วารสารเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURE
วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 25 ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์ 2552

ISSN 0857-0841

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

เรื่องที่ตีพิมพ์

บทความวิจัย บทความปริทัศน์ หรือบทความวิชาการ

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ภาษา** เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2. **การพิมพ์** พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษขนาด A4 ด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรมไมโคร-ซอฟเวิร์ด ตัวอักษร Cordia new ขนาด 14 ตัวอักษรต่อนิ้ว ความยาวไม่ควรเกิน 10 หน้า (รวมบทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)

3. **การเรียงลำดับเนื้อหา**

3.1 **ชื่อเรื่อง (Title)** ควรสั้น ชัดเจน และต้องสื่อเป้าหมายหลักของการศึกษาวิจัย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.2 **ชื่อผู้เขียนและที่อยู่** เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

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

3.4 **คำนำ (Introduction)** แสดงความเป็นมาและเหตุผลที่นำไปสู่การศึกษาวิจัย อาจรวมการตรวจเอกสาร (Review of Literature) และวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยไว้ด้วย

3.5 **อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)** ให้บอกรายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 **ผลการศึกษาหรือผลการทดลอง (Results)** ให้บรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบ ตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

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

3.8 **สรุป (Conclusion)** ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัย ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

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

อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. **เอกสารอ้างอิง (References)**

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

5.2 **ในบัญชีเอกสารอ้างอิง** ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนมีดังนี้

1) วารสาร (Journals)

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

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

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

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

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

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

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

3) เรื่องย่อยในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน และมีบรรณาธิการ

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

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

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

4) วิทยานิพนธ์

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

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

5) เอกสารวิชาการอื่น ๆ

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

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

6) สื่ออิเล็คทรอนิคส์

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

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

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

การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล โดยส่งถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

วารสารเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURE

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Publisher	Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ/ปี)	Publication	Tri-annually
วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่วิทยาการด้านการเกษตร และสาขาที่เกี่ยวข้อง	Objective	To disseminate academic knowledge in agriculture and related fields
ที่ปรึกษา	คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์	Consultants	Dean, Faculty of Agriculture Associate Dean for Research and International Relations Affairs
บรรณาธิการ	รศ. ศุภศักดิ์ ลิมปิติ	Editor	Supasark Limpiti, Assoc. Prof.
รองบรรณาธิการ	รศ. ดร. ไสว บูรณพานิชพันธุ์	Vice Editor	Sawai Buranapanichpan, Ph.D., Assoc. Prof.
กองบรรณาธิการ	รศ. ไพฑูรย์ รอดวินิจ	Editorial Board	Paitoon Rodvinij, Assoc. Prof.
ฝ่ายวิชาการ	รศ. ดร. บุญล้อม ชีวะอิสระกุล	(Academic)	Boonlom Cheva-Isarakul, Dr. Agr, Assoc. Prof.
	รศ. ดร. สมบัติ ศรีชูวงศ์		Sombat Srichuwong, Ph.D., Assoc. Prof.
	รศ. วราภา คุณาพร		Warapa Kunaporn, Assoc. Prof.
	รศ. ดร. ธวัชชัย รัตน์ชเลศ		Tavatchai Radanachaless, Dr. Agr., Assoc. Prof.
	ศ.ดร. จรัญ จันทลักขณา		Charan Chantalakhana, Ph.D., Prof.
	ศ.ดร.เมธา วรรณพัฒน์		Metha Wanapat, Ph.D., Prof.
	ศ.ดร.อังศุมาลย์ จันทราปัตย์		Angsumarn Chandrapatya, Ph.D., Prof.
กองบรรณาธิการ	นางสาววิไลพร ธรรมตา	Editorial Board	Vilaiporn Thammata
ฝ่ายการจัดการ	นางสาวกมลวรรณ มโนแก้ว	(Management)	Kamonwan Manokaew
	นางสาวนพวรรณ นุบุญมา		Noppawan Nuboonma
	นางชโรชีนีย์ ชัยมินทร์		Charochinee Chaimin
	นายกานต์ คงบรรทัด		Karn Khongbanthat
สำนักงานและการติดต่อ	กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200 โทร. 0 5394 4089-92 ต่อ 11 โทรสาร 0 5394 4666 E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th	Office and Inquiries	Editorial Board, Journal of Agriculture, Research and International Relations, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand Tel: 0 5394 4089-92 Fax: 0 5394 4666 E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th
การบอกรับเป็นสมาชิก	บอกรับเป็นสมาชิกได้จากใบบอกรับเป็นสมาชิกท้ายเล่ม หรือติดต่อกองบรรณาธิการโดยตรง	Membership	Apply through the membership form as attached herewith or contact directly to the Editorial Board

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไขบทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร

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

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

บทบรรณาธิการ

ปีใหม่ 2552 ล่วงเลยมาแล้ว 1 เดือน หวังว่าทุกท่านคงมีความสุข และเตรียมพร้อมที่จะรับมือกับสภาวะเศรษฐกิจ ที่คาดว่าจะฝืดเคืองสักหน่อยในปีนี้กันแล้ว อย่างไรก็ตามถ้ายึดหลักเศรษฐกิจพอเพียงเอาไว้ ก็คิดว่าคงจะพอเอาตัวรอดได้ โดยเฉพาะในด้านอาหารการกิน เพราะเรามีฐานประเทศเกษตรกรรรมอยู่แล้ว ถ้าไม่ทิ้งฐานนี้ความมั่นคงของประเทศของประเทศก็คงมีได้ในระดับหนึ่ง

ในรอบปีใหม่นี้ วารสารเกษตรเริ่ม ก้าวย่างเข้าสู่ปีที่ 25 แล้ว เล่มที่ท่านถืออยู่นี้เป็นเล่มแรกของปี ซึ่งเราออกตรงตามเวลาที่กำหนดไว้ ในเล่มนี้มีจำนวนบทความทั้งสิ้น 12 เรื่อง ทั้งนี้กองบรรณาธิการหารือกันว่า ถ้าเรามีบทความส่งเข้ามามาก เราจะพิจารณาเพิ่มจำนวนเรื่องต่อฉบับให้มากขึ้น เพื่อไม่ให้เรื่องเข้ามาค้างอยู่ที่เรานาน ผู้เขียนก็คงยินดีที่เรื่องได้รับการตีพิมพ์เร็วขึ้น และผู้อ่านก้ได้จำนวนเรื่องเพิ่มตามไปด้วย ถือเป็นการคืนกำไรให้สมาชิกวิธีหนึ่ง

ขอเชิญชวนให้นักศึกษา คณาจารย์และท่านที่อยู่ในแวดวงการเกษตรสมัครเข้ามาเป็นสมาชิกกันให้มาก ๆ เราจะได้มีบทความวิจัยมาจากหลากหลายวงการ และหลายสถาบัน ซึ่งจะช่วยทำให้มีการแลกเปลี่ยน เผยแพร่ความรู้ทางด้านการเกษตรและสาขาที่เกี่ยวข้องกว้างขวางยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของวารสารประเภทนี้

พบกันใหม่ฉบับหน้า สวัสดีครับ

รศ.ศุภศักดิ์ ลิมปิติ

บรรณาธิการ

ผลของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของปทุมมา

Effects of Day and Night Temperature on Growth and Flowering of *Curcuma alismatifolia* Gagnep.

รุ่งนภา ช่างเจรจา[1/]และ โสระยา ร่วมรังษี[1,2/]

Rungnapa Changjeraja[1/]and Soraya Ruamrungsri[1,2/]

Abstract: The growth and flowering of *C. alismatifolia* grown in different temperature was studied at Chiang Mai university, during February to July 2006. The experimental design was completely randomized design. Plants grown under different day and night temperature at 24/18, 30/18, 30/24 and 36/24 °C in phytotron. All other environmental conditions were equal among treatments, including set-points of 270 μmol/m^2/s photosynthetic photon flux, 70-80% relative humidity and 12 hour photoperiod. The results showed that plants grown under day/night temperature at 36/24 °C produced the tallest shoots, the highest number of leaves, leave area, number of pink bract, inflorescence stalk length, the dry weight of leaves, fibrous root, and inflorescence stalk. The plants grown at 30/24 and 36/24 °C had the longest leaf length. The plants grown at 36/24 °C had the lowest dry weight of rhizome and storage roots. However, day/night temperature did not significantly affect leaf width, number of plants per cluster, leaf color, inflorescence width and length, number of green bract and dry weight of inflorescence.

Keywords: Day/night temperature, *Curcuma alismatifolia*, growth, flowering

---

[1/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/]ศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ อันเนื่องมากจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

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

[2/]H.M. the King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของอุณหภูมิกลางวันกลางคืนต่อการเติบโตและการออกดอกของปทุมมา ดำเนินการที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงกรกฎาคม 2549 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ปลูกพืชไว้ในตู้ควบคุมที่ระดับอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 4 ระดับ ได้แก่ 24/18, 30/18, 30/24 และ 36/24 องศาเซลเซียส โดยให้ทุกกรรมวิธีได้รับความเข้มแสง 270 μmol/m^2/s ความชื้น 70-80% และความยาววัน 12 ชั่วโมงต่อวัน ผลการทดลองพบว่าต้นที่ปลูกในอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 36/24 องศาเซลเซียส มีความสูง จำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบ จำนวนกลีบประดับสีชมพู ความยาวก้านดอก น้ำหนักแห้งใบ ราก และก้านดอก มากที่สุด พืชที่ปลูกในอุณหภูมิ 30/24 และ 36/24 องศาเซลเซียส มีความยาวใบเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนพืชที่เจริญเติบโตในสภาพอุณหภูมิ 36/24 องศาเซลเซียส มีน้ำหนักแห้งของหัวและรากสะสมอาหารเฉลี่ยเหลือน้อยที่สุด นอกจากนี้ อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความกว้างใบ จำนวนต้นต่อกอ ความเข้มของสีใบ ความกว้างและความยาวช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีเขียว และน้ำหนักแห้งช่อดอก

คำสำคัญ: อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน ปทุมมา การเจริญเติบโต การออกดอก

คำนำ

ปทุมมา จัดเป็นพืชในวงศ์ Zingiberaceae ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกับขิงและข่า อยู่ในสกุล *Curcuma* มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบประเทศอินโดจีน พม่า และไทย สำหรับในประเทศไทยพบเห็นปทุมมาได้แทบทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความหลากหลายของสายพันธุ์มากที่สุด (สุรวิช, 2539) เป็นพืชท้องถิ่นของประเทศไทยที่มีศักยภาพสูงเนื่องจากมีดอกที่สวยงาม มีการส่งออกหัวพันธุ์เพื่อผลิตเป็นไม้กระถางและไม้ตัดดอกเป็นจำนวนมาก เกษตรกรไทยเริ่มปลูกดอกปทุมมาสีชมพูพันธุ์เชียงใหม่ (Chiang Mai Pink) เพื่อส่งออกหัวพันธุ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 โดยมีมูลค่าการส่งออกในปี พ.ศ. 2546 ประมาณ 2 ล้านหัว มูลค่าการส่งออก 16.2 ล้านบาท โดยส่งออกไป เยอรมันนี สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น โปรตุเกส เนเธอร์แลนด์ อิตาลี ออสเตรเลีย ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกปทุมมาเพื่อส่งหัวพันธุ์จำหน่ายไปต่างประเทศประมาณ 400 ไร่ ซึ่งมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การผลิตอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ แหล่งปลูกที่สำคัญรองลงมา ได้แก่ เชียงราย ลำพูน พะเยา นครราชสีมา (เปรมปรี, 2546)

กระบวนการต่าง ๆ ในพืชถูกควบคุมด้วยปัจจัยทางสภาพแวดล้อม อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของพืช (Mouradov *et al.*, 2002; De Hertogh and Le Nard, 1993) พืชแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิที่ใช้ในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ตั้งแต่พืชเริ่มงอกจนกระทั่งออกดอกติดผล อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของลำต้น จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการสังเคราะห์แสงและการหายใจ โดยขบวนการทั้ง 2 มีอัตราเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของอุณหภูมิจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสม ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นการเพิ่มอุณหภูมิจะไม่เพิ่มอัตราการเกิดกิจกรรมของขบวนการทั้งสองนี้ นอกจากนี้อุณหภูมิของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของราก และมีผลต่อการดูดน้ำและแร่ธาตุอาหาร ถ้าอุณหภูมิในดินต่ำ การดูดน้ำลดลง ทำให้ต้นพืชเหี่ยว กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินลดลงเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิของดินต่ำ ทำให้ได้อินทรีย์สารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยตามไปด้วย ถ้าอุณหภูมิในดินสูงกว่าปกติเพียงเล็กน้อย มีผลกระตุ้นให้รากมีการเจริญเติบโตยืดยาวมาก แต่หากอุณหภูมิของรากสูงกว่าลำต้น การเจริญเติบโตกลับชะงัก โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิกลางคืนมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชมากกว่าอุณหภูมิกลางวัน ถ้าอุณหภูมิกลางคืนสูงกว่าอุณหภูมิกลางวัน การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชจะลดลง การที่อุณหภูมิกลางคืนต่ำกว่าอุณหภูมิกลางวัน ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาการดีกว่าการที่อุณหภูมิกลางคืนเท่ากับอุณหภูมิกลางวัน อุณหภูมิกลางคืนที่เหมาะสมมักต่ำกว่า

อุณหภูมิกลางวันที่เหมาะสม ประมาณ 10 องศาเซลเซียส (Rees, 1992) ในพืชหัวหลาย ๆ ชนิด กระบวนการการสร้างส่วนต่าง ๆ ของดอกเกิดขึ้นระหว่างการพักตัวซึ่งการเติบโตและพัฒนาของดอกจนกระทั่งดอกบานขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Kamenetsky *et al.*, 2000) การศึกษาในต้นกล้า Fraser fir (*Abies fraseri* (Pursh) Poir.) อายุ 4 สัปดาห์ซึ่งเจริญเติบโตในอุณหภูมิกลางวันกลางคืนแตกต่างกัน พบว่า ความสูงเหนือใบเลี้ยงของต้นมากที่สุดเมื่อต้นเจริญในอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนเป็น 30/18 องศาเซลเซียส พื้นที่ตัดตามขวางของต้นมากที่สุดเมื่อต้นเจริญที่อุณหภูมิ 22/26 องศาเซลเซียส น้ำหนักแห้งของรากมากที่สุดที่อุณหภูมิ 26/10 องศาเซลเซียส น้ำหนักแห้งของยอดมากที่สุดที่อุณหภูมิ 18/22 องศาเซลเซียส และ 22/26 องศาเซลเซียส น้ำหนักแห้งของต้นทั้งหมดมากที่สุดที่อุณหภูมิ 26/14 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางวันที่สูงถึง 30 องศาเซลเซียส ทำให้ต้นมีความสูงเพิ่มขึ้นแต่ลดน้ำหนักแห้งทั้งต้น น้ำหนักแห้งรากและพื้นที่ตัดตามขวางของลำต้น (Hinesley, 1981) การสร้างช่อดอกของต้น *Stylosanthes guianensis* var. *guianensis* สามารถออกดอกได้เมื่ออุณหภูมิกลางวันเป็น 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิกลางคืนเป็น 16 หรือ 21 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิกลางวันเป็น 35 องศาเซลเซียส พบว่ามีผลยับยั้งการออกดอก (Ison and Humphreys, 1984) ผลของอุณหภูมิต่อการสร้างตาดอก การทำลายการพักตัวหรือสัณฐานวิทยาของพืชนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพืช (Rees, 1992) สำหรับปทุมมานั้น ผลของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของดอกมีข้อมูลน้อยมาก อย่างไรก็ตาม พบว่าการปลูกปทุมมาให้ออกดอกในช่วงฤดูหนาวต้นมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าการปลูกในฤดูปกติ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของปทุมมาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกปทุมมาให้ออกดอกนอกฤดูต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ โดยใช้หัวพันธุ์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8-2.0 เซนติเมตร ตุ้มสะสมอาหาร 4 ตุ้ม ในกระถางขนาด 6 นิ้ว ใช้วัสดุปลูกประกอบด้วยดิน : ทราย : เปลือกข้าว อัตราส่วน 1:1:1 (โดยปริมาตร) หลังจากนั้น ย้ายต้นไว้ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม (Conther phytotron climate simulator) ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแทงยอด

เมื่อต้นแทงยอดจึงย้ายไปปลูกเลี้ยงในตู้ที่อุณหภูมิกลางวันกลางคืนต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 24/18, 30/18, 30/ 24 และ 36/24 องศาเซลเซียส โดยทุกกรรมวิธีได้รับความเข้มแสง 270 $\mu mol/m^2/s$ ความชื้น 70-80% และช่วงความยาววัน 12 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 10 ซ้ำ (กระถาง) ต่อกรรมวิธี ให้ปุ๋ยละลายช้าสูตร 15:15:15 อัตรา 1 กรัม/กระถาง ทุก 4 สัปดาห์ รดน้ำทุก ๆ 3 วัน

บันทึกความสูงของต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนใบต่อต้น จำนวนต้นต่อกอ ทุก 2 สัปดาห์ บันทึกเปอร์เซ็นต์การออกดอก ความยาวช่อดอก ความกว้างช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีเขียว จำนวนกลีบประดับสีชมพู ความยาวก้านดอก พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ หัว ตุ้มสะสมอาหาร ดอก ก้านดอกและราก วัดความเข้มของสีใบ โดยใช้ chlorophyll meter; Spad-502 (Minolta Co., Ltd.) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SX 4.1 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย LSD

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของปทุมมาหลังจากปลูกในตู้ควบคุมการเจริญเติบโต (growth chamber) พบว่าเมื่อปลูกปทุมมาที่อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 30/24 องศาเซลเซียส ทำให้ต้นมีความสูงและความยาวใบ

มากกว่าต้นที่ปลูกในสภาพอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 30/18 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิกลางคืนที่ระดับ 24 องศาเซลเซียสเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมามากกว่าอุณหภูมิกลางคืน 18 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบอีกว่า เมื่อปลูกปทุมมาภายใต้อุณหภูมิกลางคืนเท่ากันที่ 24 องศาเซลเซียส แต่เพิ่มอุณหภูมิกลางวันจาก 30 องศาเซลเซียสเป็น 36 องศาเซลเซียส พบว่าการปลูกที่ 36/24 องศาเซลเซียสทำให้ปทุมมามีความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และพื้นที่ใบมากที่สุด เฉลี่ย 54.30 เซนติเมตร 4.90 ใบต่อต้น และ 480.60 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิทั้งกลางวันและกลางคืนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชแต่ละชนิดมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วงกลางคืนและกลางวันแตกต่างกัน (ลิลลี่, 2546) อุณหภูมิกลางวันที่ต่ำเกินไปลดการเจริญเติบโตของพืชโดยลดการสังเคราะห์แสงของพืชลงทำให้การเจริญเติบโตลดลง (Van der Zanden, 2008) Thingnaes *et al.* (2003) รายงานว่า อุณหภูมิกลางวันสูงขึ้นช่วยเพิ่มความสูงของลำต้น *Arabidopsis thaliana* เช่นเดียวกับในการทดลองกับหลาย ๆ พืชที่พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิกลางวันทำให้ความยาวของลำต้นเพิ่มขึ้น (Smith and Langhans, 1961; Tageras, 1979).

ส่วนความกว้างใบ จำนวนต้นต่อกอ และค่าความเข้มของสีใบ พบว่าอุณหภูมิที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมา (ตารางที่ 1)

คุณภาพดอกของปทุมมาหลังจากปลูกในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกัน พบว่า ต้นที่ปลูกที่อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 36/24 องศาเซลเซียส มีจำนวนกลีบประดับสีชมพู และความยาวก้านดอกเฉลี่ยมากที่สุด 9.60 และ 53.80 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกมากที่สุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างจากที่อุณหภูมิ 30/18 (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับการทดลองใน *Arabidopsis thaliana* พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิกลางวันทำให้มีความยาวก้านดอกสูงขึ้น (Thingnaes *et al.*, 2003) จากตารางที่ 2 ยังพบว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนในกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ไม่มีผลต่อความยาวช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีเขียวและความกว้างช่อดอก

ผลของอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักแห้งในส่วนต่าง ๆ ของต้นปทุมมา ขณะออกดอก พบว่า ต้นที่ปลูกที่อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน 36/24 องศาเซลเซียส มีน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินได้แก่ ใบ และก้านดอก เฉลี่ยมากที่สุด คือ 5.48 1.23 และ 1.55 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับในพืชบางชนิด เช่น *Erodium cicutarium* (L.) ซึ่งพบว่าการสร้างน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้นเหนือดินมีมากที่สุดเมื่ออุณหภูมิกลางวันเพิ่มขึ้นจาก 18 เป็น 34 องศาเซลเซียส ร่วมกับเมื่ออุณหภูมิกลางคืนเพิ่มจาก 12 เป็น 18 องศาเซลเซียส (Blackshaw and Entz, 1995) ในการทดลองนี้ หัวแม่ที่ใช้ปลูกมีน้ำหนักแห้งเริ่มต้นของหัวและรากสะสมอาหารเฉลี่ย 1.86 กรัมและ 16.65 กรัม ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งของส่วนใต้ดินทั้งหัวและรากสะสมอาหารของต้นที่ปลูกที่สภาพอุณหภูมิ 36/24 องศาเซลเซียสลดลงมากกว่าการปลูกที่อุณหภูมิ 30/18 และ 24/18 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการปลูกปทุมมาที่อุณหภูมิ 36/24 องศาเซลเซียส พืชมีการเจริญเติบโตมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า (ตารางที่ 1) ทำให้มีการใช้อาหารสะสมจากหัวแม่และรากสะสมอาหารมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ที่กล่าวข้างต้น น้ำหนักแห้งของหัวและรากสะสมอาหารจึงเหลือน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นโดยทั่วไปในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจนกระทั่งออกดอก หัวและรากสะสมอาหารทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมอาหาร (source) ให้กับส่วนเหนือดิน หลังออกดอกแล้วพบว่าหัวและรากสะสมอาหารจะทำหน้าที่เป็น storage sink ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารไว้ใช้ในฤดูกาลถัดไป (Rees, 1992) จากการศึกษาใน *Allium cepa* L. cv. Creamgold พบว่าน้ำหนักแห้งของหัวลดลงมากกว่าเมื่อพืชปลูกในอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนที่สูงกว่า (Steer, 1981) ผลการทดลองยังพบว่าอุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของช่อดอก

Table 1 Growth of Patumma 'Chiang Mai' under different growing day-night temperatures at flowering.

Day-night temperature (°C)	Plant height (cm)	Number of leaves per plant	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Number of plants per cluster	Leaf area (cm^2)	Leaf color
24/18	34.50 c[1/]	3.30 c	4.08	21.25 b	1.80	217.80 b	56.56
30/18	28.80 c	4.20 b	4.39	19.85 b	1.90	276.00 b	44.64
30/24	44.75 b	3.70 bc	4.77	25.05 a	2.00	283.00 b	44.45
36/24	54.30 a	4.90 a	4.83	25.85 a	1.10	482.60 a	49.58
$LSD_{0.05}$	6.94	0.58	ns	2.12	ns	157.53	ns

[1/] Values within columns followed by different letters are significantly different at P<0.05

Table 2 Flower quality of Patumma 'Chiang Mai' under different growing day-night temperatures at flowering.

Day-night temperature (°C)	Inflorescence width (cm)	Inflorescence length (cm)	Pedicle length (cm)	Number of green bract	Number of pink bract	Percentage of flowering
24/18	5.65	12.05	22.10 d[1/]	9.40	8.50 b	80.00
30/18	5.40	12.45	30.35 c	8.40	7.80 b	100.00
30/24	5.20	11.15	39.15 b	8.80	8.50 b	90.00
36/24	5.37	11.50	53.80 a	9.30	9.60 a	100.00
$LSD_{0.05}$	ns	ns	4.84	ns	0.75	-

[1/] Values within columns followed by different letters are significantly different at P<0.05

Table 3 Dry weight of Patumma 'Chiang Mai' under different growing day-night temperatures at flowering.

Day-night temperature (°C)	Dry weight (g)					
	Leaves	Rhizome	Storage roots	Fibrous roots	Spike	Spike stalk
24/18	2.10 b[1/]	0.85 a	13.62 a	0.74 b	0.88	0.72 b
30/18	2.47 b	0.86 a	7.22 b	0.78 b	0.94	0.63 b
30/24	2.31 b	0.64 b	8.63 b	0.79 b	0.83	0.79 b
36/24	5.48 a	0.49 b	3.38 c	1.23 a	0.65	1.55 a
$LSD_{0.05}$	1.10	0.16	2.45	0.38	ns	0.16

[1/] Values within columns followed by different letters are significantly different at P<0.05

สรุป

อุณหภูมิกลางวันกลางคืนที่ต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาในช่วงระยะการเจริญทางด้านลำต้นจนกระทั่งระยะออกดอก อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืนสูงกว่าเพิ่มความสูง จำนวนใบต่อต้น ความยาวใบ พื้นที่ใบ ความยาวก้านดอก ขนาดช่อดอก อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของปทุมมาคือ 36/24 องศาเซลเซียส

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัย สาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่สนับสนุนการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เปรมปรี ณ สงขลา. 2546. รายงานการจัดงานอะเมซิ่ง ไม้ดอกเมืองร้อน. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ. 74 หน้า.

ลิลลี่ กาวีต๊ะ. 2546. การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานและพัฒนาการของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 320 หน้า.

สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2539. ผลของคุณภาพและการเก็บรักษาหัวพันธุ์ต่อการผลิตปทุมมา. รายงานการประชุมทางวิชาการไม้ดอกไม้ประดับแห่งชาติ ครั้งที่ 2. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 247 หน้า.

Blackshaw, R. E. and T. Entz. 1995. Day and night temperature effects on vegetative growth of *Erodium cicutarium*. Weed Research 35: 471-476.

De Hertogh, A. and M. Le Nard. 1993. The Physiology of Flower Bulbs. Elsevier Science Publisher B.V.,Amsterdam. 812 pp.

Hinesley, L. E. 1981. Initial growth of Fraser fir seedlings at different day/night temperatures. Forest Science 27: 545-550.

Ison, R.L. and L.R. Humphreys. 1984. Day and night temperature control of floral induction in *Stylosanthes guianensis* var. *guianensis* cv. Schofield. Annals of Botany 53: 207-212.

Kamenetsky, R., H. Zemah, A. van der Toorn, H. D. Rabinowitch, H. van As and P. Bendel. 2000. Morphological structure and water status in tulip bulbs during their transition from dormancy to active growth: visualization by magnetic resonance imaging. pp. 121-138. *In*: J.D. Viemont and J. Crabbe (eds.). Dormancy in Plants: From Whole Plant Behaviour to Cellular Control. CABI Publishing, Wallingford.

Mouradov, A., F. Cremer and G. Coupland. 2002. Control of flowering time: interacting pathways as a basis for diversity. Plant Cell 14: 111-130.

Rees, A. R. 1992. Ornamental Bulbs, Corms and Tubers. CABI Publishing, Wallingford. 220 pp.

Smith, D.R. and R.W. Langhans. 1961. The influence of day and night temperatures on the growth and flowering of the Easter lily (*Lilium longiflorum* Thunb. var. Croft). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 80: 593-598.

Steer, B.T. 1981. The effect of growth and temperature on dry weight and carbohydrate content of onion (*Allium cepa* L. cv. Creamgold) bulbs. Australian Journal of Agricultural Research 33(3): 559 – 563.

Tageras, H. 1979. Modifying effects of ancymidol and gibberellins on temperature induced elongation in Fuchsia x hybrida. Acta Hort. 91: 411-417.

Thingnaes, E., S. Torre, A. Ernstsen and R. Moe. 2003. Day and night temperature responses in *Arabidopsis*: effects on gibberellin and auxin content, cell size, morphology and flowering time. Annals of Botany 92(4): 601-612.

Van der Zanden, A. M. 2008. Environmental factors affecting growth. (Online). Available: http://extension.oregonstate.edu/mg / botany/env_factors.html (May 20, 2008).

การแยกและจำแนกไส้เดือนฝอยในสวนส้ม อำเภอแม่ริม และอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

Isolation and Identification of Citrus Nematode in Mae Rim and San Sai Districts, Chiang Mai Province

โสภา จอมอิ่น[1/] ชาญณรงค์ ดวงสอาด[3/] พิทยา สรวมศิริ[2/] และ อังสนา อัครพิศาล[1/]

Sopa Jom-in[1/], Charnnarong Duangsa-ard[3/], Pittaya Sruamsiri[2/] and Angsana Akarapisan[1]

Abstract: During September to October 2005, isolation and identification of plant parasitic nematodes were conducted in highland (990 m from mean sea level) and lowland (340 m from mean sea level) citrus plantations at Pong Yaeng subdistrict, Mae Rim district and Mae Faek subdistrict, San Sai district, Chiang Mai province respectively. At each site, 25 soil samples collected at 3-8 inches deep were mixed to gain 2.0 kilograms soil. In laboratory, the samples were isolated by Cobb sieving and gravity method combined with Baerman funnel method. Three species of plant parasitic nematode, *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp. and *Tylenchorhynchus* sp. and 4 species of free living nematode, *Mononchus* sp., *Rhabditis* sp., *Cephalobus* sp. and *Dorylaimus* sp. were found in highland. While in lowland, 4 species of plant parasitic nematode, *Helicotylenchus* sp., *Criconemella* sp., *Rotylenchulus* sp. and *Tylenchorhynchus* sp. and 3 species of free living nematode, *Mononchus* sp., *Rhabditis* sp. and *Dorylaimus* sp. were found in soil.

Keywords: Plant parasitic nematode, free living nematode, citrus

---

[1/]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[3/]ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนบน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตู้ ปณ.11 ต. หนองหาร อ. สันทราย จ. เชียงใหม่

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

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

[3/]National Biological Control Research Center, Northern Regional Center, Maejo University, P.O. Box 11, Maejo, Chiang Mai 50290, Thailand

บทคัดย่อ: แยกและจำแนกไส้เดือนฝอยศัตรูพืชจากดินตัวอย่างที่เก็บมาจากแปลงปลูกส้มในพื้นที่สูง (990 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ต. โป่งแยง อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่ และพื้นที่ราบ (340 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ต. แม่แฝก อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ ระหว่างเดือน กันยายน- ตุลาคม 2548 สุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณรอบ ๆ รากต้นส้ม จำนวน 25 จุด ที่ความลึก 3 - 8 นิ้ว มาประมาณพื้นที่ละ 2 กิโลกรัม จากนั้นทำการล้างแยกไส้เดือนฝอยจากดินโดยวิธีของคอบบ์โดยใช้ตะแกรง รวมกับวิธีของเบอร์แมนโดยใช้กรวยแยก จากการแยกไส้เดือนฝอยจากดินแปลงปลูกส้มพื้นที่สูงพบไส้เดือนฝอยศัตรูพืช 3 ชนิด คือ *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp. และ *Tylenchorhynchus* sp. ไส้เดือนฝอยหากินอิสระ 4 ชนิด คือ *Mononchus* sp., *Rhabditis* sp., *Cephalobus* sp. และ *Dorylaimus* sp. ส่วนแปลงปลูกส้มพื้นที่ราบพบไส้เดือนไส้เดือนฝอยศัตรูพืช 4 ชนิด คือ *Helicotylenchus* sp., *Criconemella* sp., *Rotylenchulus* sp. และ *Tylenchorhynchus* sp. ไส้เดือนฝอย หากินอิสระ 3 ชนิด คือ *Mononchus* sp., *Rhabditis* sp. และ *Dorylaimus* sp.

