



วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 24 ฉบับที่ 3 ตุลาคม 2551

ผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อปริมาณสารคลอไรด์ในใบและยอดของกิ่งตอนลำไยพันธุ์ดอ เสาวมาลย์ วิจารณ์ และธนะชัย พันธุ์เกษมสุข.....	165
ผลของการให้ธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสลูกผสม พชร สมานิตย์ และโสระยา ร่วมรังษี.....	171
ผลของระดับไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของบัวขี้ โสระยา ร่วมรังษี วรณช คงแก้ว อนงค์ พยัคฆ์หนพล และรัจจน กิจคำ.....	179
การแยกและเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์กล้วยไม้ช้างแดง วุฒิชัย ไช้มุขต์ และสมปอง เตชะโต.....	187
การขยายพันธุ์ต้นลิงแล้วในสภาพปลอดเชื้อและในสภาพโรงเรือน จามจุรี ไส่ติกุล ปาริชาติ ชุมพรณ์ และแดนสรวง น้อยคำ.....	199
ลักษณะปากใบของจำนวนชุดโครโมโซมที่แตกต่างกันในกล้วยไม้หวายลูกผสมบางชนิด เพ็ญพิมพ์ ชิดบุรี นันทวรรณ อินต๊ะน้ำ และอภิชาติ ชิดบุรี	205
รูปแบบไอโซไซม์ของแผ่นดินเย็น พิชญนาถ อัญชลีลังกาศ ฉันทนา สุวรรณธาดา และพรรัตน์ ศิริคำ.....	211
มัลติมีเดีย และโปรแกรมฐานข้อมูลบอนสี เดือนใจ ไก่สกุล ภูณทรี เพ็ชรทวีพรเดช ปิยะศักดิ์ ชุ่มพฤษ และพยนต์ ชื่นบาน.....	217
การศึกษาพัฒนาของดอกกาแฟโรบัสต้าและการบังคับให้ดอกบานพร้อมกัน สุรรัตน์ ปัญญาโตะ และเสาวนีย์ มีมุทา.....	225
ปริมาณธาตุอาหารพืชในสารละลายที่ได้จากการหมักวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ไมตรี แก้วทับทิม.....	233

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

เรื่องที่ตีพิมพ์

บทความวิจัย บทความปริทัศน์ หรือบทความวิชาการ

การเตรียมต้นฉบับ

1. ภาษา เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

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

3. การเรียงลำดับเนื้อหา

3.1 ชื่อเรื่อง (Title) ควรสั้น ชัดเจน และต้องสื่อเป้าหมายหลักของการศึกษาวิจัย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.2 ชื่อผู้เขียนและที่อยู่ เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

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

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

3.5 อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) ให้อธิบายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 ผลการศึกษาหรือผลการทดลอง (Results) ให้บรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบ ตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

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

3.8 สรุป (Conclusion) ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ หรือ คำขอบคุณ (Acknowledgement)

อาจมีหรือไม่ก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. เอกสารอ้างอิง (References)

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

5.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษโดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนมีดังนี้

1) วารสาร (Journals)

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

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

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

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

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

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

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

3) เรื่องย่อในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน และมีบรรณานุกรม

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

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

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

4) วิทยานิพนธ์

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

อภิรักษ์ มณีพองษ์. 2547. ผลของการใช้อินทรีย์วัตถุคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่นๆ

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

6) สื่ออิเล็กทรอนิกส์

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

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

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

การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล โดยส่งถึง บรรณานุกรมวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

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

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

บทบรรณาธิการ

วารสารฉบับที่ 24(3) เป็นฉบับสุดท้ายของรอบปีนี้ ทางกองบรรณาธิการฝ่ายจัดการได้ดำเนินการจัดเตรียมต้นฉบับแล้วเสร็จก่อนกำหนดการออกวารสารนานพอสมควร เนื่องจากระยะหลังเราได้รับความร่วมมือดีมากจากนักวิจัยทุกท่าน ช่วยกันส่งบทความเข้ามาจำนวนมาก และเราคาดหมายว่าในปี 2552 จำนวนบทความจะมีมากกว่านี้อีก เนื่องจากข้อกำหนดการตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิชาการ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จะเริ่มมีผลบังคับใช้จริงจึงต่อนักศึกษาระดับปริญญาโทและเอก ดังนั้นเพื่อรองรับบทความทางวิชาการที่มากขึ้น กองบรรณาธิการจึงได้มีการปรับปรุงคุณภาพยิ่งขึ้นไปอีก โดยเรียนเชิญผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกเข้ามาเป็นกองบรรณาธิการเพิ่มขึ้น รวมทั้งเรียนเชิญผู้ทรงคุณวุฒิที่จะทำหน้าที่ อ่านและตรวจแก้บทความ จากภายนอกเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อรวมกับผู้ทรงคุณวุฒิที่มีอยู่เดิม ก็เชื่อว่าจะช่วยทำให้คุณภาพบทความ ที่ได้รับการยอมรับให้ตีพิมพ์ จะยังคงเป็นที่น่าเชื่อถือและเป็นแหล่งอ้างอิงให้นักวิจัยอื่น ๆ ต่อไป

บทความทางวิชาการที่ส่งมาลงในวารสาร ส่วนใหญ่เป็นบทความจากงานวิจัยต้นฉบับ สิ่งที่วารสารของเรา ยังไม่ค่อยมีคือบทความปริทัศน์ (review paper) ซึ่งรวบรวมบทความวิจัยในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างเป็นกลุ่มก้อน โดยสอดแทรกความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์อย่างถูกต้องชัดเจนต่องานวิจัยที่ได้รวบรวมมา และให้ข้อสรุปที่เป็นความคิดเห็นของผู้ review เอง ซึ่งงานแบบนี้ต้องใช้เวลาและประสบการณ์สูง บทความลักษณะนี้จึงไม่ปรากฏบ่อยนัก แต่เมื่อใดที่เกิดขึ้น ก็จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่องานวิจัยด้านนั้น ๆ จึงใคร่ขอเชิญชวนให้ท่านนักวิจัยอาวุโสทั้งหลาย ส่งบทความปริทัศน์มาลงยังวารสารเกษตร เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อวงการ และเป็นแบบอย่างให้นักวิจัยมือใหม่ ได้เห็นว่าบทความปริทัศน์ที่ดีนั้น เขาเขียนกันอย่างไร ขอฝากความหวังไว้ด้วยครับ

รศ.ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ

บรรณาธิการ

ผลของโพแทสเซียมคลอเรตต่อปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน ในใบและยอดของกิ่งตอนลำไยพันธุ์ดอ

Effect of Potassium Chlorate on Gibberellin-like Substance Contents in Leaves and Shoots of Air-layered Longan cv. Daw

เสาวมาลย์ วิจารณ์^{1/} และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข^{1/}
Sawaman Wijarn^{1/} and Tanachai Pankasemsuk^{1/}

Abstract: Gibberellin-like substance contents in leaves and shoots after treated with potassium chlorate were studied by using one year old air-layered with root and derooted longan cv. Daw. The completely randomized design was employed with four treatments, air-layered + tap water (R); air-layered + potassium chlorate ($R+KClO_3$); derooted air-layered + tap water (DR); derooted air-layered + potassium chlorate ($DR+KClO_3$), and four replications, ten trees per replication. The air-layered in all treatments were dipped into potassium chlorate ($+KClO_3$) solution at the concentration of 500 ppm or tap water for 24 hours then all of the air-layered longans were cultured in tap water throughout the study. They were found that the contents of gibberellin-like substances (GAs) in leaves and shoots of all treatments tended to be non-significant differences throughout the 25 days studied period. Contents of GAs in leaves and shoots within each treatment decreased as the studied time increased.

Keywords: Potassium chlorate, gibberellin-like substances, longan, plant growth regulator, hormone

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

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

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอเรตต่อเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารคล้ายจีเบอเรลลินของกิ่งตอนลำไยพันธุ์ดอ อายุ 1 ปี ที่ไม่ตัดรากออก และที่ตัดรากออก วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 กรรมวิธี ได้แก่ กิ่งตอนแช่ในน้ำประปา (R) กิ่งตอนแช่ในโพแทสเซียมคลอเรต ($R+KClO_3$) กิ่งตอนที่ตัดรากแช่ในน้ำประปา (DR) และ กิ่งตอนที่ตัดรากแช่ในโพแทสเซียมคลอเรต ($DR+KClO_3$) กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ใช้กิ่งตอนจำนวน 10 กิ่งต่อ 1 ซ้ำ โดยการแช่ด้วยกิ่งตอนลำไยในสารละลายโพแทสเซียมคลอเรต 500 สดล. หรือ น้ำประปา นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำกิ่งตอนเหล่านั้นไปเลี้ยงต่อในน้ำประปา พบว่า สารคล้ายจีเบอเรลลิน ในใบและยอดของทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลา 25 วันที่ทำการศึกษา แต่ปริมาณสารคล้ายจีเบอเรลลิน ในแต่ละกรรมวิธีทั้งในใบและยอดส่วนใหญ่ลดลง เมื่อระยะเวลาการศึกษาเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: โพแทสเซียมคลอเรต ปริมาณสารคล้ายสารคล้ายจีเบอเรลลิน ลำไย สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ฮอร์โมน

คำนำ

ลำไยเป็นไม้ผลเขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถส่งออกต่างประเทศทำรายได้ปีละหลายพันล้านบาท (พาวัน และคณะ, 2547) ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในการปลูกลำไย คือ การออกดอกไม่สม่ำเสมอ หรือออกดอกปีเว้นปี แต่ปัจจุบันปัญหาดังกล่าวหมดไปเนื่องจากการค้นพบสารโพแทสเซียมคลอเรตที่ใช้บังคับลำไยให้ออกดอกนอกฤดูได้ สมมติฐานเกี่ยวกับการทำงานของคลอเรตที่ได้รับความเชื่อถือในกลุ่มนักสรีรวิทยาพืชขณะนี้ ได้แก่ การที่อนุมูลคลอเรตไปเปลี่ยนสมดุลของฮอร์โมนภายในต้นพืช (ธนชัย, 2542) จากการศึกษาปริมาณฮอร์โมนที่คาดว่าเกี่ยวข้องกับออกดอกของลำไยส่วนใหญ่พบว่า ปริมาณของไซโตไคนินจะสูง ในขณะที่ออกซินและจีเบอเรลลินต่ำในช่วงก่อนการออกดอก (Chen *et al.*, 1997; Hegele *et al.*, 2006) ซึ่งจีเบอเรลลินอาจมีผลยับยั้งการออกดอก (Qui *et al.*, 2001) เมื่อต้นลำไยได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรต พบว่า หลังการราดสารโพแทสเซียมคลอเรตปริมาณสารคล้ายจีเบอเรลลินต่ำกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร และจะต่ำลงเรื่อย ๆ จนถึงช่วงแทงดอก (ณัฐวดี, 2545) และมีรายงานว่าในธรรมชาติปริมาณสารคล้ายจีเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์ดอจะลดลงช่วงก่อนการออกดอก (นพพร, 2539) Koshita *et al.* (1999) รายงานว่าการรด จีเบอเรลลิน (GA_1 และ GA_3) มีผลยับยั้งการสร้างตาออกของส้ม อย่างไรก็ตามถึงแม้

ว่าจีเบอเรลลินไม่ได้สังเคราะห์ในราก แต่มีรายงานการศึกษาใน *Phaseolus coccineus* พบว่า GA_{19} ในยอดจะเคลื่อนที่มารากและเปลี่ยนเป็น GA_1 ก่อนถูกส่งกลับไปที่ยอด (Waisel *et al.*, 1996) นอกจากนี้ นิรมล (2548) ได้ทำการศึกษาโดยการตัดรากของกิ่งตอนลำไยพันธุ์ดอทิ้ง แล้วนำกิ่งตอนที่ไม่มียากไปจุ่มในสารโพแทสเซียมคลอเรต หลังจากนั้นนำมาเพาะเลี้ยงในน้ำประปา พบว่า กิ่งตอนที่ตัดรากออกแล้วสามารถออกดอกได้โดยการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต แต่ก็ยังมิได้มีการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงระดับของจีเบอเรลลินภายในกิ่งตอนลำไยภายหลังจากที่ทำการตัดรากออกและได้รับสารโพแทสเซียมคลอเรต

การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโพแทสเซียมคลอเรตต่อการเปลี่ยนแปลงของสารคล้ายจีเบอเรลลินในใบและยอดของกิ่งตอนลำไยพันธุ์ดอ

อุปกรณ์และวิธีการ

นำกิ่งตอนลำไยพันธุ์ดออายุ 1 ปี มาเพาะปลูกในถุงพลาสติกดำขนาด 12.7×30.48 เซนติเมตร (5×12 นิ้ว) บรรจุทราย:เถ้ากลบในอัตราส่วน 1:1 รดสารละลายธาตุอาหารสูตรดอยคำ 1 และดอยคำ 2 อัตราส่วน 1:1 ปรับพีเอช 5.5-6.5 ทุก 3 วัน เป็นเวลา 1 เดือนก่อนทำการศึกษา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 กรรมวิธี ได้แก่ กิ่งตอนแช่ในน้ำประปา (R) กิ่งตอนแช่ในโพแทสเซียมคลอเรต ($R+KClO_3$) กิ่งตอนที่ตัดรากแช่ในน้ำประปา (DR) และ

