิธีที่มีจำนวนช่อดอกมากจะมีการสะสมปริมาณ TNC TS และ RS ในส่วนของยอดที่วิเคราะห์ได้มากกว่าต้นในกรรมวิธีที่มีการออกดอกน้อย ซึ่งเป็นการเคลื่อนย้ายอาหารจากส่วนของกิ่งและใบไปยังยอด เพื่อนำไปใช้ในการออกดอกของต้นลำไยในทางตรงกันข้ามต้นในกรรมวิธีที่มีการออกดอกน้อยจะมีปริมาณ TNC TS และ RS น้อยในส่วนของยอด แต่พบอยู่มากในส่วนของกิ่งและใบ การจัดทรงต้นจึงมีผลต่อการสะสมอาหารในรูปของคาร์โบไฮเดรต และจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เพื่อการออกดอกติดผล ทั้งนี้เป็นผลต่อเนื่องมาจากการถูกกระตุ้นให้มีการเจริญของกิ่งยอดใหม่จากการจัดทรงต้นที่เหมาะสม

Table 1 Effects of training pattern on quality and yield of longan.

Treatment	Number of inflorescence per tree ^{1/}	Fruit weight per tree ^{1/} (kg)	Ratio of fruit size (%) ^{1/}			
			AA	A	B	C
Common practice	165 a	26.87 a	16.77 b	26.76 ns	27.52 ns	28.95 a
Vase-shaped	96 b	14.40 b	20.08 b	30.18	28.85	20.89 b
Hedgerow	106 b	17.63 b	25.13 a	29.34	26.21	19.32 b
Round-shaped	103 b	16.95 b	21.01 ab	30.11	27.61	21.26 b

^{1/}Means within the same column followed by different letter differ significantly at $P < 0.05$ by LSD.

ns = non significant.

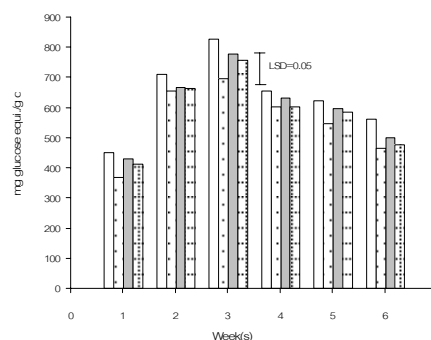
Table 2 Cost and income per area in production of longan through training pattern.

Treatment	Number of tree per rai ^{1/}	Fruit weight per rai (kg)	Cost per rai ^{2/} (Baht)	Income per rai ^{2/} (Baht)
Common practice	44	1,194	4,697	5,069
Vase-shaped	44	640	2,505	3,133
Hedgerow	200	3,526	8,961	19,344
Round-shaped	133	2,260	6,496	10,788

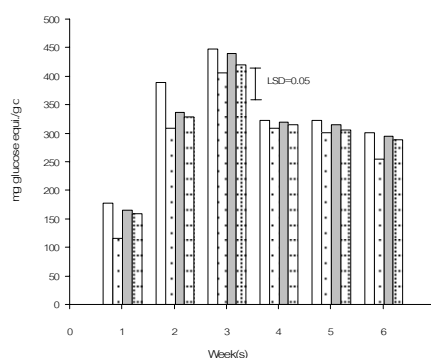
^{1/} 1 rai = 1600 m²

^{2/} calculation based on longan yield and price in 2006

Total nonstructural carbohydrates in shoot



Total sugars in shoot



Reducing sugars in shoot

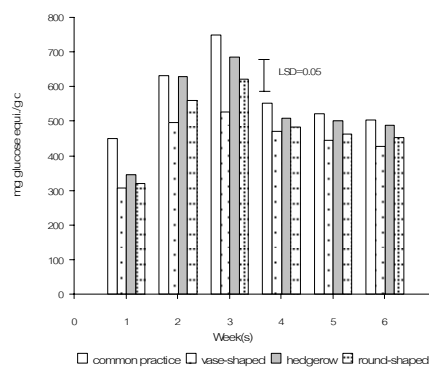
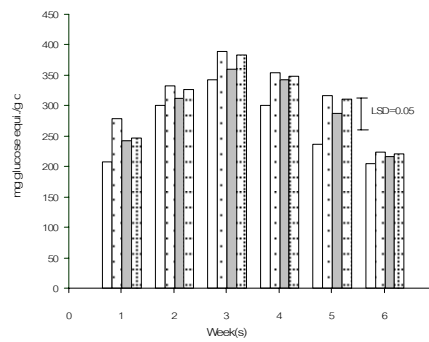
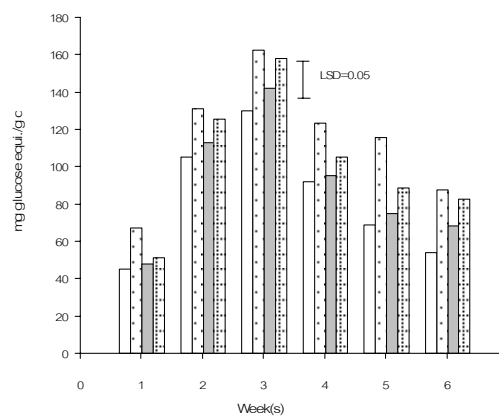