คำสำคัญ: ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช ไส้เดือนฝอยหากินอิสระ ส้ม

คำนำ

ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช สามารถเข้าทำลายพืชได้หลายชนิด ทำความเสียหายรุนแรงในด้านการเกษตรกรรมเพิ่มมากขึ้นทุกปี ประเทศไทยเริ่มจะมีการศึกษาไส้เดือนฝอยอย่างจริงจังเมื่อไม่นานมานี้ และพบว่าไส้เดือนฝอยศัตรูพืชเป็นปัญหาที่ยากที่จะจัดการในระบบการเกษตร (Thorne, 1961) ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากไส้เดือนฝอยทั่วโลกนั้นเกิดขึ้นกับธัญพืช พืชตระกูลถั่ว กล้วย มันสำปะหลัง มะพร้าว มันฝรั่ง ประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์ และพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจอื่น ๆ เช่น ผักผลไม้ และพืชไร่ที่เป็นอาหารประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ ประมาณได้ว่าความสูญเสียประมาณ 8 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐต่อปี (Agrios, 2005) ไส้เดือนฝอยที่สำคัญและเป็นปัญหาไปทั่วโลกต่อส้มมีมากกว่า 40 ชนิด แต่พบว่าไส้เดือนฝอยชนิดที่เป็นปัญหามากที่สุดและทำให้ผลผลิตส้มลดลงคือ ไส้เดือนฝอย *Tylenchulus semipenetrans* ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้นส้มเกิดอาการต้นโทรม ไส้เดือนฝอยที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่งที่มีรายงานใน ฟลอริดา คือ *Radopholus similis* ซึ่งเข้าไปฝังส่วนหัวไว้ในรากส้มทำให้ส้มเกิดอาการต้นโทรม ไส้เดือนฝอย *Belonolaimus longicaudatus* เป็นไส้เดือนฝอยที่ทำให้รากบวมเกิดแผล และพบว่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการต้นโทรมภายในเรือนเพาะชำและภายในแปลงปลูกส้มใน ฟลอริดา ประเทศบราซิล อินเดีย และพื้นที่ต่าง ๆ ในทวีปเอเชีย อีกทั้งพบว่าผลกระทบที่เกิดจากไส้เดือนฝอยที่เข้าไปอาศัยภายในรากส้มนั้นจะทำให้การหาอาหารของรากส้มลดลง (Timmer *et al.*, 2000) วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อทำการเปรียบเทียบชนิดและจำนวนประชากรของของเดือนฝอยบนที่สูง ต. โป่งแยง อ. แม่ริม (ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 990 เมตร) และพื้นราบ ต. แม่แฝก อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ (ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 340 เมตร) ในแปลงปลูกส้ม

อุปกรณ์และวิธีการ

การสุ่มตัวอย่างดิน

พื้นที่ที่เก็บตัวอย่างดินบนที่สูงคือ แปลงปลูกส้มใน ต. โป่งแยง อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่ สำหรับตัวอย่างดินบนพื้นราบเก็บจากแปลงส้มที่ปลูกใน ต. แม่แฝก อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ เก็บดินตัวอย่างในระหว่างเดือนกันยายน- ตุลาคม 2548 การสุ่มตัวอย่างดินโดยขุดดินที่อยู่บริเวณรากพืชลึก 3 - 8 นิ้ว โดยเฉลี่ยในการสุ่มตัวอย่างจะใช้วิธีเดินสุ่มเก็บดิน โดยจะเก็บ 3 จุดต่อแปลง (หัวแปลง กลางแปลง ท้ายแปลง) ในพื้นที่ 1 ไร่ เจาะไม่ต่ำกว่า 25 จุด นำตัวอย่างดินที่ได้มา

รวมกันคลุกเคล้าเข้ากันให้ดีบรรจุในถุงพลาสติก 2.0 กิโลกรัม

การแยกไส้เดือนฝอยจากดินตัวอย่าง

ล้างดินโดยวิธีผสมของคอบบ์และเบอร์แมน (Combination of Cobb's and Baerman's funnel method) (ภมรทิพย์, 2526)

การจำแนกชนิดของไส้เดือนฝอยที่แยกได้จากดินตัวอย่าง ใช้แนวทางการจำแนกของสืบศักดิ์ (2538) และ Mai and Lyon (1975)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

แยกและจำแนกไส้เดือนฝอยจากดินตัวอย่างที่เก็บจากแปลงปลูกส้ม ต. โป่งแยง อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่ โดยวิธีผสมของคอบบ์และเบอร์แมน พบไส้เดือนฝอยศัตรูพืช 3 ชนิด คือ *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp. และ *Tylenchorhynchus* sp. (ภาพที่ 1 a, b และ c) และไส้เดือนฝอยหากินอิสระ (ตารางที่ 1) สำหรับตัวอย่างดินจากแปลงปลูกส้ม ต. แม่แฝก อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ พบไส้เดือนฝอยศัตรูพืช 4 ชนิด คือ *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp., *Tylenchorhynchus* sp. และ *Criconemella* sp. (ภาพที่ 1) และไส้เดือนฝอยหากินอิสระ (ตารางที่ 2) ซึ่งผลการศึกษาได้สอดคล้องกับการรายงานของสืบศักดิ์ (2528) ที่กล่าวว่าไส้เดือนฝอยที่ทำให้เกิดปัญหากับส้มที่สำคัญและพบทั่วไปในประเทศไทยมี 11 ชนิด คือ *Aphelenchoides* sp., *Criconemella* sp., *Helicotylenchus* sp., *Hoplolaimus* sp., *Longidorus* sp., *Meloidogyne* sp., *Paratylenchus* sp., *Pratylenchus* sp., *Tylenchulus* sp., *Rotylenchulus* sp. และ *Tylenchorhynchus* sp. และจากการศึกษาในทั้งสองพื้นที่ พบว่าสวนส้มในพื้นที่ราบ อ. แม่ริม มีไส้เดือนฝอยศัตรูพืชเป็นจำนวนมากกว่าในพื้นที่สูง อ. โป่งแยง โดยสอดคล้องกับการรายงานของ Bulluck III *et al.* (2002) ที่กล่าวว่าการปรับปรุงแก้ไขดินนั้นจะมีผลต่อชนิดของไส้เดือนฝอย แต่การไถพรวนไม่ได้มีผลกระทบกับการเกิดของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชและไส้เดือนฝอยหากินอิสระ ซึ่งพบการปรับปรุงดินในพื้นที่ราบมากกว่าในพื้นที่สูง อันเนื่องมาจากแปลงปลูกในพื้นที่ราบมีการปลูกพืชหลากหลายมาก่อนที่จะมีการปลูกส้ม ส่วนพื้นที่ปลูกบนที่สูงเป็นที่ดินเปิดป่ามีการปลูกพืชเป็นชนิดแรก และยังมีความสมดุลในทางธรรมชาติอยู่ จึงทำให้พบจำนวนและชนิดของไส้เดือนฝอยน้อยกว่าในพื้นที่ราบ โดยลักษณะและสภาพของดินก็มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อไส้เดือนฝอย (McSorley and Frederick, 2002)

สรุป

การศึกษาในครั้งนี้ได้รายงานถึงชนิดของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชและไส้เดือนฝอยหากินอิสระในดินบริเวณ แปลงปลูกส้มในพื้นที่สูง ต. โป่งแยง อ. แม่ริม จ.เชียงใหม่ พบไส้เดือนฝอยศัตรูพืช 3 ชนิดคือ *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp., และ *Tylenchorhynchus* sp. ไส้เดือนฝอยหากินอิสระ 4 ชนิดคือ *Rhabditis* sp., *Mononchus* sp., *Cephalobus* sp. และ *Dorylaimus* sp. และพื้นที่ราบ ต.แม่แฝก อ. สันทราย จ.เชียงใหม่ พบไส้เดือนฝอยศัตรูพืช 4 ชนิด คือ *Helicotylenchus* sp., *Criconemella* sp. *Rotylenchulus* sp. และ *Tylenchorhynchus* sp., ไส้เดือนฝอยหากินอิสระ 3 ชนิดคือ *Rhabditis* sp., *Mononchus* sp: และ *Dorylaimus* sp. โดยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ถึงแม้ว่าการสำรวจในที่นี้ไม่ได้ทำอย่างกว้างขวางถึงทุกพื้นที่ แต่ก็เพียงพอจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นใช้สำหรับเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

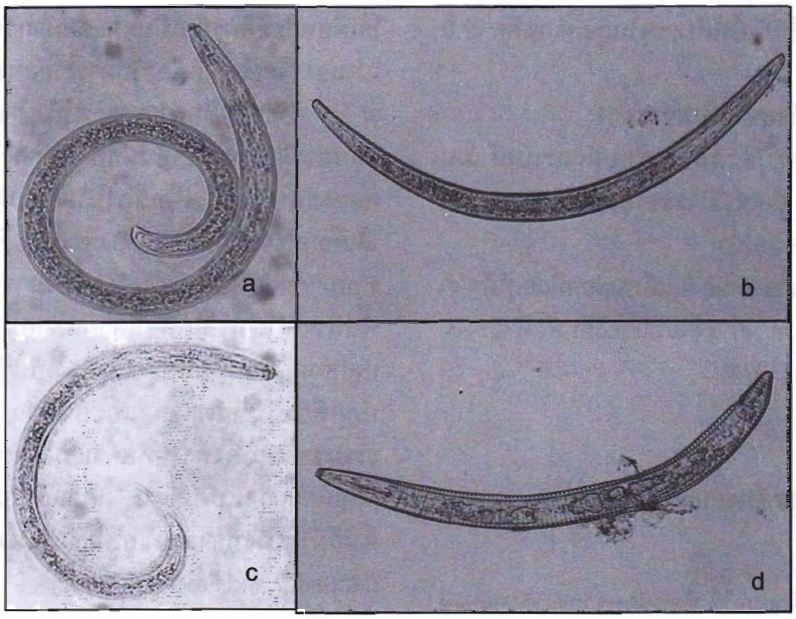

Figure 1 Characteristic of plant-parasitic nematodes isolated from soil in citrus plantation, a = *Helicotylenchus* sp., b = *Tylenchorhynchus* sp., c = *Rotylenchulus* sp. and d = *Criconemella* sp.

Table 1 Nematodes found in soil-root interface of citrus in Pong Yaeng subdistrict, Mae Rim district, Chiang Mai.

Nematode species	Plant parasitic nematodes	Free - living nematodes	Amount per 2 kilogram soil
Helicotylenchus sp.	*		1047
Rotylenchulus sp.	*		560
Tylenchorhynchus sp.	*		207
Mononchus sp.		*	320
Dorylaimus sp.		*	234
Rhabditis sp.		*	220
Cephalobus sp.		*	87

Table 2 Nematodes found in soil-root interface of citrus in Mae Faek subdistrict, San Sai district, Chiang Mai.

Nematode species	Plant parasitic nematodes	Free - living nematodes	Amount per 2 kilogram soil
Helicotylenchus sp.	*		707
Criconemella sp.	*		480
Tylenchorhynchus sp.	*		287
Rotylenchulus sp.	*		267
Mononchus sp.		*	400
Rhabditis sp.		*	580
Dorylaimus sp.		*	494

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการ "เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดการใช้สารเคมีในภาคเหนือของประเทศไทย (Appropriate Technology for Reduction of Agrochemical in Northern Thailand, ATRACT)" ที่ได้ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ภมรทิพย์ อักษรทอง. 2526. ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 71 หน้า.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2538. ไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในประเทศไทย. สำนักพิมพ์รั้วเขียว. กรุงเทพฯ. 275 หน้า.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2528. ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์., กรุงเทพฯ. 140 หน้า.

Agrios, G. N. 2004. Plant Pathology. 5th ed. Elsevier Academic Press, Burlington. 952 pp.

Bulluck III, L. R., K. R. Barker and J. B. Ristaino. 2002. Influences of organic and synthetic soil fertility amendments on nematode trophic groups and community dynamics under tomatoes. Applied Soil Ecology 21(3): 233-250.

Mai, W.F. and H.H. Lyon. 1975. Pictorial Key to Genera of Plant-Parasitic Nematodes. 4th ed. Cornell University Press, Ithaca. 219 pp.

McSorley, R. and J. J. Frederick. 2002. Effect of subsurface clay on nematode communities in a sandy soil. Applied Soil Ecology 19; 1-11.

Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. Mc-Graw Hill Book Company, Inc., New York. 553 pp.

Timmer, L. W., S. M. Garnsey and J. H. Graham 2000. Compendium of Citrus Diseases. 2nd ed. APS Press, St. Paul. 92 pp.

ผลของบราสสิโนสเตอรอยด์ต่อการขยายพันธุ์เอื้องดอกมะขามในสภาพปลอดเชื้อ

Effect of Brassinosteroid on *In Vitro* Propagation of *Dendrobium delacourii*

จามจุรี โสตถิกุล[1/,2/] และ ดาวใจ เปราะนาค[1/]
Chamchuree Sotthikul[1/,2/] and Daojai Pornak[1/]

Abstract: A study on effect of brassinosteroid (Brs) on *in vitro* propagation of *Dendrobium delacourii* was carried out by culturing shoots, 1 cm in length, onto modified VW media supplemented with 0, 0.01, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10, 0.15 and 0.20 mg/l Brs. It was found that Brs had no effect on number of leaf, root diameter and number of new shoot. However, 0.08 mg/l Brs induced the best number of roots (9.5 roots) and the best height of new shoots (0.98 cm) while 0.04 mg/l Brs induced the best number of shoots (4.9 shoots). Plants on medium with 0 mg/l Brs produced the lowest number of root.

Keywords: Brassinostertoid, *in vitro*, *Dendrobium delacourii*

[1/]ศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[2/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[1/]H.M. the King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, c/o Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand
[2/]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของบราสสิโนสเตอรอยด์ (brassinosteroid; Brs) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการขยายพันธุ์เอื้องมะขาม (*Dendrobium delacourii*) โดยเลี้ยงยอดเอื้องมะขามขนาดความยาว 1 ซม. ในอาหารสูตร VW ดัดแปลง ที่เติม Brs ระดับความเข้มข้น 0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10, 0.15 และ 0.2 มก./ล. พบว่า จำนวนใบ ความยาวเฉลี่ยของราก เส้นผ่าศูนย์กลางรากและจำนวนยอดใหม่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน Brs ที่ความเข้มข้น 0.08 มก./ล. กระตุ้นให้เกิดรากและมีความสูงเฉลี่ยของยอดใหม่มากที่สุด (9.5 ราก และ 0.98 ซม.) Brs ที่ความเข้มข้น 0.04 มก./ล. ให้จำนวนยอดใหม่มากที่สุด(4.9 ยอด) แต่ Brs ที่ความเข้มข้น 0 มก./ล. ให้จำนวนรากน้อยที่สุด

คำสำคัญ: บราสสิโนสเตอรอยด์ สภาพปลอดเชื้อ เอื้องมะขาม

คำนำ

เอื้องดอกมะขาม (*Dendrobium delacourii*) อยู่ในวงศ์ Orchidaceae มีชื่อท้องถิ่นว่า เอื้องดอกมะขาม เอื้องดอกขาม เอื้องข้าวเหนียวลิง เอื้องมะขาม ต้นเป็นลำยาวรูปไข่ ขนาดยาวประมาณ 2 – 4 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1 - 1.5 เซนติเมตร ใบเป็นแบบใบหอก ขนาดใบกว้างประมาณ 1.2 - 1.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3 – 4 เซนติเมตร จะออกดอกระหว่างเดือน เมษายน – มิถุนายน ช่อดอกเกิดที่บริเวณยอด ช่อดอกยาว 6 -10 เซนติเมตร ขนาดดอกประมาณ 1.5 - 2 เซนติเมตร ช่อละ 8 – 10 ดอก ดอกมีสีเหลือง ปากดอกมีสีน้ำตาลแกมแดง ปากดอกมีครุย ปลายครุยมีปุ่มเล็ก ๆ อิงอาศัยตามต้นไม้ พบเกือบทุกภาคยกเว้นภาคกลางและภาคใต้ (อบฉันท์, 2549) เอื้องดอกมะขามเมื่อนำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ (ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) จะสามารถออกดอกได้ โดยดอกอาจจะมีขนาดเล็กกว่าดอกในสภาพธรรมชาติ แม้ว่าดอกจะมีขนาดเล็กและสีสันไม่สะดุดตา แต่ก็มีศักยภาพเหมาะแก่การนำมาศึกษาในขั้นต่อไป

ส่วนบราสสิโนสเตอรอยด์ (brassinosteroid; Brs) เป็นกลุ่มของสารสเตอรอยด์ซึ่งมีปฏิกิริยาเหมือนกับสารบราสิโนไลด์ (brassinolide) มีการทดสอบปฏิกิริยาทางชีววิทยาของบราสสิโนไลด์ในหลาย ๆ ระบบ และพบว่าเกี่ยวข้องกับการออกดอก ความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำ (chilling) ความทนทานโรค ความทนทานต่อสารกำจัดวัชพืช และต่อความเค็ม การเพิ่มผลผลิต การยืดตัวและการงอกของเมล็ด สามารถลดการร่วงและการผิดปกติของผล และอาจยับยั้งการเจริญและการพัฒนาของราก (ปรารถนา และคณะ, 2549) ซึ่งชรัสนันท์ และธนะชัย (2548) ได้ทดลองใช้ Brs กับผลลำไย พบว่า Brs 0.01 ppm สามารถเพิ่มความกว้าง ความยาว ความหนาของผล น้ำหนักผลสด น้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักเนื้อแห้ง ความหนาเนื้อและน้ำหนักแห้งของเมล็ดได้ ดังนั้น Brs เมื่อนำมาใช้ในการเลี้ยงพืชในสภาพปลอดเชื้อ อาจทำให้พืชที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อมีการเพิ่มปริมาณหรือมีคุณภาพที่ดีขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นเอื้องดอกมะขามที่ได้จากการเพาะเมล็ดบนอาหารสูตร VW ดัดแปลง ซึ่งประกอบด้วย ธาตุอาหารหลักสูตร VW ธาตุอาหารรองสูตร MS Vitamin สูตร MS FeEDTA น้ำตาล 3% วุ้น 0.8% โดยนำต้นที่มีความสูง 1 ซม. มาเลี้ยงบนอาหาร VW ดัดแปลง ที่แต่ละกรรมวิธีใช้ brassinosteroid ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.10, 0.15 และ 0.2 มก./ล. โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD 13 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ จำนวน 1 ต้น/หลอด เลี้ยงในที่มีแสง 50 $\mu mol/m^2s$ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิ 25°C นาน 8 สัปดาห์ ทำการบันทึกจำนวนราก เส้นผ่าศูนย์กลางราก ความยาวราก จำนวนยอดที่เกิดใหม่ เส้นผ่าศูนย์กลางยอดใหม่ ความสูงยอดใหม่และจำนวนใบของยอดใหม่

ผลการทดลอง

จากการทดลองผลของ brassinosteroid ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของเอื้องมะขาม พบว่า เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยราก ความยาวเฉลี่ยราก ความกว้างเฉลี่ยของยอดที่เกิดใหม่ จำนวนใบยอดใหม่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนจำนวนราก จำนวนยอดใหม่ และความสูงเฉลี่ยของยอดใหม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดย Brs ที่ความเข้มข้น 0.08 มก./ล. ทำให้มีจำนวนรากและความสูงเฉลี่ยของยอดใหม่มากที่สุด Brs ในขณะที่ความเข้มข้น 0 มก./ล. ทำให้มีจำนวนรากและความสูงเฉลี่ยของยอดใหม่น้อยที่สุด ซึ่งBrsที่ความเข้มข้น 0.04 มก./ล. กระตุ้นให้เกิดยอดใหม่มากที่สุด และที่ความเข้มข้น 0.07 มก./ล. ทำให้เกิดยอดใหม่น้อยที่สุด (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

Table 1 Effect of brassinosteroid on roots and new shoots of *Dendrobium delacourii.*

Brassinosteroid (mg/l)	Roots			New shoots			
	Number[1/]	Diameter[ns] (cm)	Length[ns] (cm)	Number[1/]	Diameter[ns] (cm)	Height[1/] (cm)	Number of leaf[ns]
0	2.4[e]	0.04	0.83	2.3[def]	0.13	0.54[cd]	1.78
0.01	3.2[de]	0.04	0.68	3.0[bcdef]	1.67	0.57[bcd]	2.36
0.02	6.1[bcd]	0.05	1.00	4.3[abc]	0.17	0.72[abcd]	2.47
0.03	3.1[de]	0.04	0.74	2.1[ef]	0.14	0.57[bcd]	2.31
0.04	7.7[abc]	0.05	1.05	4.9[a]	0.19	0.76[abcd]	3.02
0.05	8.8[ab]	0.05	1.17	4.0[abc]	0.18	0.99[a]	2.83
0.06	9.0[ab]	0.05	1.29	3.9[abcd]	0.17	0.87[ac]	2.58
0.07	3.0[de]	0.02	0.53	1.7[f]	0.13	0.50[bd]	2.43
0.08	9.5[a]	0.05	1.28	3.5[abcde]	0.17	0.98[a]	2.26
0.09	5.3[cde]	0.05	1.25	2.9[cde]	0.18	0.77[abcd]	2.03
0.10	5.1[cde]	0.04	0.83	3.7[abcdef]	0.25	0.89[ab]	3.13
0.15	2.8[de]	0.03	0.40	4.6[ab]	0.19	0.54[bcd]	2.70
0.2	4.6[cde]	0.04	0.63	4.1[abc]	0.21	0.72[abcd]	3.02

[1/]Means followed by the same letter within the same column were not significantly different by LSD test (P=0.05)

[ns] no significantly difference

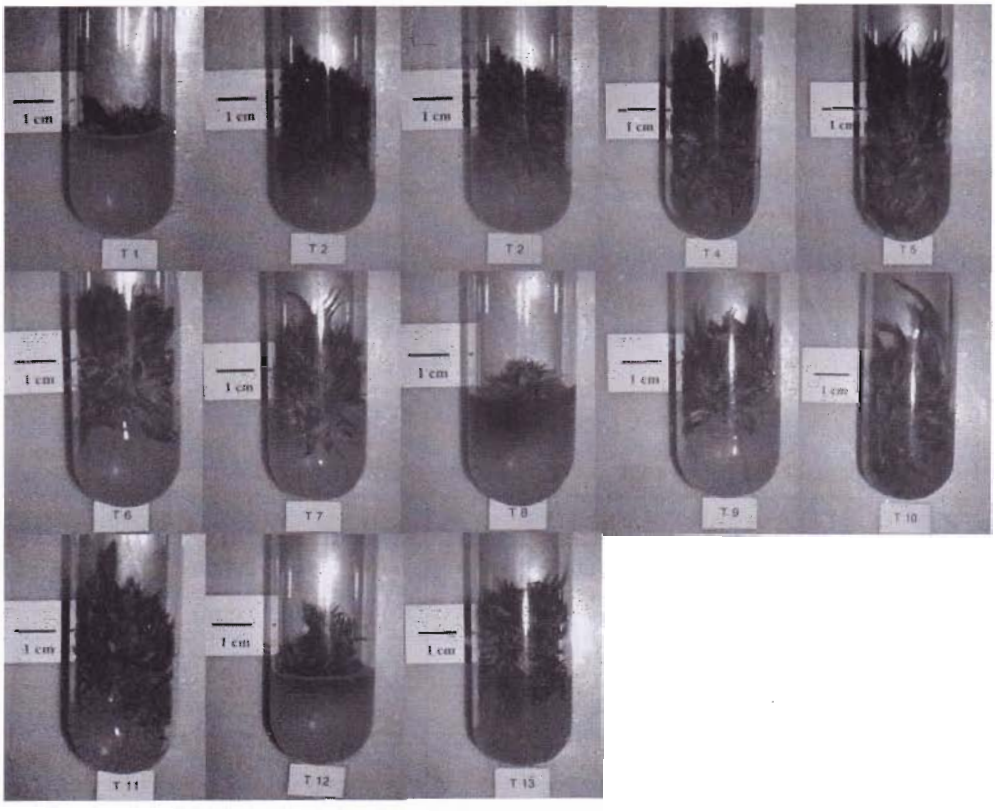

Figure 1 Effect various concentrations of brassinosteroid on *in vitro* propagation of *Dendrobium delacourii.*

วิจารณ์

จากผลการทดลองพบว่า Brs ที่ความเข้มข้น 0.08 มก./ล. สามารถกระตุ้นให้เกิดรากจำนวน 9.5 ราก และต้นมีความสูง 0.98 ซม. ในขณะเดียวกันที่ความเข้มข้น 0.07 มก./ล. ทำให้ความสูงและจำนวนยอดที่เกิดใหม่ต่ำเพียง 0.5 ซม.และ 1.7 ยอดตามลำดับ ซึ่งทำให้เห็นว่า Brs บางระดับสามารถเพิ่มจำนวนรากความสูงและเพิ่มจำนวนยอดที่เกิดใหม่ได้ แต่ Brs จะใช้ได้ดีในความเข้มข้นระดับใดระดับหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับพืชนั้น ๆ แต่ถ้าใช้ในระดับความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้พืชหยุดชะงักการเจริญเติบโตได้ ซึ่ง 2,4-epibrassinolide สามารถทดแทนปัจจัยสภาพแวดล้อมของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และยังมีผลในทางเสริมฤทธิ์กับปัจจัยเหล่านั้นในทางส่งเสริมการเจริญเติบโตของเซลล์แครอท แต่ในเซลล์ของยาสูบที่มีการตัดแต่งยีนนั้น บราสสิโนสเตอรอยด์ที่ความเข้มข้นต่ำมากก็ยับยั้งการเจริญของเซลล์อย่างชัดเจน (ปรารถนา และคณะ, 2549) หากจะนำพืชชนิดอื่นมาทำการทดลองต่อไป ควรมีการทดสอบหาความเข้มข้นที่เหมาะสมกับพืช เพื่อให้การนำ Brs ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

สรุป

Brassinosteroid ที่ความเข้มข้น 0.08 มก./ล. กระตุ้นให้เกิดรากจำนวน 9.5 ราก และต้นมีความสูงเฉลี่ย 0.98 ซม. และที่ความเข้มข้น 0.04 มก./ล. ทำให้เกิดยอดมากจำนวน 4.9 ยอด ขณะที่ Brs ที่ความเข้มข้น 0 มก./ล. ทำให้เกิดรากน้อยที่สุด จำนวน 2.4 ราก ส่วนความเข้มข้น 0.07 มก./ล. ให้ความสูงเฉลี่ย 0.5 ซม. และจำนวนยอดใหม่ 1.7 ยอด

เอกสารอ้างอิง

ชรัสนันท์ ตาชม และ ธนะชัย พันธ์เกษมสุข . 2548. ผลของบราสสิโนสเตอรอยด์ จิบเบอเรลลิน และออกซินต่อขนาดของผลลำไย. หน้า 41. ใน:เอกสารประกอบประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 5. วันที่ 25 - 29 เมษายน 2548. โรงแรมเวลคัม จอมเทียน บีช, ชลบุรี.

ปรารถนา จันทร์ทา พัชราพรรณ คงเพชรศักดิ์ และ สุกานดา ดอกสันเทียะ. 2549. สื่อการเรียนการสอน online วิชาฮอร์โมนพืช (Plant hormone). (ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล: http://mylesson.swu.ac.th/bi456/Plant%20hormone/lesson8.html (30 สิงหาคม 2549).

อบฉันท์ ไทยทอง. 2549. กล้วยไม้เมืองไทย. พิมพ์ครั้งที่ 11. อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 461 หน้า.

ประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่รวบรวมได้จากจังหวัดเชียงใหม่ ในการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Efficacy of *Trichoderma* spp. Collected from Chiang Mai Province for Controlling *Sclerotium rolfsii*

โสภา จอมอิ่น[1/] อังสนา อัครพิศาล[1/] ชาตรี สิทธิกุล[1/] และชาญณรงค์ ดวงสอาด[2/]

Sopa Jom-in[1/], Angsana Akarapisan[1/], Chatree Sittigul[1/] and Charnnarong Duangsa-ard[2/]

Abstract: One hundred and fifty-six isolates of *Trichoderma* spp. were collected from mushroom spawn, farm lands from all districts in Chiang Mai and commercial biological product by dilution plate method. Based on growth rate (mean ± SD) on PDA medium, the fungal isolates could be separated into 3 groups which were high 32.30 ± 1.62, moderate 27.17± 2.32 and low 19.48 ± 0.56 mm per day. The result indicated the average sporulation value of all these 3 groups which were 13.04 ± 2.52 × 10^{10}, 7.37 ± 1.28 × 10^{10} and 3.22 ±1.22 × 10^{10} spores/ml. Afterwards, screening of fungi were evaluated for antagonistic activity to *Sclerotium rolfsii* ,the casual agent of damping-off, by dual culture technique. Percentage of growth inhibition of *S. rolfsii* by *Trichoderma* spp. isolates T15, T42, T75 and TM10 were 71.67, 54.93, 60.79 and 25.42%, respectively. The results of greenhouse experiment indicated that *Trichoderma* spp., isolate T15 and T75 showed a high ability of inhibitory effects on plant pathogen that percentages of disease incidences were 25.00% for both of the isolates and 48.75% for the T42 isolate. TM10 isolate had low ability to inhibit pathogen that the incidence rates for disease were 72.50 %.

Keywords: *Trichoderma*, *Sclerotium rolfsii*, dual culture, biological control

---

[1/]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ต. สุเทพ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200

[2/]ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนบน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต. หนองหาร อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ 50290

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

[2/]National Biological Control Research Center, Northern Regional Center, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290, Thailand

บทคัดย่อ: เชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกจากวัสดุเพาะในฟาร์มเห็ด ตัวอย่างดินแปลงเกษตรกรทุกอำเภอในจังหวัดเชียงใหม่ และสารชีวภัณฑ์ โดยวิธี dilution plate จำนวนทั้งหมด 156 ไอโซเลท เมื่อนำมาศึกษาการเจริญของเส้นใยเชื้อรา บนอาหาร PDA สามารถแบ่งอัตราการเจริญออกเป็น 3 กลุ่ม โดยมีอัตราการเจริญเฉลี่ย ± SD เท่ากับ 32.30 ± 1.62, 27.17± 2.32 และ 19.48 ± 0.56 มิลลิเมตรต่อวันตามลำดับ และการสร้างสปอร์ทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณการสร้างสปอร์เฉลี่ย ± SD เท่ากับ 13.04 ± 2.52 × 10^{10}, 7.37 ± 1.28 × 10^{10} และ 3.22 ± 1.22 × 10^{10} สปอร์/มิลลิลิตร จากนั้นคัดเลือกเชื้อราไตรโคเดอร์มา มาทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* สาเหตุโรครากและโคนเน่าของถั่วเหลืองด้วยเทคนิค dual culture พบว่าไอโซเลท T15, T42, T75 และ TM10 มีเปอร์เซ็นต์ของการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรคภายในห้องปฏิบัติการเท่ากับ 71.67, 54.93, 60.79 และ 25.42 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และจากการทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมโรคในสภาพเรือนทดลอง พบว่า ไอโซเลท T15 และ T75 มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อ สาเหตุได้ดีโดยพบการเกิดโรคกับต้นพืชเพียง 25.00 เปอร์เซ็นต์ทั้ง 2 ไอโซเลท และ T42 พบการเกิดโรคถึง 48.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไอโซเลท TM10 มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคต่ำ คือพืชแสดงอาการการเกิดโรคเท่ากับ 72.50 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: *Trichoderma*, *Sclerotium rolfsii*, dual culture, การควบคุมโดยชีววิธี

คำนำ

การควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคพืชด้วยสารเคมี ถึงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพสูง และให้ผลอย่างรวดเร็วแต่ก็มีผลกระทบในทางเสียหายติดตามมา อาทิ เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (Cook and Baker, 1983) รวมไปถึงการทำให้เกิดการต้านทานต่อสารเคมีของเชื้อรา เช่น *Ustilago maydis* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคราเขม่าดำ (smut) ของข้าวโพด สามารถต้านทานต่อสารเคมีประเภท carboxamides นอกเหนือไปจากนี้สารเคมีที่ใช้ยังอาจเข้าไปยับยั้งหรือทำลายเชื้อรา เช่น *Penicillium* และ *Trichoderma* ซึ่งเป็นเชื้อราที่มีประโยชน์ในการควบคุมเชื้อราที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคพืชได้อีกด้วย (สมศักดิ์, 2528) ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบดังกล่าว การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นที่จะลดการใช้สารเคมี และพยายามที่จะศึกษา ประสิทธิภาพและคัดเลือกเชื้อราที่มีประโยชน์ในด้านการควบคุมเชื้อโรคชนิดอื่น ๆ โดยชีววิธี โดยเน้นหนักที่จะศึกษาการใช้ประโยชน์กับเชื้อรา *Trichoderma* ที่รวบรวมได้ในจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อที่จะนำมาใช้ควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของโรครากและโคนเน่าของถั่วเหลือง

อุปกรณ์และวิธีการ

การสำรวจและรวบรวมเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในจังหวัดเชียงใหม่

เก็บรวบรวมเชื้อรา *Trichoderma* spp. แต่ละอำเภอใน จ. เชียงใหม่ โดยเก็บตัวอย่างดินในแปลงเกษตรกร จากวัสดุเพาะในฟาร์มเห็ด และจากสารชีวภัณฑ์ แล้วจึงนำไปแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. โดยวิธี soil dilution plate บนอาหาร PDA ที่เติม Rose Bengal 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และ Streptomycin 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

ศึกษาการเจริญของเชื้อรา *Trichoderma* spp.

เชื้อรา *Trichoderma* แต่ละไอโซเลทที่แยกได้วัสดุเพาะในฟาร์มเห็ดและตัวอย่างดินในแปลงเกษตรกร จ. เชียงใหม่ จำนวน 156 ไอโซเลท นำไปเลี้ยงบนอาหาร PDA แล้ววัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีทั้งแกนตั้งและแกนนอนแล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย อัตราการเจริญของเชื้อรา *Trichoderma* มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวัน

ศึกษาปริมาณการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.

เลี้ยงเชื้อรา *Trichoderma* แต่ละไอโซเลท จำนวน 4 ซ้ำ ทั้งหมด 156 ไอโซเลท บนอาหาร PDA เป็นระยะเวลา 10 วัน แล้วนำ spore suspension มาทำการนับและบันทึกจำนวนสปอร์เปรียบเทียบกันในแต่ละไอโซเลท

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* บนอาหาร PDA ภายในห้องปฏิบัติการ

ทดสอบความสามารถในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชโดย dual culture technique โดยคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* จำนวน 4 ไอโซเลท คือ 1) แยกได้จากสารชีวภัณฑ์ (ยูนิเซฟ), *T. harzianum* 2) ไอโซเลทที่เจริญเร็ว 3) ไอโซเลทที่เจริญปานกลาง และ 4) ไอโซเลทที่เจริญช้า

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *S. rolfsii* ภายในสภาพเรือนทดลอง

โดยนำเชื้อรา *Trichoderma* จำนวนทั้ง 4 ไอโซเลทดังกล่าวในข้อ 4 มาทดสอบ โดยผสมเชื้อรา *S. rolfsii* ปริมาณ 40 กรัม และเชื้อรา *Trichoderma* ปริมาณ 40 กรัม เทลงในถุงพลาสติกที่มีดินปลอดเชื้อปริมาณ 800 กรัมต่อกระถาง ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วจึงเทลงกระถางปลูก จากนั้นจึงปลูกเมล็ดถั่วเหลือง วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยทำแต่ละวิธีการทดลองเป็นจำนวนทั้งหมด 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 เมล็ด ดูแลรดน้ำเป็นประจำทุกวัน สังเกตการเกิดอาการของโรค บันทึกผลและประมาณการเกิดโรคของพืชแต่ละต้น

ผลการทดลอง

การสำรวจและรวบรวมเชื้อรา *Trichoderma* spp. ใน จ. เชียงใหม่

ผลการสำรวจและรวบรวมเชื้อรา *Trichoderma* spp. จากวัสดุเพาะในฟาร์มเห็ดและ ตัวอย่างดินในแปลงเกษตรกร จำนวน 24 อำเภอ ของจังหวัดเชียงใหม่ รวมทั้งจากสารชีวภัณฑ์ที่ผลิตเป็นการค้า สามารถแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ได้ทั้งหมด 156 ไอโซเลท แบ่งเป็นเก็บจากวัสดุเพาะในฟาร์มเห็ด จำนวน 35 ไอโซเลท เก็บจากตัวอย่างดินในแปลงเกษตรกรจำนวน 120 ไอโซเลทและจากสารชีวภัณฑ์ (ยูนิเซฟ) จำนวน 1 ไอโซเลท (ตารางที่ 1)

ศึกษาการเจริญของเชื้อรา *Trichoderma* spp.

ผลการศึกษาการเจริญของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 156 ไอโซเลท ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA พบว่ามีอัตราการเจริญอยู่ระหว่าง 18.40 มิลลิเมตรต่อวัน ถึง 35.80 มิลลิเมตรต่อวัน และสามารถแบ่งอัตราการเจริญของเส้นใยออกเป็น 3 กลุ่มคือ 1) เจริญเร็ว (มีอัตราการเจริญมากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อวัน) จำนวน 71 ไอโซเลท (ภาพที่ 1) 2) เจริญปานกลาง (มีอัตราการเจริญอยู่ระหว่าง 20 - 30 มิลลิเมตรต่อวัน) จำนวน 78 ไอโซเลท (ภาพที่ 2) และ 3) เจริญช้า (มีอัตราการเจริญน้อยกว่า 20 มิลลิเมตรต่อวัน) จำนวน 7 ไอโซเลท (ภาพที่ 3) และทั้ง 3 กลุ่มมีอัตราการเจริญเฉลี่ย ± SD เท่ากับ 32.30 ± 1.62, 27.17± 2.32 และ 19.48 ± 0.56 มิลลิเมตรต่อวันตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ศึกษาปริมาณการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.

ผลการศึกษาปริมาณการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 156 ไอโซเลท ที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เป็นระยะเวลา 10 วัน เชื้อรา *Trichoderma* spp. แต่ละไอโซเลท มีปริมาณการสร้างสปอร์ที่แตกต่างกัน และสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ

Table 1 Number of *Trichoderma* isolates collected from all districts of Chiang Mai, commercial biological product and mushroom spawn based on their growth rate.

Location/Source	No. of Isolates	No. of isolates based on growth rate		
		Fast	Moderate	Low
1. Amphur San Sai	8	7	1	-
2. Amphur Chiang Dao	2	-	2	-
3. Amphur San Kamphaeng	4	4	-	-
4. Amphur Doi Saket	5	1	4	-
5. Amphur Hang Dong	11	5	6	-
6. Amphur Saraphi	5	1	4	-
7. Amphur Mae Taeng	9	4	5	-
8. Amphur Mae Rim	5	-	5	-
9. Amphur Chom Thong	8	2	5	1
10. Amphur Hot	4	3	-	1
11. Amphur San Pa Tong	2	1	-	1
12. Amphur Mae Ai	9	5	1	3
13. Amphur Fang	6	2	4	-
14. Amphur Doi Lo	5	4	1	-
15. Amphur Chai Prakan	3	1	2	-
16. Amphur Sa Moeng	3	1	2	-
17. Amphur Mae Chaem	4	-	4	-
18. Amphur Doi Tao	3	-	3	-
19. Amphur Wiang Haeng	7	-	7	-
20. Amphur Om Koi	4	-	4	-
21. Amphur Muang	4	4	-	-
22. Amphur Mae Wang	3	3	-	-
23. Amphur Mae On	2	1	1	-
24. Amphur Phrao	4	3	1	-
25. Commercial biological product	1	1	-	-
26. Mushroom growth media	35	18	16	1
Total	156	71	78	7

*Amphur = District

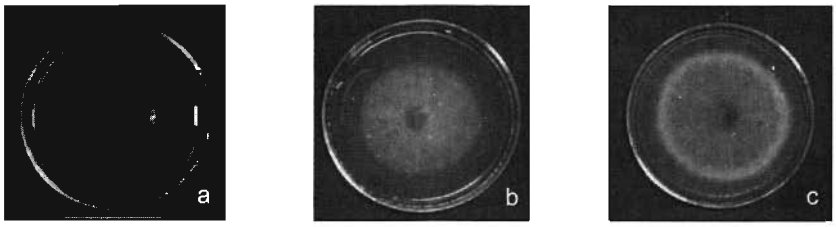

Figure 1 Colonial growth of *Trichoderma* isolate T15 (fast growth) at 24 (a), 48 (b) and 72 hr (c).

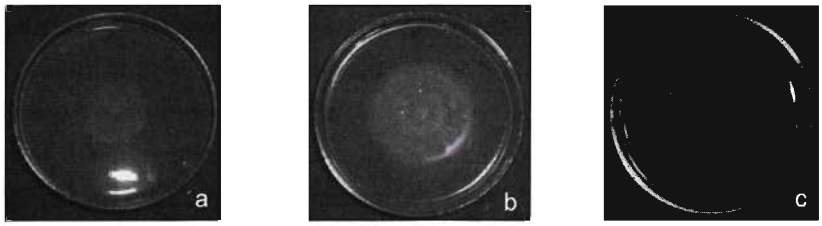

Figure 2 Colonial growth of *Trichoderma* isolate T77 (moderate growth) at 24 (a), 48 (b) and 72hr (c).

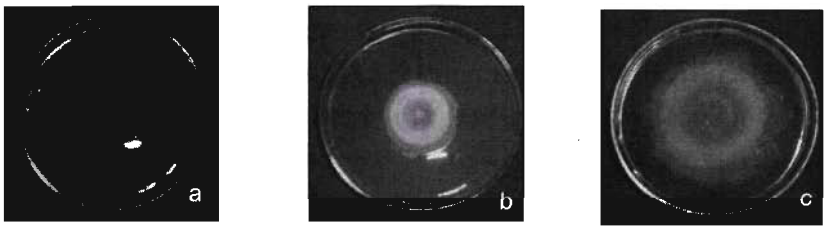

Figure 3 Colonial growth of *Trichoderma* isolate TM10 (low growth) at 24 (a), 48 (b) and 72 hr (c).

Table 2 Number of *Trichoderma* isolates based on growth rate and sporulation.

Group	Growth rate		Sporulation	
	Isolate amount	Average (mm)[1/]	Isolate amount	Average ($\times 10^{10}$ spore/ml)[1/]
1	71	32.30±1.62	35	13.04±2.52
2	78	27.17±2.32	81	7.37±1.28
3	7	19.48±0.56	40	3.22±1.22

[1/]Mean ± SD : growth rate of 3 replications.

1) สร้างสปอร์มากกว่า 10 × 10^{10} สปอร์/มิลลิลิตร จำนวน 35 ไอโซเลท 2) สร้างสปอร์อยู่ระหว่าง 5-10 ×10^{10} สปอร์ /มิลลิลิตร จำนวน 81 ไอโซเลทและ 3) สร้างสปอร์น้อยกว่า 5 ×10^{10} สปอร์/มิลลิลิตร จำนวน 40 ไอโซเลท และมีปริมาณการสร้างสปอร์เฉลี่ย ± SD เท่ากับ 13.04 ± 2.52 × 10^{10}, 7.37 ± 1.28 × 10^{10} และ 3.22 ± 1.22 × 10^{10} สปอร์ /มิลลิลิตรตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* บนอาหาร PDA ภายในห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *S. rolfsii* สาเหตุของโรครากและโคนเน่าของถั่วเหลือง โดยวิธี dual culture บนอาหาร PDA พบว่า *Trichoderma* ไอโซเลท T15 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *S. rolfsii* ได้ดีที่สุดคือ มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 71.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ไอโซเลท T75 (เจริญเร็ว) และ T42 (เจริญปานกลาง) มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุเท่ากับ 60.79 และ 54.93 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถเจริญปกคลุมและยับยั้งเชื้อรา *S. rolfsii* ได้เช่นเดียวกับ T15 ที่แยกจากสารชีวภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ มาลัยพร และคณะ (2546) ที่รายงานว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ได้โดยเส้นใยของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จะเจริญปกคลุมเส้นใยของเชื้อรา *F. oxysporum* จนไม่สามารถเจริญต่อไปได้ สำหรับเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลท TM10 (เจริญช้า) มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุเพียง 25.42 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ามีความสามารถในการเข้าครอบครองพื้นที่และแย่งอาหารกับเชื้อรา *S. rolfsii* ได้ไม่ดีเท่ากับไอโซเลท T15, T42 และ T75 (ตารางที่ 3, ภาพที่ 4)

ประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *S. rolfsii* ภายในสภาพเรือนทดลอง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งการเจริญของ เชื้อรา *S. rolfsii* สาเหตุโรครากและโคนเน่าของถั่วเหลือง ในสภาพเรือนทดลอง พบว่าที่ระยะเวลา 21 วันเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท T15 และ T75 มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *S. rolfsii* ดีที่สุดโดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน รองลงมาคือ T42 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 48.75 เปอร์เซ็นต์ และเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท TM10 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงเท่ากับ 72.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 5) ซึ่งเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท TM10 (เจริญช้า) อาจมีความผิดปกติในลักษณะทางพันธุกรรม หรือมี mycovirus อยู่ภายในเส้นใยเชื้อราไอโซเลทดังกล่าว ดังที่มีรายงานในเชื้อรา *Fusarium graminearum* โดย Chu *et al.* (2002) ที่กล่าวว่า mycovirus มีผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ *F. graminearum* และทำให้ความรุนแรงในการเกิดโรคลดลง ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจและควรมีการศึกษาให้ลึกลงเฉพาะทางมากยิ่งขึ้น

สรุป

เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวนที่รวบรวมได้ทั้งหมด 156 ไอโซเลท ในจังหวัดเชียงใหม่ สามารถแบ่งกลุ่มอัตราการเจริญ ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยมีอัตราการเจริญเฉลี่ย ± SD เท่ากับ 32.30 ± 1.62 (เจริญเร็ว), 27.17± 2.32 (เจริญปานกลาง) และ 19.48 ± 0.56 (เจริญช้า) มิลลิเมตรต่อวันตามลำดับ แบ่งการสร้างสปอร์ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยมีปริมาณการสร้างสปอร์เฉลี่ย ± SD เท่ากับ 13.04 ± 2.52 × 10^{10}, 7.37 ± 1.28 × 10^{10} และ 3.22 ± 1.22 × 10^{10} สปอร์/มิลลิลิตร เมื่อนำ *Trichoderma* spp. ไอโซเลท T15 (สารชีวภัณฑ์), T75 (เจริญเร็ว), T42 (เจริญปานกลาง), และ TM10 (เจริญช้า) มาทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นปฏิปักษ์ต่อ

Table 3 Growth rate, sporulation and efficacy of *Trichoderma* in controlling *S. rolfsii* (damping-off in soybean).

Trichoderma isolates	Growth rate (mm)	Sporulation ($\times 10^{10}$spore/ml)	% Inhibition[1/]	Disease incidence (%)[1/]
T15	30.8	11.54	71.67 a[2/]	25.00 b[2/]
T42	26.3	10.82	54.93 b	48.75 c
T75	32.9	7.62	60.79 ab	25.00 b
TM10	18.4	1.82	25.42 c	72.50 d
Control	-	-	0.00 d	0.00 a
S. rolfsii	-	-	-	100.00 e
LSD (P=0.01)	-	-	3.96	7.16
CV (%)	-	-	13.15	22.39

[1/] Mean from 4 replications.

[2/] Different alphabets in same column refer to significant at significant level at 99% based on Least Significant Difference.

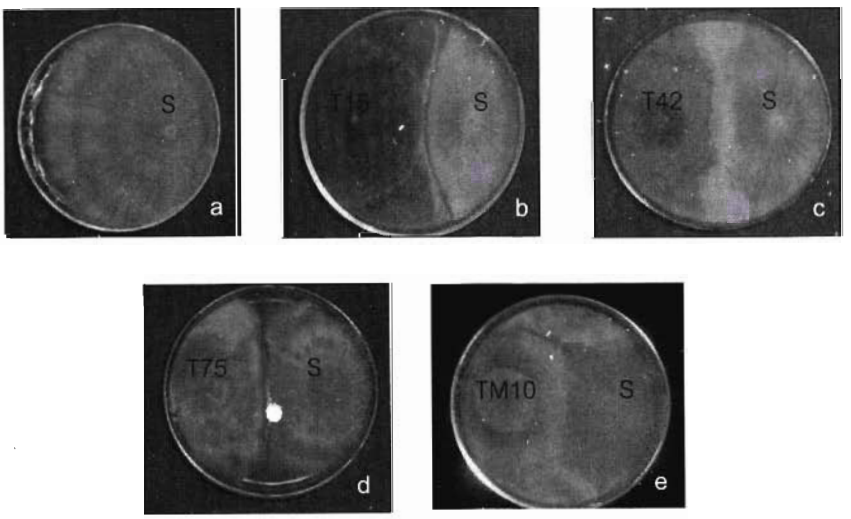

Figure 4 Efficacy of *Trichoderma* (T) for controlling *S. rolfsii* (S) cause disease of damping-off in soybean based on dual culture test on PDA (5 days): Control (a), T15 + S (b), T42 + S (c), T75 + S (d) และ TM10+ S (e).

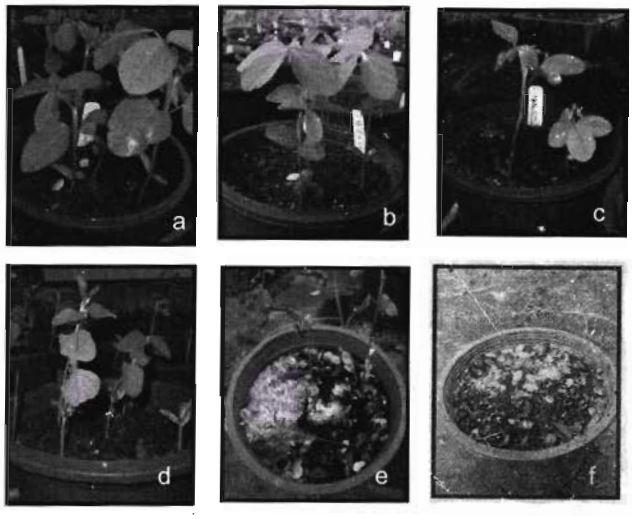

Figure 5 Soybean seedlings inoculated with *Trichoderma* spp. (T) and *S. rolfsii* (S) at 21 days, Control (a), T15 + S (b), T42 + S (c), T75 + S (d), TM10 + S (e) and *S. rolfsii* (f).

เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ด้วยเทคนิค dual culture พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 71.67, 60.79, 54.93 และ 25.42 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมโรคในสภาพเรือนทดลอง พบว่าไอโซเลท T15, T42 และ T75 ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อสาเหตุได้ดีกว่า TM10 และให้ผลการทดลองไปในแนวทางเดียวกันกับการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการ โดยไอโซเลท T15 และ T75 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน รองลงมาคือ T42 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 48.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วน TM10 พบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคต่ำคือ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 72.50 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร ภายใต้โครงการบัณฑิตศึกษาและการวิจัย สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษากระทรวงศึกษาธิการ และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนบน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

มาลัยพร เชื้อบัณฑิต วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ พิศาล ศิริธร และ นิวัฒ เสนาะเมือง. 2546. ความหลากชนิดของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. จากแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์และศักยภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรค Fusarium wilt ของมะเขือเทศและพืชตระกูลแตง. หน้า 933-944. *ใน*: รายงานการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 6. วันที่ 24-27 พฤศจิกายน 2546. โรงแรมโซฟีเทลราชาออคิด, ขอนแก่น.

สมศักดิ์ วังใน. 2528. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ. 193 หน้า.

Chu,Y. M., J.J. Jeon, S.J. Yea, Y. H. Kim, S.H. Yun, Y. W. Lee and K. H. Kim. 2002. Double-stranded RNA mycovirus from *Fusarium graminearum*. Applied and Environmental Microbiology 68: 2529-2534.

Cook, R. J. and K. F. Baker. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. APS Press, St. Paul. 539 pp.

ผลของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส

Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Growth and Development of *Gladiolus hybrida*

โสระยา ร่วมรังษี[1/,2/,3/] หทัย กฤษดาวาณิชย์[1/] รำจวน กิจค้า[1/] ปรียาภรณ์ แก่นสาร[1/] และธีรพล พรสวัสดิ์ชัย[3/]

Soraya Ruamrungsri[1/,2/,3/], Hathai Kidsadawanich[1/], Ruamjuan Kijkar[1/], Preyapon Kansan[1/] and Theeraphon Phornsawatchai[3/]

Abstract: Effects of nitrogen, phosphorus and potassium levels on growth and development of *Gladiolus hybrida* cv. Spitfire were studied. The experiment consisted of 3 factors i.e: 1) three levels of nitrogen at 100, 200 and 300 mg/l, 2) two levels of phosphorus at 50 and 100 mg/l and 3) three levels of potassium at 50, 100 and 200 mg/l. The plants were supplied with 3 l of nutrient solution per m^2 (20 plants)twice a week.Other mineral elements were supplied at the same concentration in each treatment i.e. Mg 25, Ca 50, B 0.247, Mn 0.446, Zn 0.23, Cu 0.02, Mo 0.013 and Fe 0.611 mg/l. It was found that plants supplied with nitrogen concentration at 100 mg/l significantly promoted plant height, days from anthesis until senescence and number of cormels more than other treatments. Plants supplied with phosphorus concentration at 100 mg/l gave significantly higher result in plant height, number of florets per spike, fresh weight of corm and corm diameter. The concentration of potassium did not affect plant growth. The result from this experiment indicated that the optimal concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium in nutrient solution for gladiolus were 100, 100 and 50 mg/l respectively.

Keywords: Gladiolus, nitrogen, phosphorus, potassium

[1/]ศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[3/]หน่วยวิจัยธาตุอาหารพืชและการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]H.M. the King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, c/o Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

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

[3/]Plant Nutrition and Hydroponics Culture Research Unit, Institute for Science and Technology Research and Development, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาระดับของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่อการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัสพันธุ์สปริทไฟร์ การทดลองประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ไนโตรเจน 3 ระดับ คือ 100, 200 และ 300 มก./ล. 2) ฟอสฟอรัส 2 ระดับ คือ 50 และ 100 มก./ล. 3) โพแทสเซียม 3 ระดับ คือ 50, 100 และ 200 มก./ล. โดยให้สารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วยธาตุทั้งสามในระดับต่างกันจำนวน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ในอัตรา 3 ล./ตร.ม. (20 ต้น) ส่วนธาตุอาหารอื่นให้พืชได้รับในปริมาณที่เท่ากันคือ แมกนีเซียม 25 มก./ล. แคลเซียม 50 มก./ล. โบรอน 0.247 มก./ล. แมงกานีส 0.446 มก./ล. สังกะสี 0.23 มก./ล. ทองแดง 0.02 มก./ล. โมลิบดินัม 0.013 มก./ล. และเหล็ก 0.611 มก./ล. ผลการทดลองพบว่าระดับไนโตรเจนที่ความเข้มข้น 100 มก./ล. ทำให้พืชมีความสูงต้น อายุการบานของดอก และจำนวนหัวย่อยมากกว่ากรรมวิธีอื่น และฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 100 มก./ล. ทำให้พืชมีความสูง จำนวนดอกต่อช่อ ตลอดจนคุณภาพหัวพันธุ์ ได้แก่ น้ำหนักหัว และเส้นผ่าศูนย์กลางหัวมากกว่ากรรมวิธีอื่น ส่วนระดับของโพแทสเซียมไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ผลจากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าระดับของธาตุอาหารในสารละลายที่เหมาะสมกับแกลดิโอลัสประกอบด้วย ไนโตรเจน 100 มก./ล. ฟอสฟอรัส 100 มก./ล. และโพแทสเซียม 50 มก./ล.

คำสำคัญ: แกลดิโอลัส ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม

คำนำ

แกลดิโอลัสเป็นไม้ดอกประเภทหัวจัดอยู่ในวงศ์ Iridaceae มีจำนวน 200 - 250 ชนิด ส่วนใหญ่มีถิ่นกำเนิดในแถบทวีปแอฟริกา และอีกประมาณ 12 ชนิด มีถิ่นกำเนิดแถบเมดิเตอร์เรเนียน ยุโรปและเอเชียไมเนอร์ (โสระยา, 2544) แกลดิโอลัสได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ เนื่องจากมีรูปทรงของช่อดอก ตลอดจนมีสีสันสวยงามสะดุดตา มีก้านดอกค่อนข้างยาว อายุการใช้งานนาน ปลูกง่ายใช้ปลูกประดับสวนได้ดี (นันทิยา, 2543; แสงธรรม, 2516) ปัจจุบันนิยมปลูกเป็นการค้าเพื่อผลิตเป็นไม้ตัดดอก และผลิตหัวพันธุ์ ซึ่งสามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรเป็นจำนวนมาก แต่เนื่องจากการปลูกเลี้ยงไม้ตัดดอกเป็นธุรกิจต้องการความรู้ความชำนาญพิเศษเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูง (บรรเจิด, 2516) จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ธาตุอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณภาพผลผลิต Kumar and Chattopadhyay (2001) รายงานว่าระดับความเข้มข้นของไนโตรเจน ร่วมกับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ที่อัตราส่วน 50:10:20 ก./ตร.ม. มีผลต่อคุณภาพ และปริมาณผลผลิตของแกลดิโอลัสพันธุ์ Tropic Sea โดยทำให้ช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่าศูนย์กลางดอก จำนวนดอกบาน ขนาด น้ำหนัก และจำนวนหัวมากที่สุด Mallick *et al.* (2001) ศึกษาอิทธิพลของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เหมาะสมต่อการออกดอกของแกลดิโอลัสพันธุ์ Pink พบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ 20:10:20 ก./ตร.ม. ให้ผลผลิตมากที่สุดในเรื่องเส้นผ่าศูนย์กลางดอก ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาถึงปัจจัยเกี่ยวกับธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการผลิตเพื่อให้ได้ไม้ตัดดอก และหัวพันธุ์ที่มีคุณภาพและเผยแพร่เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกหัวพันธุ์แกลดิโอลัสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 2.86 ซม. ลงในถุงพลาสติกดำขนาด 6 × 12 นิ้ว โดยใช้ทราย และถ่านแกลบในอัตราส่วน 1:1 เป็นวัสดุปลูก เมื่อต้นเริ่มงอกจึงเริ่มให้สารละลายธาตุอาหาร ที่ประกอบด้วยระดับของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่างกัน โดยศึกษาความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน 3 ระดับ คือ 100, 200 และ 300 มก./ล.

ฟอสฟอรัส 2 ระดับ คือ 50 และ 100 มก./ล. และโพแทสเซียม 3 ระดับ คือ 50, 100 และ 200มก./ล. สำหรับธาตุอื่นได้รับในความเข้มข้นที่เท่ากัน คือ แมกนีเซียม 25 มก./ล. แคลเซียม 50 มก./ล. โบรอน 0.247 มก./ล. แมงกานีส 0.446 มก./ล. สังกะสี 0.23 มก./ล. ทองแดง 0.02 มก./ล. โมลิบดินัม 0.013 มก./ล. และเหล็ก 0.611 มก./ล. โดยให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารในปริมาตร 3 ล./ตร.ม. (20 ต้น) จำนวน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ บันทึกผลการทดลอง ได้แก่ ความสูง จำนวนใบ ความยาวก้านดอก จำนวนดอกย่อย อายุการบานของดอก น้ำหนักและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัว และจำนวนหัวย่อย วางแผนการทดลองแบบ Factorials in CRD จำนวน 3×2×3 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ (ต้น)

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตทางลำต้น

จากการศึกษาผลของปัจจัยหลักต่อการเจริญเติบโตของต้นแกลดิโอลัส พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่ทดสอบไม่มีผลต่อจำนวนใบ แต่ส่งผลให้พืชมีความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 100 มก./ล. ทำให้พืชมีความสูงต้นมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 89.45 และ 87.47 ซม. ตามลำดับ สำหรับความเข้มข้นของโพแทสเซียมไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส นอกจากนี้ผลของ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัย และ สามปัจจัยพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

คุณภาพดอก

จากการศึกษาผลของปัจจัยหลักต่อคุณภาพดอกของแกลดิโอลัส พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ทดสอบไม่มีผลต่อความยาวก้านดอก และจำนวนดอกย่อย แต่ส่งผลให้พืชมีอายุการบานของดอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าไนโตรเจนที่ความเข้มข้น 100 มก./ล. ทำให้พืชมีอายุการบานของดอกมากที่สุด คือ 7.38 วัน ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ทดสอบไม่มีผลต่อความยาวก้านดอก และอายุการบานของดอก แต่ส่งผลให้พืชมีจำนวนดอกย่อยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 100 มก./ล. ทำให้พืชมีจำนวนดอกย่อยมากที่สุด คือ 14.04 ดอก สำหรับความเข้มข้นของโพแทสเซียมไม่มีผลต่อคุณภาพดอกของแกลดิโอลัส (ตารางที่ 2)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัย พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัส ไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม และ ฟอสฟอรัสร่วมกับโพแทสเซียมมีปฏิสัมพันธ์ต่อของความยาวก้านดอกแกลดิโอลัสอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อให้ไนโตรเจน 300 มก./ล. ร่วมกับฟอสฟอรัส 100 มก./ล. ทำให้แกลดิโอลัสมีความยาวก้านดอกมากที่สุด คือ 44.35 ซม. ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 100 มก./ล. ร่วมกับฟอสฟอรัสทุกระดับ ไนโตรเจน 200 มก./ล. ร่วมกับ ฟอสฟอรัส 50 มก./ล. และ ไนโตรเจน 300 มก./ล. ร่วมกับ ฟอสฟอรัส 100 มก./ล. (ตารางที่ 3) ความเข้มข้นของไนโตรเจน 300 มก./ล. ร่วมกับโพแทสเซียม 50 มก./ล. ทำให้แกลดิโอลัสมีความยาวก้านดอกมากที่สุด คือ 45.95 ซม. ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 100 มก./ล. ร่วมกับโพแทสเซียมทุกระดับ (ตารางที่ 4) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 100 มก./ล. ร่วมกับโพแทสเซียม 50 มก./ล. ทำให้แกลดิโอลัสมีความยาวก้านดอกมากที่สุด คือ 44.72 ซม. ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ได้รับโพแทสเซียม 200 มก./ล. และกรรมวิธีที่ได้รับฟอสฟอรัส 50 มก./ล. ร่วมกับโพแทสเซียม 100 และ 200 มก./ล. (ตารางที่ 5)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม พบว่า มีผลต่อคุณภาพดอกทั้งความยาวก้านดอก จำนวนดอกย่อย และอายุการบานของดอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตราส่วนที่ให้คุณภาพของดอกดีในระดับใกล้เคียงกัน คือ 100:50:200 และ 100:100:50 (ตารางที่ 6)

Table 1 Effect of nitrogen phosphorus and potassium on vegetative growth of gladiolus.

Nutrition levels (mg/l)		Plant height (cm)[1/]	Number of leaves / plant
Nitrogen	100	89.45[a]	8.07[ns]
	200	82.57[ab]	7.78[ns]
	300	85.97[b]	7.97[ns]
Phosphorus	50	84.48[b]	7.85[ns]
	100	87.47[a]	8..02[ns]
Potassium	50	86.17[ns]	8.02[ns]
	100	86.17[ns]	7.95[ns]
	200	85.58[ns]	8.85[ns]
Interaction Effect	N × P	ns	ns
	N × K	ns	ns
	P × K	ns	ns
	N × P × K	ns	ns

[1/] Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P=0.05 ns=not significantly different

Table 2 Effect of nitrogen phosphorus and potassium on flowering of gladiolus.

Nutrition levels (mg/l)		Flower stalk length (cm)	Number of flowers/spike [1/]	Days from anthesis until senescence[1/]
Nitrogen	100	43.63[ns]	13.52[ns]	7.38[a]
	200	41.30[ns]	13.87[ns]	6.95[b]
	300	42.74[ns]	13.97[ns]	6.43[c]
Phosphorus	50	42.49[ns]	13.52[b]	6.96[ns]
	100	42.62[ns]	14.04[a]	6.89[ns]
Potassium	50	42.98[ns]	13.45[ns]	6.82[ns]
	100	41.98[ns]	13.90[ns]	7.02[ns]
	200	42.71[ns]	14.00[ns]	6.93[ns]
Interaction Effect	N × P	*	ns	ns
	N × K	*	ns	ns
	P × K	*	ns	ns
	N × P × K	*	*	*

[1/] Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P=0.05 ns=not significantly different

Table 3 Interaction effect of nitrogen and phosphorus on flower stalk length of gladiolus.

Nutrition levels (mg/l)		Flower stalk length (cm) [1/]
Nitrogen	Phosphorus	
100	50	44.28[a]
	100	42.98[ab]
200	50	42.07[ab]
	100	40.52[b]
300	50	41.13[ab]
	100	44.35[a]

[1/] Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P=0.05

Table 4 Interaction effect of nitrogen and potassium on flower stalk length of gladiolus.

Nutrition levels (mg/l)		Flower stalk length (cm) [1/]
Nitrogen	Potassium	
100	50	43.07[abc]
	100	42.85[abc]
	200	44.98[ab]
200	50	39.90[c]
	100	42.00[bc]
	200	41.99[bc]
300	50	45.95[a]
	100	41.10[bc]
	200	41.17[bc]

[1/] Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P=0.05

Table 5 Interaction effect of phosphorus and potassium on flower stalk length of gladiolus.

Nutrition levels (mg/l)		Flower stalk length (cm) [1/]
Phosphorus	Potassium	
50	50	41.23[bc]
	100	44.00[ab]
	200	42.25[abc]
100	50	44.72[a]
	100	39.97[c]
	200	43.17[ab]

[1/] Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P=0.05

Table 6 Interaction effect of nitrogen phosphorus and potassium on flowering of gladiolus.

Nutrition levels (mg/l)			Flower stalk length	Number of	Days from anthesis until
N	P	K	(cm) [1/]	flowers/spike [1/]	senescence[1/]
100	50	50	38.70[ef]	11.70[c]	7.50[ab]
		100	46.80[abc]	13.60[ab]	7.20[abcde]
		200	47.35[ab]	14.30[a]	7.30[abcd]
	100	50	47.45[ab]	14.30[a]	7.20[abcde]
		100	38.90[def]	13.60[ab]	7.80[a]
		200	42.60[bcde]	13.60[ab]	7.30[abcd]
200	50	50	43.00[bcde]	13.60[ab]	7.40[abc]
		100	43.00[bcde]	14.50[a]	6.20[ef]
		200	40.20[def]	13.40[ab]	7.70[a]
	100	50	36.80[f]	13.20[ab]	6.60[bcdef]
		100	41.00[def]	14.50[a]	7.20[abc]
		200	43.77[bcd]	14.00[ab]	6.40[cdef]
300	50	50	42.00[cde]	13.50[ab]	5.90[f]
		100	42.20[cde]	12.70[bc]	7.00[abcde]
		200	39.19[def]	14.40[a]	6.40[cdef]
	100	50	49.90[a]	14.40[a]	6.30[def]
		100	40.00[def]	14.50[a]	6.50[bcdef]
		200	43.15[bcde]	14.30[a]	6.50[bcdef]

[1/] Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P=0.05

ผลผลิตหัวพันธุ์

จากการศึกษาผลของปัจจัยหลักต่อผลผลิตหัวพันธุ์ของแกลดิโอลัส พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ทดสอบไม่มีผลต่อน้ำหนักและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัว แต่ส่งผลให้มีจำนวนหัวย่อยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าไนโตรเจนที่ความเข้มข้น 100 มก./ล. ทำให้พืชมีจำนวนหัวย่อยมากที่สุด คือ 9.82 หัว สำหรับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ทดสอบไม่มีผลต่อจำนวนหัวย่อย แต่ส่งผลให้พืชมีน้ำหนักและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 100 มก./ล. ทำให้พืชมีน้ำหนักและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวมากที่สุด คือ 64.72 กรัม และ 5.02 ซม. ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของโพแทสเซียมไม่มีผลต่อผลผลิตหัวพันธุ์ของแกลดิโอลัส (ตารางที่ 7)

จากการศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัย พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม และความเข้มข้นของฟอสฟอรัสร่วมกับโพแทสเซียม มีผลต่อจำนวนหัวย่อยของแกลดิโอลัสอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อให้ไนโตรเจน 100 มก./ล. ร่วมกับโพแทสเซียม 50 มก./ล. ทำให้แกลดิโอลัสมีจำนวนหัวย่อยมากที่สุด คือ 14.90 หัว (ตารางที่ 8) และเมื่อให้พืชได้รับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 100 มก./ล. ร่วมกับโพแทสเซียม 50 มก./ล. ทำให้แกลดิโอลัสมีจำนวนหัวย่อยมากที่สุด คือ 11.37 หัว (ตารางที่ 9) ส่วนผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสามปัจจัยพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7)

Table 7 Effect of nitrogen phosphorus and potassium on corm yield of gladiolus.

Nutrition levels (mg/l)		Weight of corm (g) [1/]	Corm diameter (cm) [1/]	Number of cormels/plant [1/]
Nitrogen	100	60.65 ns	4.83 ns	9.82 a
	200	61.35 ns	4.86 ns	5.77 b
	300	56.25 ns	4.71 ns	5.78 b
Phosphorus	50	54.12 b	4.58 b	6.77 ns
	100	64.72 a	5.02 a	7.48 ns
Potassium	50	61.50 ns	4.81 ns	8.87 ns
	100	58.24 ns	4.72 ns	6.42 ns
	200	58.46 ns	4.87 ns	6.08 ns
Interaction Effect	N × P	ns	ns	ns
	N × K	ns	ns	*
	P × K	ns	ns	*
	N × P × K	ns	ns	ns

[1/] Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P=0.05 ns=not significantly different

Table 8 Interaction effect of nitrogen and potassium on number of cormels/plant of gladiolus.

Nutrition levels (mg/l)		Number of cormels/plant [1/]
Nitrogen	Potassium	
100	50	14.90 a
	100	7.00 b
	200	7.55 b
200	50	6.45 b
	100	6.05 b
	200	4.80 b
300	50	5.25 b
	100	6.20 b
	200	5.90 b

[1/] Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P=0.05

Table 9 Interaction effect of phosphorus and potassium on number of cormels/plant of gladiolus.