กิ่งตอนที่ตัดรากแช่ในไฟแทสเซียมคลอไรด์ ($DR+KClO_3$) กรรมวิธีละ 4 ชั่วโมง ใช้กิ่งตอนจำนวน 10 กิ่งต่อ 1 ชั่วโมง นำกิ่งตอนในทุกกรรมวิธีไปล้างราก และ/หรือ ตัดราก ก่อนนำไปแช่ในสารละลายไฟแทสเซียมคลอไรด์ 500 สดล หรือน้ำประปา นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำกิ่งตอนที่ผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ ไปเพาะเลี้ยงในน้ำประปา ทำการเก็บตัวอย่างใบย่อย 2 ใบจากใบประกอบชุดที่ 1 นับจาก ยอด และยอด (ความยาว 5 เซนติเมตร) ของกิ่งตอนแต่ละกิ่งในทุกกรรมวิธีทุกวันที่ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 วัน หลังให้สารไฟแทสเซียมคลอไรด์ นำตัวอย่างใบและยอด (จำนวน 5 กรัม) ไปวิเคราะห์ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินโดยใช้วิธี rice secondary leaf sheath bioassay ดัดแปลงมาจาก ณัฐวดี (2545) และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในใบและยอด ทำการศึกษาที่แปลงทดลองภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือน ธันวาคม 2550 – มกราคม 2551

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของกิ่งตอนลำไยพบว่ากิ่งตอนลำไยทั้งที่มีรากและไม่มียรากเมื่อได้รับสารไฟแทสเซียมคลอไรด์ ($R+KClO_3$ และ $DR+KClO_3$) สามารถสังเกตเห็นตาดอกภายในได้คล้อย จุลพรรณหลังจากได้รับไฟแทสเซียมคลอไรด์แล้ว 25 วัน (ข้อมูลไม่ได้แสดง) และเริ่มสังเกตเห็นการออกดอกได้ด้วยตาเปล่าหลังจากได้รับไฟแทสเซียมคลอไรด์แล้ว 45 วัน ขณะที่กิ่งตอนลำไยทั้งที่มีรากและไม่มียรากที่ไม่ได้ ได้รับไฟแทสเซียมคลอไรด์ไม่มีการออกดอก สอดคล้องกับนิรมล (2548) ที่รายงานว่า ไฟแทสเซียมคลอไรด์สามารถกระตุ้นการออกดอกของลำไยได้โดยไม่ต้องอาศัยรากในการพัฒนาตาดอก

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน พบว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินทั้งในใบและยอดในแต่ละกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดระยะเวลาการศึกษา เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ

ของสารคล้ายจิบเบอเรลลินระหว่างกรรมวิธีพบว่าไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาที่ศึกษา โดยที่ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน ในยอดใกล้เคียงกับในใบ (ตารางที่ 1) แต่จากการศึกษาของ ณัฐวดี (2545) พบว่าเมื่อให้สารไฟแทสเซียมคลอไรด์กับลำไยปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินจะลดลงมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ให้สารไฟแทสเซียมคลอไรด์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้ อาจเกิดจากวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์สารไม่ละเอียดพอสำหรับการวิเคราะห์สารจิบเบอเรลลินในปริมาณที่ต่ำมาก ประกอบกับสภาพภูมิอากาศระหว่างที่ทำการศึกษเป็นช่วงที่มีอากาศเย็น ซึ่งอาจมีผลทำให้สารคล้ายจิบเบอเรลลิน ลดลงตามธรรมชาติ นอกจากนี้การขาดสารอาหารของกิ่งตอนเนื่องจากทำการเพาะเลี้ยงกิ่งตอนในน้ำประปาที่ไม่ได้เติมธาตุอาหารพืช ทำให้ไม่มีธาตุอาหารเพียงพอต่อความต้องการของพืช ก็อาจเป็นปัจจัยเสริมให้ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินลดลงด้วย ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป น่าจะมีการเพาะเลี้ยงกิ่งตอนเหล่านั้นในที่ที่มีธาตุอาหารพืชด้วย และควรทำการศึกษาในฤดูร้อนอีกครั้งหนึ่งเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้ นอกจากนี้ควรเลือกใช้วิธีวิเคราะห์สารจิบเบอเรลลินที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

เมื่อนำปริมาณของสารคล้ายจิบเบอเรลลินมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน พบว่า เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในใบระหว่างกรรมวิธี ต่าง ๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาที่ศึกษา โดยที่ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในกิ่งตอนลำไยกรรมวิธี R ลดลงน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ (ตารางที่ 2) สำหรับในยอดให้ผลคล้ายกัน ยกเว้นที่ 25 วัน ซึ่งพบว่าไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสารคล้ายจิบเบอเรลลินในแต่ละกรรมวิธีทั้งในใบและยอดมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen (1987) ที่รายงานว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินใน xylem sap ของมะม่วงในระยะที่เกิดตาดอก และช่วงดอกบานเต็มที่ ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินจะอยู่ในระดับต่ำ

Table 1 Gibberellin-like substance contents (GAs) ($\mu\text{g GA}_3$ (Kyowa) equivalent/gFW) of air-layered (R) and derooted air-layered (DR) longan cv. Daw, non-treated and treated with potassium chlorate (+KClO₃) at the concentration of 500 ppm.

Plant organs	Treatments	GAs (µg GA ₃ (Kyowa) equivalent/gFW)						LSD _{0.05}
		Day(s) after treatments (DAT)						
		0	5	10	15	20	25	
Leaves	R	0.2310 B	0.2757 A	0.2037 C	0.1759 D	0.1255 E	0.0321 F	0.0262
	R+KClO ₃	0.3112 A	0.2599 B	0.1861 C	0.1711 C	0.1457 D	0.0235 E	0.0199
	DR	0.2975 A	0.2479 B	0.1873 C	0.1506 CD	0.1293 D	0.0293 E	0.0408
	DR+KClO ₃	0.3184 A	0.2634 B	0.1994 C	0.1541 D	0.1248 E	0.0261 F	0.0230
LSD _{0.05}		ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Shoots	R	0.2181 B	0.2577 A	0.1940 C	0.1530 D	0.1505 D	0.0256 E	0.0178
	R+KClO ₃	0.3184 A	0.2632 B	0.1943 C	0.1586 D	0.1265 E	0.0209 F	0.0170
	DR	0.2812 A	0.2351 B	0.1739 C	0.1453 D	0.1370 D	0.0229 E	0.0199
	DR+KClO ₃	0.2731 A	0.2281 B	0.1729 C	0.1397 D	0.1200 E	0.0294 F	0.0136
LSD _{0.05}		ns	ns	ns	ns	ns	ns	

ns: Non significant difference at $P \leq 0.05$ by LSD

A, B, C, D, E, F: Means within the same row followed by different letters were significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD

เช่นเดียวกันกับในลำต้น ซึ่งปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินใน xylem sap เริ่มลดลงตามลำดับ ตั้งแต่ช่วงการพักตัวของตา ช่วง 30 วัน ก่อนการสร้างตาดอก ช่วงการสร้างตาดอก และช่วงดอกบาน (Chen, 1990) ในขณะที่นพพร (2539) พบว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์ดอกลดลงก่อนออกดอก นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าเมื่อให้สารโพแทสเซียมคลอเรตปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดของลำไยพันธุ์ดอกลดลงในช่วงก่อนการออกดอก (ณัฐวดี, 2545)

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การตัดรากและการลดลงของปริมาณจิบเบอเรลลิน ไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการชักนำให้เกิดตาดอกของลำไย เพราะกิ่งตอนที่ไม่ได้รับโพแทสเซียมคลอเรตไม่ออกดอก การชักนำให้เกิดตาดอกในลำไยโดยโพแทสเซียมคลอเรตจึงน่าจะมีกลไกอย่างอื่นที่สำคัญมากกว่าการลดลงของปริมาณจิบเบอเรลลินเพียงอย่างเดียว และรากไม่ได้เป็นส่วนสำคัญในกระบวนการชักนำให้เกิดตาดอกในลำไยโดยโพแทสเซียมคลอเรต

Table 2 The changing percentage of gibberellin-like substances (GAs) (%) of air-layered (R) and derooted air-layered (DR) longan cv. Daw, non-treated and treated with potassium chlorate (+KClO₃) at the concentration of 500 ppm.

Plant organs	Treatments	Changing percentage of GAs (%)						LSD _{0.05}
		Day(s) after treatments (DAT)						
		0	5	10	15	20	25	
Leaves	R	0	19.34 aA	-11.80 aB	-23.84 aB	-45.69 aC	-86.12 aD	19.32
	R+KClO ₃	0	-16.49 bA	-40.20 bB	-45.03 bC	-53.17 abD	-92.45 bE	3.35
	DR	0	-16.65 bA	-37.04 bB	-49.37 bC	-56.52 bD	-90.16 bE	3.67
	DR+KClO ₃	0	-17.25 bA	-37.37 bB	-51.59 bC	-60.80 bD	-91.81 bE	4.60
	LSD _{0.05}	-	15.90	19.42	9.90	7.85	2.58	
Shoots	R	0	18.16 aA	-11.05 aB	-29.85 aC	-30.99 aC	-88.26 D	11.57
	R+KClO ₃	0	-17.35 bA	-38.97 bB	-50.19 bC	-60.27 dD	-93.44 E	1.14
	DR	0	-16.40 bA	-38.16 bB	-48.33 bC	-51.29 bD	-91.86 E	2.57
	DR+KClO ₃	0	-16.49 bA	-36.68 bB	-48.84 bC	-56.06 cD	-89.23 E	4.16
	LSD _{0.05}	-	7.65	5.15	10.75	2.45	ns	

ns: Non significant difference at $P \leq 0.05$ by LSD

a, b: Means within the same column followed by different letters were significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD

A, B, C, D, E: Means within the same row followed by different letters were significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD

สรุป

โพแทสเซียมคลอไรด์สามารถชักนำกิ่งตอนลำไยพันธุ์ดอที่ไม่มีรากให้ออกดอกได้ การตัดรากเพื่อลดปริมาณจิบเบอเรลลินไม่สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้ ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดและใบในแต่ละกรรมวิธีทั้งในใบและยอดส่วนใหญ่มีปริมาณลดลงตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน ในยอดและใบระหว่างกรรมวิธีส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินพบว่า กิ่งตอนที่ถูกรากตัดหรือ ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์จะมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารคล้าย

จิบเบอเรลลินลดลงมากกว่ากิ่งตอนที่ไม่ได้ตัดรากและไม่ได้รับโพแทสเซียมคลอไรด์

เอกสารอ้างอิง

ณัฐวดี วังสินธ์. 2545. ผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลิน สารคล้ายไซโตไคนิน ในโตรเจน และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง ในช่วงก่อนออกดอกของยอดลำไยพันธุ์ดอ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 109 หน้า.

- ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. 2542. ลำไยกับสารประกอบคลอเรต. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 53 หน้า.
- นิรมล มุจรินทร์. 2548. ผลของโปแตสเซียมคลอเรตและรากต่อการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 33 หน้า.
- นพพร บุญปลอด. 2539. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์ดอ ก่อนการออกดอก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 62 หน้า.
- พาวิน มะโนชัย ชิตี ศรีตันทิพย์ ยุทธนา เขาพระสุเมรุ และสันติ ช่างเจรจา. 2547. เทคโนโลยีการผลิตลำไย. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ. 126 หน้า.
- Chen, W.S. 1987. Endogeneous growth substance in relation to shoot growth and flower bud development of mango. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 360-363.
- Chen, W.S. 1990. Endogeneous growth substances in xylem and shoot tip diffusate of lychee in relation to flowering. HortScience 25: 314-315.
- Chen, W.S., K.L. Huang and H.C. Yu. 1997. Cytokinins from terminal buds of *Euphoria longana* during different growth stages. Physiol. Plant. 99: 185-189.
- Hegele, M., F. Bangerth, D. Naphrom, P. Srumsiri and P. Manochai. 2006. Control of flower induction in tropical/subtropical fruit trees by phytohormones using the example of longan and mango. Acta Hort. 727: 217-226.
- Koshita, Y., T. Takahara, T. Ogata and A. Gota. 1999. Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, GAs) in leaves and flower bud formation of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). Scientia Hort. 79: 185-194.
- Qiu, J. D., X. Z. Luo and D. Y. Wu. 2001. Regulation of flower bud differentiation in longan. Acta Hort. 558: 225-228.
- Waisel, Y., A. Eshel and U. Kafkafi. 1996. Plant Roots: The Hidden Half. 2nd ed. Marcel Dekker Inc., New York. 1002 pp.

ผลของการให้ธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของ กล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสลูกผสม

Effect of Fertilizer Application on Growth and Development of *Phalaenopsis* Hybrid

พชร สมานิตย์^{1/} และ ไสระยา ร่มรังษี^{1/}

Pachara Samanit^{1/} and Soraya Ruamrungsri^{1/}

Abstract: Five-month old *Phalaenopsis* hybrid was grown in five-inch pot using sphagnum moss as planting media. One month after planting, fertilizer application treatments were studied in two experiments. Firstly, the effects of three levels of nitrogen concentration i.e. 100, 150 and 200 mg/l in combination with two levels of phosphorus concentration i.e. 50 and 100 mg/l on growth and development were carried out. The results showed nitrogen at 150 and 200 mg/l gave the highest leaf width and leaf length. Phosphorus at 100 mg/l gave the highest plant height and leaf width. The combination of 200 mg/l N + 100 mg/l P gave the highest plant height (5.21 cm) but it was not significantly different from when 150 mg/l N + 100 mg/l P was used. Flower qualities and flowering percentage tended to increase with the higher levels of nitrogen application. Secondly, three treatments of fertilizer application rates were carried out i.e. T1: tap water; T2: liquid fertilizer (21N - 21P₂O₅ - 21K₂O) application every two days and T3: liquid fertilizer (21N - 21P₂O₅ - 21K₂O) application every seven days. The results showed that plants supplied with liquid fertilizer every two days had the highest plants height. However, number of leaves per plant, leaf area and leaf length of plants supplied with liquid fertilizer every two days tended to be not different from those of plants supplied with liquid fertilizer every seven days.