Figure 2 Content of total nonstructural carbohydrates, total sugars and reducing sugars in shoots of longan before flowering six weeks after treated with KClO_3 , $P < 0.05$.

Total nonstructural carbohydrates in leaves



Total sugars in leaves



Total sugars in leaves

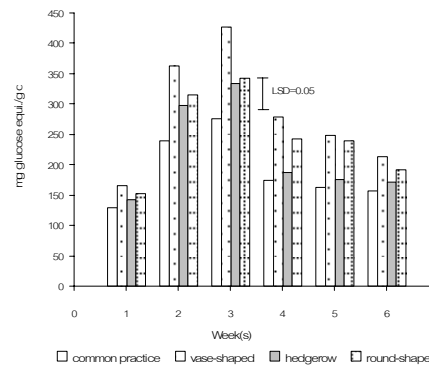
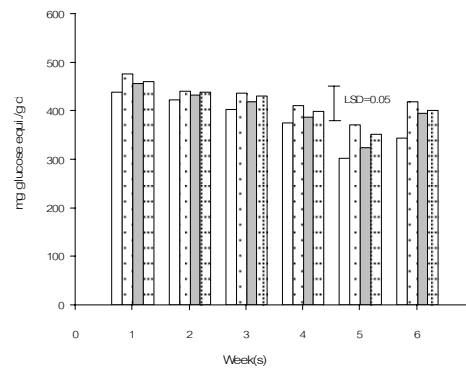
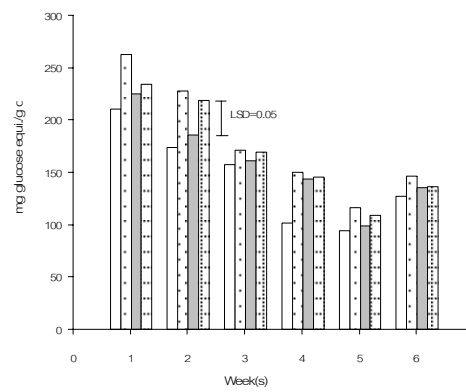


Figure 3 Content of total nonstructural carbohydrates, total sugars and reducing sugars in leaves of longan before flowering six weeks after treated with KClO_3 , $P < 0.05$.

Total nonstructural carbohydrates in stem apices



Total sugars in stem apices



Reducing sugars in stem apices

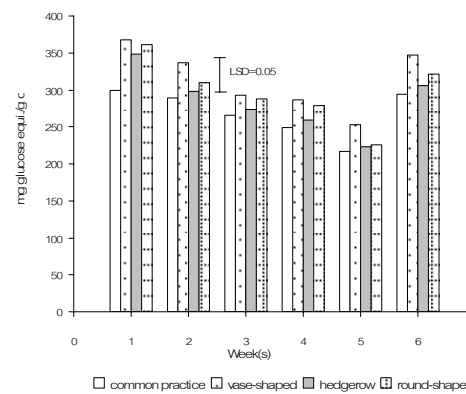


Figure 4 Content of total nonstructural carbohydrates, total sugars and reducing sugars in stem apices of longan before flowering six weeks after treated with KClO_3 , $P < 0.05$.

สรุป

จากผลการศึกษาการจัดทรงต้นของลำไยพันธุ์ดอพบว่าต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบวิธีทั่วไปให้ผลผลิตต่อต้นมากกว่าการจัดทรงต้นรูปแบบอื่น แต่เมื่อคำนวณผลผลิตต่อพื้นที่แล้ว ต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบระบบชิดให้ผลผลิตมากที่สุด และเพิ่มคุณภาพผลโดยมีสัดส่วนของผลขนาด AA : A : B : C ที่มีปริมาณผล AA มากและให้ขนาดผล C น้อย แต่อย่างไรก็ตามในระยะเก็บเกี่ยวไม่พบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักผล ขนาดเมล็ด เส้นผ่าศูนย์กลางผล ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบต่าง ๆ