Nutrition levels (mg/l)		Number of cormels/plant [1/]
Phosphorus	Potassium	
50	50	6.37[b]
	100	6.80[b]
	200	7.13[b]
100	50	11.37[a]
	100	6.03[b]
	200	5.03[b]

[1/] Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P=0.05

วิจารณ์

การให้สารละลายไนโตรเจนที่ความเข้มข้น 100 มก./ล. ทำให้พืชมีความสูงต้น อายุการบานของดอก และจำนวนหัวย่อยมากกว่าพืชที่ได้รับไนโตรเจนที่ระดับสูงกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ระดับ 100 มก./ล. เป็นระดับที่เพียงพอและเหมาะสม สอดคล้องกับงานของ Mukherjee *et al.* (1994) ซึ่งศึกษาผลของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสต่อคุณภาพดอก และหัวพันธุ์ของแกลดิโอลัสพันธุ์ Vink's Glory โดยให้พืชได้รับไนโตรเจน 40, 50 และ 60 ก./ตร.ม. และฟอสฟอรัส 10, 20 และ 30 ก./ตร.ม. พบว่าเมื่อพืชได้รับไนโตรเจนที่ 50 ก./ตร.ม. การสังเคราะห์โปรตีน เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนมากขึ้นการใช้คาร์โบไฮเดรตเพื่อสร้างโปรตีนมากขึ้น ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่อาจเคลื่อนย้ายลงสู่รากลดลง มีผลทำให้ส่วนรากเจริญเติบโตช้า ดังนั้นในระยะต่อมารากพืชดูดน้ำและธาตุอาหารได้น้อยกว่าความต้องการของพืช จึงมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตได้ (มุกดา, 2544) พืชที่ได้รับฟอสฟอรัส 100 มก./ล. ทำให้พืชมีความสูงต้น จำนวนดอกต่อช่อ น้ำหนักรวม และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวมากกว่าพืชที่ได้รับฟอสฟอรัส 50 มก./ล. เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของ ATP และโคเอนไซม์บางชนิด ได้แก่ NAD^+, $NADP^+$ FAD และโคเอนไซม์เอ ที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารในกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การสังเคราะห์แสง การหายใจ และการแบ่งเซลล์ ที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช (ยงยุทธ, 2543; มุกดา, 2544) ส่วนระดับของโพแทสเซียมไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระดับโพแทสเซียมที่ให้ คือ 50, 100 และ 200 มก./ล. เป็นระดับที่เพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส สอดคล้องกับงานของ Sehrawat *et al.* (2000) ศึกษาอิทธิพลของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโต การออกดอก และปริมาณหัวพันธุ์ของแกลดิโอลัส โดยให้พืชได้รับไนโตรเจนที่ 0, 40, 60 และ 80 ก./ตร.ม. ฟอสฟอรัส 0, 10 และ 20 ก./ตร.ม. และโพแทสเซียม 0, 10 และ 20 ก./ตร.ม. พบว่าการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของไนโตรเจนสูงขึ้น แต่ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส

สรุป

ไนโตรเจนที่ความเข้มข้น 100 มก./ล. ทำให้พืชมีความสูงต้น อายุการบานของดอก และจำนวนหัวย่อยมากที่สุด และเมื่อพืชได้รับฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 100 มก./ล. ทำให้มีความสูงต้น จำนวนดอกย่อย น้ำหนักและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวมากที่สุด ส่วนความ

เข้มข้นของโพแทสเซียมที่ทดสอบไม่มีผลการเจริญเติบโตทางลำต้นคุณภาพ ดอกและผลผลิตหัวพันธุ์ ดังนั้นการให้โพแทสเซียมที่ความเข้มข้น 50 มก./ล. จึงเป็นการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งเมื่อพืชได้รับไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสในอัตราส่วน 100:100 ไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมในอัตราส่วน 100:50 และฟอสฟอรัสร่วมกับโพแทสเซียมในอัตราส่วน 100:50 ยังส่งผลทำให้แกลดิโอลัสมีความยาวก้านดอกมากที่สุด และเมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม พบว่าที่อัตราส่วน 100:100:50 ทำให้คุณภาพดอกทั้งความยาวก้านดอก จำนวนดอกย่อย อายุการบานของดอก คุณภาพ และปริมาณหัวพันธุ์ที่ดีที่สุด ดังนั้นความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เหมาะสมสำหรับการปลูกเลี้ยงแกลดิโอลัสที่ได้จากการทดลองนี้ คือ ไนโตรเจน 100 มก./ล. ฟอสฟอรัส 100 มก./ล. และโพแทสเซียม 50 มก./ล. โดยให้ในอัตรา 3 ล./ตร.ม. (20 ต้น) จำนวน 2 ครั้งต่อสัปดาห์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ให้การสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ และพื้นที่สำหรับทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

นันทิยา วรรธนะภูติ. 2543. แกลดิโอลัส. โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.184 หน้า.

บรรเจิด คติการ. 2516. ไม้ตัดดอก. คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพฯ. 230 หน้า.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ. 344 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.

โสระยา ร่วมรังษี. 2544. สรีรวิทยาไม้ดอก. โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ. 100 หน้า.

แสงธรรม คมกฤส. 2516. ไม้ตัดดอก. คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพฯ. 230 หน้า.

Kumar, M. and T. K. Chattopadhyay. 2001. Effect of NPK on the yield and quality of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.) cv.Tropic Sea. [Online].Available:http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp (August 18, 2006).

Mallick, R., K. C. Mohapatra., P. K. S. Samanta and P. C. Lenka. 2001. Effect of different levels of N, P and K on flowering of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). [Online]. Available: http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp (August 18, 2006).

Mukherjee, S., S. C. Jana and T. K. Chatterjee. 1994. Effect of nitrogen and phosphorus doses on production of flowers and corms of gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). [Online]. Available: http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp (August 18, 2006).

Sehrawat A., V. P. Ahlawat and A. K. Gupta. 2000. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium application on growth, flowering and corm production in gladiolus. [Online]. Available:http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp (August 18, 2006).

ผลของไนโตรเจนและโพแทสเซียม ต่อการเจริญเติบโตของว่านนางคุ้ม

Effects of Nitrogen and Potassium on Growth and Development of Brisbane Lily (*Eurycles amboinensis* Lindl.)

โสระยา ร่วมรังษี[1,2] รำจวน กิจค้า[2] และชบา นุติประพันธ์[2]
Soraya Ruamrungsri[1/2], Rumjuan Kijkar[2] and Chaba Nutiprapan[2]

Abstract: The study aimed to determine the effect of nitrogen and potassium on growth and development, flower quality and bulb yield of Brisbane lily (*Eurycles amboinensis* Lindl.). The experimental design was factorial in CRD with 2 factors i.e. 1) N concentrations at 100, 200 and 300 mg/l and 2) K concentrations at 100, 200 and 300 mg/l. The plants were supplied with different combinations of nitrogen and potassium in solution at 3 l/m^2 (20 plants) at twice a week. The other mineral nutritions were supplied at the same concentration in each treatment i.e. P 50 mg/l, Mg 12.32, Ca 45.64, B 0.22, Mn 0.54, Zn 0.26, Cu 0.025, Mo 0.04 and Fe 0.44 mg/l. It was found that bulb size, number and total weight of bulb supplied with 100 mg/l of N were not significantly difference from the highest level of N application (300 mg/l). Plants supplied with 100 mg/l of K gave better result than at 300 mg/l. Therefore, the optimum ratio of N:K concentration for growth and bulb production of Brisbane lily was 100:100 mg/l, respectively.

Keywords: Brisbane lily, growth, nitrogen, potassium

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[2]ศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand
[2]H.M. the King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, c/o Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของระดับธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต คุณภาพดอกและผลผลิตหัวพันธุ์ของว่านนางคุ้ม วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความเข้มข้นของไนโตรเจน 3 ระดับคือ 100, 200 และ 300 มก./ล. 2) ความเข้มข้นของโพแทสเซียม 3 ระดับคือ 100, 200 และ 300 มก./ล. โดยให้สารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วยไนโตรเจนและโพแทสเซียมในระดับต่างกัน 2 ครั้ง/สัปดาห์ในอัตรา 3 ล./ตร.ม.(20 ต้น) ส่วนธาตุอาหารอื่นให้พืชได้รับในปริมาณที่เท่ากันคือ ฟอสฟอรัส 50 มก./ล. แมกนีเซียม 12.32 มก./ล. แคลเซียม 45.64 มก./ล. โบรอน 0.22 มก./ล. แมงกานีส 0.54 มก./ล. สังกะสี 0.26 มก./ล. ทองแดง 0.025 มก./ล. โมลิบดินัม 0.04 มก./ล. และเหล็ก 0.44 มก./ล. พบว่าไนโตรเจนที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดคือ 100 มก./ล. ให้คุณภาพของหัวพันธุ์ คือ ขนาดหัว จำนวน และน้ำหนักรวมของหัวต่อกอไม่ต่างจากพืชที่ได้รับไนโตรเจนในระดับสูงสุด การให้โพแทสเซียม 100 มก./ล. ทำให้พืชมีขนาด และน้ำหนักรวมของหัวต่อกอสูงกว่าพืชที่ได้รับโพแทสเซียมในระดับสูงสุดคือ 300 มก./ล. ดังนั้นความเข้มข้นของไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารสำหรับการปลูกว่านนางคุ้มคือ 100:100 มก./ล. ตามลำดับ

คำสำคัญ: ว่านนางคุ้ม การเจริญเติบโต ไนโตรเจน โพแทสเซียม

คำนำ

ปัจจุบันไม้ดอกไม้ประดับเป็นที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายทั้งเป็นอาชีพหลัก อาชีพเสริมรายได้ รวมถึงการปลูกเพื่อพักผ่อนหย่อนใจเป็นงานอดิเรกซึ่งผลผลิตที่ได้สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ประดับตกแต่งอาคารบ้านเรือน เป็นของขวัญของที่ระลึก ในโอกาสสำคัญอื่น ๆ โดยส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่ไม่ต้องการการดูแลรักษามากนักหรือเป็นไม้พื้นเมืองที่ทนต่อสภาพแวดล้อมของไทยซึ่งมีอยู่มาก มายทั้งที่เป็นไม้ดอกเมืองร้อนและไม้ดอกเมืองหนาวซึ่งมีความสวยงามไม่แพ้ไม้จากต่างประเทศที่มีการพัฒนาการผลิตอย่างต่อเนื่อง และไม้ดอกประเภทหัวเมืองร้อนชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมกันมาช้านานคือ ว่านนางคุ้ม หรือ ว่านผู้เฒ่าเฝ้าบ้าน เนื่องจากเป็นพืชที่มีใบและดอกที่สวยงาม ดอกมีสีขาวและทยอยบานทำให้มีอายุการใช้งานนาน (วัชราภรณ์, 2544) ซึ่งเป็นข้อดีที่จะพัฒนาเป็นไม้ตัดดอกที่มีศักยภาพได้ แต่สิ่งสำคัญที่จะทำให้ช่อดอกมีคุณภาพจำเป็นต้องปลูกจากหัวพันธุ์ที่มีคุณภาพด้วยเช่นกัน และปัจจัยสำคัญที่ทำให้ได้หัวที่ดีมีคุณภาพนั้นจำเป็นต้องปลูกในวัสดุปลูกที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค ซึ่งโรคพืชที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากดิน (ดิเรก, 2546) เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวจึงควรปลูกพืชในวัสดุที่ไม่ใช้ดินซึ่งมีความสะอาดและปลอดโรค ซึ่งการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสม โดยทั่วไปแล้วพืชต้องการธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ทั้งในด้านแหล่งของพลังงานในกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเซลล์และกระบวนการสร้างเซลล์ในช่วงที่พืชมีการเจริญเติบโต รวมถึงการออกดอกจนถึงระยะที่พืชมีพักตัว ซึ่งจำเป็นต้องได้รับปริมาณธาตุอาหารอย่างเหมาะสม (สุรวิช, 2539) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ก็เพื่อที่จะหาสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตหัวของว่านนางคุ้มเพื่อพัฒนาเป็นไม้ตัดดอกเศรษฐกิจต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกหัวว่านนางคุ้มที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 6.51 ซม. ในถุงพลาสติกดำขนาด 6 × 12 นิ้ว ซึ่งวัสดุปลูกที่ใช้มีส่วนผสมของทรายและถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1 : 1 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จำนวน 2 ปัจจัย คือ ไนโตรเจน 3 ระดับได้แก่ 100, 200 และ 300 มก./ล. ร่วมกับโพแทสเซียม 3 ระดับ ได้แก่ 100, 200 และ 300 มก./ล. จำนวน 3 x 3 กรรมวิธี ๆ ละ 20 ซ้ำ (ต้น) ส่วนธาตุอาหารอื่นให้พืชได้รับในปริมาณที่เท่ากันคือ ฟอสฟอรัส 50 มก./ล. แมกนีเซียม 12.32 มก./ล. แคลเซียม 45.64 มก./ล. โบรอน 0.22 มก./ล. แมงกานีส 0.54 มก./ล. สังกะสี 0.26 มก./ล. ทองแดง 0.025 มก./ล. โมลิบดินัม 0.04 มก./ล. และเหล็ก 0.44

มก./ล. จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์ ได้แก่ ความสูง จำนวนใบ/ต้น จำนวนหน่อต่อกอ วัดความเข้มของสีใบ วัดคุณภาพดอก ได้แก่ ขนาดของช่อดอก ความยาวช่อดอก (ระดับเหนือดินถึงปลายช่อดอก) ระยะการบานดอก จำนวนวันตั้งแต่ปลูกจนแทงช่อดอก จำนวนดอกย่อย/ช่อ และคุณภาพของผลผลิตหัวพันธุ์ ได้แก่ น้ำหนักสดของหัวพันธุ์ ขนาดหัวพันธุ์ และจำนวนหัวย่อย

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของปัจจัยหลัก (Main Effects)

เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารที่มีระดับของไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่างกัน พบว่าพืชมีการเจริญเติบโตและค่าความเข้มของสีใบไม่แตก ต่างกันทางสถิติ (ข้อมูลไม่ได้แสดง) สำหรับคุณภาพของดอกนั้นพบว่าพืชที่ได้รับไนโตรเจน 200 มก./ล. ให้ช่อดอกที่มีอายุการใช้งานนานใกล้เคียงกับพืชที่ได้รับไนโตรเจน 300 มก./ล. ส่วนขนาดของช่อดอกและจำนวนดอกต่อช่อไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1)

ส่วนคุณภาพของหัวพันธุ์พบว่าพืชที่ได้รับไนโตรเจน 100 มก./ล. มีน้ำหนักรวมและขนาดของหัวรวมทั้งจำนวนหัวย่อยไม่ต่างจากพืชที่ได้รับไนโตรเจนที่ระดับสูงสุดซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของวันเพ็ญ (2546) รายงานว่าระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนที่เหมาะสมในการปลูกดองดึง คือ 210 มก./ล. ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำสุดทำให้ดองดึงมีความสูง และน้ำหนักหัวมากกว่าการให้ไนโตรเจนในระดับที่สูงขึ้นไป ซึ่งที่ระดับของไนโตรเจนต่ำสุดนี้อาจเป็นระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช สมบุญ (2538) รายงานว่าพืชที่ได้รับไนโตรเจนมากเกินไปทำให้พืชจะมีการเจริญทางใบมากและใบมีสีเขียวเข้ม มีการเพิ่มขยายขนาดและปริมาณของเซลล์ทำให้ใบมีขนาดใหญ่ปริมาณของใบมากทำให้การออกดอกและผลช้าลง และถ้าพืชได้รับระดับธาตุอาหารในปริมาณที่มากเกินไปก่อให้เกิดความเป็นพิษกับพืชได้ โดยพืชหยุดหรือชะงักการเจริญเติบโตและอาจตายได้ในที่สุด ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Yoneda *et al.* (1999) ได้รายงานว่ากล้วยไม้ *Odontoglossum* มีขนาดของหัวน้อยที่สุดเมื่อพืชได้รับระดับของไนโตรเจนต่ำสุด ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตโดยไปลดการสะสมของสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงซึ่งใช้ในการผลิตหัว นอกจากนี้เมื่อลดระดับของโพแทสเซียมที่ให้แก่พืชลงพบว่าขนาดของดอกที่ได้เล็กลงตามไปด้วย ซึ่งให้ผลต่างจากการทดลองนี้โดยพบว่าว่านนางคุ้มที่ได้รับโพแทสเซียมในระดับต่ำสุดคือ 100 มก./ล. ทำให้พืชมีน้ำหนักและขนาดหัวใกล้เคียงกับพืชที่ได้รับโพแทสเซียม 200 มก./ล. (ตารางที่ 2 ภาพที่ 2)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัย (Interactions)

การให้ไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมมีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของว่านนางคุ้มพบว่าพืชมีความสูงทรงพุ่มดีที่สุดเมื่อได้รับไนโตรเจนที่ 100 มก./ล. ร่วมกับโพแทสเซียม 200 มก./ล. แต่ที่ระดับไนโตรเจน 200 และ 300 มก./ล. ร่วมกับโพแทสเซียมที่ระดับ 100 มก./ล. พืชมีอายุการใช้งานนานที่สุดคือ 11 วัน นอกจากนี้การให้ไนโตรเจนที่ระดับ 300 มก./ล. ร่วมกับ โพแทสเซียมที่ระดับ 100 มก./ล. ยังให้พืชมีน้ำหนักรวมและขนาดของหัวพันธุ์ดีที่สุดแต่มีจำนวนหัวย่อยน้อยที่สุด (ตารางที่ 3) และในหน้าวัวมีรายงานว่าการให้ไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมระดับต่ำสุดคือไนโตรเจน 4.5 มิลลิโมลต่อลิตร ร่วมกับ โพแทสซียม 1.6 มิลลิโมลต่อลิตร ทำให้พืชออกดอกช้าและและใบยังมีขนาดเล็กกว่าการให้ไนโตรเจน 8.9 มิลลิโมลต่อลิตร ร่วมกับ โพแทสซียม 3.2 มิลลิโมลต่อลิตร (Dufour and Guérin, 2005) นอกจากนี้ในกล้วยไม้ *Odontoglossum* พบว่าพืชมีจำนวนดอกต่อช่อลดลงรวมทั้งก้านดอกมีขนาดสั้นและผอมบางลงเมื่อพืชได้รับปริมาณไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมน้อยลง (Yoneda *et al.*, 1999) ซึ่งโพแทสเซียมเป็นธาตุที่กระตุ้นให้เอนไซม์หลายชนิดทำงานได้โดยเฉพาะเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงและการหายใจ พืชที่ขาดโพแทสเซียมจึงสังเคราะห์โปรตีนและสังเคราะห์แสงได้น้อยด้วย (ดนัย, 2539) ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องหาระดับธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชเพราะพืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อสารละลายธาตุอาหารได้แตกต่างกัน

Table 1 Effect of nitrogen on flower and bulb qualities of Brisbane lily.

N-levels (mg/l)	Days from anthesis to senescence (days)[1/]	Bulb fresh weight (g)[1/]	Diameter (cm)[1/]	Number of bulbs[1/]
100	8.75[b]	208.86[a]	7.20[a]	2.03[ab]
200	10.77[a]	154.23[b]	6.22[b]	2.62[a]
300	10.75[a]	235.91[a]	7.24[a]	1.68[b]

[1/]Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P= 0.05

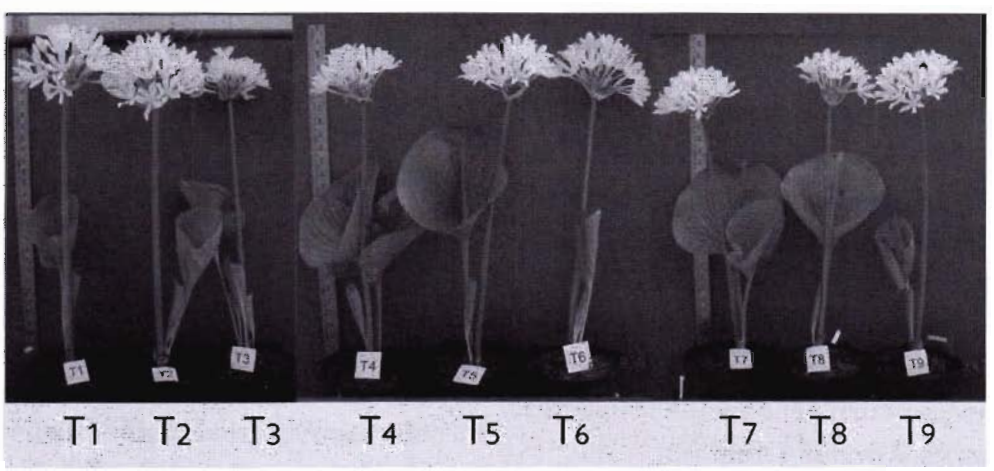

Figure 1 Flower of Brisbane lily at 4 WAP.

Table 2 Effect of potassium on bulb qualities of Brisbane lily.

K-levels (mg/l)	Bulb fresh weight (g)[1/]	Diameter (cm)[1/]	Number of bulbs[1/]
100	242.69[a]	7.28[a]	2.00[b]
200	217.87[a]	7.19[a]	2.75[a]
300	142.55[b]	6.25[b]	1.57[b]

[1/]Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P= 0.05

Figure 2 Bulb of Brisbane lily at 6 month after planting.

Table 3 Effects of nitrogen and potassium on growth, flower and bulb qualities of Brisbane lily.

Treatment	Nutrient concentration (mg/l)		Plant height (cm)[1/]	Days from anthesis to senescence (days)[1/]	Bulb fresh weight (g)[1/]	Diameter (cm)[1/]	Number of bulbs[1/]
	N	K					
1	100	100	57.40^{cd}	8.00^{d}	199.37^{bc}	6.99^{bc}	2.50^{b}
2	100	200	74.11^{a}	10.00^{bc}	246.97^{b}	7.57^{ab}	2.00^{bc}
3	100	300	69.11^{abc}	9.50^{c}	189.77^{bc}	7.14^{abc}	1.55^{bc}
4	200	100	67.05^{abcd}	11.00^{a}	207.10^{bc}	6.74^{bc}	2.44^{b}
5	200	200	61.00^{bcd}	10.00^{bc}	167.92^{c}	6.78^{bc}	4.00^{a}
6	200	300	58.90^{cd}	10.83^{ab}	82.77^{d}	5.15^{d}	1.62^{bc}
7	300	100	71.55^{ab}	11.00^{a}	318.04^{a}	8.07^{a}	1.10^{c}
8	300	200	69.50^{bc}	10.75^{ab}	232.47^{b}	7.21^{abc}	2.40^{b}
9	300	300	55.55^{d}	10.60^{ab}	148.46^{c}	6.34^{c}	1.55^{bc}
	Main Effects						
	N		ns	*	*	*	*
	K		ns	ns	*	*	*
	Interactions						
	N × K		*	*	*	*	*

[1/]Means within the same column in each factor followed by different characters showed significantly different between treatments by LSD test at P= 0.05, ns= not significantly different

สรุป

จากการศึกษาการให้ธาตุอาหารที่มีระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่างกันแก่ว่านนางคุ้มพบว่าผลของปัจจัยหลักทำให้พืชมีการเจริญเติบโตต่างกันโดยไนโตรเจนที่ความเข้มข้น 100 มก./ล. ทำให้พืชมีขนาดหัวใหญ่ที่สุด และมีจำนวนหัวย่อยมากอีกด้วย ส่วนโพแทสเซียมที่ระดับ 100 มก./ล. ให้พืชมีขนาดของหัวพันธุ์ใหญ่และมีน้ำหนักรวมของหัวพันธุ์สูง และจากการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 2 ปัจจัยพบว่าผลร่วมระหว่างไนโตรเจนกับโพแทสเซียมทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและคุณภาพหัวต่างกันทางสถิติ ซึ่งระดับธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการผลิตหัวพันธุ์ของว่านนางคุ้มในการทดลองนี้คือธาตุอาหารที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจน 100 และโพแทสเซียม 100 มก./ล.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้ให้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ดนัย บุณยเกียรติ. 2539. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 216 หน้า.

ดิเรก ทองอร่าม. 2546. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: หลักการจัดการ การผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย. ธรรมรักษ์การพิมพ์, ราชบุรี. 640 หน้า.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2539. ปทุมมาและกระเจียว (*Curcuma*): ไม้ดอกไม้ประดับ. อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 128 หน้า.

วัชราภรณ์ พวงแก้ว. 2544. การเจริญเติบโตของดอกว่านนางคุ้ม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.121 หน้า.

วันเพ็ญ โลหะเจริญ. 2544. ผลของไนโตรเจนต่อปริมาณสารประกอบไนโตรเจนและการเจริญเติบโตของดองดึง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 148 หน้า.

Dufour L. and V. Guérin. 2005. Nutrient solution effects on the development and yield of *Anthurium andreanum* Lind. in tropical soilless conditions. Sci. Hort.. 105: 269-282.

Yoneda, K., N. Suzuki and I. Hasegawa. 1999. Effects of macroelement concentrations on growth, flowering, and nutrient absorption in an *Odontoglossum* hybrid. Sci. Hort. 80: 259-265.

การตอบสนองของผลผลิตหญ้าแพงโกล่าแห้ง ต่อการใส่ปุ๋ยในพื้นที่เกษตรกร

On-farm Trials on the Dry Matter Yield Response of Pangola Grass *(Digitaria decumbens)* to Fertilizer Application

วาสนา วิรุญรัตน์[1/] และ อำพรรณ พรมศิริ[2/]

Vassana Virunrat[1/] and Ampan Bhromsiri[2/]

Abstract: Two on-farm trials were conducted in the paddy fields of the farmers at Chaiprakarn and Sankamphaeng districts, Chiang Mai province in order to study the responses of pangola grass to fertilizer application rates on dry matter yield. There were 7 farmers' fields at Chaiprakarn and 5 fields at Sankamphaeng. The experimental design for each district was RCB using each farmer field as one block. Five fertilizer application rates used in each farmer field were as follows : 1) recommended rate of Department of Life Stock (R-rate) using 25 kg of 15-15-15 and 20 kg of urea/rai, 2) farmer rate (F-rate) using urea within the range of 0-20 kg/rai depended on each farmer, 3) application rate according to soil test and crop removal of N, P and K (ST-rate), 4) ST-rate plus lime application at the rate of 1,000 kg/rai (STL-rate), and 5) ST-rate plus cow manure application at the rate of 3,000 kg/rai/year (STM-rate). The soils from all tested farmers' fields were extremely acidic with high levels of available P and exchangeable K. Thus, only urea at the rate of 17 kg/rai/harvest was used in the ST-rate. Results found that pangola grass from both areas responded significantly to fertilizer application rates, but the cutting period in which the grass had significant responses and the responsive pattern in each area were different. In both areas, at each cutting period in which the significant responses were found, the R-rate produced highest dry matter yield and differed significantly from the other rates. At Sankamphaeng area, STL and STM rates were significantly better than ST-rate for dry matter yield at some cutting periods. Though the R-rate provided the total dry matter yield from the four cuttings more than the ST-rates at both areas, but the use of ST-rates produced 2 times more dry matter per unit weight of primary nutrients in the applied fertilizer than the R-rate.

Keywords: Pangola grass, fertilizer response, dry matter yield, on-farm trial

---

[1/]ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/]คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]Department Soil Science and Conservation, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

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

บทคัดย่อ: ศึกษาการตอบสนองของหญ้าแพงโกล่าต่อการใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ในด้านผลผลิตน้ำหนักแห้ง โดยทำการทดลองในพื้นที่นาของเกษตรกรที่อำเภอไชยปราการ จำนวน 7 ราย และที่อำเภอสันกำแพง จำนวน 5 ราย แปลงเกษตรกร 1 รายเป็นแปลงทดลองหนึ่งซ้ำ อัตราการใส่ปุ๋ยสำหรับการปลูกหญ้าในพื้นที่เกษตรกรแต่ละราย ในแต่ละรอบการตัด มี 5 อัตราดังนี้ 1) การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมปศุสัตว์ (อัตรา R) โดยใช้ปุ๋ย 15-15-15 ในอัตรา 25 กก.ต่อไร่ และยูเรียอัตรา 20 กก.ต่อไร่ 2) การใส่ปุ๋ยตามอัตราเกษตรกร (อัตรา F) ซึ่งใช้ยูเรียในอัตราตั้งแต่ 0-20 กก./ไร่ ขึ้นอยู่กับเกษตรกรแต่ละราย 3) การใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินและปริมาณ N P K ในผลผลิตหญ้า(อัตรา ST) 4) การใส่ปุ๋ยอัตรา ST ร่วมกับการใส่ปูนในอัตรา 1,000 กก.ต่อไร่ (อัตรา STL) และ5) การใส่ปุ๋ยอัตรา ST ร่วมกับ การใส่มูลวัวในอัตรา 3,000 กก.ต่อไร่ต่อปี (อัตรา STM) ดินในพื้นที่ของเกษตรกรที่ใช้ทดลองทุกแปลงมีปฏิกิริยาของดินในระดับที่เป็นกรดจัดมาก และมีปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก ดังนั้นการใส่ปุ๋ยในอัตรา ST จึงใช้เฉพาะยูเรียในอัตรา 17 กก.ต่อไร่ต่อการตัดหญ้า 1 รอบ ผลการทดลองพบว่า หญ้าแพงโกล่าที่ปลูกในพื้นที่ทั้ง 2 แห่งมีการตอบสนองต่ออัตราการใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ แต่ระยะเวลาที่พบการตอบสนองต่อปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ และลักษณะในการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยแต่ละอัตราในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ในแต่ละรอบการตัดที่หญ้ามีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยนั้น พบว่าทั้งสองพื้นที่การใส่ปุ๋ยอัตรา R ทำให้หญ้ามีผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงที่สุด และแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอัตราอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการทดลองที่อำเภอสันกำแพง การใส่ปุ๋ยอัตรา STL และ STM ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งดีกว่าอัตรา ST ในทางสถิติในบางช่วงของการเก็บเกี่ยว ถึงแม้การใส่ปุ๋ยอัตรา R ทำให้ผลผลิตรวมของหญ้าในพื้นที่ทั้งสองอำเภอที่ได้จากการ เก็บเกี่ยว 4 ครั้ง สูงกว่าทุกกรรมวิธีของการใส่ปุ๋ย ST แต่ ST ทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักของธาตุอาหารหลักในปุ๋ยที่ใส่มากกว่าอัตรา R ประมาณ 2 เท่า

คำสำคัญ: หญ้าแพงโกล่า การตอบสนองต่อปุ๋ย ผลผลิตน้ำหนักแห้ง การทดลองในพื้นที่เกษตรกร

คำนำ

หญ้าแพงโกล่า (*Digitaria decumbens*) เป็นหญ้าค้างปี สามารถปลูกหรือขยายด้วยท่อนพันธุ์ เจริญเติบโตได้ในดินหลายชนิด ทนแล้ง และทนน้ำท่วมขังในระยะสั้น ๆ ได้ ถ้าปลูกในเขตพื้นที่ชลประทานที่มีการให้น้ำได้ จะสามารถตัดผลผลิตได้ตลอดทั้งปี เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นอาหารหยาบหลักในการเลี้ยงโคนม เนื่องจากเป็นอาหารหยาบที่มีคุณภาพดี (กรมปศุสัตว์, 2545)

ในการปลูกหญ้าแพงโกล่าเป็นอาชีพทางเลือกสำหรับเกษตรกรให้ได้ผลผลิตดีเป็นที่น่าพอใจ ปัจจัยที่สำคัญ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิต คือ ปัจจัยทางด้านดิน เพราะคุณภาพของดินและการจัดการดินมีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตหญ้าโดยตรง หากเกษตรกรสามารถจัดการดินได้อย่างถูกต้อง จะทำให้สามารถใช้ที่ดินของตนเองเพื่อ การปลูกหญ้าได้อย่างยั่งยืน จากการตรวจสอบคุณภาพของดินในพื้นที่เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการปลูกหญ้าแพงโกล่าเป็นอาชีพทางเลือกหลายพื้นที่ในอำเภอไชยปราการและอำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ เฉลิมพล และคณะ (2549) พบว่า มีความหลากหลายในปฏิกิริยาของดิน (pH) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ ตลอดจนระดับของอินทรียวัตถุในดินและจากการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับเกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าวพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ขาดความรู้เรื่องดินรวมถึงการจัดการปุ๋ยให้เหมาะสมกับสภาพของดินและความต้องการของพืช เกษตรกรผู้ปลูกหญ้าแพงโกล่าส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรผู้มีประสบการณ์ในการปลูกหญ้ามาก่อน แม้ว่าดินมีความแตกต่างกัน และส่วนหนึ่งใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำทั่วไปของกรมปศุสัตว์ อีกส่วนหนึ่งใส่โดยอาศัยความน่าจะเป็นและใช้ความเคยชิน โดยคิดว่าพืชส่วนใหญ่ก็ใช้ปุ๋ยคล้าย ๆ กันได้ ลักษณะในการจัดการปุ๋ยดังกล่าวน่าจะก่อให้เกิดปัญหากับดิน

เนื่องจากการใส่ปุ๋ยเคมีมากเกินควร โดยเฉพาะยูเรียจะทำให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลเสียต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน (ไพบูลย์, 2546) นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีธาตุอาหารหลักครบทั้ง 3 ธาตุอย่างต่อเนื่อง น่าจะมีผลทำให้เกิดปัญหาด้านการขาดสมดุลของธาตุอาหารพืชในดิน ซึ่งมีผลกระทบต่อการดูดใช้ ธาตุอาหารของพืช ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าแพงโกล่า จากข้อมูลที่ได้จากการสอบถามเกษตรกรพบว่า เกษตรกรโดยรวมไม่ทราบถึงข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดจากการใส่ปุ๋ยไม่ถูกต้อง และเกษตรกรส่วนใหญ่ที่ต้องการลดต้นทุนการผลิตจะใช้ปุ๋ยตามสภาพเศรษฐกิจของตนเอง สำหรับเกษตรกรบางรายยังมีความเข้าใจผิดว่า การใส่ปุ๋ยในปริมาณมากผลผลิตก็จะมากตาม ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและวิธีการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร โดยให้ความรู้ในการใส่ปุ๋ยตามความเหมาะสมกับสภาพดินและความต้องการของพืช น่าจะเป็นประโยชน์อย่างมากกับเกษตรกร โดยเฉพาะการลดค่าใช้จ่ายเรื่องปุ๋ยให้น้อยลง รวมถึงช่วยชะลอความเสื่อมโทรมของดินให้เกิดขึ้นช้าลง สำหรับแนวทางหนึ่งที่จะทำให้เกษตรกรเปลี่ยนแปลงความคิดและวิธีการใส่ปุ๋ยนาหญ้าในแบบฉบับเดิมได้นั้นคือ การให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมในการทดลอง โดยทำการทดลองเปรียบเทียบวิธีการใหม่และวิธีการเก่าในแปลงเกษตรกรเองควบคู่กันไป น่าจะทำให้เกษตรกรเรียนรู้ในเรื่องดังกล่าวได้ดียิ่งขึ้นและทำให้ยอมรับแนวทางการจัดการใหม่ได้ ง่ายขึ้น เมื่อเกษตรกรนำร่องประสบความสำเร็จ ก็จะเกิดการถ่ายทอดความรู้ไปสู่เกษตรกรคนอื่น ๆ ทำให้เกิดเครือข่ายการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเป็นผลตามมา ดังนั้นจึงมีการศึกษาการตอบสนองของหญ้าแพงโกล่าต่อการใส่ปุ๋ยในพื้นที่ของเกษตรกร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเหมาะสมของอัตราการใส่ปุ๋ยสำหรับการปลูกหญ้าชนิดนี้ในพื้นที่ดังกล่าว

อุปกรณ์และวิธีการ

ในการศึกษาได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ในการทดลองแรกใช้พื้นที่ของเกษตรกร อำเภอไชยปราการ จำนวน 7 ราย ส่วนการทดลองที่สองใช้พื้นที่ของเกษตรกร อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 5 ราย โดยให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการทดลองในช่วงเดือนกรกฎาคม 2548 - มกราคม 2549 แต่ละการทดลองใช้แผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ในบล๊อค (RCB) โดยให้แปลงหญ้าเกษตรกรแต่ละรายเป็นซ้ำ ในการปลูกหญ้าแพงโกล่ามีการเตรียมดิน ทำเทือกเหมือนกับการปลูกข้าว โดยก่อนปลูกมีการปรับระดับน้ำในนา ให้สูงประมาณ 10-15 ซม. หลังจากนั้นหว่านท่อนพันธุ์ให้ทั่วแปลง ในอัตราไร่ละ 300 กก. สำหรับการใส่ปุ๋ยแต่ละรอบการตัด จะทำการใส่ในช่วงเวลาเดียวกันทุกตำรับการทดลอง กล่าวคือ แบ่งใส่ 2 ครั้ง หลังตัดหญ้า 7 วัน และก่อนที่จะตัดหญ้ารอบต่อไปอีก 7 วัน โดยใน 1 รอบการตัดคือ 30 วันสำหรับช่วงฤดูฝน และ 45 วันสำหรับช่วงฤดูหนาว สำหรับการทดลองในพื้นที่ของเกษตรกรแต่ละรายประกอบด้วย 5 ตำรับการทดลอง ดังนี้

1) ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมปศุสัตว์ (อัตรา R) กล่าวคือ ในช่วงก่อนปลูกมีการรองพื้นด้วยปุ๋ย 15-15-15 จำนวน 50 กก./ไร่ ปล่อยทิ้งไว้ 15 วัน เมื่อดินเริ่มแห้งจึงให้น้ำ เมื่อหญ้าตั้งตัวได้หว่านปุ๋ยยูเรียอัตราไร่ละ 10 กก. สำหรับแต่ละรอบการตัด ใส่ปุ๋ย 15-15-15 ในอัตราไร่ละ 25 กก. และใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 20 กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยตามวิธีการของเกษตรกร (อัตรา F) โดยเกษตรกรแต่ละรายใส่ปุ๋ยยูเรียในปริมาณแตกต่างกันและอยู่ในช่วง 10-20 กก./ไร่ และบางรายมีการใส่มูลวัวร่วมด้วย (ตารางที่ 1)

Table 1 Practical fertilizer application rate for pangola grass cultivation in each farmer field at Chaiprakam and Sankamphaeng districts, Chiang Mai province.