Keywords: *Phalaenopsis* hybrid, fertilizer, development

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

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

บทคัดย่อ: ปลุกกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสลูกผสมอายุ 5 เดือนลงในกระถางเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5 นิ้ว โดยใช้สแฟกนัมมอสเป็นวัสดุปลูก หลังจากนั้น 1 เดือน นำมาศึกษาการให้ธาตุอาหารโดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของไนโตรเจน 3 ระดับ (100, 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับฟอสฟอรัส 2 ระดับ (50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส ผลการทดลองพบว่า การให้ไนโตรเจนที่ระดับ 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีค่าเฉลี่ยของความกว้างใบ และความยาวใบมากที่สุด ส่วนการให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีความสูงต้นและความกว้างใบมากที่สุด และผลรวมของไนโตรเจนที่ระดับ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟอสฟอรัสที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ต้นมีความสูงไม่แตกต่างจากการได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่มากกว่าด้านคุณภาพดอกพบว่าการให้ไนโตรเจนในระดับที่สูงขึ้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของอัตราการใช้ปุ๋ยประกอบด้วย 3 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ให้ปุ๋ย (ให้น้ำเปล่าเพียงอย่างเดียว) กรรมวิธีที่ 2 ให้สารละลายธาตุอาหาร ($21\text{N} - 21\text{P}_2\text{O}_5 - 21\text{K}_2\text{O}$) ทุก 2 วัน และกรรมวิธีที่ 3 ให้สารละลายธาตุอาหาร ($21\text{N} - 21\text{P}_2\text{O}_5 - 21\text{K}_2\text{O}$) ทุก 7 วัน ผลการทดลองพบว่า การให้ปุ๋ยทุก 2 วัน ทำให้กล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสมีความสูงของต้นมากที่สุด แต่พบว่าด้านจำนวนใบ พื้นที่ใบ และความยาวใบ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยทุก 7 วัน

คำสำคัญ: ฟาแลนนอปซิสลูกผสม ธาตุอาหาร การเจริญเติบโต

คำนำ

ธาตุอาหารมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของกล้วยไม้ ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ การให้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมกับพืชช่วยลดการสูญเสียผลกำไรอันเกิดเนื่องจากปริมาณผลผลิตลดลง หรือคุณภาพตกต่ำ (Bergmann, 1992) จากการศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารในกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส พบว่ามีผลต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส (Wang and Gregg, 1994) เนื่องจากไนโตรเจนมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตโดยการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ เร่งการขยายขนาดเซลล์ ส่งเสริมการสร้างโปรตีน และช่วยส่งเสริมการเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร ส่วนฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของสารฟอสเฟตพลังงานสูง เช่น ATP และมีอิทธิพลต่อ เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และการเคลื่อนย้ายซูโครสในใบพืช (ยงยุทธ, 2546) Bhattacharjee (1981) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้น P_2O_5 มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและลักษณะดอกของ *Dendrobium moschatum* และพบว่ามีปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง N และ P_2O_5 ในส่วนของ

จำนวนใบและความยาวก้านช่อดอก อย่างไรก็ตามพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับของธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ ฟาแลนนอปซิสยังไม่มีมากนัก ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของการให้ธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการจัดการธาตุอาหารอย่างเหมาะสม สำหรับการผลิตต้นกล้วยไม้ในเชิงการค้าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการปลูกลงกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสลูกผสม (*Phalaenopsis* White Dream x *Phalaenopsis* Cygnus) อายุ 5 เดือน ลงในกระถางขนาด 5 นิ้ว โดยใช้สแฟกนัมมอสเป็นวัสดุปลูก รองก้นกระถางด้วยก้อนโฟมหัก หลังจากนั้น 1 เดือน จึงเริ่มให้สารละลายธาตุอาหารตามการทดลองดังนี้ คือ การทดลองที่ 1 ให้สารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วยความเข้มข้นของไนโตรเจนต่างกัน 3 ระดับ (100, 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับฟอสฟอรัส 2 ระดับ (50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนธาตุอาหารอื่นพืชได้รับเท่ากันในทุกกรรมวิธี คือ โพแทสเซียม 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

แคลเซียม 65.72 มิลลิกรัมต่อลิตร แมกนีเซียม 20.70 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีการให้ธาตุอาหารจุลภาคอย่างเพียงพอต่อความต้องการของพืช โดยให้สารละลายธาตุอาหารสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 100 มิลลิลิตรต่อต้น บันทึกผลการทดลองเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและคุณภาพดอก ได้แก่ ความสูงของต้น (วัดจากโคนต้นถึงข้อบนสุด) จำนวนใบต่อต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสดรวมของใบ น้ำหนักแห้งรวมของใบ เปอร์เซ็นต์การออกดอก และขนาดดอก วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3×2 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ (ต้น) การทดลองที่ 2 ให้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจากปุ๋ยสูตรเสมอ (21N - 21P₂O₅ - 21K₂O) ความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ในอัตราที่ต่างกันดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ให้ปุ๋ย (รดน้ำประปาเพียงอย่างเดียว) กรรมวิธีที่ 2 ให้สารละลายธาตุอาหารทุก 2 วัน และ กรรมวิธีที่ 3 ให้สารละลายธาตุอาหารทุก 7 วัน โดยให้ครั้งละ 100 มิลลิลิตรต่อต้น บันทึกผลการทดลองเกี่ยวกับการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของต้น จำนวนใบต่อต้น ความกว้างใบ และความยาวใบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ (ต้น)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1

จากผลการทดลองพบว่า การให้ไนโตรเจนที่ระดับ 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีความกว้างใบมากที่สุด คือ 7.46 และ 7.35 เซนติเมตร ตามลำดับ และความยาวใบมากที่สุด คือ 18.09 และ 18.73 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการให้ไนโตรเจนที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1; ภาพที่ 1) ได้มีการศึกษาผลของไนโตรเจนร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อขนาดใบของกล้วยไม้หวาย พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมที่อัตรา 30:10:10 (ไนโตรเจนสูง) ร่วมกับการให้ benzyladenine ช่วยเพิ่มความยาวใบ และให้ความกว้างใบสูงสุด (Usha Nandhini Devi and Chezhiyan,

2002) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ เอนไซม์ โคเอนไซม์ รวมถึงฮอร์โมนพืชบางชนิด (สมบุญ, 2538) นอกจากนี้สารประกอบไนโตรเจนในเนื้อเยื่อพืชมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดเซลล์ และรวมถึงการช่วยเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร (ยงยุทธ, 2546) การให้ไนโตรเจนที่ระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อความสูงของต้น แต่พบว่าการให้ไนโตรเจนในระดับที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกเพิ่มมากขึ้น และพบว่าการให้ไนโตรเจนที่ระดับ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้พืชมีค่าเฉลี่ยความกว้างของดอก มากกว่าการให้ที่ระดับ 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าระดับของไนโตรเจนไม่มีผลกับความยาวของดอก (ภาพที่ 2) Wang and Gregg (1994) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนจาก 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ไปจนถึง 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งเสริมให้กล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสมีจำนวนดอก เส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวของก้านช่อดอกเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 1)

การให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีความสูงของต้น และความกว้างใบมากที่สุด คือ 4.66 และ 7.35 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 50 มิลลิกรัมต่อลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) มีการศึกษาผลของ N, P₂O₅ และ K₂O ที่ความเข้มข้น 0, 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน *Dendrobium moschatum* พบว่าการเพิ่มขึ้นของระดับความเข้มข้น P₂O₅ มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น และลักษณะของดอก อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นต้องไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (Bhattacharjee, 1981) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของ ATP และ โคเอนไซม์ (coenzyme) บางชนิด ได้แก่ NAD⁺, NADP⁺, FAD และ โคเอนไซม์เอ ซึ่งทำหน้าที่รับช่วงการถ่ายเทพลังงานระหว่างสารในขบวนการหายใจและสังเคราะห์แสง กระตุ้นการเจริญเติบโตในระยะแรกของพืช ช่วงการเข้าสู่การสมบูรณ์พันธุ์ (maturity) (สมบุญ, 2538; ยงยุทธ, 2546) แต่พบว่า การให้ฟอสฟอรัสที่ระดับต่างกันไม่มีผลต่อความยาวใบ

Table 1 Effect of N concentration on plant height, leaf width, leaf length, flowering percentage and flower size at 15 months after planting.

N concentration (mg/l)	Plant height ^{1/} (cm)	Leaf width ^{1/} (cm)	Leaf length ^{1/} (cm)	Flower size		Flowering percentage (%)
				Width ^{1/} (cm)	Length ^{1/} (cm)	
100	3.92a	6.57b	16.28b	9.26b	7.15a	29.17
150	4.53a	7.46a	18.09ab	10.28a	7.47a	46.67
200	4.45a	7.35a	18.73a	9.36b	7.39a	59.68

^{1/} Means within the same column followed by different characters showed significant difference between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$



Figure 1 Effect of N and P concentration on plant height of *Phalaenopsis* hybrid at 16 months after planting. (T1: N100P50, T2: N150P50, T3: N200P50, T4: N100P100, T5: N150P100, T6: N200P100)

Table 2 Effect of P concentration on plant height, leaf width, leaf length, flowering percentage and flower size at 15 months after planting.

P concentration (mg/l)	Plant height ^{1/} (cm)	Leaf width ^{1/} (cm)	Leaf length ^{1/} (cm)	Flower size		Flowering percentage (%)
				Width ^{1/} (cm)	Length ^{1/} (cm)	
50	3.95b	6.91b	17.56a	9.60a	7.23a	42.72
100	4.66a	7.35a	17.84a	9.67a	7.44a	47.62

^{1/} Means within the same column followed by different characters showed significant difference between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$

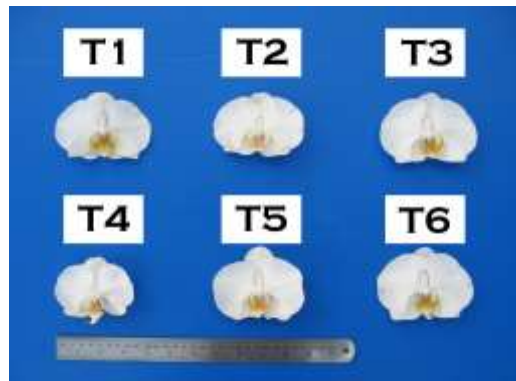


Figure 2 Effect of N and P concentration on flower size of *Phalaenopsis* hybrid.

(T1: N100P50, T2: N150P50, T3: N200P50, T4: N100P100, T5: N150P100, T6: N200P100)

ขนาดดอก และเปอร์เซ็นต์การออกดอกของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส (ตารางที่ 2)

พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยการได้รับสัดส่วนของไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส 200 : 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ความสูงของต้นเมื่อสิ้นสุดการทดลองเมื่อพืชอายุ 16 เดือนหลังปลูกมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ย 5.21 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส ในอัตรา 100:50 และ 150:100 (ตารางที่ 3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างโปรตีนและกรดอะมิโน ซึ่งจำเป็นในกระบวนการเจริญเติบโต และการสร้างเซลล์ใหม่ ซึ่งการสังเคราะห์กรดอะมิโน และเอนไซม์จำเป็นต้องใช้คาร์โบไฮเดรตซึ่งเคลื่อนย้ายมาจากใบเพื่อเป็นโครงคาร์บอน (carbon skeletons) และต้องการแหล่งพลังงานจากฟอสฟอรัสซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารพลังงานสูง คือ อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) (Marschner, 1995) การให้ไนโตรเจนที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับฟอสฟอรัส 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ฟาแลนนอปซิสมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกมากที่สุดคือ 64.52% การได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ ฟอสฟอรัส 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกน้อยที่สุด คือ 25.00% (ตารางที่ 3) Bik and Berg (1982)

รายงานว่าการให้ไนโตรเจนในอัตราที่สูง ทำให้เกิดการสร้างตาออก เพิ่มมากขึ้นในกล้วยไม้ชนิดมัมมิลาริเออจากผลการทดลองนี้พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างไนโตรเจนและ ฟอสฟอรัส ต่อความกว้างใบ ความยาวใบ และขนาดของดอก (ตารางที่ 3)

การทดลองที่ 2

จากผลการทดลองเมื่อพืชอายุ 13 เดือนหลังย้ายปลูกพบว่า การให้ปุ๋ยทุก 2 วัน ทำให้มีความสูงของต้น (วัดจากโคนต้นถึงข้อบนสุด) มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 3.42 เซนติเมตร แต่พบว่าจำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบ และความยาวใบไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยทุก 7 วัน (ตารางที่ 4) ทำให้ขนาดทรงต้นโดยรวมไม่แตกต่างกัน ซึ่งให้เห็นว่า การให้ปุ๋ยทุก 7 วัน น่าจะพอเพียงต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสในการทดลองนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากฟาแลนนอปซิสเป็นกล้วยไม้ที่ต้องการปุ๋ยสูงเพื่อการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ภายใต้สภาวะอากาศเย็น (20°C กลางวัน/ 15°C กลางคืน) แต่เมื่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นถึงขีดสุด (ในกรรมวิธีที่ 3) พืชจะไม่ตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของปุ๋ยอีก (Lee and Lin, 1987) ดังนั้นการให้ปุ๋ยเพิ่มทุก 2 วัน ในการทดลองนี้ จึงไม่ทำให้จำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบ และความยาวใบแตกต่างกันทางสถิติ

Table 3 Interaction of N and P on plant height, leaf width, leaf length, flowering percentage and flower size at 16 months after planting.