การวิเคราะห์ปริมาณ TNC, TS และ RS ในส่วนของยอดและใบช่วงก่อนการออกดอกของต้นที่ได้รับการจัดทรงต้นแบบต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงไปในทำนองเดียวกัน โดยมีค่าสูงขึ้นตั้งแต่สัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์ที่ 3 หลังจากการให้สาร จากนั้นลดลงในสัปดาห์ที่ 4 ในระยะที่มีการแทงช่อดอกแล้ว ในส่วนของกิ่งมีปริมาณ TNC, TS และ RS ในช่วงก่อนการออกดอกลดลงหลังจากการให้สาร เมื่อมีการแทงช่อดอกแล้วตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 ถึงสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- ดารณี เกียรติสกุล และตระกูล ต้นสุวรรณ. 2545. ผลของโพแตสเซียมคลอไรด์ต่ออัตราการสังเคราะห์แสง ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในลำไย. วารสารเกษตร 18: 180-189.
- พาวิน มะโนชัย ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิตี ศรีตันทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2547. เทคโนโลยีการผลิตลำไย. สำนักพิมพ์ ฟิชส์เซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ. 128 หน้า.
- รวี เสาร์ภูภักดี. 2544. หลักการพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 470 หน้า.

สุรินทร์ นิลสำราญจิต และพิทยา สรวมศิริ. 2546. การจัดทรงพุ่มของลำไยเพื่อการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม. รายงานการวิจัยตามโครงการวิจัยในศูนย์ศึกษาและพัฒนาลำไย หริภุญชัย งบประมาณปี 2546. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 40 หน้า.

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, Virginia. 1298 pp.
- Chauhan, P. S. and R. M. Pandey. 1984. Relative $^{14}\text{CO}_2$ fixation by leaves and fruits, and translocation of ^{14}C -sucrose in mango. Sci. Hort. 22: 121-128.
- Dowler, W. W. and F. D. King. 1966. Seasonal changes in starch and soluble sugar content of dormant peach tissues. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89: 80-84.
- Edmond, J. B., T. L. Senn and F. S. Andrews. 1964. Fundamentals of Horticulture. 3rd. ed. McGraw-Hill, New York. 476 pp.
- Hudson, R. L. 1972. The Pruning Handbook. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. 80 pp.
- Rolland, F., E. Baena-Gonzales and J. Sheen. 2006. Sugar sensing and signaling in plants: conserved and novel mechanisms. Annu. Rev. Pl. Biol. 57: 675-709.
- Salisbury, F. B. and C. W. Ross. 1992. Plant Physiology. 4th ed. Wadsworth Publishing, Belmont. 682 pp.
- Yu, T.-S., W.-L. Lue, S.-M. Wang and J. Chen. 2000. Mutation of arabidopsis plastid phosphoglucose isomerase affects leaf starch synthesis and floral initiation. Pl. Physiol. 123: 319-326.

JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 24 No. 1 February 2008

Effects of Cold Storage on Efficiency of Egg Parasitoid, <i>Trichogramma confusum</i> Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae), in Controlling Sugarcane Stem Borers Weerathep Phongprasert, Sawai Buranapanichpan, Jiraporn Tayutivutikul and Kiattisak Kerdsuk.....	1
Annual Growth Cycle of <i>Geodorum recurvum</i> (Roxb.) Alston Salisa Ruchivanichkul, Chuntana Suwanthada and Ronnarong Intuputi.....	13
Annual Growth Cycle of <i>Calanthe cardioglossa</i> Schltr. Jaruwan Sukkasem and Chuntana Suwanthada.....	19
Histological Study on <i>In Vitro</i> Tuberization of <i>Pecteilis sagarikii</i> Seidenf. Theeraphon Phornsawatchai and Pimchai Apavatjirut.....	23
<i>In Vitro</i> Micropropagation of <i>Stemona tuberosa</i> Lour. Aphichat Chidburee, Phongyuth Nualbunruang and Pitak Puttawarachai.....	31
Chromosome Investigation of Amazon Lily (<i>Eucharis grandiflora</i> Planch. & Lind.) Poungpang Buathong and Chuntana Suwanthada.....	37
Effects of Ascorbic Acid on Browning and Activity of Polyphenol Oxidase on Postharvest Quality of Longan cv. Daw Sunsanee Kabbua and Tanachai Pankasemsuk.....	43
Postharvest Quality of Hydroponic Lettuce cv. Green Oak Leaf Warin Jaivisen and Danai Boonyakiat.....	51
Use of Nutrient Balance for Improving Fruit Yield and Quality of Tangerine (<i>Citrus reticulata</i> Blanco) cv. Sainampuang: 1. Production Systems in Chiang Mai Province Pavinee Chanvichit and Tavatchai Radanachaless.....	59
Effects of Training Pattern and Potassium Chlorate on Quality and Yield of Longan Warangkham Chaksan and Surin Nilsamranchit.....	71

ISSN 0857-0841