Chaiprakarn district			Sankamphaeng district		
Name of farmer	Type of fertilizer	Application rate (kg/rai)	Name of farmer	Type of fertilizer	Application rate (kg/rai)
1. Nitiwat Payai	Urea	10	1. Vilaiporn Palee	urea	10
2. Jompol Saimoon	Urea	10	2. Jarun Intakaew	urea	15
3. Boonsong Boonchu	Urea	15	3. Tanunchai Sansai	urea	10
	cow dung	1,680	4. Prasert Tumtin	waste water from cow	-
4. Sonpit Boonlueng	Urea	15	5. Chaisit Palee	urea	15
5. Boontha Saimoon	Urea	17			
6. Junsom Boonpeng	Urea	15			
7. Junjira Thongjumnong	Urea	20			

3)ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสมกับสภาพดิน (อัตรา ST) ในการกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ดินซึ่งแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ และความต้องการธาตุอาหาร N, P และK ของหญ้าแพงโกล่า ส่วนการกำหนดอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนประเมินจากการสะสมไนโตรเจนในผลผลิตหญ้าแพงโกล่า และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไนโตรเจน ซึ่งในการทดลองนี้ประมาณการว่าจะเกิดขึ้นในการเก็บเกี่ยวหญ้าแต่ละครั้งประมาณ 30% ของปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในผลผลิต โดยใช้ปุ๋ยยูเรียเพื่อเพิ่มธาตุไนโตรเจน เนื่องจากดินจากพื้นที่ของเกษตรกรทุกรายมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในระดับที่สูงมาก (>100 มก.P/กก.) และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในระดับสูง (> 100 มก. K/ กก.) ดังนั้นการใส่ปุ๋ยอัตรา ST จึงใช้เฉพาะปุ๋ยยูเรียในอัตรา 17 กก./ ไร่ เท่านั้น

4) ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา ST ร่วมกับการใส่ปูนเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดในพื้นที่ก่อนปลูกหญ้า (อัตรา STL) อัตราการใส่ปูนขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรดของแต่ละพื้นที่ ซึ่งในพื้นที่ทดลอง 8 ราย ดินที่มีสภาพความเป็นกรดจัด ถึงจัดมาก (pH<5.5) ดังนั้นจึงปรับสภาพความเป็นกรดด่างให้อยู่ที่ pH 6.0 เหมือนกันทุกพื้นที่ โดยใส่ก่อนการเตรียมแปลงปลูกหญ้าแพงโกล่า ในการวิเคราะห์ปริมาณการปูนใช้วิธีการของ Houba *et al.* (1988)

5) ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา ST ร่วมกับการใส่มูลวัวในอัตรา 3,000 กก./ไร่/ปี (อัตรา STM) สำหรับการทดลองนี้มีระยะเวลาทดลองเพียง 6 เดือน จึงใช้มูลวัวทั้งหมด 1,500 กก./ไร่ โดยแบ่งใส่ในช่วงเตรียมดิน 1/3 ส่วน และที่เหลือแบ่งใส่เท่า ๆ กัน จำนวน 4 ครั้ง

ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตหญ้าแพงโกล่าในพื้นที่ของเกษตรกรแต่ละรายและในแต่ละครั้ง ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างจากพื้นที่ปลูกหญ้าในแต่ละกรรมวิธีจำนวน 3 จุด โดยแต่ละจุดใช้พื้นที่เก็บเกี่ยว 0.25 ตร.ม. บันทึก

น้ำหนักสด แล้วใช้วิธีสุ่มตัวอย่างเพื่อหาน้ำหนักแห้ง โดยวิธีอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 70°C อย่างน้อย 48 ชั่วโมง. หรือได้น้ำหนักคงที่

นำตัวอย่างพืชที่อบแห้งแล้ว ไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ N, P และ K เพื่อประเมินปริมาณ N, P และ K ที่สะสมในผลผลิตของหญ้าแพงโกล่าต่อไป ในการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช ใช้วิธีการย่อยตัวอย่างแบบ wet digestion โดยใช้กรดย่อยซึ่งประกอบด้วยกรดกำมะถันเข้มข้น ผงซิลีเนียม และโซเดียมซัลเฟท และย่อยโดยใช้ digestion block หาความเข้มข้นของ N ในตัวอย่างที่ย่อยแล้วโดยการพัฒนาสีตามวิธีที่แนะนำโดย Novozamsky *et al.* (1974) การหาความเข้มข้นของ P ใช้การพัฒนาสีด้วยวิธีการ ammonium vanado phospho molybdate และวัดด้วยเครื่อง spectrophotometer (ศรีสม, 2544) สำหรับการหาความเข้มข้นของ K ใช้การวัดด้วยเครื่อง flame photometer

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของอัตราการใส่ปุ๋ยต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งหญ้าแพงโกล่า ณ อำเภอไชยปราการ

ในพื้นที่ทดลอง ณ อำเภอไชยปราการ การใส่ปุ๋ยตามในอัตราที่ต่างกัน ไม่ทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งในการเก็บเกี่ยวครั้งแรกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) โดยผลผลิตอยู่ในช่วงตั้งแต่ 628-846 กก./ไร่ อัตรา R ให้ผลผลิตสูงสุด (846 กก./ไร่) ส่วนอัตรา F และอัตรา ST ให้ผลผลิตต่ำกว่าอัตรา R ประมาณ 22% และ 26% ตามลำดับ สำหรับอัตรา STL และอัตรา STM ให้ผลผลิตต่ำกว่าอัตรา R ประมาณ 17%

ในรอบการตัดที่ 2 พบว่า ผลผลิตที่ได้จากการใส่ปุ๋ยทุกอัตราลดต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้จาก การเก็บเกี่ยวครั้งแรก คือ มีอยู่ในช่วง 305-409 กก./ไร่ ทั้งนี้เป็นเพราะในช่วงนี้มีฝนตกหนัก ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมอย่างหนาแน่น หญ้าน่าจะได้รับแสงไม่เพียงพอสำหรับการสังเคราะห์แสง ส่งผลกระทบต่อการดูดใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (เฉลิมพล, 2524) เป็นผลทำให้ผลผลิตลดลง นอกจากนี้พื้นที่แปลงส่วนใหญ่อยู่ในที่ลุ่มจึงมีการท่วมขังของน้ำในแปลง ถึงอย่างไรก็ตามในรอบการตัดนี้ การใส่ปุ๋ยในอัตรา R ให้ผลผลิตสูงที่สุด (409 กก./ไร่) และแตกต่างจากอัตราอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ การใส่ปุ๋ยตามอัตรา ST STL และ STM ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่ทุกอัตราให้ผลผลิตต่ำกว่าอัตรา R 16-20% สำหรับอัตรา F ให้ผลผลิตต่ำที่สุด คือต่ำกว่าอัตรา R ประมาณ 25% แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ย อัตรา ST และ STM

สำหรับรอบการตัดที่ 3 หญ้าแพงโกล่าให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยอยู่ในช่วง 715-899 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยในอัตรา R ยังคงให้ผลผลิตสูงที่สุดและแตกต่างจากอัตราอื่นๆ ส่วนอัตรา ST ให้ผลผลิตประมาณ 780 กก./ไร่ ซึ่งต่ำกว่าอัตราแนะนำประมาณ 13% อัตรา STL และอัตรา STM ไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างจากอัตรา ST ในทางสถิติ ส่วนอัตรา F ให้ผลผลิตต่ำที่สุดคือ 715 กก./ไร่ ซึ่งแตกต่างจากปุ๋ยอัตราอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ

ในรอบการตัดที่ 4 พบว่า ผลผลิตลดต่ำลงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตในรอบการตัดที่ 3 คือ มีอยู่ในช่วงตั้งแต่ 555-683 กก./ไร่ ซึ่งเป็นผลจากการขาดน้ำ เพราะระยะนี้เป็นช่วงการเก็บเกี่ยวข้าว ซึ่งต้องมีการกั้นน้ำไม่ให้ไหลไปสู่พื้นที่นาเพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยว ทำให้หญ้าซึ่งปลูกในนาได้รับน้ำไม่เพียงพอ อีกทั้งอุณหภูมิในช่วงนี้เริ่มลดต่ำลงเนื่องจากเข้าสู่ฤดูหนาว ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแพงโกล่า (สายัณห์, 2547) เป็นผลทำให้ผลผลิตลดลง แต่อัตรา R ยังคงให้ผลผลิตสูงสุด (683 กก./ไร่) และแตกต่างจากอัตราอื่น ๆอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการใส่ปุ๋ยอัตราอื่น ๆ ที่เหลือให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันและให้ผลผลิตต่ำกว่าอัตรา R ในช่วงตั้งแต่ 12-18%

Table 2 Effects of fertilizer application on dry matter yield (kg/rai)[1/] of pangola grass at Chaiprakarn district, Chiang Mai province.

Fertilizer application rate	Cutting no.				Total
	1	2	3	4	
R-rate	845.5a[2/]	409.3a	889.2a	683.5a	2,827.5
F-rate	658.1a	305.0c	714.5c	562.6b	2,240.2
ST-rate	627.8a	327.0b	780.4b	555.5b	2,290.6
STL-rate	702.4a	346.2b	782.1b	575.1b	2,405.8
STM-rate	698.5a	328.6b	797.7b	605.0b	2,429.8
CV (%)	13.8	9.6	7.5	11.0	

[1/] Average of 3 replications

[2/] Means in the same column follow by different letters differ significantly at P<0.05

ผลของอัตราการใส่ปุ๋ยต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งหญ้าแพงโกล่า ณ อำเภอสันกำแพง

สำหรับผลของอัตราการใส่ปุ๋ยต่อผลผลิตในพื้นที่ของเกษตรกรอำเภอสันกำแพง แสดงไว้ในตารางที่ 3 ในการเก็บเกี่ยวรอบแรก ผลผลิตอยู่ในช่วงตั้งแต่ 491-644 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยในอัตรา R ให้ผลผลิตสูงสุด แต่ไม่แตกต่างจากอัตรา ST STL และ STM สำหรับการใส่ปุ๋ยตามอัตรา F ให้ผลผลิตต่ำสุด ซึ่งต่ำกว่าอัตรา R ประมาณ 24% (P<0.05) แต่ก็ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยตามอัตรา ST STL และ STM

ในรอบการตัดที่ 2 ผลผลิตลดลงเช่นเดียวกับที่พบในพื้นที่อำเภอไชยปราการ แต่การลดลงของผลผลิตมีน้อยกว่า เพราะในพื้นที่นี้ มีปริมาณฝนตกน้อยกว่า อีกทั้งพื้นที่ของเกษตรกรที่ร่วมงานทดลองก็ไม่ได้อยู่ในพื้นที่ลุ่มจนเกิดการท่วมขังของน้ำในแปลง ดังเช่นที่พบในแปลงทดลองพื้นที่อำเภอไชยปราการ สำหรับผลผลิตอยู่ในช่วง 380-606 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยในอัตรา R ให้ผลผลิตสูงสุด (606 กก./ไร่) ซึ่งแตกต่างจากอัตราอื่น ๆ ส่วนการใส่ปุ๋ยอัตรา F ให้ผลผลิตต่ำที่สุดคือ ต่ำกว่าอัตราแนะนำประมาณ 37% (P<0.05) การใส่ปุ๋ยอัตรา ST ให้ผลผลิตประมาณ 427 กก./ไร่ ซึ่งต่ำกว่าอัตรา R ประมาณ 30% แต่ก็ไม่แตกต่างจากอัตรา F การใส่ปุ๋ยในอัตรา STL และ STM ให้ผลดีกว่าอัตรา ST (P<0.05) โดยให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 510-513 กก./ไร่

ในรอบการตัดที่ 3 หญ้าแพงโกล่าให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 400-531 กก./ไร่ ซึ่งในรอบการตัดนี้ การใส่ปุ๋ยอัตรา STM ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากอัตรา R ซึ่งเป็นอัตราที่ให้ผลผลิตสูงสุด (P <0.05) และเมื่อเปรียบเทียบกับอัตรา ST และอัตรา STL พบว่า ทั้งสามอัตราไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ สำหรับการใส่ปุ๋ยตามอัตรา F ให้ผลผลิตต่ำที่สุด ซึ่งต่ำกว่าอัตรา R 25% (P<0.05) แต่อัตราดังกล่าวก็ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยในอัตรา ST และ STL

ในรอบการตัดที่ 4 หญ้าแพงโกล่าให้ผลผลิตสูงกว่ารอบการตัดที่ 3 เล็กน้อย โดยผลผลิตที่ได้อยู่ในช่วง 484-651 กก./ไร่ ที่ระยะนี้ไม่พบว่าอัตราการใส่ปุ๋ยทุกอัตราให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาของสายัณห์ และคณะ (2542ข) พบว่า การปลูกหญ้าแพงโกล่าในจังหวัดกำแพงเพชร การใช้ปุ๋ย ยูเรียหรือปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตให้ผลไม่แตกต่างกัน สำหรับอัตราการใส่ปุ๋ย N ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหญ้าแพงโกล่า คือ 18 กก.N/ไร่ (สายัณห์ และคณะ, 2542ก) การให้ปุ๋ย N ในอัตราที่สูงกว่านี้ไม่ทำให้หญ้ามีผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 18 กก.N/ไร่ โดยการแบ่งใส่ 2 ครั้งเท่า ๆ กัน จะให้ผลผลิต

Table 3 Effects of fertilizer application on dry matter yield (kg/rai)[1/] of pangola grass at Sankamphaeng district, Chiang Mai province.

Fertilizer application rate	Cutting no.				Total
	1	2	3	4	
R-rate	643.7a[2/]	605.5a	513.4a	650.7a	2,413.3
F-rate	490.6b	380.2c	400.3c	484.2a	1,755.3
ST-rate	512.5b	427.0c	416.8bc	533.3a	1,889.6
STL-rate	561.1b	513.4b	427.5bc	570.7a	2,072.7
STM-rate	569.7ab	510.1b	499.0ab	621.8a	2,200.6
CV (%)	11.8	11.7	14.1	15.8	

[1/] Average of 3 replications

[2/] Means in the same column follow by different letters differ significantly at P<0.05

น้ำหนักแห้งถึง 763 กก./ไร่ เมื่อหญ้ามีอายุได้ 60 วัน แต่ถ้าตัดเมื่ออายุ 30 วันให้ผลผลิต 364 กก./ไร่ เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของหญ้าแพงโกล่าที่ได้จากการทดลองนี้กับผลผลิตหญ้าที่ตัดเมื่ออายุครบ 30 วันตามที่สายัณห์ และคณะ (2542ก) ได้รายงานไว้ กล่าวได้ว่าผลผลิตที่ได้จากการทดลองนี้สูงกว่าถึง 2 เท่า ยกเว้นในช่วงที่ 2 ซึ่งหญ้าให้ผลผลิตต่ำ จากรายงานของกมลทิพย์ (2549) พบว่า ในพื้นที่ของเกษตรกรในอำเภอไชยปราการ ซึ่งปลูกหญ้ามาแล้วประมาณ 2 ปี ดินมี pH 5.6 มีปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในปริมาณสูง ส่วนอินทรียวัตถุมีอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งเป็นดินที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับดินที่ใช้ในการทดลองนี้ การปลูกหญ้าโดยใช้ยูเรียในอัตรา 160 กก./ไร่ สำหรับการทดลองในเวลา 6 เดือน และใส่ปุ๋ยยูเรีย 27 กก./ไร่/รอบการตัด โดยการแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือระยะ 10 วันก่อน การตัดหญ้า และ 5 วันหลังการตัด ผลผลิตโดยเฉลี่ยเมื่ออายุการตัดเท่ากับ 30 วัน มีประมาณ 336.2 กก./ไร่ แต่เมื่อตัดหญ้าที่อายุ 45 และ 60 วัน ได้ผลผลิตประมาณ 605 และ 822 กก./ไร่ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้กับข้อมูลของกมลทิพย์ (2549) กล่าวได้ว่า ในการทดลองนี้ได้ผลผลิตสูงกว่า

ประเมินปริมาณผลผลิตต่อหน่วยของน้ำหนักธาตุอาหารที่อยู่ในปุ๋ยที่ใส่สำหรับการปลูกหญ้า

เมื่อประเมินปริมาณผลผลิตต่อหน่วยของน้ำหนักธาตุอาหารที่อยู่ในปุ๋ยที่ใส่สำหรับการปลูกหญ้า (ตารางที่ 4) พบว่า ถึงแม้การใส่ปุ๋ยตามอัตรา R ให้ผลผลิตสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราอื่นๆ แต่เมื่อคิดปริมาณผลผลิตต่อ 1 หน่วยน้ำหนักของธาตุอาหารหลักในปุ๋ยที่ใส่ อัตราดังกล่าวให้ผลตอบแทนน้อยกว่า คือ ให้ผลผลิตประมาณ 34.6 กก./กก.ของธาตุอาหารในปุ๋ยสำหรับการปลูกหญ้าใน อำเภอไชยปราการ และในอำเภอสันกำแพงให้ผลผลิตประมาณ 29.7 กก./กก.ธาตุอาหารในปุ๋ย ส่วนการใส่ปุ๋ยอัตรา ST และ STLให้ผลผลิตอยู่ในช่วงตั้งแต่ 73-77 กก./กก. ของ N สำหรับพื้นที่อำเภอไชยปราการและที่อำเภอสันกำแพงอยู่ในช่วง 60-70 กก./กก.ของ N ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการใส่ปุ๋ยตามอัตรา ST, STL และ STM ให้ผลตอบแทนที่คุ้มมากกว่าการใส่ปุ๋ยในอัตรา R สำหรับการใส่ตามอัตรา F นั้น ปริมาณผลผลิตต่อ 1 หน่วยน้ำหนักของธาตุอาหารในปุ๋ยที่ใส่เท่ากับ 79.4 กก./กก.ของ N ที่อำเภอไชยปราการ และ 81.1 กก./กก.ของ N ที่อำเภอสันกำแพง ซึ่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ยอัตราอื่น ๆ แต่เนื่องจากปริมาณของปุ๋ยที่ใส่เป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร และในการทดลองนี้เกษตรกรจะจัดการเรื่องการใส่ปุ๋ยเอง

Table 4 Effects of fertilizer application rate on total dry matter yields from 4 cuttings and dry matter yields per kg.of primary nutrient in applied fertilizer in the farmers' pangola grass fields at Chaiprakarn and Sankamphaeng districts, Chiang Mai province.

Fertilizer application rate	Total applied nutrients[1/](kg/rai)				Total dry matter yield[2/] (kg/rai)	DM yield/kg of applied nutrient
	N	P_2O_5	K_2O	Total		
			Chaiprakarn			
R-rate	51.8	15.0	15.0	81.8	2,827.5	34.6
F-rate[3]	28.2	-	-	28.2	2,240.2	79.4
ST-rate	31.3	-	-	31.3	2,290.6	73.2
STL-rate	31.3	-	-	31.3	2,405.8	76.9
STM-rate	31.3	-	-	31.3	2,429.8	77.7
			Sankamphaeng			
R-rate	51.8	15.0	15.0	81.8	2,431.4	29.7
F-rate[3/]	21.6	-	-	21.6	1,755.3	81.1
ST-rate	31.3	-	-	31.3	1,889.2	60.4
STL-rate	31.3	-	-	31.3	2,072.6	66.3
STM-rate	31.3	-	-	31.3	2,200.6	70.4

[1/] Total amounts of applied nutrients from 4 harvests

[2/] Total dry matter yields from 4 harvests

[3/] Average of all farmer rates

แต่ผู้วิจัยพบว่าเกษตรกรก็ไม่ได้ใส่ปุ๋ยตามปริมาณที่ให้ข้อมูลไว้ตั้งแต่เริ่มทำการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่ ไม่สม่ำเสมอในแต่ละรอบการตัด ดังนั้นข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถที่จะนำผลมาวิเคราะห์หรือใช้ในการอภิปรายผลการทดลองได้

ในแต่ละครั้งของการเก็บเกี่ยว ผลผลิตของหญ้าแพงโกล่าที่ปลูกในพื้นที่เกษตรกรอำเภอไชยปราการและ สันกำแพง ซึ่งได้รับการใส่ปุ๋ยอัตรา R มีปริมาณของธาตุอาหารหลักในผลผลิตดังนี้ N 11.0-12.7 กก.N/ไร่, P 2.1-2.4 กก.P/ไร่ และ K 10.2-11.8 กก.K/ไร่ ส่วนผลผลิตหญ้าที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ยอัตรา F มีการสะสม N 7.0-6.6 กก.N/ไร่ , P 1.4-1.6 กก.P/ไร่ และ K 5.5-8.6 กก.K/ไร่ สำหรับผลผลิตหญ้าที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ยอัตรา ST มีการสะสม N 6.9-8.3 กก.N/ไร่, P 1.4-1.8 กก.P/ไร่ และ K 6.4-8.4 กก.K/ไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยในอัตรา STL และ STM ทำให้การสะสม N ในผลผลิตหญ้าในอำเภอไชยปราการเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 0.78-1.46 กก.N/ไร่ ส่วนในอำเภอสันกำแพงเพิ่มขึ้น 1.8-2.4 กก.N/ไร่ และการสะสม K ในผลผลิตหญ้าหญ้าของอำเภอไชยปราการเพิ่มขึ้นประมาณ 0.7-0.96 กก.K/ไร่ (ตารางที่ 5)

ในการทดลองนี้ปุ๋ยอัตรา Rใช้ N 12.1 กก.N/ไร่ P_2O_5 7.5 กก./ไร่ (8.18 กก.P/ไร่) และ K_2O 7.5 กก./ไร่ (15.56 กก.K/ไร่) สำหรับการปลูกหญ้าในรอบการตัดที่ 1 ส่วนการเก็บเกี่ยวรอบต่อไปใส่ N 12.95 กก.N/ไร่ P_2O_5 3.75 กก./ไร่ (1.64 กก.P/ไร่) และ K_2O 3.75 กก./ไร่ (3.11 กก.K/ไร่) สำหรับอัตรา ST ใส่เฉพาะ N 7.82 กก./ไร่

Table 5 Average N, P and K accumulated in dry matter yield of pangola grass for each harvest at Chaiprakarn and Sankamphaeng districts, Chiang Mai province.

Fertilizer application rate	Nutrient removal (kg/rai) by each cutting					
	Chaiprakarn			Sankamphaeng		
	N	P	K	N	P	K
R-rate	12.74	2.40	11.82	11.05	2.13	10.23
F-rate	8.62	1.63	8.60	7.05	1.38	5.54
ST-rate	8.33	1.80	8.41	6.89	1.42	6.38
STL-rate	9.11	1.91	9.12	8.72	1.59	6.12
STM-rate	9.49	1.99	9.56	9.30	1.83	5.57

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิต (ตารางที่ 5) กับปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยที่ใส่กล่าวได้ว่า ปริมาณ N ที่ได้จากการใส่ปุ๋ยอัตรา R ใกล้เคียงปริมาณ N ที่สะสมในผลผลิต แต่การใส่ปุ๋ยในอัตรา ST ให้ปริมาณ N ต่ำกว่าการดูดใช้ N ของหญ้า ยกเว้นหญ้าที่ปลูกในพื้นที่อำเภอสันกำแพง ซึ่งการใส่ปุ๋ยตามอัตรา ST ทำให้ปริมาณ N ในผลผลิตต่ำกว่าปริมาณ N ในปุ๋ยที่ใส่เล็กน้อย การเพาะปลูกหญ้าถ้าดินที่ใช้ในการเพาะปลูกมีปริมาณธาตุอาหารระดับต่ำ การใส่ปุ๋ยในอัตราที่ให้ปริมาณ N ต่ำกว่าปริมาณ N ที่พืชดูดใช้ในการสร้างผลผลิต น่าจะทำให้ผลผลิตหญ้าลดต่ำลงในระยะยาว ตามหลักการ ควรใส่ปุ๋ย N มากกว่าปริมาณ N ที่พืชต้องการเล็กน้อย โดยปริมาณ N ที่ใส่เพิ่มเติม ลงไปน่าจะมีปริมาณใกล้เคียงกับ N ที่สูญหายไปจากดิน สำหรับการทดลองนี้การใส่ปุ๋ยในอัตรา ST ถือว่าการสูญหายของ N มีประมาณ 30% ของปริมาณ N ที่มีในผลผลิต ดังนั้นปริมาณ N ที่สูญหายไปจากดินน่าจะมีประมาณ 2.5-2.85 กก.N/ไร่ สำหรับแปลงหญ้าที่อำเภอไชยปราการ ส่วนแปลงหญ้าที่อำเภอสันกำแพงมีการสูญเสีย N ประมาณ 2.06-2.79 กก.N/ไร่ ตามหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ย N ที่ควรจะมีในปุ๋ยที่ใส่ตามอัตรา ST สำหรับการปลูกหญ้าในอำเภอไชยปราการควรจะมีประมาณ 10.32-12.34 กก.N/ไร่ ส่วนในอำเภอสันกำแพงควรจะมีประมาณ 8.95-12.03 กก./ไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณ N ที่ใช้ตามอัตรา R

ก่อนการศึกษาดินในแปลงหญ้าของเกษตรกรทุกราย ดินมีปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในระดับสูงมาก(>100 มก.P/กก.) และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในระดับสูง(>100 มก.K/กก.) และหลังการเก็บเกี่ยวหญ้าครั้งที่ 4 ดินในแปลงหญ้าทั้ง 2 อำเภอที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ย P ยังมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ไม่ต่ำกว่า 79 มก.P/กก.และมีโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ไม่ต่ำกว่า 92 มก.K/กก. ที่ระดับ ความเข้มข้นดังกล่าวของ P และ K ในดิน ปริมาณของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดินจากพื้นที่ 1 ไร่ และที่ระดับความลึกประมาณ 15 ซม. มีประมาณ 24.6 กก.P/ไร่ และ 28.7 กก.K/ไร่ ซึ่งถือว่ามีเพียงพอสำหรับการสร้างผลผลิต และไม่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ย P และ K ลงไปในดินอีก นอกจากนี้การใส่ปุ๋ย P และ K เพิ่มเติมลงไปในดินที่มีระดับของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินในระดับสูงอยู่แล้ว ยังอาจจะทำให้หญ้าดูดใช้ธาตุบางธาตุลดลงได้ด้วย เพราะมีรายงานว่าเมื่อเพิ่มการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ระดับ ความเข้มข้นของ Ca และ Mg ในหญ้าแพงโกล่าลดลง (Vicente-Chandler *et al.*, 1962) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า ในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในช่วงตั้งแต่ 16.8-35.6 มก.P/กก. หญ้าที่ใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ เช่น หญ้าพาสพาลัมพันธุ์อุบล ไม่มีการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัส (นพมาศ, 2545) สำหรับดินที่มีปริมาณ

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในระดับ 16.7-33.7 มก.K/กก. พบว่าหญ้าพาสพาลัมพันธุ์อุบลมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย K แต่การใส่ปุ๋ย K ในระดับที่สูงกว่า 10 กก. K_2O /ไร่ ไม่ทำให้ผลผลิตของหญ้าพาสพาลัมพันธุ์อุบลเพิ่มขึ้น ยกเว้นมีการใส่ปุ๋ย N ในอัตรา 10 กก.N/ไร่ร่วมด้วย หญ้าจะตอบสนองต่อปุ๋ย K ได้ถึง 20 กก.K/ไร่ ในกรณีของหญ้ารูซี่ กานดาและคณะ (2545) ก็รายงานว่าการใส่ปุ๋ย K มากกว่า 10 กก.K_2O/ไร่ ไม่ทำให้ผลผลิตของหญ้าชนิดนี้ที่ปลูกในดินชุดปากช่องเพิ่มขึ้น ผลการศึกษาของนพมาศ (2545) รวมทั้งกานดา และคณะ (2545) สนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ กล่าวคือ ในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในระดับสูง ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย P และ K เพิ่มเติมสำหรับการปลูกหญ้าแพงโกล่า

สรุป

ในการปลูกหญ้าแพงโกล่าในพื้นที่เกษตรกรอำเภอไชยปราการและอำเภอสันกำแพง ซึ่งดินมีปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในระดับสูง การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของ กรมปศุสัตว์ โดยการใส่ปุ๋ย15-15-15 ในอัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับยูเรียอัตรา 20 กก./ไร่ ในแต่ละรอบการตัด ทำให้ ผลผลิตน้ำหนักแห้งทั้งหมดของหญ้าที่ได้จากการเก็บเกี่ยว 4 ครั้ง ในพื้นที่ของเกษตรกรทั้งสองอำเภอที่ได้ศึกษาสูงกว่าการใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินทุกอัตรา ซึ่งมีการใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 17 กก./ไร่ แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตต่อหน่วยน้ำหนักธาตุอาหารที่อยู่ในปุ๋ยที่ใส่ อัตราการใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินทุกอัตรา กลับทำให้ผลตอบแทนมากกว่าอัตราแนะนำประมาณสองเท่า เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตกับปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยที่ใส่ พบว่าปริมาณ N ที่ได้จากการใส่ปุ๋ยอัตราแนะนำใกล้เคียงกับปริมาณ N ที่สะสมในผลผลิต ในขณะที่การใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดิน ให้ปริมาณต่ำกว่าปริมาณการดูดใช้ N ของหญ้า ฉะนั้นปริมาณการใส่ N ในอัตรา 11-12 กก./ไร่ ซึ่งเป็นปริมาณการใส่ N ตามอัตราแนะนำ ถือว่าเป็นอัตราการใส่ N ที่เหมาะสมสำหรับ การปลูกหญ้าแพงโกล่าในพื้นที่ของเกษตรกรทั้งสองอำเภอ สำหรับ P และ K ไม่จำเป็นต้องใส่เพราะในดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง และพอเพียงสำหรับการดูดใช้ของพืช อยู่แล้ว การใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดินสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยให้แก่เกษตรกร และยังทำให้เกิด ความยั่งยืนในการผลิตหญ้า แต่เนื่องจากในการวิจัยเรื่องนี้มีระยะเวลาในการศึกษาค่อนข้างสั้น ทำให้การเปลี่ยนแปลงด้านสมบัติของดินยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร และน่าจะมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้ปลูกหญ้าในระยะยาว ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดความยั่งยืนของดินได้

เอกสารอ้างอิง

กมลทิพย์ เรารัตน์. 2549. ผลของความถี่และความสูงในการตัดที่มีต่อผลผลิตและเปอร์เซ็นต์โปรตีนในหญ้าแพงโกล่า. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 28 หน้า.

กรมปศุสัตว์. 2545. ปริมาณคาร์โบไฮเดรตละลายน้ำได้ของหญ้าและถั่วที่ตัดอายุต่าง ๆ กัน. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

กานดา นาคมณี ศศิธร ถิ่นนคร วิรัช สุขสถาน และวารุณี พานิชผล. 2545. อิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ารูซี(1) ในชุดดินปากช่อง.หน้า 175-191. ใน: รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี 2545. กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2524. ทุ่งหญ้าเขตร้อน. หน่วยออฟเซ็ท คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 244 หน้า.

เฉลิมพล แซมเพชร อำพรรณ พรมศิริ อรวรรณ โอภาสพัฒนกิจ พรสิริ สืบพงษ์สังข์ สุวิทย์ อินทฤทธิ์ วิทยา ปัญญาโกษา จีราวรรณ อกตัน และธนากร คาพูน้อย. 2549. โครงการการพัฒนาความร่วมมือเพื่อสนับสนุนการปลูกหญ้าเป็นทางเลือกเกษตรกรในจังหวัดลำพูนและเชียงใหม่. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 181 หน้า.

นพมาศ นามแดง. 2545. การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอุบลพาสพาลัม (*Paspalum atratum* cv. Ubon). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2546. เคมีดิน. สำนักพิมพ์เชียงใหม่พิมพ์สวย, เชียงใหม่. 273 หน้า.

ศรีสม สุวรรณวงค์. 2544. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 141 หน้า

สายัณห์ ทัดศรี. 2547. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 534 หน้า.

สายัณห์ ทัดศรี นิรันดร์ บำรุง และหยาง เจิ้งไน่. 2542ก. ผลผลิตและคุณภาพของหญ้าซีพีแพนโกล่าภายใต้สภาพการจัดการแตกต่างกัน. III. ผลกระทบของการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจน. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.) 33: 303-309.

สายัณห์ ทัดศรี นิพนธ์ ภาชนะวรรณ์ นิรันดร์ บำรุง และหยาง เจิ้งไน่. 2542ข. ผลผลิตและ คุณภาพของหญ้าซีพีแพนโกล่าภายใต้สภาพการจัดการแตกต่างกัน. IV. ชนิดและวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.) 33: 515-521.

Houba, V. J. G., J. J. van der Lee, I. Novozamsky and I. Wallinga. 1988. Determination of pH and correction of soil pH (lime or acid requirement). pp. 7.1-7.4. *In:* Soil and Plant Analysis. Part 5. Soil Analysis Procedures. Department of Soil Science and Plant Nutrition. Wageningen Agricultural University Wageningen, Netherlands.

Novozamsky,I.,R. van Eck J., C. van Schouwenburg and I. Wallinga. 1974. Total nitrogen determination in plant material by means of the indophenol blue method. Neth. J. Agric.Sci. 22: 3-5.

Vicente-Chandler, J., R.W. Pearson, F. Abruna and S. Silva. 1962. Potassium fertilization of intensively managed grasses under humid tropical conditions. Agron. J. 54: 540-543.