Concentration (mg/l)		Plant height ^{1/} (cm)	Leaf width ^{1/} (cm)	Leaf length ^{1/} (cm)	Flower size		Flowering percentage (%)
N	P				Width ^{1/} (cm)	Length ^{1/} (cm)	
100	50	4.67abc	6.55a	17.50a	9.06a	6.94a	33.33
	100	4.02c	7.47a	15.76a	9.46a	7.36a	25.00
150	50	4.28bc	7.14a	18.12a	10.10a	7.28a	40.00
	100	5.13ab	6.82a	19.20a	10.46a	7.66a	53.33
200	50	4.07c	7.59a	18.37a	9.64a	7.48a	54.83
	100	5.21a	8.01a	20.18a	9.08a	7.30a	64.52

^{1/} Means within the same column followed by different characters showed significant difference between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$

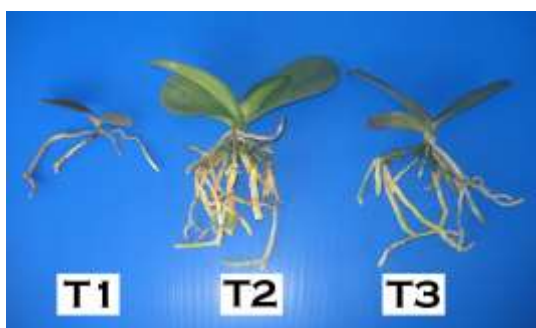


Figure 3 Plant height, number of leaves, leaf width and leaf length in different fertilizer rates at 13 months after planting.

Table 4 Plant height, number of leaves, leaf width and leaf length in different fertilizer rates at 13 months after planting.

Treatment	Plant height ^{1/} (cm)	Number of leaves ^{1/} (leaves/plant)	Leaf area ^{1/} (cm ²)	Leaf length ^{1/} (cm)
Applied only tap water	1.58c	2.20b	21.50b	5.26b
Applied liquid fertilizer every two days	3.42a	4.50a	78.95a	11.84a
Applied liquid fertilizer every seven days	3.07b	4.00a	65.73a	10.72a
LSD	0.309	0.663	15.634	1.797

^{1/} Means within the same column followed by different characters showed significant difference between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$

สรุป

การให้น้ำในโตรเจนที่ระดับ 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีความกว้างใบและความยาวใบมากที่สุด ส่วนการให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีความสูงต้นและความกว้างใบมากที่สุด และการให้น้ำในโตรเจนที่ระดับ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับการให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีความสูงของต้นไม่แตกต่างจากการได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่มากกว่า ด้านคุณภาพดอกพบว่า การให้น้ำในโตรเจนในระดับที่สูงขึ้น มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีผลต่อขนาดของดอก และการให้น้ำปุ๋ยทุก 2 วันทำให้กล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสมีความสูงของต้นมากที่สุด แต่พบว่าด้านจำนวนใบ พื้นที่ใบ และความยาวใบไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำปุ๋ยทุก 7 วัน ดังนั้นการให้น้ำปุ๋ยทุก 7 วัน จึงเป็นอัตราการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส ทั้งยังช่วยประหยัดต้นทุนค่าปุ๋ยได้อีกด้วย

คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาไม้ดอกเศรษฐกิจ (กล้วยไม้) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนพันธุ์พืช และวัสดุอุปกรณ์ในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ยงยุทธ โอสดสภ. 2546. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์วิรุฬห์เสียว, กรุงเทพฯ. 213 หน้า.
- Bergmann, W. 1992. Nutritional Disorders of Plants: Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer, Jena. 741 pp.
- Bhattacharjee, S. K. 1981. The effects of nitrogen, phosphorus, and potassium on growth and flowering of *Dendrobium moschatum* Wall. Gartenbauwissenschaft 46(4): 178-181.

- Bik, A. R. and T. J. M. van der Berg. 1982. Stikstof – en Kalibemesting bij Mini-Cymbidium. *Bedrijfsontwikkeling* 13: 562–563.
- Lee, N. and G. M. Lin. 1987. Controlling the flowering of *Phalaenopsis*. pp. 27-44. *In*: L. R. Chang (ed.). Proc. Symposium on Forcing Culture of Hort. Crops. Special Pub. No. 10, Taichung District Agric. Improv. Sta., Taichung, Taiwan.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, New York. 887 pp.
- Usha Nandhini Devi, H. and N. Chezhiyan. 2002. Studies on the effect of application of inorganic nutrients and growth hormones on N, P and K content in the leaves of *Dendrobium* cv. Sonia-17. *J.of Ornamental Hort.* 30(2): 192-194.
- Wang, Y.T. and L. L. Gregg. 1994. Medium and fertilizer affect the performance of *Phalaenopsis* orchids during two flowering cycles. *HortScience* 29: 269-271.
-

ผลของการให้ธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของ กล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสลูกผสม

Effect of Fertilizer Application on Growth and Development of *Phalaenopsis* Hybrid

พชร สมานิตย์^{1/} และ โสระยา ร่วมรังษี^{1/}
Pachara Samanit^{1/} and Soraya Ruamrungsri^{1/}

Abstract: Five-month old *Phalaenopsis* hybrid was grown in five-inch pot using sphagnum moss as planting media. One month after planting, fertilizer application treatments were studied in two experiments. Firstly, the effects of three levels of nitrogen concentration i.e. 100, 150 and 200 mg/l in combination with two levels of phosphorus concentration i.e. 50 and 100 mg/l on growth and development were carried out. The results showed nitrogen at 150 and 200 mg/l gave the highest leaf width and leaf length. Phosphorus at 100 mg/l gave the highest plant height and leaf width. The combination of 200 mg/l N + 100 mg/l P gave the highest plant height (5.21 cm) but it was not significantly different from when 150 mg/l N + 100 mg/l P was used. Flower qualities and flowering percentage tended to increase with the higher levels of nitrogen application. Secondly, three treatments of fertilizer application rates were carried out i.e. T1: tap water; T2: liquid fertilizer (21N - 21P₂O₅ - 21K₂O) application every two days and T3: liquid fertilizer (21N - 21P₂O₅ - 21K₂O) application every seven days. The results showed that plants supplied with liquid fertilizer every two days had the highest plants height. However, number of leaves per plant, leaf area and leaf length of plants supplied with liquid fertilizer every two days tended to be not different from those of plants supplied with liquid fertilizer every seven days.

Keywords: *Phalaenopsis* hybrid, fertilizer, development

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

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

บทคัดย่อ: ปลุกกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสลูกผสมอายุ 5 เดือนลงในกระถางเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5 นิ้ว โดยใช้สแฟกนัมมอสเป็นวัสดุปลูก หลังจากนั้น 1 เดือน นำมาศึกษาการให้ธาตุอาหารโดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของไนโตรเจน 3 ระดับ (100, 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับฟอสฟอรัส 2 ระดับ (50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส ผลการทดลองพบว่า การให้ไนโตรเจนที่ระดับ 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีค่าเฉลี่ยของความกว้างใบ และความยาวใบมากที่สุด ส่วนการให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีความสูงต้นและความกว้างใบมากที่สุด และผลรวมของไนโตรเจนที่ระดับ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟอสฟอรัสที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ต้นมีความสูงไม่แตกต่างจากการได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่มากกว่าด้านคุณภาพดอกพบว่าการให้ไนโตรเจนในระดับที่สูงขึ้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของอัตราการให้ปุ๋ยประกอบด้วย 3 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ให้ปุ๋ย (ให้น้ำประปาเพียงอย่างเดียว) กรรมวิธีที่ 2 ให้สารละลายธาตุอาหาร ($21\text{N} - 21\text{P}_2\text{O}_5 - 21\text{K}_2\text{O}$) ทุก 2 วัน และกรรมวิธีที่ 3 ให้สารละลายธาตุอาหาร ($21\text{N} - 21\text{P}_2\text{O}_5 - 21\text{K}_2\text{O}$) ทุก 7 วัน ผลการทดลองพบว่าการให้ปุ๋ยทุก 2 วัน ทำให้กล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสมีความสูงของต้นมากที่สุด แต่พบว่าด้านจำนวนใบ พื้นที่ใบ และความยาวใบ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยทุก 7 วัน

คำสำคัญ: ฟาแลนนอปซิสลูกผสม ธาตุอาหาร การเจริญเติบโต

คำนำ

ธาตุอาหารมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของกล้วยไม้ ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ การให้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมกับพืชช่วยลดการสูญเสียผลกำไรอันเกิดเนื่องจากปริมาณผลผลิตลดลง หรือคุณภาพตกต่ำ (Bergmann, 1992) จากการศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารในกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส พบว่ามีผลต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส (Wang and Gregg, 1994) เนื่องจากไนโตรเจนมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตโดยการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ เร่งการขยายขนาดเซลล์ ส่งเสริมการสร้างโปรตีน และช่วยส่งเสริมการเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร ส่วนฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของสารฟอสเฟตพลังงานสูง เช่น ATP และมีอิทธิพลต่อ เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และการเคลื่อนย้ายซูโครสในใบพืช (ยงยุทธ, 2546) Bhattacharjee (1981) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้น P_2O_5 มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและลักษณะดอกของ *Dendrobium moschatum* และพบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่าง N และ P_2O_5 ในส่วนของ

จำนวนใบและความยาวก้านช่อดอก อย่างไรก็ตามพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับของธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ ฟาแลนนอปซิสยังไม่มีมากนัก ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของการให้ธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการจัดการธาตุอาหารอย่างเหมาะสม สำหรับการผลิตต้นกล้วยไม้ในเชิงการค้าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการปลุกต้นกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสลูกผสม (*Phalaenopsis* White Dream x *Phalaenopsis* Cygnus) อายุ 5 เดือน ลงในกระถางขนาด 5 นิ้ว โดยใช้สแฟกนัมมอสเป็นวัสดุปลูก รองก้นกระถางด้วยก้อนโฟมหัก หลังจากนั้น 1 เดือน จึงเริ่มให้สารละลายธาตุอาหารตามการทดลองดังนี้ คือ การทดลองที่ 1 ให้สารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วยความเข้มข้นของไนโตรเจนต่างกัน 3 ระดับ (100, 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับฟอสฟอรัส 2 ระดับ (50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนธาตุอาหารอื่นพืชได้รับเท่ากันในทุกกรรมวิธี คือ โพแทสเซียม 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

แคลเซียม 65.72 มิลลิกรัมต่อลิตร แมกนีเซียม 20.70 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีการให้ธาตุอาหารจุลภาคอย่างเพียงพอต่อความต้องการของพืช โดยให้สารละลายธาตุอาหารสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 100 มิลลิลิตรต่อต้น บันทึกผลการทดลองเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและคุณภาพดอก ได้แก่ ความสูงของต้น (วัดจากโคนต้นถึงข้อบนสุด) จำนวนใบต่อต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสดรวมของใบ น้ำหนักแห้งรวมของใบ เปอร์เซ็นต์การออกดอก และขนาดดอก วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3×2 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ (ต้น) การทดลองที่ 2 ให้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจากปุ๋ยสูตรเสมอ (21N - 21P₂O₅ - 21K₂O) ความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ในอัตราที่ต่างกันดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ให้ปุ๋ย (รดน้ำประปาเพียงอย่างเดียว) กรรมวิธีที่ 2 ให้สารละลายธาตุอาหารทุก 2 วัน และ กรรมวิธีที่ 3 ให้สารละลายธาตุอาหารทุก 7 วัน โดยให้ครั้งละ 100 มิลลิลิตรต่อต้น บันทึกผลการทดลองเกี่ยวกับการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของต้น จำนวนใบต่อต้น ความกว้างใบ และความยาวใบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ (ต้น)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1

จากผลการทดลองพบว่า การให้ไนโตรเจนที่ระดับ 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปปิซิสมีความกว้างใบมากที่สุด คือ 7.46 และ 7.35 เซนติเมตร ตามลำดับ และความยาวใบมากที่สุด คือ 18.09 และ 18.73 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการให้ไนโตรเจนที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1; ภาพที่ 1) ได้มีการศึกษาผลของไนโตรเจนร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อขนาดใบของกล้วยไม้หวาย พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมที่อัตรา 30:10:10 (ไนโตรเจนสูง) ร่วมกับการให้ benzyladenine ช่วยเพิ่มความยาวใบ และให้ความกว้างใบสูงที่สุด (Usha Nandhini Devi and Chezhiyan,

2002) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ เอนไซม์ โคเอนไซม์ รวมถึงฮอร์โมนพืชบางชนิด (สมบุญ, 2538) นอกจากนี้สารประกอบไนโตรเจนในเนื้อเยื่อพืชมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดเซลล์ และรวมถึงการช่วยเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร (ยงยุทธ, 2546) การให้ไนโตรเจนที่ระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อความสูงของต้น แต่พบว่าการให้ไนโตรเจนในระดับที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกเพิ่มมากขึ้น และพบว่าการให้ไนโตรเจนที่ระดับ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้พืชมีค่าเฉลี่ยความกว้างของดอก มากกว่าการให้ที่ระดับ 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าระดับของไนโตรเจนไม่มีผลกับความยาวของดอก (ภาพที่ 2) Wang and Gregg (1994) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนจาก 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ไปจนถึง 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งเสริมให้กล้วยไม้ฟาแลนนอปปิซิสมีจำนวนดอก เส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวของก้านช่อดอกเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 1)

การให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปปิซิสมีความสูงของต้น และความกว้างใบมากที่สุด คือ 4.66 และ 7.35 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 50 มิลลิกรัมต่อลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) มีการศึกษาผลของ N, P₂O₅ และ K₂O ที่ความเข้มข้น 0, 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ใน *Dendrobium moschatum* พบว่า การเพิ่มขึ้นของระดับความเข้มข้น P₂O₅ มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น และลักษณะของดอก อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นต้องไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (Bhattacharjee, 1981) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของ ATP และ โคเอนไซม์ (coenzyme) บางชนิด ได้แก่ NAD⁺, NADP⁺, FAD และ โคเอนไซม์เอ ซึ่งทำหน้าที่รับช่วงการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารในขบวนการหายใจและสังเคราะห์แสง กระตุ้นการเจริญเติบโตในระยะแรกของพืช เร่งการเข้าสู่การสมบูรณ์พันธุ์ (maturity) (สมบุญ, 2538; ยงยุทธ, 2546) แต่พบว่าการให้ฟอสฟอรัสที่ระดับต่างกันไม่มีผลต่อความยาวใบ

Table 1 Effect of N concentration on plant height, leaf width, leaf length, flowering percentage and flower size at 15 months after planting.

N concentration (mg/l)	Plant height ^{1/} (cm)	Leaf width ^{1/} (cm)	Leaf length ^{1/} (cm)	Flower size		Flowering percentage (%)
				Width ^{1/} (cm)	Length ^{1/} (cm)	
100	3.92a	6.57b	16.28b	9.26b	7.15a	29.17
150	4.53a	7.46a	18.09ab	10.28a	7.47a	46.67
200	4.45a	7.35a	18.73a	9.36b	7.39a	59.68

^{1/} Means within the same column followed by different characters showed significant difference between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$

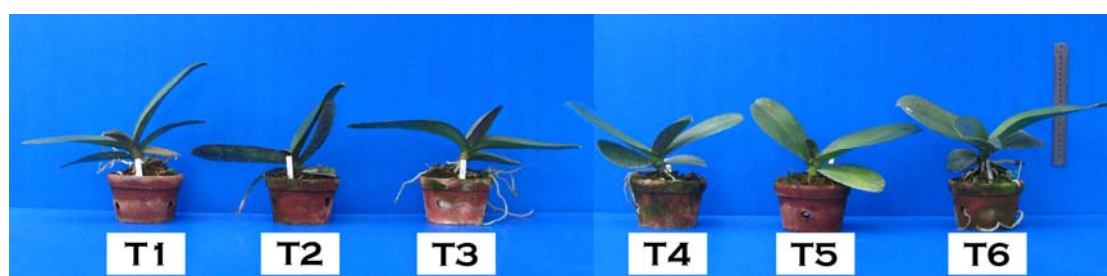


Figure 1 Effect of N and P concentration on plant height of *Phalaenopsis* hybrid at 16 months after planting. (T1: N100P50, T2: N150P50, T3: N200P50, T4: N100P100, T5: N150P100, T6: N200P100)

Table 2 Effect of P concentration on plant height, leaf width, leaf length, flowering percentage and flower size at 15 months after planting.

P concentration (mg/l)	Plant height ^{1/} (cm)	Leaf width ^{1/} (cm)	Leaf length ^{1/} (cm)	Flower size		Flowering percentage (%)
				Width ^{1/} (cm)	Length ^{1/} (cm)	
50	3.95b	6.91b	17.56a	9.60a	7.23a	42.72
100	4.66a	7.35a	17.84a	9.67a	7.44a	47.62

^{1/} Means within the same column followed by different characters showed significant difference between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$

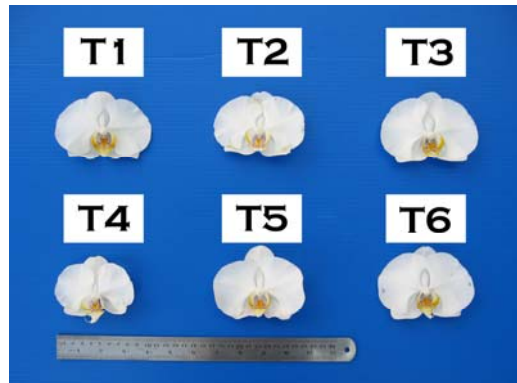


Figure 2 Effect of N and P concentration on flower size of *Phalaenopsis* hybrid.

(T1: N100P50, T2: N150P50, T3: N200P50, T4: N100P100, T5: N150P100, T6: N200P100)

ขนาดดอก และเปอร์เซ็นต์การออกดอกของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส (ตารางที่ 2)

พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยการได้รับสัดส่วนของไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส 200 : 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ความสูงของต้นเมื่อสิ้นสุดการทดลองเมื่อพืชอายุ 16 เดือนหลังปลูกมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ย 5.21 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส ในอัตรา 100:50 และ 150:100 (ตารางที่ 3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างโปรตีนและกรดอะมิโน ซึ่งจำเป็นในกระบวนการเจริญเติบโต และการสร้างเซลล์ใหม่ ซึ่งการสังเคราะห์กรดอะมิโน และเอนไซม์จำเป็นต้องใช้คาร์โบไฮเดรตซึ่งเคลื่อนย้ายมาจากใบเพื่อเป็นโครงคาร์บอน (carbon skeletons) และต้องการแหล่งพลังงานจากฟอสฟอรัสซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารพลังงานสูง คือ อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) (Marschner, 1995) การให้ไนโตรเจนที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับฟอสฟอรัส 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ฟาแลนนอปซิสมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกมากที่สุดคือ 64.52%การได้รับไนโตรเจน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ ฟอสฟอรัส 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกน้อยที่สุด คือ 25.00% (ตารางที่ 3) Bik and Berg (1982)

รายงานว่าการให้ไนโตรเจนในอัตราที่สูง ทำให้เกิดการสร้างตาดอก เพิ่มขึ้นในกล้วยไม้ซิมบิเดียมพันธุ์เล็ก จากผลการทดลองนี้พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างไนโตรเจนและ ฟอสฟอรัส ต่อความกว้างใบ ความยาวใบ และขนาดของดอก (ตารางที่ 3)

การทดลองที่ 2

จากผลการทดลองเมื่อพืชอายุ 13 เดือนหลังย้ายปลูกพบว่าการให้ปุ๋ยทุก 2 วัน ทำให้มีความสูงของต้น (วัดจากโคนต้นถึงซอกบนสุด) มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 3.42 เซนติเมตร แต่พบว่าจำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบ และความยาวใบไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยทุก 7 วัน (ตารางที่ 4) ทำให้ขนาดทรงต้นโดยรวมไม่แตกต่างกัน ซึ่งให้เห็นว่าการให้ปุ๋ยทุก 7 วัน น่าจะพอเพียงต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสในการทดลองนี้ ทั้งนี้เนื่องจากฟาแลนนอปซิสเป็นกล้วยไม้ที่ต้องการปุ๋ยสูงเพื่อการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ภายใต้สภาวะอากาศเย็น (20°C กลางวัน/ 15°C กลางคืน) แต่เมื่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นถึงขีดสุด (ในกรรมวิธีที่ 3) พืชจะไม่ตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของปุ๋ยอีก (Lee and Lin, 1987) ดังนั้นการให้ปุ๋ยเพิ่มทุก 2 วัน ในการทดลองนี้ จึงไม่ทำให้จำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบ และความยาวใบแตกต่างกันทางสถิติ

Table 3 Interaction of N and P on plant height, leaf width, leaf length, flowering percentage and flower size at 16 months after planting.

Concentration (mg/l)		Plant height ^{1/} (cm)	Leaf width ^{1/} (cm)	Leaf length ^{1/} (cm)	Flower size		Flowering percentage (%)
N	P				Width ^{1/} (cm)	Length ^{1/} (cm)	
100	50	4.67abc	6.55a	17.50a	9.06a	6.94a	33.33
	100	4.02c	7.47a	15.76a	9.46a	7.36a	25.00
150	50	4.28bc	7.14a	18.12a	10.10a	7.28a	40.00
	100	5.13ab	6.82a	19.20a	10.46a	7.66a	53.33
200	50	4.07c	7.59a	18.37a	9.64a	7.48a	54.83
	100	5.21a	8.01a	20.18a	9.08a	7.30a	64.52

^{1/} Means within the same column followed by different characters showed significant difference between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$



Figure 3 Plant height, number of leaves, leaf width and leaf length in different fertilizer rates at 13 months after planting.

Table 4 Plant height, number of leaves, leaf width and leaf length in different fertilizer rates at 13 months after planting.

Treatment	Plant height ^{1/} (cm)	Number of leaves ^{1/} (leaves/plant)	Leaf area ^{1/} (cm ²)	Leaf length ^{1/} (cm)
Applied only tap water	1.58c	2.20b	21.50b	5.26b
Applied liquid fertilizer every two days	3.42a	4.50a	78.95a	11.84a
Applied liquid fertilizer every seven days	3.07b	4.00a	65.73a	10.72a
LSD	0.309	0.663	15.634	1.797

^{1/} Means within the same column followed by different characters showed significant difference between treatments by LSD test at $P \leq 0.05$

สรุป

การให้น้ำโตรเจนที่ระดับ 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีความกว้างใบและความยาวใบมากที่สุด ส่วนการให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ฟาแลนนอปซิสมีความสูงต้นและความกว้างใบมากที่สุด และการให้น้ำโตรเจนที่ระดับ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับการให้ฟอสฟอรัสที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีความสูงของต้นไม่แตกต่างจากการได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่มากกว่า ด้านคุณภาพดอกพบว่า การให้น้ำโตรเจนในระดับที่สูงขึ้น มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีผลต่อขนาดของดอก และการให้น้ำทุก 2 วันทำให้กล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสมีความสูงของต้นมากที่สุด แต่พบว่าด้านจำนวนใบ พื้นที่ใบ และความยาวใบไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำทุก 7 วัน ดังนั้นการให้น้ำทุก 7 วัน จึงเป็นอัตราการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส ทั้งยังช่วยประหยัดต้นทุนค่าปุ๋ยได้อีกด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาไม้ดอกเศรษฐกิจ (กล้วยไม้) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนพันธุ์พืช และวัสดุอุปกรณ์ในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ยงยุทธ โอสธสภ. 2546. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์วิริยเชียว, กรุงเทพฯ. 213 หน้า.
- Bergmann, W. 1992. Nutritional Disorders of Plants: Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer, Jena. 741 pp.
- Bhattacharjee, S. K. 1981. The effects of nitrogen, phosphorus, and potassium on growth and flowering of *Dendrobium moschatum* Wall. Gartenbauwissenschaft 46(4): 178-181.

- Bik, A. R. and T. J. M. van der Berg. 1982. Stikstof – en Kalibemesting bij Mini-Cymbidium. *Bedrijfsontwikkeling* 13: 562-563.
- Lee, N. and G. M. Lin. 1987. Controlling the flowering of *Phalaenopsis*. pp. 27-44. *In*: L. R. Chang (ed.). *Proc. Symposium on Forcing Culture of Hort. Crops*. Special Pub. No. 10, Taichung District Agric. Improv. Sta., Taichung, Taiwan.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, New York. 887 pp.
- Usha Nandhini Devi, H. and N. Chezhiyan. 2002. Studies on the effect of application of inorganic nutrients and growth hormones on N, P and K content in the leaves of *Dendrobium* cv. Sonia-17. *J.of Ornamental Hort.* 30(2): 192-194.
- Wang, Y.T. and L. L. Gregg. 1994. Medium and fertilizer affect the performance of *Phalaenopsis* orchids during two flowering cycles. *HortScience* 29: 269-271.
-

ผลของระดับไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของบัวชั้น

Effect of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Growth and Development of *Curcuma petiolata* Roxb.

โสระยา ร่วมรังษี^{1/2/} วรณัฐ คงแก้ว^{2/} อนงค์ พยัคฆ์หพล^{2/} และรำจวน กิจคำ^{2/}

Soraya Ruamrungsri^{1/2/}, Wallanuch Khongkhaw^{2/}, Anong Payakaihapon^{2/} and Rumjuan Kijkar^{2/}

Abstract: Effect of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) levels in nutrient solution on growth and development of *Curcuma petiolata* Roxb. were studied. Rhizome of *C. petiolata* with 1.86 cm of rhizome diameter were planted in substrate culture using sand : husk rice chacoal with ratio of 1:1 as growing medium. After sprouting, the plants were supplied with nutrient solution containing different combination levels of N, P and K. Other mineral elements were added in nutrient solution at the same concentration 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. The experimental designed was factorial in CRD, comprised of 3 factors i.e.; 1) two levels of N (200 and 300 mg/l), 2) three levels of P (50, 70 and 100 mg/l) and 3) three level of K (100, 200 and 300 mg/l). The result showed that N concentration at 200 mg/l increased plant height, height of bush, bush width, scape length, spike length, spike width, number of coma bracts and number of green bracts to the highest level. P concentration at 50 mg/l gave better result in term of scape length, whereas K concentration at 200 mg/l promoted the highest spike diameter. The optimal ratio of N, P and K in nutrient solution for growth and development of *C. petiolata* was 200:50:200 mg/l, respectively.