การเพิ่มผลผลิตมะลิลาในฤดูหนาวด้วยการพ่นสารเคมี

Yield Improvement of Jasmine (*Jasminum sambac* Aiton) in Cool Season by Chemicals Spraying

ธวัชชัย นิ่มกิ่งรัตน์ [1/]
Tawatchai Nimkingrat [1/]

Abstract: The effect of chemical applications on the yield and floral size of jasmine were examined during the period of August 2003 to March 2004 using a Randomized Complete Block Design with 4 replications of 5 treatments. The treatments were as follow: The first treatment was spraying 25,000 mg/l potassium nitrate (KNO_3) immediately after the second pruning and followed by spraying 500 ml/l chlormequat chloride (CCC) at day 10 after pruning. Fertilizer 15-30-15 (N-P-K) 2,000 mg/l was sprayed every 15 days. The second treatment, as per the first treatment, but the jasmine was sprayed with 100 mg/l of paclobutrazole instead of CCC.The third treatment, as per the first treatment, but the jasmine was sprayed with 0.00875 ml/l of mepiquat chloride instead of CCC. The fourth treatment, as per the first treatment, but no KNO_3 was sprayed. The fifth treatment (control), there was no chemical application. Results showed that the average flower weight/plant of 30.6, 31.2 g/plant were significantly increased in the 1st and 3rd treatments respectively. These were higher than the respective values in the 2nd, 4th and 5th treatments of 16.1, 14.9 and 12.2 g/plant. All treatments had no effect on the jasmine flower size.

Keywords: Jasmine (*Jasminum sambac* Aiton), cool season production, chemical and production of jasmine

---

[1/] ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ อ. เมือง จ. ศรีสะเกษ 33000

[1/] Sisaket Horticultural Research Centre, Muang, Si Sa Ket 33000, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาอิทธิพลของสารเคมีต่อผลผลิตและขนาดดอกมะลิลา ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2546 ถึงมีนาคม พ.ศ. 2547 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 พ่นสารโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) ความเข้มข้น 25,000 มก./ล. ในวันตัดแต่งกิ่งครั้งที่ 2 พ่นสารคลอร์มีควอทคลอไรด์ (CCC) ความเข้มข้น 500 มล./ล. หลังตัดแต่งกิ่งได้ 10 วัน และพ่นปุ๋ยทางใบ สูตร 15-30-15 ความเข้มข้น 2,000 มก./ล. ทุก 15 วันหลังตัดแต่งกิ่ง กรรมวิธีที่ 2 ปฏิบัติคล้ายกรรมวิธีที่ 1 แต่พ่นสารพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 100 มก./ล. แทนสาร CCC กรรมวิธีที่ 3 ปฏิบัติคล้ายกรรมวิธีที่ 1 แต่พ่นสารเมพิควอทคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.00875 มล./ล. แทนสาร CCC กรรมวิธีที่ 4 ปฏิบัติคล้ายกรรมวิธีที่ 1 แต่ไม่พ่นสาร KNO_3 กรรมวิธีที่ 5 ไม่พ่นสารเคมีใด ๆ (กรรมวิธีควบคุมพบว่า สารเคมีที่ใช้ทำให้มะลิลาในกรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีน้ำหนักดอก/ต้นสูงที่สุดเท่ากับ 30.6 และ 31.2 กรัม/ต้นแตกต่างกับกรรมวิธีที่ 2, 4 และ 5 ที่ให้น้ำหนักดอก 16.1, 14.9 และ 12.2 กรัม/ต้น ตามลำดับ, การทดสอบทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อขนาดดอก.

คำสำคัญ: มะลิลา การผลิตมะลิลาในฤดูหนาว สารเคมีกับการเพิ่มผลผลิตมะลิลา

คำนำ

มะลิที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน คือ มะลิลา ซึ่งใช้ร้อยมาลัยเป็นส่วนใหญ่ ใช้ในงานมงคลและพิธีกรรมต่าง ๆ รวมทั้งในงานศพ ดอกมะลิแห้งใช้ทำบุหงา จึงนับว่าเป็นดอกไม้ที่ใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางมากที่สุด นอกจากนี้ ดอกมะลิยังสามารถนำมาสกัดทำน้ำหอม นำมาปรุงแต่งอาหาร/เครื่องดื่ม เช่น ลอยน้ำเชื่อม อบใบชา ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 4,000 – 5,000 ไร่ ผลผลิตดอกเกือบทั้งหมดใช้ในประเทศตลอดปี มีการส่งออกน้อยมาก ปลูกกระจายแทบทุกจังหวัด และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจระดับชุมชน

ในธรรมชาติมะลิลาให้ผลผลิตมากที่สุดในฤดูร้อน รองลงมาคือ ฤดูฝน และลดน้อยลงมากที่สุดในฤดูหนาว ทำนองเดียวกันกับขนาดดอกที่ลดขนาดลงตามฤดูด้วย ดังนั้น การซื้อขายมะลิลาในฤดูหนาวจึงมีราคาสูงมาก เกษตรกรผู้ปลูกมะลิลาจึงปรารถนาอย่างยิ่งที่จะผลิตให้ได้ทั้งจำนวนดอกที่มากขึ้นและดอกใหญ่ขึ้นในฤดูหนาว ซึ่งการปฏิบัติดูแลนอกเหนือจากการให้น้ำ ใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช ตัดแต่งกิ่ง คลุมโคนต้น และการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแล้ว วิธีการพ่นสารเคมีเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้มะลิลาออกดอกได้มากและดอกใหญ่ขึ้น สารโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) จัดเป็นปุ๋ยและมีคุณสมบัติทำลายการพักตัวของตาดอก กระตุ้นเนื้อเยื่อตาให้พัฒนา สำหรับมะลิลาสารนี้ทำให้สร้างตาดอกเร็วขึ้น สารคลอร์มีควอทคลอไรด์ (CCC) พาโคลบิวทราโซล และเมพิควอทคลอไรด์ เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่อยู่ในกลุ่มชะลอการเจริญเติบโต สารคลอร์มีควอทคลอไรด์ ความเข้มข้น 500 ppm พ่น 10 วันหลังตัดแต่งกิ่ง ทำให้พัฒนาการของการเกิดดอกมะลิลามีแนวโน้มยาวนานขึ้น ดอกมีน้ำหนัก/ต้นสูงมากขึ้น 17.4% เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสารเคมี (ธวัชชัย, 2542, 2548) สารพาโคลบิวทราโซล มีแนวโน้มทำให้การออกดอกน้อยลงแต่ทำให้น้ำหนัก/ดอกเพิ่มมากขึ้น สารเมพิควอทคลอไรด์ ทำให้ความยาวของปล้องสั้นลง มีการแตกกิ่งมากขึ้น และควบคุมการสังเคราะห์ฮอร์โมนบางชนิด เร่งการออกดอกของถั่วเขียวพันธุ์อู่ทอง รวมทั้งเพิ่มจำนวนดอกให้มากขึ้น ธาตุฟอสฟอรัสมีผลต่อโปรโตพลาสในการแบ่งเซลล์ เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงโดยให้พลังงานกับสารต่าง ๆ ในกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ จึงเป็นตัวแปรสำคัญในการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้เกิดสหสัมพันธ์ระหว่างใบกับต้นต่อการสร้างดอก (ธวัชชัย, 2539)

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมต้นมะลิลาอายุ 3 ปี ระยะปลูก 1 x 1 เมตร สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) คลอร์มีควอทคลอไรด์ (CCC) พาโคลบิวทราโซล เมพิควอทคลอไรด์ และปุ๋ยเกล็ด สูตร 15-30-15 วิธีปฏิบัติดูแล ตัดแต่งกิ่งในเดือนตุลาคม และธันวาคม 2546 โดยให้ทุกต้นมีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ใส่ปุ๋ยโดยหว่านใต้ทรงพุ่ม ได้แก่ ปุ๋ยคอกอัตรา 0.5 กิโลกรัม/ต้น ทุก 3 เดือน ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 60 กรัม/ต้น ทุกเดือน คลุมโคนต้นด้วยฟางข้าว ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกลอร์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ขนาดแปลงย่อย 5 x 7 เมตร รายละเอียดของแต่ละกรรมวิธี แสดงไว้ในตารางที่ 1

การบันทึกข้อมูล เก็บผลผลิตดอกมะลิลาทุกวัน โดยเก็บขณะดอกยังตูม สีดอกเปลี่ยนจากเหลืองอ่อนเป็นสีขาวนวล นำมาชั่งน้ำหนัก นับจำนวนดอก และวัดขนาดดอก ได้แก่ ความกว้างดอกขณะดอกตูม ความยาวดอก และความยาวกลีบดอก ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ อ. เมือง จ. ศรีสะเกษ ระยะเวลาตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2546 – มีนาคม พ.ศ. 2547

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลผลิต จำนวนดอกและน้ำหนักดอกสดเฉลี่ยต่อต้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบว่า กรรมวิธีที่ 3 มะลิลาให้ผลผลิตสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับกรรมวิธีที่ 1 ซึ่งให้ผลผลิตรองลงมา และมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับกรรมวิธีที่ 2, 4 และ 5 ที่ให้ผลผลิตลดต่ำลงมา ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 2 มะลิลาออกดอกน้อยลง อาจเป็นอิทธิพลของสารพาโคลบิวทราโซลไปยับยั้งการเจริญเติบโต แม้ว่า KNO_3 จะช่วยในการทำลายการพักตัวของตาก็ไม่สามารถลบล้างอิทธิพลของสารพาโคลบิวทราโซลลงได้ ปุ๋ยที่พ่นให้ภายหลังจึงเกิดประโยชน์ไม่มากเท่าที่ควร สำหรับกรรมวิธีที่ 4 ไม่ได้พ่นสาร KNO_3 ที่ช่วยกระตุ้นการผลิของตายอดก่อนออกดอก แม้ว่าจะมีสารคลอร์มีควอทคลอไรด์ ทำหน้าที่เพิ่มน้ำหนักดอก แต่จำนวนดอกไม่มากจึงทำให้ผลผลิตเฉลี่ยรวมต่อต้นลดลง สำหรับกรรมวิธีที่ 3 และ 1 น่าจะเป็นอิทธิพลของสารเคมีทั้ง 3 ชนิด ที่ส่งเสริมการเกิดดอกและพัฒนาการของดอก ส่วนกรรมวิธีที่ 5 (control) ไม่ได้พ่นสารเคมีใด ๆ พบว่าน้ำหนักดอก/ต้น น้อยกว่ากรรมวิธีใช้สารเคมี 18.1-60.9% (ตารางที่ 2)

ขนาดดอกตูม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ของขนาดดอกตูม แต่มีแนวโน้มว่า กรรมวิธีที่พ่นสารเคมีทำให้ความยาวกลีบดอกมะลิลามากกว่าการไม่ใช้สารเคมี และกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ทำให้ความกว้าง และความยาวดอกรตูมของมะลิลาน้อยกว่ากรรมวิธีที่ 4 และ 5 (ตารางที่ 3)

สรุป

1. สารเคมีทำให้น้ำหนัก/ดอกมะลิลาเพิ่มมากขึ้น โดยกรรมวิธีที่ 3 และ 1 ทำให้ผลผลิตน้ำหนักดอกสด/ต้นมากที่สุดและรองลงมาสูงกว่ากรรมวิธีที่ 5 (control) เท่ากับ 60.9 และ 60.1% ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นอิทธิพลร่วมกันของสารโพแทสเซียมไนเตรท เมพิควอทคลอไรด์ คลอร์มีควอทคลอไรด์ และปุ๋ยทางใบส่งเสริมการผลิตาดอกและพัฒนาการของดอก สารเมพิควอทคลอไรด์ ใช้ความเข้มข้นที่ต่ำมากเพียง 0.00875 มล./ล. มีประสิทธิภาพเทียบเท่าสาร คลอร์มีควอทคลอไรด์ ที่ความเข้มข้น 500 มล./ล.
2. สารโพแทสเซียมไนเตรท มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนดอกและน้ำหนักดอก แต่มีแนวโน้มทำให้ความกว้างและความยาวดอกลดลง

Table 1 Type of chemicals, concentration and spraying time in each treatment.

Treatment	Spraying time		
	Pruning day	10 days after pruning	Every 15 days after pruning
1	KNO_3 25,000 mg/l	Chlormequat chloride 500 ml/l	fertilizer15-30-15; 2,000 mg/l
2	KNO_3 25,000 mg/l	Paclobutrazole 100 mg/l	fertilizer15-30-15; 2,000 mg/l
3	KNO_3 25,000 mg/l	Mepiquat chloride 0.00875 ml/l	fertilizer15-30-15; 2,000 mg/l
4	-	Chlormequat chloride 500 ml/l	fertilizer15-30-15; 2,000 mg/l
5 (Control)	-	-	-

Table 2 Number of flower/plant and flower weight/plant of jasmine spraying with different chemicals.

Treament	Number of flower/plant	Flower weight/plant (g)
1	256.5 a[1/]	30.6 a
2	147.8 b	16.1 b
3	263.1 a	31.2 a
4	132.8 b	14.9 b
5 (control)	117.2 b	12.2 b
Average	183.5	20.9
CV (%)	37.2	42.1

[1/]Mean within the same column followed by similar letter are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 3 Flower bud sizes of jasmine.

Treatment	Flower width (mm)	Flower length (mm)	Petal length (mm)
1	5.98	20.10	8.35
2	6.00	19.90	8.13
3	5.87	20.30	8.27
4	6.43	20.40	8.33
5	6.08	20.40	8.08
Average	6.07	20.20	8.23
CV (%)	6.80	2.60	8.90

เอกสารอ้างอิง

ธวัชชัย นิ่มกิ่งรัตน์. 2539. ฟอสฟอรัส: บทบาทต่อการออกดอกของพืช. วิทยาสารสถาบันวิจัยพืชสวน 16(12): 103-107.

ธวัชชัย นิ่มกิ่งรัตน์. 2542. อิทธิพลของสารเคมีต่อการออกดอกของมะลิลาในฤดูหนาว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 105 หน้า.

ธวัชชัย นิ่มกิ่งรัตน์. 2548. ชุดเทคโนโลยีการผลิตมะลิลา (*Jasminum sambac* Ait.) วารสารวิชาการเกษตร 23(3): 263-270.

สัณฐานวิทยาของเอื้องน้ำต้น

Morphology of *Calanthe cardioglossa* Schltr.

***สันติ สายสุวรรณ์*[1/] *และ ฉันทนา สุวรรณธาดา*[1,1/]**

Santi Saisuwan[1/] *and Chuntana Suwanthada*[1,2/]

Abstract: Morphology of *Calanthe cardioglossa* Schltr. was studied. Characteristics of pseudobulb, leaf, inflorescence and floret were recorded focussing on variations found in the shape and colour of pseudobulbs and petals, especially the lips, of the plants distributed in clusters. The plants studied were the samples collected from two growth habitats of different altitudes.

Keywords: *Calanthe cardioglossa* Schltr., pseudobulb

บทคัดย่อ: ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลำลูกกล้วย ใบ ช่อดอก และดอกของเอื้องน้ำต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในความผันแปรของรูปทรงและสีของลำลูกกล้วยและลักษณะและสีของกลีบดอกโดยเฉพาะกลีบปากของต้นพืชที่เจริญเติบโตกระจายกันอยู่เป็นกลุ่มในแหล่งกระจายพันธุ์ 2 แหล่งที่อยู่ในความสูงแตกต่างกัน

คำสำคัญ: เอื้องน้ำต้น ลำลูกกล้วย

[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

กล้วยไม้ในสกุล *Calanthe* ส่วนใหญ่เป็นกล้วยไม้ดินที่มีความสวยงาม มักจะทิ้งใบก่อนออกดอก (อบฉันท์, 2543) เอื้องน้ำต้นเป็น *Calanthe* ชนิดหนึ่ง (*C. cardioglossa* Schltr.) ที่พบขึ้นอยู่ตามป่าดิบเขาแทบทุกภาคของประเทศไทย (สลิล และ นฤมล, 2545) มีรูปทรงและสีสรรของดอกหลากหลาย ดอกมีสีตั้งแต่สีครีมเกือบขาว ชมพูอ่อน ชมพูแก่ และชมพูอมม่วง เมื่อดอกเริ่มโรยสีของดอกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และเหลืองอมส้ม (อบฉันท์, 2543) จากการสำรวจพบว่าเอื้องน้ำต้นที่เจริญเติบโตในแหล่งกระจายพันธุ์ที่มีสภาพทางนิเวศแตกต่างกันมีความผันแปรของสัณฐานของหัว ใบ และดอก การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาลักษณะของเอื้องน้ำต้นที่เก็บรวบรวมมาจากแหล่งกระจายพันธุ์ที่แตกต่างกัน 2 แหล่ง เพื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาเชิงอนุรักษ์ของกล้วยไม้ดินชนิดนี้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลำลูกกล้วย ใบ ช่อดอก และดอกของเอื้องน้ำต้นที่เก็บรวบรวมมาจากแหล่งกระจายพันธุ์ 2 แหล่งซึ่งเป็นป่าดิบเขาที่ความสูงประมาณ 1,000 และ 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง แล้วนำมาปลูกเลี้ยงเพื่อการอนุรักษ์พันธุกรรมที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ โดยบันทึกข้อมูลของลักษณะทางพฤกษศาสตร์พร้อมทั้งวาดภาพแสดงรายละเอียดประกอบ

ผลการศึกษา

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานของส่วนประกอบของต้นของประชากรเอื้องน้ำต้นในแปลงรวบรวมมีผลดังนี้

1. **ลำต้น** ลำต้นของเอื้องน้ำต้นเป็นลำต้นแปรรูปในลักษณะลำลูกกล้วย รูปร่างคล้ายคนโทน้ำ มีรอยคอดอยู่บริเวณกลางลำ สีเขียวเข้ม ผิวด้านนอกมีเยื่อหุ้มบาง ๆ สีขาวอมเทาซึ่งมักจะหลุดไปเมื่อหัวมีอายุมากขึ้น ลำลูกกล้วยมีปล้อง 2-3 ปล้อง มีรูปร่างแตกต่างกัน 6 แบบ (A-F) ดังแสดงใน ภาพที่ 1 โดยที่ประชากรที่มาจากแหล่งการเจริญเติบโตที่ 1 ซึ่งอยู่ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลมีลำลูกกล้วยแตกต่างกัน 6 แบบ ส่วนประชากรจากแหล่งการเจริญเติบโตที่ 2 ซึ่งอยู่ที่ความสูงประมาณ 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล มีลำลูกกล้วยเป็นแบบ G หรือ E

2. **ใบ** ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตัวแบบสลับ รูปรีแกมรูปใบหอก ปลายใบเรียวแหลม โคนใบสอบ แผ่นใบมีรอยพับจีบ มีเส้นใบแบบขนาน ลักษณะรูปทรงของใบมี 3 ลักษณะ (A-C) ดังแสดงใน ภาพที่ 2 ประชากรจากแหล่งการเจริญเติบโตที่ 1 มีลักษณะใบแตกต่างกันได้ทั้ง 3 แบบ ส่วนประชากรในแหล่งการเจริญที่ 2 มีใบเป็นแบบ B

3. **ช่อดอก** ช่อดอกเกิดจากตาข้างที่บริเวณโคนของลำลูกกล้วย เป็นช่อแบบกระจะ ก้านช่อดอกสีเขียวเข้มมีขนละเอียดคลุมทั่วทั้งก้าน ก้านช่อดอกตั้งตรงหรือโค้งที่ปลาย(ภาพที่ 3)

4. **ดอก** ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ก้านดอกสีเขียวเข้มมีขนละเอียดปกคลุม ดอกมี 6 กลีบ ประกอบด้วย กลีบเลี้ยง 3 กลีบ และกลีบดอก 3 กลีบ ผิวกลีบเลี้ยงด้านนอกปกคลุมด้วยขน ดอกมีสีครีมเกือบขาว ชมพูอ่อน ชมพูแก่ และ ชมพูอมม่วง บนกลีบปากมีลายจุดประ สีของจุดประแตกต่างกัน ดอกมี 11 ลักษณะ คือ A-K (ภาพที่ 4) โดยที่ประชากรจากแหล่งการเจริญเติบโตที่ 1 มีลักษณะของดอกแตกต่างกันได้ทุกแบบ ส่วนในแหล่งการเจริญที่ 2 มีดอกแตกต่างกันเพียง 4 แบบ คือ แบบ A, G, H และ I

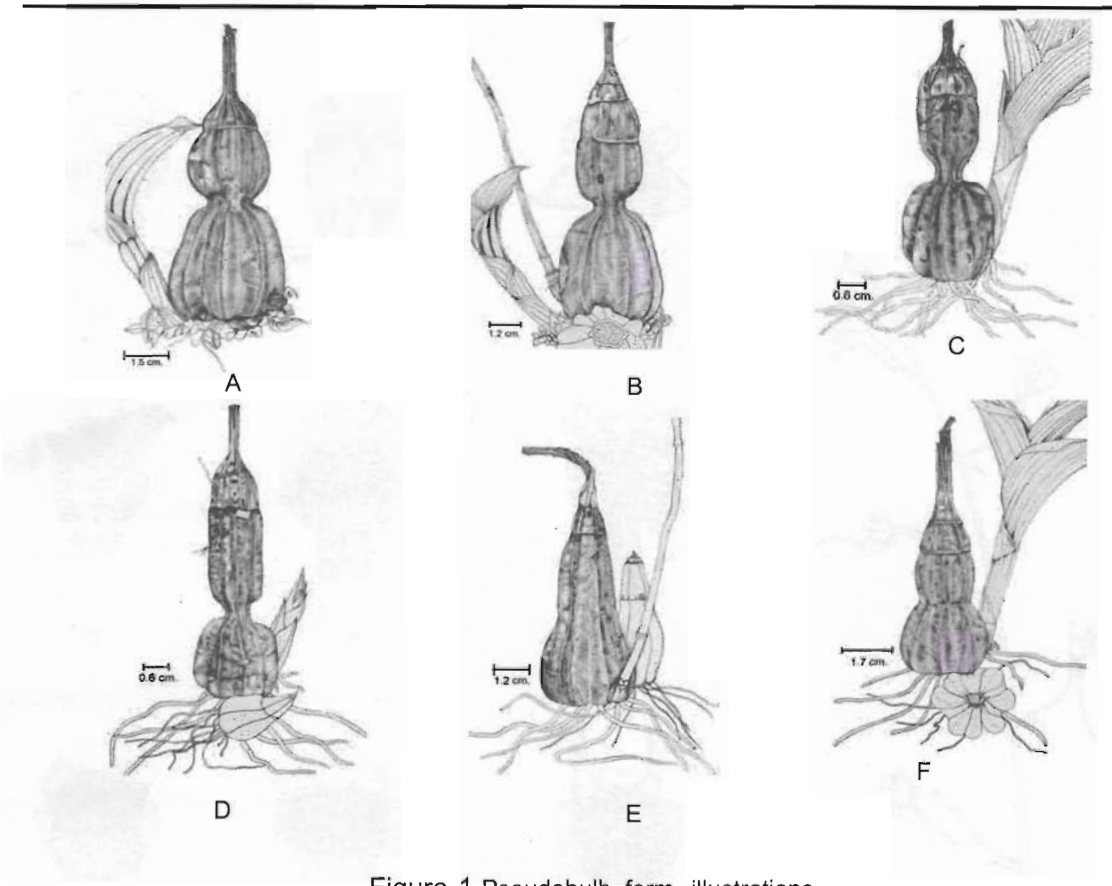

Figure 1 Pseudobulb–form illustrations.

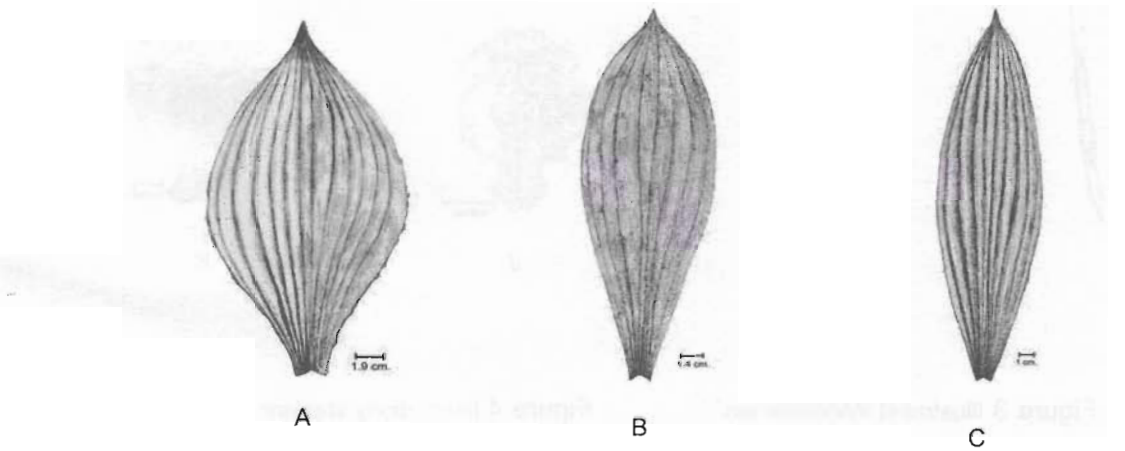

Figure 2 Illustrations of leaves.

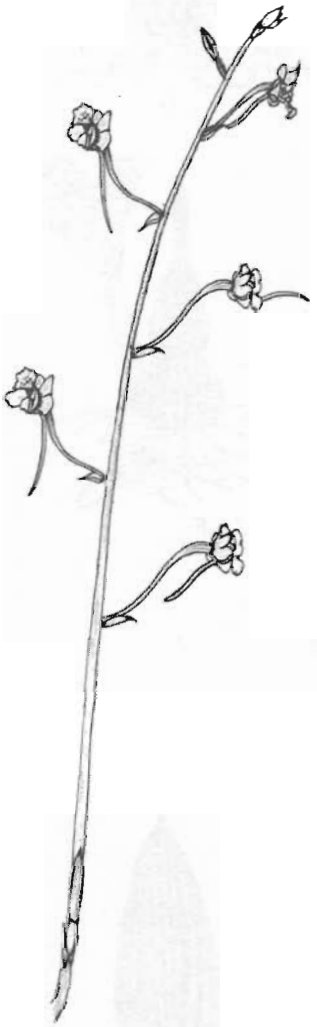

Figure 3 Illustrated inflorescense.

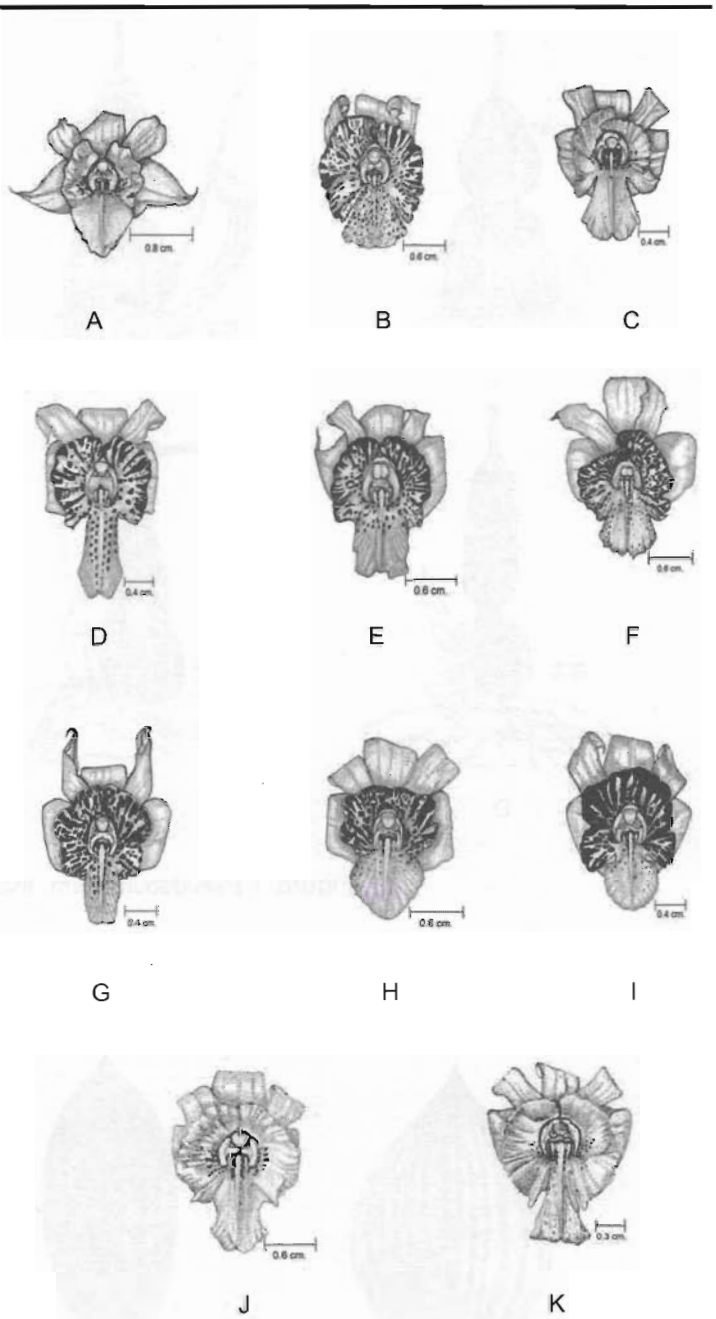

Figure 4 Illustrations showing variation in flower characters.

วิจารณ์

จากการศึกษาความผันแปรในลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเอื้องน้ำต้นที่รวบรวมมาจากแหล่งการเจริญเติบโต 2 แหล่ง พบว่าประชากรที่รวบรวมมา มีความหลากหลายค่อนข้างมากในลักษณะของลำลูกกล้วย ใบ และดอก ซึ่งความหลากหลายเช่นนี้มีประโยชน์ในการใช้แยกกลุ่มและพันธุ์ของกล้วยไม้ดินชนิดนี้ นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลที่บ่งบอกถึงความจำเป็นในการอนุรักษ์พันธุกรรมของประชากรเอื้องน้ำต้นเพื่อรักษาต้นพืชและเพิ่มพูนความหลากหลายให้มีอยู่ต่อไป

สรุป

การศึกษาความผันแปรของสัณฐานวิทยาของเอื้องน้ำต้นที่มาจากแหล่งกระจายพันธุ์ 2 แหล่ง พบว่ามีความหลากหลายสูงในลักษณะของลำลูกกล้วย ใบ และดอก และประชากรในแหล่งเจริญเติบโตที่อยู่สูงมีความหลากหลายดังกล่าวมากกว่าประชากรที่อยู่ต่ำลงไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่สนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สลิล สิทธิสัจธรรม และนฤมล กฤษณชาญดี. 2545. คู่มือกล้วยไม้. สำนักพิมพ์สารคดี, กรุงเทพฯ. 248 หน้า.

อบฉันท์ ไทยทอง. 2543. กล้วยไม้เมืองไทย. อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 461 หน้า.

การวิเคราะห์สารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ตกค้างในผักกาดขาวปลีเพื่อกำหนดวันเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

Analysis of Synthetic Pyrethroid Insecticide Residues in Chinese Cabbage to Determine Harvesting Time for of Consumers Safety

นฤพล วัฒนภาพ[1/] และ นุชนาฏ จงเลขา[1/]

Naruepon Wattanapap[1/] and Nuchnart Jonglaekha[1]

Abstract: Analysis of synthetic pyrethroid insecticides i.e. cyhalothrin, permethrin, fenvalerate, cypermethrin and deltamethrin was carried out in Chinese cabbage with GC. The vegetable was planted at Huai Luek Royal Project Development Center. The experiment was composed of 3 parts. Expt. 1: Cyhalothrin, permethrin and fenvalerate were sprayed to the plant at recommended rates successively for 2 and 4 times at 5 day intervals. The samples were collected and analyzed for the insecticide residues after the last spray of each set at 0 day (1 hr after spray), 1, 3, 5, 7 and 10 days. Expt. 2: Cyhalothrin, permethrin and fenvalerate were sprayed successively for 6 times at 5 day intervals, and Expt. 3: Cypermethrin and deltamethrin were sprayed successively for 6 times at 5 day intervals. The samples from both experiments were collected and analyzed after the last spray at 0 day (1 hr after spray), 1, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days. The analysis results were compared with MRL to set harvesting time for safety of consumers. Only permethrin had low quantity of its residues and the chinese cabbage can be harvested in 1 day after spray. Other tested insecticides had high accumulation of residues followed the number of sprays e.g. cyhalothrin and fenvalerate with 4 and 6 successive sprays at 5 day intervals, the safe harvesting time were at 10 and 20 days respectively.