Keywords: *Curcuma petiolata* Roxb., nitrogen, phosphorus, potassium, growth and development

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

^{2/}ศูนย์บริการการพัฒนขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ 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: การศึกษาผลของระดับไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของบัวขั้น ดำเนินการโดยปลูกหัวบัวขั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.86 ซม. ในวัสดุปลูกที่ประกอบด้วยทราย:ถ่านแกลบ อัตรา 1:1 เมื่อหัวเริ่มงอกจึงให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารที่มีระดับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่แตกต่างกันสำหรับธาตุอาหารอื่น พืชได้รับในระดับความเข้มข้นที่เท่ากันคือ 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. โมลิบดีนัม 0.013 มก./ล. และเหล็ก 0.611 มก./ล. วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จำนวน 3 ปัจจัย ($2 \times 3 \times 3$ กรรมวิธี) ดังนี้ 1) ระดับไนโตรเจน 2 ระดับ (200 และ 300 มก./ล.) 2) ฟอสฟอรัส 3 ระดับ (50, 70 และ 100 มก./ล.) และ 3) โพแทสเซียม 3 ระดับ (100, 200 และ 300 มก./ล.) ผลการทดลองพบว่า ระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ 200 มก./ล. ทำให้การเจริญเติบโต ได้แก่วิถีการเจริญเติบโต ความสูงของต้น ความสูงทรงพุ่ม ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวช่อดอก ความยาวก้านดอก ความกว้างช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีชมพู และจำนวนกลีบประดับสีเขียวมากที่สุด ระดับฟอสฟอรัสที่ระดับ 50 มก./ล. ทำให้พืชมีความยาวก้านดอกมากที่สุด และระดับโพแทสเซียมที่ 200 มก./ล. ให้เส้นผ่าศูนย์กลางช่อดอกมากที่สุด อัตราส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของบัวขั้นคือ ไนโตรเจน 200 ฟอสฟอรัส 50 และโพแทสเซียม 200 มก./ล.

คำสำคัญ: บัวขั้น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม การเจริญเติบโต

คำนำ

บัวขั้น (*Curcuma petiolata* Roxb.) เป็นไม้ดอกเมืองร้อนประเภทหัวในสกุลย่อย *Eucurcuma* มีถิ่นกำเนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีลำต้นสะสมอาหารใต้ดิน (rhizome) ช่อดอกประกอบด้วยกลีบประดับสีชมพูอมม่วง ดอกจริงอยู่ในซอกกลีบประดับ เป็นพืชพื้นถิ่นที่สามารถนำมาใช้เป็นไม้ตัดดอกและไม้กระถางที่มีความสวยงาม (สุวิธ, 2539; อดิศร, 2541) ในการผลิตไม้หัวเพื่อให้ได้ลำต้น ดอกและหัวที่มีคุณภาพดี ควรมีการจัดการธาตุอาหารอย่างเหมาะสมในการทดลองของ Silva *et al.* (2004) ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของขมิ้น (*Curcuma longa* L.) พบว่าการให้น้ำปุ๋ยยูเรียที่ระดับ 130 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ ให้น้ำหนักสดของหัวมากที่สุด 16,124 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ Bahadur *et al.* (2000) ศึกษาผลของระดับโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของขมิ้น พบว่าเมื่อให้ K_2O ที่ระดับ 120 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ ทำให้ขมิ้นมีผลผลิตมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าระดับ N:P:K ที่เหมาะสมต่อ *Curcuma longa* cv. Krishna ในอัตราส่วน

200:100:100 ทำให้พืชมีความสูง จำนวนใบ ความยาวใบและปริมาณหัวใหม่มากที่สุด Yamgar *et al.* (2001) ซึ่งในการทดลองนี้ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต คุณภาพของดอกและหัวพันธุ์บัวขั้นที่มีคุณภาพที่ดี และเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการผลิตไม้ดอกสกุลนี้ต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกหัวพันธุ์บัวขั้นที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.86 ซม. ในถุงพลาสติกดำขนาด 6×12 นิ้ว ซึ่งใช้วัสดุปลูกประกอบด้วย ทราย : ถ่านแกลบ อัตรา 1 : 1 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จำนวน 3 ปัจจัย ดังนี้ ไนโตรเจน 2 ระดับ คือ 200 และ 300 มก./ล. ฟอสฟอรัส 3 ระดับคือ 50, 70 และ 100 มก./ล. และโพแทสเซียม 3 ระดับคือ 100, 200 และ 300 มก./ล. จำนวน $2 \times 3 \times 3$ กรรมวิธี ๆ ละ 10 ข้ำ (ต้น) สำหรับธาตุอาหารอื่น พืชได้รับในระดับความเข้มข้นที่เท่ากันคือ แมกนีเซียม 25 มก./ล. แคลเซียม 50 มก./ล. โบรอน

0.247 มก./ล. แอมโมเนีย 0.446 มก./ล. สังกะสี 0.23 มก./ล. ทองแดง 0.02 มก./ล. โมลิบดีนัม 0.013 มก./ล. และเหล็ก 0.611 มก./ล. ปริมาตร 250 มิลลิลิตรต่อต้น จำนวน 2 ครั้ง/สัปดาห์

ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญทุก 2 สัปดาห์ ได้แก่ ความสูง (ซม.) ความสูงทรงพุ่ม (ซม.) ความกว้างทรงพุ่ม (ซม.) จำนวนใบต่อต้น จำนวนหน่อต่อกอ วัดคุณภาพดอก ได้แก่ ความยาวช่อดอก (ซม.) ความยาวก้านดอก (ซม.) ความกว้างช่อดอก (ซม.) จำนวนของกลีบประดับ อายุการใช้งาน และจำนวนดอกต่อกอ และคุณภาพของผลผลิตหัวพันธุ์ ได้แก่ น้ำหนักสดของหัวพันธุ์ (กรัม) เส้นผ่าศูนย์กลางหัวลำดับที่ 1 จำนวนหัวต่อกอ และจำนวนตุ่มรากสะสมอาหารของหัวลำดับที่ 1

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโต

จากการศึกษาผลของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของบัวชั้น พบว่าไนโตรเจนที่ระดับ 200 มก./ล. ทำให้พืชมีความสูงของต้น ความสูงทรงพุ่มและความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด เฉลี่ย 99.59, 73.55 และ 78.99 ซม. ตามลำดับ ส่วนระดับของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ส่วนผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัย พบว่า ระดับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีผลทางปฏิสัมพันธ์ต่อความสูงทรงพุ่ม โดยพบว่า เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนที่ระดับ 200 มก./ล. ร่วมกับฟอสฟอรัส 70 มก./ล. ทำให้พืชมีความสูงทรงพุ่มมากที่สุดเฉลี่ย 74.53 ซม. (ตารางที่ 2) ส่วนผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างสามปัจจัยพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คุณภาพดอก

ผลของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อคุณภาพดอกของบัวชั้น พบว่าระดับไนโตรเจน 200 มก./ล. พืชมีความยาวช่อดอก ความยาวก้านดอกและ

ความกว้างช่อดอกมากที่สุด เฉลี่ย 34.14, 16.29 และ 5.94 ซม.ตามลำดับ มีจำนวนกลีบประดับบนและกลีบประดับล่าง 9.84 และ 28.01 กลีบตามลำดับ ระดับฟอสฟอรัสที่ 50 มก./ล. ทำให้มีความยาวก้านดอกมากที่สุด เฉลี่ย 16.48 ซม. และระดับโพแทสเซียมที่ระดับ 200 มก./ล. มีผลทำให้มีความกว้างช่อดอกมากที่สุด เฉลี่ย 6.06 ซม. (ตารางที่ 3)

ผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างสองปัจจัย พบว่า ระดับไนโตรเจนร่วมกับระดับฟอสฟอรัสมีผลทางปฏิสัมพันธ์ต่อจำนวนกลีบประดับล่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนระดับ 200 มก./ล. ร่วมกับฟอสฟอรัสที่ระดับ 50 มก./ล. พืชมีจำนวนกลีบประดับล่างมากที่สุด เฉลี่ย 29.60 กลีบ (ตารางที่ 4)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสามปัจจัยพบว่า เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนระดับ 200 มก./ล. ร่วมกับฟอสฟอรัสในระดับ 50 มก./ล. ร่วมกับโพแทสเซียมในระดับ 200 มก./ล. ทำให้พืชมีจำนวนกลีบประดับบนและล่างมากที่สุดเฉลี่ย 11.11 และ 31.11 กลีบ ตามลำดับ ส่วนการให้ไนโตรเจนที่ระดับ 200 มก./ล. ร่วมกับฟอสฟอรัสที่ระดับ 50 มก./ล. ร่วมกับโพแทสเซียมที่ระดับ 300 มก./ล. มีผลทำให้พืชมีอายุการใช้งานของดอกมากที่สุดเฉลี่ย 24.62 วัน (ตารางที่ 5)

คุณภาพหัวพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาระดับไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่อคุณภาพหัวของบัวชั้น พบว่ามีเพียงระดับโพแทสเซียมที่ 100 มก./ล. มีผลทำให้จำนวนตุ่มรากสะสมอาหารของหัวลำดับที่ 1 มีมากที่สุดเฉลี่ย 12.14 ตุ่ม ส่วนระดับของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) ส่วนผลปฏิสัมพันธ์สองและสามปัจจัย พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 1 Effects of nitrogen phosphorus and potassium on vegetative growth at 18 WAP of *Curcuma petiolata* Roxb.

Nutrition levels (mg/l)		Plant height (cm)	Height of bush (cm)	Bush width (cm)
Nitrogen ^{1/}	200	99.59 ^a	73.55 ^a	78.99 ^a
	300	85.93 ^b	64.76 ^b	70.86 ^b
Phosphorus ^{1/}	50	94.21 ^a	70.71 ^a	75.56 ^a
	70	91.59 ^a	66.51 ^a	73.72 ^a
	100	92.48 ^a	70.25 ^a	75.50 ^a
potassium ^{1/}	100	94.37 ^a	69.13 ^a	77.50 ^a
	200	91.72 ^a	68.16 ^a	72.89 ^a
	300	92.19 ^a	70.23 ^a	74.40 ^a
Interactions				
N X P		ns	*	ns
N X K		ns	ns	ns
P X K		ns	ns	ns
N X P X 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 2 Interaction effects of nitrogen and phosphorus on height of bush at 18 WAP of *Curcuma petiolata* Roxb.

Nutrition levels (mg/l)		Height of bush ^{1/} (cm)
Nitrogen	Phosphorus	
200	50	72.66 ^{ab}
	70	74.53 ^a
	100	73.46 ^{ab}
300	50	68.76 ^{ab}
	70	58.50 ^c
	100	67.03 ^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, ns= not significantly different

Table 3 Effects of nitrogen phosphorus and potassium on flowering of *Curcuma petiolata* Roxb.

Nutrition levels (mg /l)		Scape length ^{1/} (cm)	Spike length ^{1/} (cm)	Spike width ^{1/} (cm)	Number of coma bracts ^{1/}	Number of green bracts ^{1/}	Days from anthesis until senescence ^{1/} (day)
Nitrogen	200	34.14 ^a	16.29 ^a	5.94 ^a	9.84 ^a	28.01 ^a	22.17 ^a
	300	29.90 ^b	14.59 ^b	5.46 ^b	9.04 ^b	24.52 ^b	22.42 ^a
Phosphorus	50	32.37 ^a	16.48 ^a	5.62 ^a	9.50 ^a	26.28 ^a	22.98 ^a
	70	32.76 ^a	15.84 ^{ab}	5.66 ^a	9.02 ^a	25.18 ^a	21.72 ^a
	100	31.38 ^a	14.19 ^b	5.85 ^a	9.80 ^a	27.43 ^a	22.07 ^a
Potassium	100	32.17 ^a	15.83 ^a	5.75 ^{ab}	9.60 ^a	26.41 ^a	21.90 ^a
	200	32.05 ^a	15.48 ^a	6.06 ^a	9.69 ^a	26.31 ^a	22.59 ^a
	300	32.19 ^a	15.13 ^a	5.34 ^b	9.10 ^a	26.53 ^a	22.40 ^a
Interactions							
N × P		ns	ns	ns	ns	*	ns
N × K		ns	ns	ns	ns	ns	ns
P × K		ns	ns	ns	ns	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 4 Effects of nitrogen and phosphorus on number of green bracts of *Curcuma petiolata* Roxb.

Nutrition levels (mg /l)		Number of green bracts ^{1/}
Nitrogen	Phosphorus	
200	50	29.60 ^a
	70	27.34 ^a
	100	27.17 ^a
300	50	23.22 ^b
	70	22.70 ^b
	100	27.77 ^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, ns= not significantly different

Table 5 Interaction effects of nitrogen phosphorus and potassium on number of coma bracts, number of green bracts and days from anthesis until senescence of *Curcuma petiolata* Roxb.