Keywords: Synthetic pyrethroid, gas chromatography (GC), maximum residue limit (MRL)

[1/]ศูนย์อารักขาพืช มูลนิธิโครงการหลวง จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]Plant Protection Center, Royal Project Foundation, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 5 ชนิดคือ cyhalothrin, permethrin, fenvalerate, cypermethrin และ deltamethrin ในผักกาดขาวปลีด้วย GC โดยทำการปลูกผักที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยสึก การทดลองประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การทดลองที่ 1 ฉีดพ่น cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ตามอัตราที่ฉลากระบุต่อเนื่องกัน 2 ครั้งและ 4 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 วัน ทำการเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณสารตกค้างหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย ที่ 0 วัน (หลังฉีดพ่น 1 ชั่วโมง), 1, 3, 5, 7 และ 10 วัน การทดลองที่ 2 ฉีดพ่น cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ต่อเนื่อง 6 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 วัน และ การทดลองที่ 3 ฉีดพ่น cypermethrin, และ deltamethrin ต่อเนื่อง 6 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 วัน โดยการทดลองที่ 2 และที่ 3 ทำการเก็บตัวอย่างหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายที่เวลา 0 วัน (หลังฉีดพ่น 1 ชั่วโมง), 1, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน นำผลจากการวิเคราะห์มาเทียบกับค่า MRL เพื่อกำหนดระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค permethrin เป็นสารฆ่าแมลงชนิดเดียวที่มีการสะสมของสารตกค้างในปริมาณที่ต่ำ สามารถเก็บเกี่ยวผักกาดขาวปลีได้หลังฉีดพ่น 1 วัน ส่วนสารฆ่าแมลงชนิดอื่น ๆ ที่ทดสอบมีการสะสมในปริมาณสูงตามจำนวนครั้งของการฉีดพ่น ตัวอย่างเช่น cyhalothrin และ fenvalerate ที่พ่นต่อเนื่อง 4 ครั้ง และ 6 ครั้ง ห่างกัน 5 วัน ระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยอยู่ที่ 10 วัน และ 20 วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไพรีทรอยด์สังเคราะห์, gas chromatography (GC), maximum residue limit (MRL)

คำนำ

สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (Synthetic pyrethroid) เป็นสารออกฤทธิ์ฆ่าแมลงแบบสัมผัสและกินตาย (ปรีชา, 2542) มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนและแมลงชนิดต่าง ๆ ได้ดี เพราะว่าสารกลุ่มนี้ออกฤทธิ์ทำให้แมลงตายอย่างรวดเร็ว (Knock down) เหมาะสำหรับพืชไร่ ไม้ดอก ไม้ผลและผักต่าง ๆ (อารยา และคณะ, 2533) จากคุณสมบัติดังกล่าว ทำให้เป็นที่นิยมใช้ของเกษตรกรอย่างแพร่หลาย ซึ่งรวมถึงเกษตรกรในมูลนิธิโครงการหลวงด้วย เพื่อควบคุมคุณภาพของผลผลิตของโครงการหลวง ให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ผักผลไม้จากแปลงเกษตรกรต้องผ่านระบบการตรวจสารตกค้างโดยใช้ชุดทดสอบแบบรวดเร็ว ผลิตโดยกองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ชุดทดสอบมีชื่อว่า GT pesticide test kit ซึ่งสามารถตรวจสารเคมีในกลุ่ม organophosphorus และ carbamate ได้แต่ชุดตรวจสอบดังกล่าวมีข้อจำกัดมาก ไม่สามารถตรวจได้ทุกชนิดในสองกลุ่มนี้ นอกจากนี้ยังไม่สามารถตรวจสอบสารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ได้ ทั้งนี้เพราะสารดังกล่าวไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Cholinesterase เช่นที่เกิดในกรณีของสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และคาร์บาเมททำให้ไม่สามารถตรวจสอบระดับความปลอดภัยของสารปริมาณสารที่ตกค้างในผลผลิตได้ และหากสารดังกล่าวมีปริมาณตกค้างเกินระดับมาตรฐานที่ FAO/WHO Codex กำหนด อาจส่งผลต่อการส่งออกสินค้าสู่ตลาดต่างประเทศได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องควบคุมมิให้มีสารในกลุ่มนี้ตกค้างในผลผลิต ด้วยการเฝ้าระวังในการใช้ และทดสอบปริมาณการสะสม ตลอดจนทราบถึงการสลายตัวของสารฆ่าแมลงกลุ่มนี้ในแต่ละชนิด เพื่อจะได้นำเอาข้อมูลที่ได้ไปใช้กำหนดวันเก็บเกี่ยวพืช เมื่อมีการใช้สารเคมีในกลุ่มนี้แต่ละชนิดต่อไป

งานวิจัยหาปริมาณสารตกค้างในผลผลิตได้กระทำกันอย่างต่อเนื่องและแพร่หลายในต่างประเทศ เนื่องจากทั่วโลกตระหนักถึงพิษภัยของสารตกค้างที่จะเกิดกับผู้บริโภค แต่งานวิจัยในเรื่องของการวิเคราะห์สารในกลุ่มของไพรีทรอยด์สังเคราะห์เพื่อกำหนดค่า MRL (Maximum residue limit) นั้นไม่มีรายงานในต่างประเทศ สำหรับในประเทศไทยมีรายงานวิจัย 2 เรื่อง คือ เรื่อง วิจัยปริมาณสารมีพิษตกค้างของเดลต้าเมทธรินในข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง (อารยา และคณะ, 2534) และ เรื่อง วิธี

หาปริมาณสารตกค้างไซเปอร์เมทธรินในกระเจี๊ยบเขียว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง (ประภัสรา และคณะ, 2543) แต่ทั้งสองเรื่องก็มิได้กำหนดค่า MRL ไว้อย่างชัดเจน เพียงแต่รายงานปริมาณที่พบเท่านั้น เช่น อารยา และคณะ (2534) รายงานว่าได้ทำการฉีดพ่นต้นข้าวโพดฝักอ่อนด้วย deltamethrin 2 อัตรา คือ อัตราที่ฉลากระบุ (2.1 กรัม/ไร่) และ 2 เท่าของอัตราดังกล่าว (4.2 กรัม/ไร่) สัปดาห์ละครั้ง รวม 4 ครั้ง วิเคราะห์ผลหลังการพ่นครั้งสุดท้าย ได้ผลการวิเคราะห์ว่าในเมล็ดข้าวโพด พบปริมาณสารตกค้างน้อยมาก คือ 0.001 ppm และ 0.004 ppm ตามลำดับ ในขณะที่ในใบและต้นข้าวโพดพบอัตราที่สูงคือ 0.206 และ 0.281 ppm ตามลำดับ

อุปกรณ์และวิธีการ

การปลูกผักกาดขาวปลีและการพ่นไพรีทรอยด์สังเคราะห์

ทำการเพาะเมล็ดผักกาดขาวปลี ณ แปลงวิจัย ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึก จนงอกเป็นต้น มีใบจำนวน 3 ใบ ใช้เวลา 30 วัน จึงย้ายลงปลูกในกระถางขนาด 8 นิ้ว จำนวน 800 ต้น จนผักอายุได้ 21 วัน หลังการย้ายปลูก ทำการฉีดพ่นไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 5 ชนิด คือ cyhalothrin, permethrin, fenvalerate, cypermethrin และ deltamethrin ตามอัตราที่ระบุไว้ในฉลาก ฉีดพ่นทุก 5 วัน สำหรับชุดที่ใช้เปรียบเทียบพ่นด้วยน้ำ แบ่งเป็น 3 การทดลอง โดยใช้ผักที่สุ่มมาอย่างน้อย 1 กิโลกรัม ต่อการวิเคราะห์ 1 ครั้ง (ระยะเวลาหลังการพ่นสาร) ของแต่ละการทดลอง

การสกัดสารไพรีทรอยด์ตกค้างในผักทดลอง

ทำการสกัดตัวอย่างตามวิธีของ Steinwandter (1985) ด้วยการบดผักตัวอย่าง 50 กรัมกับ acetone 100 มล. และ methylene chloride 75 มล. กำจัดน้ำในสารละลายตัวอย่างออกไปด้วย sodium sulfate anhydrous และ clean up สารละลายที่ได้ด้วย siliga gel column และใช้สารละลายผสม ระหว่าง hexane:methylene chloride อัตรา 1:1 เป็นสารสำหรับชะและทำการตรวจวัดด้วยเครื่อง Gas chromatography (GC)

การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC

ทำการทดลองหาสภาวะ (condition) ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สารไพรีทรอยด์สังเคราะห์ โดยใช้เครื่อง GC ยี่ห้อ Agilent Technologies รุ่น 6890N คอลัมน์ HP-5 ความยาว 30 ม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.32 มม. ความหนาของตัวดูดซับ 0.25 ไมโครเมตร ดีเทคเตอร์ชนิด μ-ECD ปรับการใช้งานที่อุณหภูมิ 280 °C ใช้ก๊าซไนโตรเจน เป็น make up gas ที่อัตรา 60 มล./นาที และก๊าซฮีเลียมเป็น carrier gas อัตราการไหล 1.5 มล./นาที ตั้งอุณหภูมิของ injector ที่ 230 °C ในโหมด split less กำหนดโปรแกรมอุณหภูมิเริ่มต้น 85 °C คงไว้ 2 นาที เพิ่มเป็น 230 °C ที่ 15 °C/นาที คงไว้ 1 นาที, เพิ่มเป็น 250 °C ที่ 5 °C/นาที คงไว้ 23 นาทีและเพิ่มเป็น 270 °C ที่15 °C/นาที คงไว้ 1 นาที

การทดลองที่ 1 การสะสมและการสลายตัวของสาร cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ในผักกาดขาวปลี ที่ได้รับการพ่น 2 ครั้งและ 4 ครั้ง วิเคราะห์หาปริมาณสารตกค้างด้วยเครื่อง GC ที่ 0, 1, 5, 7 และ 10 วัน หลังการฉีดพ่น

การทดลองที่ 2 การสะสมและการสลายตัวของ cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ในผักกาดขาวปลีที่ได้รับการพ่น 6 ครั้ง วิเคราะห์หาปริมาณสารตกค้างด้วยเครื่อง GC ที่ 0, 1 , 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน หลังการฉีดพ่น

การทดลองที่ 3 การสะสมและการสลายตัวของ cypermethrin และ deltamethrin ในผักกาดขาวปลีที่ได้รับการพ่น 6 ครั้ง วิเคราะห์หาปริมาณสารตกค้างด้วยเครื่อง GC ที่ 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน หลังการฉีดพ่น

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลการวิเคราะห์ cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ที่ตกค้างในผักกาดขาวปลี ที่ได้รับการพ่น 2 ครั้งและ 4 ครั้ง ปรากฏว่าตัวอย่างที่ฉีดพ่น 2 ครั้ง ตรวจพบ cyhalothrin ในปริมาณ 1.34, 0.97, 0.44, 0.27, 0.15 และ 0.06 มก./กก. permethrin ในปริมาณ 3.40, 2.15, 1.19, 0.36, 0.29 และ 0.26 มก./กก. และ fenvalerate ในปริมาณ 16.10, 4.66, 2.60, 1.73, 1.36 และ 1.05 มก./กก. สำหรับตัวอย่างที่ฉีดพ่น 4 ครั้ง ตรวจพบ cyhalothrin ในปริมาณ 5.08, 1.27, 0.56, 0.38, 0.25 และ 0.09 มก./กก. permethrin ในปริมาณ 6.99, 2.87, 1.64, 0.93, 0.60 และ 0.31 มก./กก. และ fenvalerate ในปริมาณ 29.99, 13.60, 9.12, 5.90, 4.00 และ 1.88 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 1; ภาพที่ 1, 2)

การทดลองที่ 2 ผลการวิเคราะห์ cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ที่ตกค้างในผักกาดขาวปลีที่ได้รับการพ่น 6 ครั้ง ปรากฏว่าตรวจพบ cyhalothrin ในปริมาณ 3.27, 0.81, 0.57, 0.49, 0.36, 0.13, 0.09 และ 0.05 มก./กก. พบ permethrin ในปริมาณ 6.92, 1.00, 0.97, 0.59, 0.31, 0.08, 0.07 และ 0.04 มก./กก. และ fenvalerate ในปริมาณ 44.05, 10.61, 8.16, 5.07, 3.97, 1.24, 0.67 และ 0.42 มก./กก. (ตารางที่ 2)

การทดลองที่ 3 ผลการวิเคราะห์ cypermethrin และ deltamethrin ที่ตกค้างในผักกาดขาวปลีที่ได้รับการพ่น 6 ครั้ง ตรวจพบ cypermethrin ในปริมาณ 14.43, 6.63, 4.24, 2.89, 0.32, 0.26, 0.11 และ 0.08 มก./กก. พบ deltamethrin ในปริมาณ 3.66, 2.77, 1.77, 0.43, 0.03, 0.02, 0.01 และ 0.0047 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 4)

วิจารณ์

จากผลการวิเคราะห์สารตกค้างในผักกาดขาวปลีของสารกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ พบว่าสารในกลุ่มนี้จะสลายตัวค่อนข้างรวดเร็วในระยะแรก 1-3 วัน จากนั้นจะสลายตัวช้าลง เมื่อทำการฉีดพ่นหลายครั้งจะเกิดการสะสมเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับอารยา และคณะ (2534) ได้รายงานไว้ อย่างไรก็ดี ค่า MRL ของสารแต่ละชนิดไม่เท่ากัน permethrin มีค่า MRL สูงสุด (5 มก./กก.) ในขณะที่ cyhalothrin มีค่า MRL ต่ำที่สุด (0.2 มก./กก.) ดังนั้นความปลอดภัยในการใช้สารนี้จึงมากกว่าชนิดอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน หากศัตรูพืชระบาดใกล้ช่วงเก็บเกี่ยวก็สามารถใช้ได้ เพราะสลายตัวเร็วและไม่สะสมมาก

สรุป

การวิเคราะห์สารตกค้างด้วย GC ในผักกาดขาวปลีที่ฉีดพ่นด้วยสารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 5 ชนิด ตามอัตราที่ฉลากระบุทุก 5 วัน มี 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 พบว่าผักกาดขาวปลีที่พ่นด้วย permethrin ปลอดภัยที่สุด พบสารตกค้างต่ำกว่าค่า MRL ที่ 0 วัน และ 1 วัน หลังจากพ่นสาร 2 ครั้ง และ 4 ครั้ง สำหรับ cyhalothrin ที่ 7 วัน และ 10 วัน ส่วน fenvalerate ที่ 3 วัน และ 10 วัน การทดลองที่ 2 ฉีดพ่นต่อเนื่องกัน 6 ครั้ง พบว่า permethrin เก็บเกี่ยวได้หลังพ่นครั้งสุดท้าย 1 วัน ส่วน cyhalothrin และ fenvalerate เก็บเกี่ยวได้ที่ 20 วัน การทดลองที่ 3 ฉีดพ่นต่อเนื่อง 6 ครั้ง cypermethrin เก็บเกี่ยวได้ที่ 15 วัน ส่วน deltamethrin ที่ 10 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย และขอบคุณนายกฤษดา หงส์ทอง และนายอานนท์ ติละ เจ้าหน้าที่ศูนย์ฯ ห้วยลึก ที่ช่วยปลูกและดูแลพืชทดลอง

Table 1 Amount of synthetic pyrethroid insecticide residues in Chinese cabbage detected by GC from 2 sprays and 4 sprays at 5 day intervals, harvesting at various time after sprays.

Time after spraying (Day)	Insecticide residues (mg/kg)					
	cyhalothrin		permethrin		fenvalerate	
	2 sprays	4 sprays	2 sprays	4 sprays	2 sprays	4 sprays
0	1.34 (100%)	5.08 (100%)	3.40 (100%)*	6.99 (100%)	16.10 (100%)	29.99 (100%)
1	0.97 (72%)	1.27 (25%)	2.15 (63%)	2.87 (41%)*	4.66 (29%)	13.60 (45%)
3	0.44 (33%)	0.56 (11%)	1.19 (35%)	1.64 (23%)	2.60 (16%)*	9.12 (30%)
5	0.27 (20%)	0.38 (7%)	0.36 (11%)	0.93 (13%)	1.73 (11%)	5.90 (20%)
7	0.15 (11%)*	0.25 (5%)	0.29 (9%)	0.68 (9%)	1.36 (8%)	4.00 (13%)
10	0.06 (4%)	0.09 (2%)*	0.26 (8%)	0.28 (4%)	1.05 (7%)	1.88 (6%)*

* Safety level, lower than MRL (MRL of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate = 0.2, 5.0 and 3.0 mg/kg respectively)

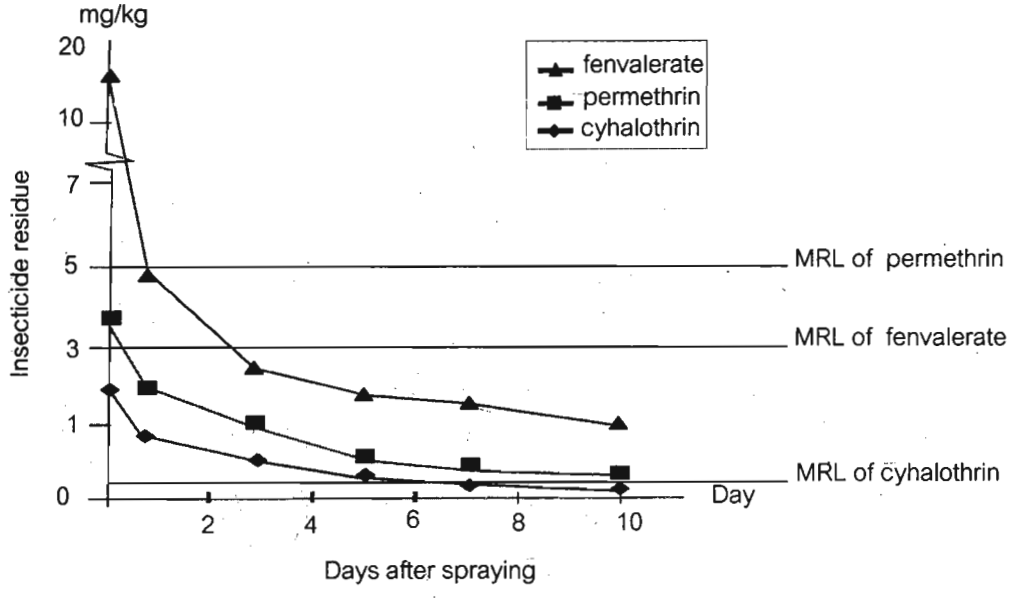

Figure 1 Residues of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate detected by GC in Chinese cabbage with 2 sprays at various time of harvesting.

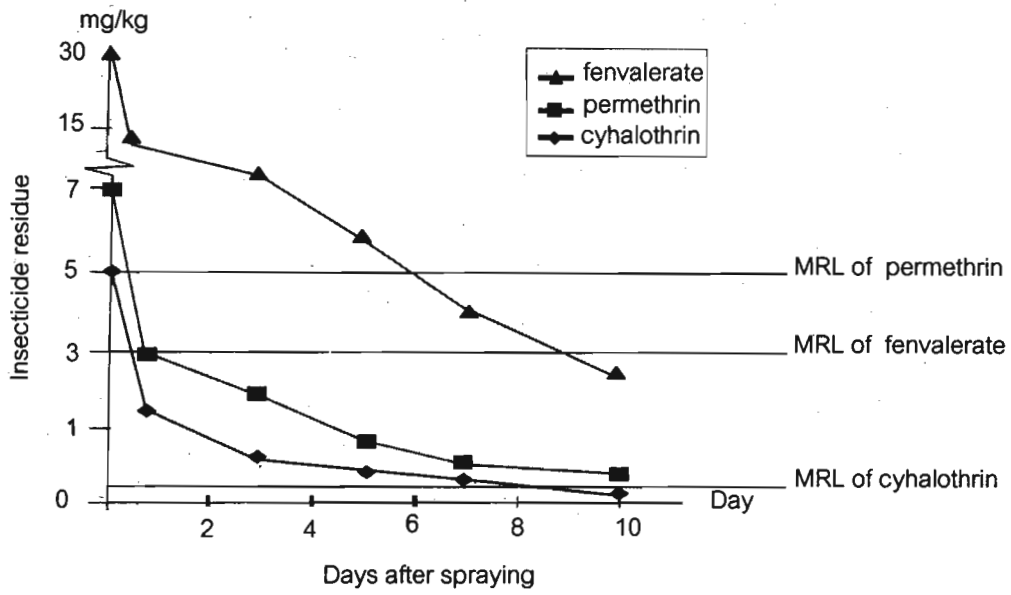

Figure 2 Residues of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate detected by GC in Chinese cabbage with 4 sprays at 5 day intervals, harvested at various time after spray.

Table 2 Residues of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate detected by GC in Chinese cabbage with 6 sprays at 5 day intervals, harvested at various time after sprays.

Time after spraying (Day)	Insecticide residues (mg/kg)		
	cyhalothrin	permethrin	fenvalerate
0	3.27 (100%)	6.92 (100%)	44.05 (100%)
1	0.81 (25%)	1.00 (14%)*	10.61 (24%)
5	0.57 (17%)	0.97 (14%)	8.16 (19%)
10	0.49 (15%)	0.59 (8%)	5.07 (11%)
15	0.36 (11%)	0.31 (4%)	3.97 (9%)
20	0.13 (4%)*	0.08 (1%)	1.24 (3%)*
25	0.09 (3%)	0.07 (1%)	0.69 (2%)
30	0.05 (2%)	0.04 (0.6%)	0.42 (1%)

* Safety level, lower than MRL (MRL of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate = 0.2, 5.0 and 3.0 mg/kg respectively)

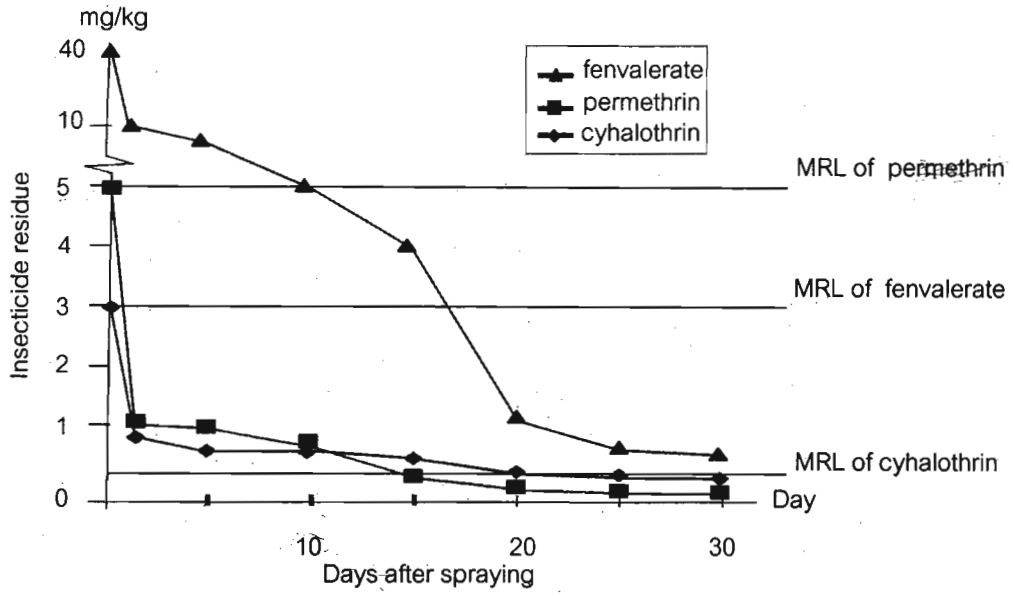

Figure 3 Residues of cyhalothrin, permethrin and fenvalerate detected by GC in Chinese cabbage with 6 sprays at 5 day intervals, harvested at various time after spray.

Table 3 Residues of cypermethrin and deltamethrin detected by GC in Chinese cabbage with 6 sprays at 5 day intervals, harvested at various time after sprays.

Time after spraying (Day)	Insecticide residues (mg/kg)	
	cypermethrin	deltamethrin
0	14.43 (100%)	3.66 (100%)
1	6.63 (45.92%)	2.77(24.29%)
5	4.24 (29.34%)	1.77 (48.36%)
10	2.89 (20.0%)	0.43 (11.79%)*
15	0.32 (2.20%)*	0.03 (0.90%)
20	0.26 (1.83%)	0.02 (0.48%)
25	0.11 (0.75%)	0.01 (0.28%)
30	0.08 (0.56%)	4.7×10^{-3} (0.13%)

* Safety level, lower than MRL (MRL of cypermethrin and deltamethrin = 1.00 และ 0.50 mg/kg respectively)

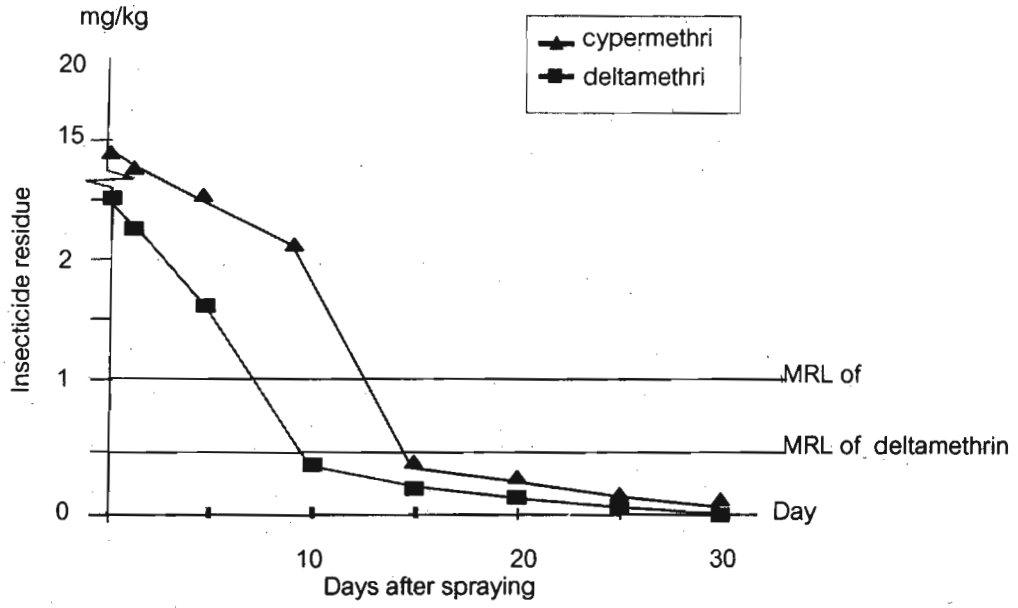

Figure 4 Residues of cypermethrin and deltamethrin detected by GC in Chinese cabbage with 6 sprays 5 day intervals, harvested at various time after spray.

เอกสารอ้างอิง

ประภัสรา พิมพ์พันธุ์ ยงยุทธ ไผ่แก้ว และบัณฑิต ดำรักษ์. 2543. วิธีหาปริมาณสารตกค้างไซเปอร์เมทธรินในกระเจี๊ยบเขียว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 27(3): 3 -15.

ปรีชา พุทธิปรีชาพงศ์. 2542. สารกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 290 หน้า.

อารยา กำเนิดมั่น สุวิมล เลิศวีระศิริกุล และนวลศรี ทยาพัชร. 2533. วิจัยการสลายตัวของไดอะซินอนในข้าวโพดฝักอ่อน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 17(4): 144-152.

อารยา กำเนิดมั่น กันยา ด่านประเสริฐ และนวลศรี ทยาพัชร. 2534. วิจัยปริมาณสารมีพิษตกค้างของเดลต้าเมทธรินในข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ค่าปริมาณสูงสุดของสารมีพิษตกค้าง. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 18(1): 18-27.

Steinwandter, H. 1985. Universal 5-min online method for extracting and isolating pesticide residues and industrial chemicals. Fresenius' Journal of Analytical Chemistry 322(8): 752-754.

การเก็บรักษาผลส้มสายน้ำผึ้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ

Storage of 'Sai Nam Pueng' Tangerine Fruit at Different Temperature

วิลาวัลย์ คำปวน [1/]

Wilawan Kumpoun[1/]

Abstract: Storage of 'Sai Nam Pueng' tangerine fruit, after coated with 2 types of coating materials (type A or type B) or packed in 2 types of plastic bag (PE: Polyethylene or PP: Polypropylene) compared with non-coated and non-packed fruits as control, at different temperature (15, 25, 30 and 35°C) was investigated. It was found that, the control fruits stored at 35°C showed wilting at day-4, while the fruit coated with material type A and B did not wilt but developed abnormal odor at day-2 and day-4, respectively. The fruit packed in both types of plastic bag showed good appearance and normal odor after 10 days of storage but showed some damage by microorganism. All treatments showed better results at lower temperature storage. Lower temperature delayed wilting in the control fruits, development of abnormal odor in the coated fruits and postharvest rotting in the packed fruits.

Keywords: Coating materials, packing materials, 'Sai Nam Pueng' tangerine, temperature, storage

[1/]สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]Institute for Science and Technology Research and Development, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การเก็บรักษาผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว 2 ชนิด (A หรือ B) หรือบรรจุในถุงพลาสติก 2 ชนิด (ชนิดขุ่น PE และชนิดใส PP) แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15, 25, 30 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่า ผลส้มชุดควบคุมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แสดงอาการเหี่ยวเมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน สำหรับผลที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิด A และ B ไม่แสดงอาการเหี่ยว แต่เริ่มพบกลิ่นผิดปกติเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 2 และ 4 วัน ตามลำดับ ส่วนผลที่บรรจุพลาสติกทั้งสองชนิดยังคงสภาพภายนอกสดเมื่อเก็บรักษานาน 10 วัน โดยที่รสและกลิ่นยังไม่เปลี่ยนแปลง แต่พบการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าผลส้มที่ผ่านการเคลือบผิว การเก็บรักษาผลส้มทุก ๆ วิธีการทดลองไว้ที่อุณหภูมิต่ำลงจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลส้มให้นานขึ้นตามลำดับ ในสภาพอุณหภูมิต่ำจะมีผลต่อการลดการสูญเสียน้ำในชุดควบคุม ยืดระยะเวลาในการเกิดกลิ่นผิดปกติในผลที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว และลดการเกิดโรคในผลส้มที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้งสองชนิด

คำสำคัญ: สารเคลือบผิว ภาชนะบรรจุ ส้มสายน้ำผึ้ง อุณหภูมิ การเก็บรักษา

คำนำ

ส้มสายน้ำผึ้งเป็นส้มเปลือกล่อนที่มีความหนาของเปลือกน้อยกว่าส้มพันธุ์อื่น ๆ จึงมีการสูญเสียน้ำจากผลมากกว่า ผู้ประกอบการในตลาดส้มสายน้ำผึ้งจึงได้ใช้สารเคลือบผิวเพื่อลดการสูญเสียน้ำจากผลส้ม และทำให้เกิดความมันวาวสวยงามเป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค แต่การเคลือบผลส้มด้วยสารเคลือบผิวจะทำให้ลดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในกับภายนอกผล จึงทำให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นภายในผล เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นจะทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและเกิดกลิ่นผิดปกติไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (วิลาวัลย์ และคณะ, 2548) สารเคลือบผิวที่นิยมนำมาใช้มีหลายชนิดที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน (Hagenmaier and Baker, 1994) การเก็บรักษาผลผลิตสดไว้ในสภาพอุณหภูมิต่ำจะทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ในผลผลิตลดลง (สายชล 2528; Kader, 2002) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีลดการสูญเสียน้ำจากผลส้มด้วยการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวหรือบรรจุในถุงพลาสติกแล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากเก็บเกี่ยวจากแปลงเกษตรกรที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และขนส่งมายังภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แล้วถูกนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำฟองสบู่ และน้ำสะอาด นำไปผึ่งให้แห้ง แล้วคัดขนาดและคุณภาพของผลไม่มีรอยตำหนิต่าง ๆ หลังจากนั้นแบ่งผลส้มที่มีขนาดใกล้เคียงกันออกเป็น 20 กลุ่ม กลุ่มละ 100 ผล วางแผนการทดลองแบบแฟคโทเรียลชนิดสุ่มสมบูรณ์ มี 2 แฟคเตอร์ คือ อุณหภูมิ และวิธีการลดการสูญเสียน้ำโดยใช้สารเคลือบผิว 2 ชนิด คือชนิด A ประกอบด้วย Polyethylene, Shellac และ Resin หรือชนิด B ประกอบด้วย Polyethylene และ Shellac หรือบรรจุในถุงพลาสติก 2 ชนิด คือ ชนิดใส (Polypropylene: PP) หรือ ชนิดขุ่น (Polyethylene: PE) โดยบรรจุส้มจำนวน 1 กิโลกรัมต่อถุง และเจาะรูระบายอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร จำนวน 8 รู เปรียบเทียบกับชุดควบคุม แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ 4 ระดับ ได้แก่ 15, 25, 30 และ 35 องศาเซลเซียส รวมทั้งหมด 20 กรรมวิธี ในระหว่างการเก็บรักษา ทุก ๆ 2 วัน สุ่มตัวอย่างผลส้มในแต่ละวิธีการทดลอง เพื่อตรวจสอบคุณภาพต่าง ๆ เช่น ชั่งน้ำหนัก ประเมินคุณภาพภายนอก เช่น การเกิดโรค ความสดโดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ (4 – 1) จากผลสด–ผลเหี่ยวเสียรูปทรง

ทดสอบคุณภาพในการบริโภค เช่น ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณวิตามินซี และการเกิดกลิ่นผิดปกติด้วยการชิม โดยแบ่งคะแนนออกเป็น 4 ระดับ (4 – 1) กลิ่นปกติ – ผิดปกติมาก

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลส้มที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่าชุดควบคุม แสดงอาการเหี่ยวเมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน สำหรับผลที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิด A และ B แสดงอาการเหี่ยวเมื่อเก็บรักษานาน 4 และ 6 วันตามลำดับ แต่เริ่มพบกลิ่นผิดปกติเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 2 และ 4 วัน ตามลำดับ ส่วนผลที่บรรจุพลาสติกทั้งสองชนิดยังคงสภาพภายนอกสดเมื่อเก็บรักษานาน 10 วัน โดยที่รสและกลิ่นยังไม่เปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 1) แต่พบการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าผลส้มที่ผ่านการเคลือบผิวเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น การเก็บรักษาผลส้มทุก ๆ วิธีการทดลองไว้ที่อุณหภูมิ 30, 25 และ 15 องศาเซลเซียส จะทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาของผลส้มให้นานขึ้นตามลำดับของอุณหภูมิที่ลดลง ในสภาพอุณหภูมิที่ลดลงจะมีผลต่อการลดการสูญเสียน้ำในชุดควบคุม (ภาพที่ 1) ยืดระยะเวลาในการเกิดกลิ่นผิดปกติในผลที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว และลดการเกิดโรคในผลส้มที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้งสองชนิด สำหรับผลของทดสอบคุณภาพในการบริโภค เช่น ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณวิตามินซี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างวิธีการทดลอง

ผลส้มที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวชนิด A มีการสูญเสียน้ำ และเกิดกลิ่นผิดปกติเร็วกว่าสารเคลือบผิวชนิด B ทุกอุณหภูมิที่เก็บรักษา น่าจะเป็นผลมาจากสารเคลือบผิวชนิด A ประกอบด้วยเรซิ่นที่ทำให้เกิดความมันวาวสวยงาม ซึ่งไม่มีในสารเคลือบผิวชนิด B ผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ Hagenmaier and Baker (1994) พบว่าผลที่เคลือบผิวด้วยโพลี่เอทธิลีนแว๊กซ์มีอัตราการสูญเสียน้ำต่ำกว่าผลที่เคลือบด้วยเชลแล็ก การเคลือบผิวด้วยเชลแล็กหรือเรซิ่นจะทำให้ผิวผลมีความมันวาวสูงกว่าการเคลือบด้วยโพลี่เอทธิลีนแว๊กซ์ นอกจากนี้ Hagenmaier (2000) ยังรายงานถึงการผสมสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซสูงและลดการสูญเสียน้ำได้ดีกว่าการใช้สารเคลือบผิวเพียงชนิดเดียว ซึ่งมีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลส้มได้นานกว่า