Nutrition levels (mg /l)			Number of coma bracts ^{1/}	Number of green bracts ^{1/}	Days from anthesis until senescence ^{1/} (day)
Nitrogen	Phosphorus	Potassium			
200	50	100	9.25 ^{bcdef}	27.12 ^{abcde}	21.62 ^{cdef}
		200	11.11 ^a	31.11 ^a	23.33 ^{abcd}
		300	10.50 ^{ab}	30.37 ^{ab}	24.62 ^a
	70	100	10.22 ^{abcd}	30.11 ^{ab}	22.50 ^{abcdef}
		200	8.33 ^{ef}	21.66 ^{ef}	21.00 ^{def}
		300	9.00 ^{bcdef}	28.50 ^{abc}	20.22 ^f
	100	100	10.40 ^{abc}	26.60 ^{abcde}	21.60 ^{cdef}
		200	9.60 ^{abcde}	27.60 ^{abcde}	22.10 ^{bcdef}
		300	9.55 ^{abcde}	27.30 ^{abcde}	22.60 ^{abcdef}
	50	100	9.14 ^{bcdef}	25.00 ^{bcdef}	23.14 ^{abcd}
		200	8.60 ^{def}	22.00 ^{def}	22.20 ^{abcdef}
		300	8.60 ^{def}	23.20 ^{cdef}	23.10 ^{abcdef}
300	70	100	8.66 ^{cdef}	23.50 ^{cdef}	20.60 ^{ef}
		200	10.50 ^{ab}	25.50 ^{abcdef}	24.25 ^{ab}
		300	7.71 ^f	20.00 ^f	23.66 ^{abc}
	100	100	9.75 ^{abcde}	25.75 ^{abcdef}	22.25 ^{abcdef}
		200	10.28 ^{abcd}	27.71 ^{abcd}	23.57 ^{abc}
		300	9.14 ^{bcdef}	30.14 ^{ab}	20.28 ^f

^{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 6 Effects of nitrogen phosphorus and potassium on yield of *Curcuma petiolata* Roxb.

Nutrition levels (mg /l)		Weight of new rhizome ^{1/} (g)	Rhizome diameter ^{1/} (cm)	Number of new rhizome ^{1/}	Number of storage root ^{1/}
Nitrogen	200	170.10 ^a	2.34 ^a	2.53 ^a	10.38 ^a
	300	143.73 ^a	2.09 ^a	2.45 ^a	10.50 ^a
Phosphorus	50	132.98 ^a	2.29 ^a	2.40 ^a	9.26 ^a
	70	165.27 ^a	2.14 ^a	2.59 ^a	11.02 ^a
	100	167.72 ^a	2.19 ^a	2.48 ^a	10.91 ^a
Potassium	100	179.72 ^a	2.27 ^a	2.60 ^a	12.14 ^a
	200	125.93 ^a	2.17 ^a	2.35 ^a	9.41 ^b
	300	165.22 ^a	2.18 ^a	2.53 ^a	9.85 ^b
Interactions					
N X P		ns	ns	ns	ns
N X K		ns	ns	ns	ns
P X K		ns	ns	ns	ns
N X P X K		ns	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

วิจารณ์

ระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ 200 มก./ล. ทำให้การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของต้น ความสูงทรงพุ่ม ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวช่อดอก ความยาวก้านดอก ความกว้างช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีชมพู และจำนวนกลีบประดับสีเขียวมากที่สุด จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าระดับของไนโตรเจนมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของบัวชั้นมากกว่าระดับของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม อาจเนื่องมาจากไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ เอ็มไซม์ และฮอร์โมนบางชนิด และเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการในปริมาณมาก การที่พืชได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสม ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี สอดคล้องกับการทดลองของโสภิตา (2548)ซึ่งพบว่า ไนโตรเจนที่ระดับ 200 มก./ล. ทำให้พุ่มมา

(*Curcuma alismatifolia* Gagnep.) มีความยาวช่อดอกและจำนวนหัวใหม่มากที่สุด Smith *et al.* (1998) ศึกษาผลของไนโตรเจนในการผลิตดอก *Alstroemeria* โดยปลูกแบบไม่ใช้ดิน พบว่าการให้ไนโตรเจนที่ระดับ 28.5 มิลลิโมลต่อลิตร พืชมีจำนวนดอกมากที่สุด

ระดับฟอสฟอรัสที่ระดับ 50 มก./ล. ทำให้พืชมีความยาวก้านดอกมากที่สุด และระดับโพแทสเซียมที่ 200 มก./ล. ให้เส้นผ่าศูนย์กลางช่อดอกสอดคล้องกับการทดลองของโสภิตา (2548) ซึ่งพบว่าเมื่อให้โพแทสเซียมที่ระดับ 200 มก./ล. ทำให้พุ่มมามีจำนวนตุ่มรากสะสมอาหารมากที่สุด เนื่องจากธาตุโพแทสเซียมมีความสำคัญในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตและการเคลื่อนย้ายอาหารจำพวกแป้ง น้ำตาลจากแหล่งจ่าย (source) ไปยังส่วนที่กำลังเจริญเติบโตและส่วนที่สะสมอาหาร เช่น หัวและลำต้น (sink) (ยงยุทธ, 2543) อัตราส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ

โพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของบัวชั้นคือ ไนโตรเจน 200 ฟอสฟอรัส 50 และโพแทสเซียม 200 มก./ล.

สรุป

ระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ 200 มก./ล. ทำให้การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของต้น ความสูงทรงพุ่ม ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวช่อดอก ความยาวก้านดอก ความกว้างช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีชมพู และจำนวนกลีบประดับสีเขียวมากที่สุด ระดับฟอสฟอรัสที่ระดับ 50 มก./ล. ทำให้พืชมีความยาวก้านดอกมากที่สุด และระดับโพแทสเซียมที่ 200 มก./ล. ให้เส้นผ่าศูนย์กลางช่อดอกมากที่สุด อัตราส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของบัวชั้นคือ ไนโตรเจน 200 ฟอสฟอรัส 50 และโพแทสเซียม 200 มก./ล.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่ให้การสนับสนุนการวิจัยและสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ยงยุทธ โอสธสภ. 2543. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.
สุวิธ วรรณไกรโรจน์. 2539. ปทุมมาและกระเจียว (*Curcuma*): ไม้ดอกไม้ประดับ. อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 128 หน้า.

โสภิตา ตาบัน. 2548. ผลของธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 193 หน้า.

อดิศร กระแสชัย. 2541. การรวบรวมพืชพื้นถิ่นเพื่อพัฒนาเป็นไม้ดอกไม้ประดับ. รายงานผลการวิจัย. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 44 หน้า.

Bahadur, M. M., A.K.M. Azad, M. A. Hakim, S. M. M. Hossain and S. P. Sikder. 2000. Effect of different spacing and potassium levels on growth and yield of turmeric var. *Sinduri*. Pakistan Journal of Biological Science 3(4): 593-595.

Silva, N.F.da, P.E. Sonnenberg and J.D. Borges., 2004. Growth and production of turmeric (*Curcuma longa* L.) as a result of mineral fertilizer and planting density. Horticultura Brasileira 22(1): 61-65.

Smith, M. A., G. C. Elliott and M. P. Bridgen. 1998. Calcium and nitrogen fertilization of *Alstroemeria* for cut flower production. HortScience 33(1): 55-59.

Yamgar, V. T., D. K. Kathmale, P. S. Belhekar, R. C. Patil and P.S. Patil. 2001. Effect of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium and split application of N on growth and yield of turmeric (*Curcuma longa* L.). Indian Journal of Agronomy 46(2): 372-374.

การแยกและเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์กล้วยไม้ช้างแดง

Protoplast Isolation and Culture of *Rhynchostylis gigantea* var. *rubrum* Sagarik

วุฒิชัย ไช้มุกต์^{1/} และ สมปอง เตชะโต^{1/}
Wuttichai Kaimuk^{1/} and Sompong Te-chato^{1/}

Abstracts: In this experiment, isolation of protoplasts from leaves of in vitro-grown Chang Daeng orchid (*Rhynchostylis gigantea* var. *rubrum* Sagarik) was carried out using various types and concentrations of enzymes and osmoticum. The results showed that 2% (w/v) cellulase Onozuka R-10, 2% (w/v) macerozyme R-10 and 0.5% (w/v) driselase dissolved in 0.75 M mannitol, incubated under darkness for 6 hours gave the highest number of protoplasts (1.28×10^6 /gram fresh weight) and viability (92-95%). Culture of the protoplasts at density of 5×10^5 protoplasts/ml in liquid MS medium supplemented with 1 mg/l 2, 4-D, 1 mg/l KN, 3% sucrose and 0.75 M mannitol promoted the highest survival rate. Only protoplasts anthocyanin containing underwent cell division and development. However, development of the protoplasts into callus and plantlet was not observed. Factors effecting protoplast regeneration will be further studied.

Keywords: *Rhynchostylis gigantea* var. *rubrum* Sagarik, orchid, protoplast, anthocyanin, microcolony

^{1/}ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

^{1/}Department of plant science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาการแยกโปรโตพลาสต์จากใบกล้วยไม้ช้างแดง (*Rhynchosstylis gigantea* var. *rubrum* Sagarik) ในหลอดทดลอง โดยใช้เอนไซม์ต่างชนิดและต่างความเข้มข้น รวมถึง osmoticum ที่ความเข้มข้นต่างกัน พบว่า เอนไซม์ Cellulase Onozuka R-10 เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (มวลต่อปริมาตร) เอนไซม์ Macerozyme R-10 เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (มวลต่อปริมาตร) และเอนไซม์ Driselase เข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ (มวลต่อปริมาตร) และปรับ osmoticum โดยใช้ Mannitol เข้มข้น 0.75 โมลาร์ โดยใช้ระยะเวลาในการแยก 6 ชั่วโมง ในที่มีดีให้จำนวนโปรโตพลาสต์สูงสุด (1.28×10^6 ต่อกรัมน้ำหนักสด) และความมีชีวิตสูงสุด (92-95 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเพาะเลี้ยงด้วยความหนาแน่น 5×10^5 โปรโตพลาสต์ต่อมิลลิลิตร ในอาหารเหลว สูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ชนิดต่าง ๆ พบว่า 2, 4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ KN 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมน้ำตาล ซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ Mannitol 0.75 โมลาร์ ทำให้โปรโตพลาสต์มีอัตราการรอดชีวิตสูงสุด โปรโตพลาสต์ที่มีแอนโธไซยานินเท่านั้นที่แบ่งเซลล์และพัฒนาได้ อย่างไรก็ตามโปรโตพลาสต์ยังไม่สามารถพัฒนาเป็นแคลลัสและพืชต้นใหม่ได้ จำเป็นต้องทำการศึกษหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อไป

คำสำคัญ: ช้างแดง *Rhynchosstylis gigantea* var. *rubrum* Sagarik โปรโตพลาสต์ แอนโธไซยานิน โคโลนีขนาดเล็ก

คำนำ

ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตกล้วยไม้ตามความต้องการของตลาด ปัญหาสำคัญของการผลิตกล้วยไม้คือขาดการพัฒนาพันธุ์กล้วยไม้ใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีความหลากหลายและสอดคล้องกับความต้องการของท้องตลาด การปรับปรุงพันธุ์กล้วยไม้เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะตรงกับความต้องการของตลาดใช้วิธีการผสมข้ามพันธุ์ เพื่อสร้างกล้วยไม้ลูกผสมพันธุ์ใหม่จนเป็นที่ยอมรับ (อุทัย, 2548) แต่การสร้างพันธุ์ลูกผสมโดยการผสมข้ามนั้น มีข้อจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสายพันธุ์ที่แตกต่างกันมาก นอกจากนี้ยังอาจประสบกับปัญหาที่ลูกผสมเป็นหมันทำให้ไม่สามารถพัฒนาสายพันธุ์ต่อไปได้ การนำเอาเทคโนโลยีโปรโตพลาสต์มาใช้ในการขยายพันธุ์ และปรับปรุงพันธุ์กล้วยไม้ น่าจะเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ในการขยายพันธุ์กล้วยไม้รวมถึงการปรับปรุงพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีนี้สามารถแก้ปัญหาและข้อจำกัดของการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมข้ามได้ อย่างไรก็ตามรายงานความสำเร็จในการรวมโปรโตพลาสต์ยังมีน้อย (Kunasakdakul and Smitamana, 2003)

โปรโตพลาสต์เป็นเซลล์พืชที่ผ่านการเอาผนังเซลล์ออกด้วยวิธีการหรือการใช้เอนไซม์แต่ยังคงเหลือเยื่อ

หุ้มเซลล์หรือหุ้มส่วนต่างๆ ของเซลล์ไว้ ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนและเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์จากการแยกโปรโตพลาสต์นั้นมีหลายปัจจัย การเลือกใช้เอนไซม์นั้นต้องคำนึงถึงชนิดของพืช และชิ้นส่วนของพืชที่นำมาแยกโปรโตพลาสต์ด้วย (สมปอง, 2539; คำภูณ, 2540; Teo and Neumann, 1978; Hu *et al.*, 1998) นอกจากนี้การใช้เอนไซม์หลายชนิดร่วมกัน ในกล้วยไม้ Aranda Noorah Alsagoff. ส่งผลให้แยกโปรโตพลาสต์ได้จำนวนมาก (Loh and Rao, 1985) ส่วนการปรับแรงดัน osmotic มีความสำคัญ เนื่องจากโปรโตพลาสต์เป็นเซลล์ที่ปราศจากผนังเซลล์ มีเพียงเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมผัสกับอาหารโดยตรง มีการส่งผ่านอาหาร และน้ำเข้าสู่เซลล์เพื่อเซลล์นำไปใช้ในการเจริญเติบโตผ่านเนื้อเยื่อหุ้มเซลล์นี้ และมีการปรับแรงดัน osmotic ภายในเซลล์ให้เท่ากับภายนอกเซลล์ หากอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงมีแรงดัน osmotic ที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้เซลล์แตกหรือเหี่ยวได้ ซึ่งแรงดัน osmotic ที่เหมาะสมนั้นจะต้องมีแรงดัน osmotic ภายใน และภายนอกเซลล์ที่สมดุลกัน (Evan and Bravo, 1983) นอกจากการแยกโปรโตพลาสต์แล้ว การเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์ก็มีความสำคัญเช่นกัน มีรายงานเกี่ยวกับวิธีการที่เหมาะสมที่ทำให้โปรโตพลาสต์มีการพัฒนาได้ เช่น ในการเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์ของบัวหลวงพันธุ์นุญทริกโดยใช้วิธีการที่