ผลส้มที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิดที่มีการเจาะรูระบายอากาศมีการสูญเสียน้ำต่ำที่สุดทุกอุณหภูมิ เนื่องมาจากถุงพลาสติกจะป้องกันการเคลื่อนที่ผ่านของอากาศผ่านผิวของส้มโดยตรงทำให้เกิดสภาพไอน้ำอิ่มตัวรอบ ๆ ผล สอดคล้องกับรายงานของสายชล (2528) ซึ่งในสภาพบรรยากาศในถุงพลาสติกมีความชื้นสูงจึงทำให้เกิดการระบาดของเชื้อสาเหตุของโรคได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพอุณหภูมิของการเก็บรักษาที่สูงขึ้น ปกติการห่อผลผลิตด้วยพลาสติกฟิล์มชนิดต่าง ๆ จะทำให้เกิดการปรับสภาพของบรรยากาศภายในหีบห่อ ทำให้ภายในหีบห่อมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหายใจของผลผลิตสูงขึ้น และก๊าซออกซิเจนลดลง สภาพบรรยากาศที่ดัดแปลงจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอน้ำและก๊าซของพลาสติกฟิล์ม และอัตราการหายใจของผลผลิต (Zagory and Keder, 1988) สำหรับในการทดลองนี้พบว่า ผลส้มที่บรรจุในถุงพลาสติกที่มีการเจาะรูระบายอากาศที่เก็บรักษาไว้ทุกอุณหภูมิไม่พบการเกิดกลิ่นผิดปกติเนื่องจากการหายใจแบบตลอดการทดลอง แสดงว่าปริมาณและขนาดของรูระบายอากาศที่เจาะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างภายในและภายนอกถุงได้ดี ผลส้มจึงมีการหายใจแบบใช้ออกซิเจนตามปกติ การบรรจุผลส้มในถุงพลาสติกทั้งสองชนิดให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกัน ดังนั้นถุงพลาสติกชนิดใสจึงเป็นวัสดุที่น่าจะนำมาใช้บรรจุเพื่อเป็นการค้าได้ดีกว่า เนื่องจากทำให้ผู้บริโภคสามารถมองเห็นผลส้มภายในได้ดีกว่า และมีความสวยงามมากกว่าด้วย

การเก็บรักษาผลส้มไว้ในสภาพอุณหภูมิต่ำลงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลส้มไว้นานขึ้นตามอุณหภูมิที่ลดลง ให้ผลเช่นเดียวกับรายงานของ Keder

Table 1 Storage life and day after storage that abnormal odor was detected of 'Sai Nam Pueng' tangerine fruit coated with 2 types of coating material or pack in 2 types of plastic bag then stored at temperature 15, 25, 30 and 35 °C. (n=20)

Treatment	Storage life *				Days to abnormal odor was			
	Storage temperature (°C)				Storage temperature (°C)			
	15	25	30	35	15	25	30	35
Non-coated	50	8	8	4	N	N	N	N
Coated with type A	50	24	8	6	28	18	2	2
Coated with type B	50	24	10	10	36	26	6	4
Packed in PE bag	>50	40	18	12	N	N	N	N
Packed in PP bag	>50	40	18	12	N	N	N	N

* Number of days that freshness was evaluated and scored lower than 3 or 20 % of fruit with disease infection

N: no detected abnormal odor

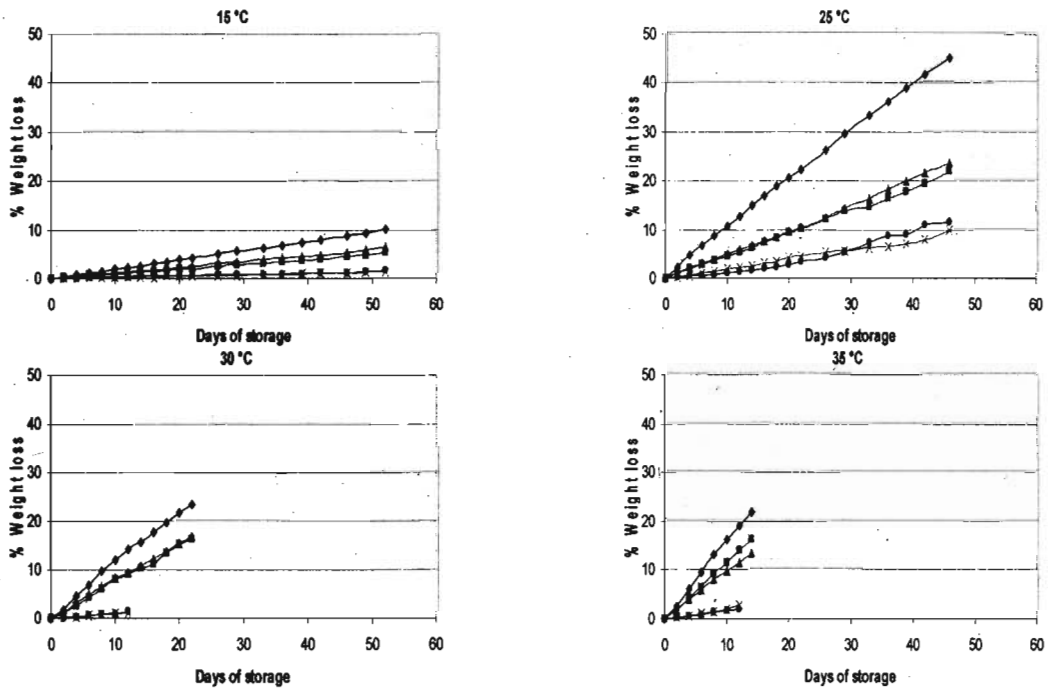

Figure 1 Percent of weight loss of 'Sai Nam Peung' tangerine fruit after coated with coating material type A (■), type B (▲), packed in PE plastic bag (X) PP (●) and control (◆) then stored at temperature 15, 25, 30 and 35 °C (n=20)

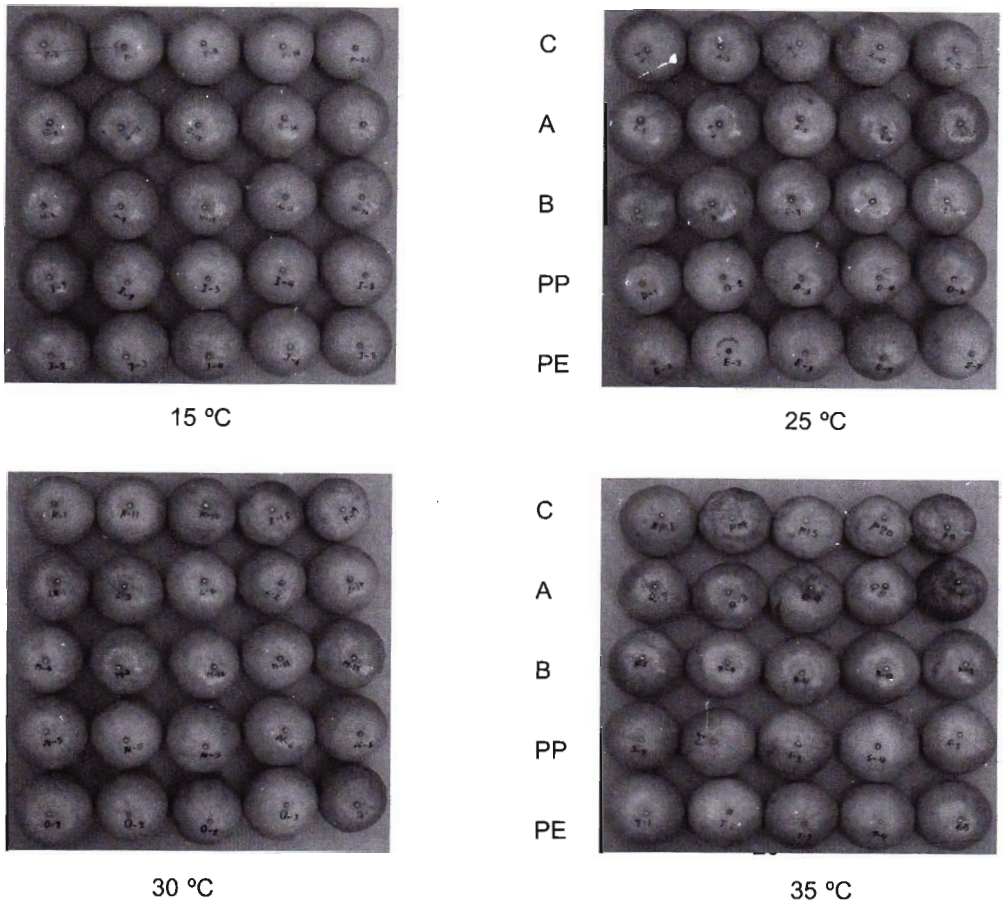

Figure 2 'Sai Nam Peung' Tangerine fruit that coated with coating material type A, type B, packed in PE plastic bag, PP plastic bag, control (C) after storage at temperature 15, 25, 30 and 35 °C for 20 days.

(2002) การเก็บรักษาผลส้มไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิในห้องแอร์ทั่วไป พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลส้มที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิดนาน 40 วัน ในขณะที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้นานเพียง 18 วัน ถ้าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้นานมากกว่า 50 วัน ดังนั้นการเก็บรักษาผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสน่าจะให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจสูงสุด เนื่องจากต้นทุนในการลดที่อุณหภูมิห้องเป็น 25 องศาเซลเซียสต่ำ การลดอุณหภูมิเป็น 15 องศาเซลเซียสมาก

สรุป

การบรรจุผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งในถุงพลาสติกทั้งสองชนิดที่เจาะรูระบายอากาศทำให้มีการสูญเสียน้ำต่ำที่สุด โดยที่กลิ่นและรสชาติยังปกติ การเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่มีความมันวาวที่มีส่วนผสมจากเรซิ่นจะเกิดการสูญเสียน้ำได้ออกจากผลได้มากกว่าสารเคลือบผิวที่ไม่มีเรซิ่น การเก็บรักษาผลส้มสายน้ำผึ้งในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา โดยจะลดการคายน้ำในชุดควบคุม ยืดระยะเวลาในการเกิดกลิ่นผิดปกติในชุดที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว และลดการ

เกิดโรคในชุดที่บรรจุในถุงพลาสติก การบรรจุผลส้มสายน้ำผึ้งในถุงชนิดใสเจาะรูและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส น่าจะเป็นวิธีการเก็บรักษาที่คุ้มค่ามากที่สุดเนื่องจากต้นทุนไม่สูง และเพิ่มความสวยงามด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จำนงค์ อุทัยบุตร ที่ช่วยให้คำปรึกษาในการทำวิจัย ขอขอบคุณสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้อำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

วิลาวัลย์ คำปวน กันยา แอ่นกาศ และจำนงค์ อุทัยบุตร. 2548. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลส้มสายน้ำผึ้งที่ผ่านการเคลือบผิว. ว. วิทย. กษ. 36 (5-6) (พิเศษ): 72-75.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 364 หน้า.

Hagenmaier, R. D. 2000. Evaluation of a polyethylene-candelilla coating for 'Valencia' oranges. Postharvest Biol. Technol. 19: 147-154.

Hagenmaier, R. D. and R. A. Baker, 1994. Internal gases, ethanol content and gloss of citrus fruit coated with polyethylene wax, carnauba wax, shellac or resin at different application levels. Proc. Fla. State Hort. Soc. 107: 261-265.

Kader, A. A. 2002. Postharvest biology and technology: An overview. pp.39-47. *In* :A.A. Keder (ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd ed. Agriculture and Natural Resources, University of California, California.

Zagory, D. and A.A. Kader. 1988. Modified atmosphere packaging of fresh produce. Food Technology 42(9): 70-77.

ผลของการลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็นต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72

Effects of Forced-air Cooling on Postharvest Qualities of Strawberry Fruits cv. No. 72

กิตติศักดิ์ เรือนมา[1/] พิชญา บุญประสม[2/] และ ดนัย บุญยเกียรติ[1/]
Kittisak Ruanma[1/], Pichaya Boonprasom[2/] and Danai Boonyakiat[1]

Abstract: Effects of forced-air cooling on postharvest qualities of strawberry fruits cv. No.72 was studied by decreasing temperature of strawberry fruits to 4 °C and stored at 0, 5, 10 °C and ambient temperature (25±1 °C) together with calculated cooling parameters. The results showed that strawberries had average lag factor equal to 0.9396 half cooling time, seven-eighths cooling time and cooling coefficients 11.83, 35.33 minutes and 0.07 per minute, respectively. After 2 days of storage, it was found that the firmness and vitamin C content of precooled strawberry fruits were higher but lower in total soluble solids than those of non precooled fruits. Precooling had no effect on storage life, weight loss, titratable acidity and anthocyanin content. Strawberry fruits stored at ambient temperature were indicated the highest weight loss and anthocyanin content but the lowest firmness. Strawberry fruits stored at 0 °C had the longest storage life which was 14 days and had the highest vitamin C content. Storage temperatures had no effect on total soluble solids and titratable acidity. Respiration rate of precooled strawberry fruits and non precooled were not significant different.

Keywords: Strawberry, precooling, forced-air cooling

[1/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[2/]ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[1/]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand
[2/]Department of Food Engineering, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็นต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72 ได้ถูกทำการศึกษา โดยการลดอุณหภูมิผลสตรอเบอรีให้เหลือ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5, 10 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (25±1 องศาเซลเซียส) พร้อมกับคำนวนหาค่า cooling parameters จากข้อมูลของการทดลอง พบว่า lag factor มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.9396 ค่า half cooling time, seven-eighths cooling time และค่า cooling coefficients มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.83, 35.33 นาที และ 0.07 ต่อนาที ตามลำดับ และเมื่อเก็บรักษานาน 2 วัน พบว่า ผลสตรอเบอรีที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีความแน่นเนื้อ และปริมาณวิตามินซีมากกว่า ผลสตรอเบอรีที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ แต่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยกว่า และการลดอุณหภูมิไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณแอนโธไซยานิน ผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด มีปริมาณแอนโธไซยานินสูงที่สุด มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด ผลสตรอเบอรีซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 14 วันและมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรีที่ผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิ และไม่ผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: สตรอเบอรี การลดอุณหภูมิเฉียบพลัน การลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็น

คำนำ

สตรอเบอรีจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญในระดับท้องถิ่นชนิดหนึ่งของเกษตรกรทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย (สังคม, 2532) สตรอเบอรีเป็นผลไม้ที่เน่าเสียได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น เนื่องจากมีลักษณะผลนิ่มผิวบาง ง่ายต่อการช้ำเสียหายทั้งในขณะที่เก็บเกี่ยวและระหว่างการขนส่ง และยังมีอัตราการหายใจสูงจึงทำให้งอมอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษาไว้ในสภาพอุณหภูมิสูง จึงสามารถเก็บรักษาได้ในระยะเวลาสั้น ๆ เพียง 5-7 วัน ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (นิธิยาและดนัย, 2533) การจัดการอุณหภูมิให้เหมาะสม เช่น การลดอุณหภูมิทันทีหลังการเก็บเกี่ยว จะช่วยรักษาคุณภาพของผลสตรอเบอรีได้ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำจะทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ เกิดช้าลง เช่น การหายใจช้าลง การคายน้ำช้าลง และการถูกทำลายจากจุลินทรีย์ต่าง ๆ เกิดขึ้นได้ช้าลง ซึ่งเป็นการลดการสูญเสียและยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (ดนัยและนิธิยา, 2548) โดย Nunes *et al.* (1995b) รายงานว่าการลดอุณหภูมิทันทีหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรีพันธุ์ Sweet Charlie ร่วมกับการหุ้มด้วยฟิล์มพีวีซี มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด และมีลักษณะปรากฏที่ดีที่สุด (เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส) เมื่อเปรียบเทียบกับผลสตรอเบอรีที่ทำการลดอุณหภูมิช้าไป 6 และ 8 ชั่วโมง หลังการเก็บเกี่ยว การลดอุณหภูมิด้วยการผ่านอากาศเย็น (forced-air cooling) เป็นวิธีการที่จัดทำขึ้นเพื่อทำให้ลมผ่านไปยังผักและผลไม้อย่างทั่วถึงกันในเวลาอันสั้น ซึ่งอาจทำได้โดยสร้างห้องสำหรับทำการนี้โดยเฉพาะหรือดัดแปลงใช้ห้องเย็นธรรมดาก็ได้ โดยทั่วไปผลิตผลที่บรรจุลงในกล่องเรียบร้อยแล้วจะถูกนำเข้าไปเรียงในห้องเย็นเป็น 2 แถวชิดฝาผนัง เว้นที่ไว้ตรงกลางจัดให้มีพัดลมดูดอากาศออก แล้วใช้ผ้าใบปิดช่องว่างระหว่างแถวของผลิตผล เพื่อมิให้อากาศถูกดูดออกจากห้องโดยตรงแต่จะต้องถูกดูดผ่านผลิตผลก่อน (จริงแท้, 2544) การลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็นนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรี เนื่องจากกระทำได้รวดเร็วและทำให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีการอื่น ๆ โดยปกติจะใช้เวลาประมาณ 2-4 ชั่วโมง เพื่อที่จะให้ผลของสตรอเบอรีมีอุณหภูมิลดลงเหลือ 1 องศาเซลเซียส (DeEll, 2006) วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษา cooling

parameters อันได้แก่ half cooling time, seven-eighths cooling time, lag factor และ cooling coefficients ของการลดอุณหภูมิแบบผ่านอากาศเย็นของผลสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72 และเปรียบเทียบผลของการลดอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี

อุปกรณ์และวิธีการ

สตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72 จากแหล่งปลูกในเขตพื้นที่ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ บรรจุในกล่องพลาสติกขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร แล้วนำมาเรียงลงในตะกร้าขนาดความกว้าง 36 เซนติเมตร ยาว 56 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ตะกร้าละ 12 กล่อง ทั้งหมด 16 ตะกร้า โดยแบ่งตะกร้าออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่จะทำการลดอุณหภูมิและส่วนที่ไม่ลดอุณหภูมิ ชั่งน้ำหนักสตรอเบอรีก่อนทำการลดอุณหภูมิ จากนั้นจึงนำตะกร้าสตรอเบอรีที่จะทำการลดอุณหภูมิเข้าห้องเย็น โดยจัดเรียงตะกร้าเป็น 2 แถวขนานกันเว้นช่องว่างตรงกลาง โดยมีช่องที่มีพัดลมดูดอากาศอยู่ตรงกลางผนังห้องเย็น และช่องว่างระหว่าง 2 แถวนี้จัดให้มีผ้าพลาสติกหรือผ้าใบคลุมตลอดทั้งด้านบนและด้านล่าง เพื่อบังคับให้อากาศไหลตามช่องเปิดของภาชนะบรรจุผลิตผลทุกภาชนะ ระหว่างการลดอุณหภูมินี้ อุณหภูมิของผลสตรอเบอรี ณ จุดกึ่งกลางกล่องพลาสติกที่วางซ้อนกันอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กันได้รับการบันทึกข้อมูลลงในเครื่อง data logger ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเย็นได้รับการบันทึกทุกๆนาที ค่าที่วัดได้จากเครื่อง data logger จะนำไปคำนวณหาค่า cooling coefficients, lag factor, half cooling time และ seven-eighths cooling time จากนั้นนำผลสตรอเบอรีทั้ง 2 ส่วน คือ ที่ผ่านการลดอุณหภูมิและไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5, 10 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (25±1 องศาเซลเซียส) บันทึกการสูญเสียน้ำหนัก ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของผลสตรอเบอรีทุก ๆ 2 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา วัดลักษณะทางกายภาพ คือ สีผิว โดยใช้เครื่อง Chromameter ความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง fruit hardness tester และองค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ วัดด้วยเครื่อง digital refractometer ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริกโดยวิธีการไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 นอร์แมล ค่าพีเอช (pH) วัดด้วยเครื่อง pH-meter ปริมาณวิตามินซี โดยวิธี Indophenol และปริมาณแอนโธไซยานิน ตามวิธีของ Ranganna (1986) เปรียบเทียบอัตราการหายใจระหว่างผล สตรอเบอรีที่ผ่านการลดอุณหภูมิ และไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำการวัดอัตราการหายใจด้วยระบบไหล (flow system) โดยเก็บรักษาผลสตรอเบอรีไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท มีอากาศเข้าและออก โดยต้องควบคุมอัตราเร็วของการไหลเข้าของก๊าซโดยอาศัยความแตกต่างของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไหลผ่านเข้าออกจากภาชนะ การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์นั้นหาได้จากการใช้เครื่อง Gas Chromotography โดยนำผลสตรอเบอรีน้ำหนักประมาณ 500 กรัม บรรจุลงในกล่องพลาสติกขนาด 13 x 18.7 x 9.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำกล่องพลาสติกที่บรรจุสตรอเบอรีแล้วต่อเข้ากับชุดแผงควบคุมอัตราการไหลของอากาศ วัดอัตราการหายใจของผลสตรอเบอรีทุกวันจนหมดอายุการเก็บรักษา แล้วนำมาคำนวณอัตราการหายใจ โดยคำนวณตามสูตรของ Smith (1995)

ผลการทดลอง

ในระหว่างการลดอุณหภูมิภายในห้องเย็นมีความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างผันแปร โดยตลอดช่วงการลดอุณหภูมิมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 93 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1) อุณหภูมิของผลสตรอเบอรีขณะทำการลดอุณหภูมิเมื่อนำมาเขียนเป็นแผนภาพจะแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของผลสตรอเบอรีกับเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิมีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรงลักษณะของกราฟที่ได้

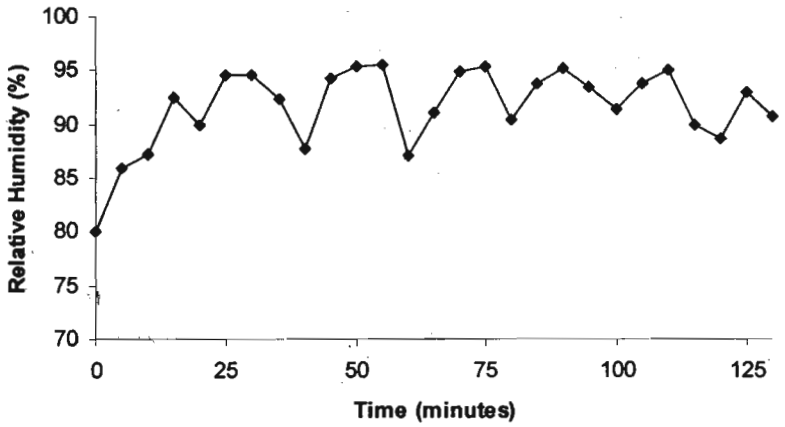

Figure 1 Relative humidity in forced-air cooling room.

เป็นเส้นโค้งแบบเอกซ์โพแนนเชียลเชิงลบ (negative exponential) อัตราการลดของอุณหภูมิในช่วงแรก อุณหภูมิของผลสตรอเบอรีจะลดลงอย่างช้า ๆ เนื่องจากสตรอเบอรีมีความต้านทานการพาความร้อน หลังจากผ่านไป 45 นาที อุณหภูมิของผลสตรอเบอรีลดลงอย่างรวดเร็วและอัตราการลดอุณหภูมิจะลดลงอย่างช้า ๆ อีกครั้งหนึ่ง (ภาพที่ 2) ค่า lag factor ของการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.9396 สำหรับค่าของ half cooling time และ seven-eighths cooling time ในสภาวะที่ใช้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.83 และ 35.33 นาที ตามลำดับ ค่า cooling coefficients เฉลี่ยเท่ากับ 0.07 ต่อนาที (ตารางที่ 1) การลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณแอนโธไซยานินและอายุการเก็บรักษาของสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ นาน 2 วัน พบว่า ผลสตรอเบอรีที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณวิตามินซี มากกว่าผลสตรอเบอรีที่ไม่ได้ผ่านการลดอุณหภูมิ การเก็บรักษาผลสตรอเบอรีที่อุณหภูมิต่ำทำให้ผลสตรอเบอรีมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนั้นยังมีความแน่นเนื้อ ปริมาณวิตามินซีและอายุการเก็บรักษามากกว่า แต่มีปริมาณแอนโธไซยานินน้อยกว่าผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 2) อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรีที่ผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิและไม่ผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิ ในช่วงสองวันแรกอัตราการหายใจจะลดลงและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ตลอดอายุการเก็บรักษา พบว่า อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรีทั้งสองกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 3)

วิจารณ์

จากผลการทดลอง พบว่า lag factor ของการทดลองมีค่าประมาณ 1 ทำให้สามารถลดอุณหภูมิสตรอเบอรีได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการพา สำหรับค่าของ half cooling time และ seven-eights cooling time ในสภาวะการลดอุณหภูมิที่ใช้มีค่าอยู่ในช่วง 7 ถึง 17 และ 21 ถึง 55 นาที ตามลำดับ โดยหัววัดที่ 6 มีค่าน้อยที่สุด และจากหัววัดที่ 5 มีค่ามากที่สุด จากการทดลองพบว่าค่า cooling coefficients อยู่ในช่วง 0.0358 ถึง 0.1005 ต่อนาที และพบว่าหัววัดที่ 6 มีค่ามากที่สุด ส่วนในหัววัดที่ 5 มีค่าน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 จะเห็นว่าค่าความเร็วลมที่ผ่านหัววัดที่ 4 และ 5 มีค่าน้อยกว่าหัววัดอื่น ๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.36 และ 0.30 เมตร/นาที

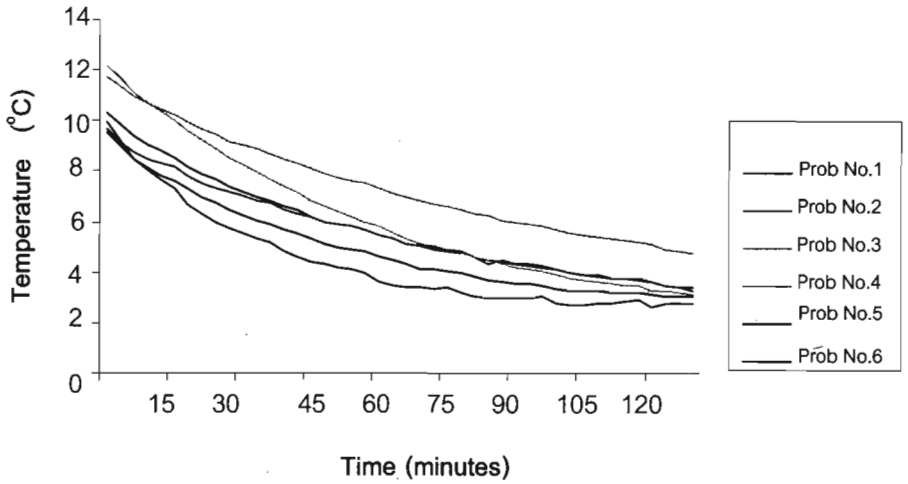

Figure 2 Cooling temperature of strawberry fruits cv. No. 72 by forced-air cooling system.

Table 1 Forced-air cooling parameters of strawberry fruits cv. No. 72.

Prob no.	Lag factor	Cooling coefficients (per minute)	Half cooling time (minute)	Seven – eighths cooling time (minute)	Air flow rate (m/s)	Internal temperature of strawberry fruit before cooling (°C)	Weight loss percentage (%)
1	0.9593	0.0705	10	29	0.48	13.27	0
2	0.9232	0.0700	9	28	0.48		
3	0.9650	0.0978	12	26	0.55		
4	0.8989	0.0358	16	53	0.36		
5	0.9021	0.0373	17	55	0.30		
6	0.9895	0.1005	7	21	0.70		
Average	0.9396	0.07	11.83	35.33	0.48	13.27	

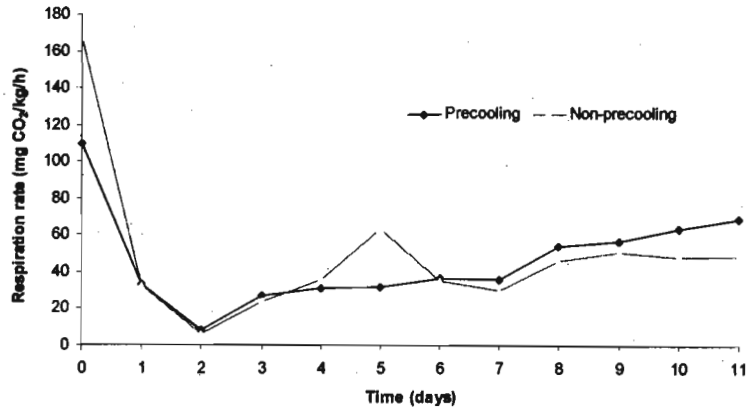

Figure 3 Respiration rate of precooled strawberry fruits at 5 °C.

ตามลำดับ จึงเป็นผลทำให้ค่า half cooling time และ seven-eighths cooling time มีค่าสูง ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรีให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนด มากกว่าหัววัดอื่น ๆ

การลดอุณหภูมิไม่มีผลต่อการการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณแอนโธไซยานิน และอายุการเก็บรักษาของสตรอเบอรีพันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ นาน 2 วัน ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองของ Nunes *et al.* (1995a) ซึ่งพบว่า การลดอุณหภูมิมีผลต่ออายุการเก็บรักษาหรืออายุการวางจำหน่ายของสตรอเบอรี เช่นเดียวกับ Agar *et al.* (2006) รายงานว่า การลดอุณหภูมิโดยวิธีผ่านอากาศเย็น ช่วยเพิ่มอายุการวางจำหน่ายของผล Apricot พันธุ์ Precoce de Tyrinthe ที่เก็บเกี่ยวในระยะแตกต่างกันแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และมีลักษณะปรากฏดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผล Apricot ที่ทำการลดอุณหภูมิโดยใช้ห้องเย็นปกติ อย่างไรก็ตาม Nunes *et al.* (1995b) ยังพบว่าระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงเวลาที่นำผลสตรอเบอรีเข้าสู่กระบวนการลดอุณหภูมิ มีผลต่อคุณภาพทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และคุณค่าทางโภชนาการของผลสตรอเบอรี โดยคุณภาพของผลสตรอเบอรีหลังการเก็บเกี่ยวจะแปรผกผันกับช่วงระยะเวลาก่อนทำการลดอุณหภูมิ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้เนื่องจากการลดอุณหภูมิไม่ได้ทำทันทีหลังการเก็บเกี่ยว เพราะระยะทางระหว่างแปลงปลูกสตรอเบอรีกับห้องเย็นที่ใช้ทำการลดอุณหภูมินั้นห่างกันโดยต้องใช้เวลาในการเดินทางประมาณ 2 ชั่วโมง จึงไม่สามารถทำการลดอุณหภูมิได้ทันที ซึ่งการลดอุณหภูมิของผลสตรอเบอรีควรทำภายใน 1 ชั่วโมงหลังการเก็บเกี่ยว เพราะว่า หากทำการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยวช้าไป 2, 4, 6 หรือ 8 ชั่วโมง จะทำให้ผลสตรอเบอรีมีการสูญเสียคุณภาพหรืออายุการเก็บรักษาไปถึง 20, 37, 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (DeEll, 2006)

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 3 จะเห็นว่าอัตราการหายใจของผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากกระบวนการหายใจเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่เปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในอาหารให้อยู่ในรูปของพลังงานที่สามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต (จริงแท้, 2544) นอกจากนี้สาเหตุที่ทำให้อัตราการหายใจของผลสตรอเบอรีเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากการเกิดบาดแผลบนผลสตรอเบอรีและการเข้าทำลายของเชื้อรา ซึ่งอาจจะมีการหายใจของเชื้อราร่วมอยู่ด้วย อัตราการหายใจเป็นสิ่งที่แสดงถึงอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้ ผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำจะมีอายุ

Table 2 Effects of forced-air cooling on postharvest physico-chemical qualities of strawberry fruits stored for 2 days.

Treatment	Weight loss (%)	Firmness (kg)	TSS (%)	TA (%)	pH	Vitamin C content (mg/100 g)	Anthocyanin content (mg/ 100 g)	Storage life (days)
Factor 1 : Cooling								
Precooling	1.16±0.68	0.88±0.12a	8.22±0.58a	1.16±0.19	3.23±0.08	60.76±6.61a	7.39±3.06	7.00
Non precooling	1.43±0.76	0.84±0.13b	7.64±0.44b	1.11±0.20	3.29±0.08a	54.84±6.86b	7.45±2.37	7.00
Factor 2 : Temperature								
Ambient temperature (25±1 °C)	2.42±0.45a[1/]	0.79±0.15	7.91±0.43	1.15±0.21	3.26±0.07	55.34±8.05b	10.04±2.97a	2.00d
10 °C	0.76±0.19c	0.86±0.10a	8.06±0.67	1.13±0.20	3.26±0.10	57.16±8.54ab	7.47±2.54b	6.00c
5 °C	0.96±0.22c	0.89±0.09a	8.06±0.62	1.14±0.19	3.24±0.08	58.73±4.87ab	6.09±1.32c	10.00b
0 °C	1.26±0.36b	0.87±0.11a	7.92±0.49	1.14±0.20	3.26±0.08	59.97±6.93a	6.09±1.65c	14.00a

[1/] Different upper-case superscripts in the same column indicate significant differences ($P < 0.05$)

การเก็บรักษานานกว่าผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูง (สายชล, 2528) เพราะการหายใจนำมาซึ่งการเสื่อมสลาย ถ้าการหายใจของผลิตผลเกิดช้าลงการเสื่อมสลายของผลิตผลก็จะช้าลงด้วย

สรุป

ค่า lag factor จากการลดอุณหภูมิสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 โดยวิธีผ่านอากาศเย็นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.9396 ค่า half cooling time และ seven-eighths cooling time มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11.83 และ 35.33 นาที ตามลำดับ และมีค่า cooling coefficients อยู่ในช่วง 0.035 – 0.100 ต่อนาที

ผลสตรอเบอรีที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีค่าความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลสตรอเบอรีที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ แต่มีค่า pH ต่ำกว่า มีการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณแอนโทไซยานิน และอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน

ผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า มีความแน่นเนื้อ และอายุการเก็บรักษามากกว่าผลสตรอเบอรีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง แต่มีปริมาณแอนโทไซยานินต่ำกว่า และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ค่า pH และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง และสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2533. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้เศรษฐกิจ. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 213 หน้า.

สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2532. สตรอเบอรี. เอกสารประกอบการสอนวิชา 113422 การผลิตไม้ผลเขตกึ่งร้อน. คณะเกษตรศาสตร์ วิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี. 33 หน้า.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 364 หน้า.

Agar, T., S. Paydas, O. Ozkaya, O. Buyukalaca and F. Ekinci. 2006. Effect of harvest dates and forced air cooling on postharvest quality of apricot cv. Precoce de Tyrinthe. Acta Hort. (ISHS) 701: 577-580.

DeEll, J.R. 2006. Postharvest handling and storage of strawberries. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่ข้อมูล: http://www.omafra.gov.on.ca/hort/news/hortmatt/2006/13hrt06a4.htm (17 สิงหาคม 2549).

Nunes, M. C. N., J. K. Brecht, A. M. M. B. Morias and S. A. Sargent. 1995a. Physical and quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. Postharvest Biology and Technology 6: 17-28.

Nunes, M. C. N., J. K. Brecht, S. A. Sargent and A. M. M. B. Morias. 1995b. Effects of delays to cooling and wrapping on strawberry quality (cv. Sweet Charlie). Food Control,6(6): 323-328.

Ranganna, S. 1986. Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill Publishing Company Inc., New Delhi. 1112 pp.

Smith, L. 1995. Calculations for Research Experiments Using Stored Fruits Volume I. Queensland Department of Postharvest Industries Horticulture Group, Hamilton, Queensland, Australia. 34 pp.

JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 25, Issue 1 February 2009

ISSN 0857-0841