แตกต่างกัน 3 วิธี คือ การใช้ Thin layer, การใช้ Liquid over agarose และ การใช้ Agarose bead method พบว่าการเลี้ยงโดยวิธี Thin layer มีความเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงมากที่สุด (จิตเกษม และ สุเม, 2547) ส่วนการเลี้ยงโปรโตพลาสต์ของปาล์มน้ำมันในอาหารกึ่งแข็งซึ่งเติม Phytigel 0.2 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถส่งเสริมการแบ่งเซลล์ครั้งแรกได้สูงสุด (Te-chato *et al.*, 2005)

ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคและวิธีการเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์จึงมีความสำคัญก่อนที่จะประยุกต์ใช้โปรโตพลาสต์ในการปรับปรุงพันธุ์กล้วยไม้ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุพืช

กล้วยไม้พันธุ์ช้างแดงอายุ 6 เดือน ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร VW เดิม น้ำมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์ และผงถ่าน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายใต้การให้แสง นาน 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่ความเข้มแสง $25 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส (มีการย้ายในอาหารใหม่ทุก 2 เดือน หรือ 8 สัปดาห์) และหลังจากย้ายไปเลี้ยงในอาหารใหม่สูตรเดิมเป็นเวลา 2 เดือน ตัดแยกใบอ่อนคู่ที่ 1 ถึง 2 จากปลายยอดมาใช้เป็นวัสดุพืชในการแยกโปรโตพลาสต์ต่อไป

การศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของเอนไซม์ต่อจำนวนและความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์

ทำการแยกโปรโตพลาสต์จากใบกล้วยไม้ช้างแดง (อายุ 8 สัปดาห์หลังย้ายเลี้ยง) ด้วยเอนไซม์ Cellulase Onozuka R-10 เข้มข้น 1, 2 เปอร์เซ็นต์ Cellulase Onozuka RS เข้มข้น 1, 2 เปอร์เซ็นต์ Macerozyme R-10 เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ Driselase เข้มข้น 0.5, 1 เปอร์เซ็นต์ และ Pectolyase Y-23 เข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปรับแรงดัน osmotic ของเอนไซม์ด้วย Mannitol 0.70 โมลาร์ โดยใช้เอนไซม์ 10 มิลลิเมตร ต่อน้ำหนักสด 1 กรัม เขย่าโดยใช้เครื่องเขย่าแบบไปมาด้วยความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 26 ± 5 องศาเซลเซียส ในที่มีดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทำการแยกโปรโตพลาสต์โดยกรองผ่าน nylon mesh ฆ่าเชื้อขนาด

ช่อง 77 ไมโครเมตร ซึ่งวางในกรวยพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ผ่านไปยังหลอดขนาด 15 มิลลิเมตร นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 800 รอบ/นาที นาน 3 นาที ดูดเก็บเอนไซม์ และล้างตะกอนโปรโตพลาสต์ด้วยสารละลายล้างตามวิธีการของสกุรัตน์ (2549) ปริมาตร 8 มิลลิเมตร ค่อยๆ ดูดเป่าให้เข้ากัน แล้วลอบบนสารละลายซูโครส 21 เปอร์เซ็นต์ เพื่อแยกโปรโตพลาสต์จากตะกอนเซลล์ โดยหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบ/นาที นาน 5 นาที ดูดเก็บโปรโตพลาสต์จากตอนกลางของสารละลาย แล้วล้างด้วยสารละลายล้าง 2-3 ครั้ง นับจำนวนและตรวจสอบความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์ โดยใช้สารละลายโปรโตพลาสต์ 100 ไมโครลิตร ย้อมด้วยสี FDA (fluorescein diacetate) 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เท่ากัน ดูดเป่าให้เข้ากันในสไลด์หลุม ทั้งไว้ประมาณ 10-15 นาที ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ดูการเรืองแสงอัลตราไวโอเล็ตภายใต้กล้องฟลูออเรสเซนส์ นับจำนวนโปรโตพลาสต์ที่เรืองแสงสีเขียว-เหลือง คำนวณเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์ เปรียบเทียบกัน

การศึกษาผลของอายุใบต่อจำนวนและความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์

ในการศึกษานี้ใช้เอนไซม์ที่ให้ผลดีที่สุดจากการศึกษาแรก ปรับแรงดัน Osmotic ของเอนไซม์ด้วย Mannitol 0.70 โมลาร์ แยกโปรโตพลาสต์จากใบกล้วยไม้ช้างแดงอายุ 4 และ 8 สัปดาห์ บนเครื่องเขย่าแบบไปมาด้วยความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 26 ± 5 องศาเซลเซียส ในที่มีดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วนำโปรโตพลาสต์ที่แยกได้ มาทำการนับจำนวน และตรวจสอบความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์ เปรียบเทียบกันในแต่ละอายุของใบ

การศึกษาผลของระยะเวลา Incubation ต่อจำนวนและความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์

นำใบอายุ 8 สัปดาห์ ทำการแยกโปรโตพลาสต์โดยใช้เอนไซม์ที่ดีที่สุดจากการศึกษาแรก ปรับแรงดัน osmotic ของเอนไซม์ด้วย Mannitol 0.70 โมลาร์ incubate บนเครื่องเขย่าแบบไปมาด้วยความเร็วรอบ 50

รอบตอนาที อุณหภูมิ 26 ± 5 องศาเซลเซียส ในที่มีดเป็น เวลา 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง นำโปรโตพลาสต์ที่แยกได้มา ทำการนับจำนวนและตรวจสอบความมีชีวิตของ โปรโตพลาสต์

การศึกษาผลของ Osmoticum ต่อจำนวนและความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์

ในการศึกษานี้ใช้ใบอายุ 8 สัปดาห์มาทำการ แยกโปรโตพลาสต์โดยเอนไซม์ที่ให้ผลดีที่สุดจากการ ศึกษาแรก ทำการปรับแรงดัน osmotic ของเอนไซม์ ด้วย Mannitol ที่ระดับความเข้มข้น 0.65, 0.70, 0.75 และ 0.80 โมลาร์ incubate บนเครื่องเขย่าแบบไปมา ด้วยความเร็วรอบ 50 รอบตอนาที อุณหภูมิ 26 ± 5 องศาเซลเซียส ในที่มีดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำโปรโตพลาสต์ที่ แยกได้มาทำการนับจำนวนและตรวจสอบความมีชีวิต ของโปรโตพลาสต์

การศึกษาผลของสูตรอาหารต่อการแบ่งเซลล์และ พัฒนาการของโปรโตพลาสต์

ทำการเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์ที่แยกจากใบที่ มีอายุ 8 สัปดาห์ โดยปรับความหนาแน่นเริ่มต้น 5×10^5 โปรโตพลาสต์ต่อมิลลิลิตร เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS (Murashige and Skoog), VW (Vacin & Went) และ $\frac{1}{2}$ MS + $\frac{1}{2}$ VW ที่เติมน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ Mannitol เข้มข้น 0.75 โมลาร์ และ 2, 4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA (6- benzyladenine) 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปิด จานเพาะเลี้ยงด้วยพาราฟิล์ม วางเลี้ยงในที่มืด อุณหภูมิ 28 ± 0.5 องศาเซลเซียส ตรวจสอบการแบ่งเซลล์หลังการ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 สัปดาห์ บันทึกเปอร์เซ็นต์การแบ่ง เซลล์ และการพัฒนาเป็นกลุ่มเซลล์เปรียบเทียบกับในแต่ สูตรอาหาร

การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อ การแบ่งเซลล์และ พัฒนาการของโปรโตพลาสต์

เพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์ที่แยกจากใบอายุ 8 สัปดาห์ ใช้ความหนาแน่นเริ่มต้น 5×10^5 โปรโตพลาสต์ ต่อมิลลิลิตร ในอาหารเหลวสูตร MS เติมน้ำตาลซูโครส

เข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ Mannitol เข้มข้น 0.75 โมลาร์ เติมน NAA (α -naphthaleneacetic acid) และ 2,4-D ร่วมกับ BA, KN (Kinetin) และ dicamba ที่ระดับความเข้มข้น ต่างๆ ดังตารางที่ 1 ปิดจานเพาะเลี้ยงด้วยพาราฟิล์ม วาง เลี้ยงในที่มืด อุณหภูมิ 28 ± 0.5 องศาเซลเซียส ตรวจสอบ การแบ่งเซลล์หลังการเพาะเลี้ยงผ่านไปเป็นเวลา 1 และ 2 สัปดาห์ โดยบันทึกเปอร์เซ็นต์ การแบ่งเซลล์ และการ พัฒนาเป็นกลุ่มเซลล์

การศึกษาวิธีการเลี้ยงต่อการแบ่งเซลล์และ พัฒนาการของโปรโตพลาสต์

ในการศึกษานี้แบ่งวิธีการเลี้ยงเป็น 2 วิธีการ คือ การเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว และการเพาะเลี้ยงใน อาหารแข็ง โดยแยกโปรโตพลาสต์จากใบที่มีอายุ 8 สัปดาห์ ปรับความหนาแน่นเริ่มต้นเป็น 5×10^5 โปรโต- พลาสต์ต่อมิลลิลิตร เลี้ยงในอาหารสูตร MS เติมน้ำตาล ซูโครส เข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ Mannitol เข้มข้น 0.75 โมลาร์ และ 2, 4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร KN เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับอาหารแข็งเติม Agarose, Type VII-A เข้มข้น 0.65 เปอร์เซ็นต์ ปิดจาน เพาะเลี้ยงด้วยพาราฟิล์ม ตรวจสอบการแบ่งเซลล์หลัง การเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 สัปดาห์ บันทึกเปอร์เซ็นต์การ แบ่งเซลล์ และการพัฒนาเป็นกลุ่มเซลล์

ผลการทดลอง

ผลของชนิดและความเข้มข้นของเอนไซม์ต่อ จำนวนและความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์

การแยกโปรโตพลาสต์จากใบกล้วยไม้ช้างแดง ด้วยเอนไซม์ Cellulase Onozuka R-10, Cellulase Onozuka RS, Macerozyme R-10, Driselase และ Pectolyase Y-23 ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าการใช้ เอนไซม์ Cellulase Onozuka R-10 เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ Macerozyme R-10 เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และ Driselase 0.5 เปอร์เซ็นต์ ให้จำนวนสูงสุด (1.28×10^6 โปรโตพลาสต์ต่อกรัมน้ำหนักสด) โดยเปอร์เซ็นต์ความมี ชีวิตของโปรโตพลาสต์เท่ากับ 92.19 เปอร์เซ็นต์รองลงมาคือ เอนไซม์ Cellulase Onozuka R-10 เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์

ร่วมกับเอนไซม์ Macerozyme R-10 ซึ่งให้จำนวนโปรโตพลาสต์ 1.1128×10^6 โปรโตพลาสต์ต่อกรัมน้ำหนักสด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่ใช้เอนไซม์ชนิดอื่นร่วมด้วยส่งผลให้จำนวนโปรโตพลาสต์ลดลง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1)

ผลของอายุใบต่อจำนวน และความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์

จากการแยกโปรโตพลาสต์จากใบอายุ 4 และ 8 สัปดาห์ โดยการใช้เอนไซม์รวมทั้ง 3 ชนิดที่ให้ดีที่สุดจากผลการศึกษาข้างต้น พบว่าชิ้นส่วนใบอายุ 4 สัปดาห์ให้จำนวนโปรโตพลาสต์สูงสุด (1.35×10^6 ต่อกรัมน้ำหนักสด) และความมีชีวิต 75.27 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชิ้นส่วนใบอายุ 8 สัปดาห์ซึ่งให้จำนวนโปรโตพลาสต์ 1.1×10^6 ต่อกรัมน้ำหนักสด และความมีชีวิตประมาณ 72.58 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1) และเมื่อทำการศึกษาเบื้องต้นโดยการเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์ที่แยกได้จากใบอายุ 4 และ 8 สัปดาห์ พบว่า โปรโตพลาสต์ที่แยกได้จากใบอายุ 8 สัปดาห์เจริญเติบโตได้ดีกว่า ดังนั้นในการศึกษาต่อไปจึงเลือกใช้ใบที่มีอายุ 8 สัปดาห์

ผลของระยะเวลา Incubation ต่อจำนวน และความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์

จากการแยกโปรโตพลาสต์จากใบอายุ 8 สัปดาห์ โดยการใช้เอนไซม์รวมทั้ง 3 ชนิดที่ให้ดีที่สุดจากผลการศึกษาข้างต้น ในที่มีดเป็นเวลา 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง พบว่าการใช้เวลาที่ 6 ชั่วโมง ให้จำนวนโปรโตพลาสต์สูงสุด (1.05×10^6 โปรโตพลาสต์ต่อกรัมน้ำหนักสด) ซึ่งแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ 4, 5 และ 7 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อใช้ระยะเวลา 5 ชั่วโมง มีความมีชีวิต 91.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างจากระยะเวลาอื่น (ตารางที่ 2)

ผลของ Osmoticum ต่อจำนวน และความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์

การแยกโปรโตพลาสต์จากใบอายุ 8 สัปดาห์ ด้วยเอนไซม์ที่ดีที่สุดจากผลการศึกษาข้างต้น ในที่มีดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทำการปรับแรงดัน osmotic ของเอนไซม์ด้วย Mannitol 0.65, 0.70, 0.75 และ 0.80 โมลาร์ พบว่า Mannitol ที่ความเข้มข้น 0.75 โมลาร์ ให้จำนวนโปรโตพลาสต์ 9.7×10^5 โปรโตพลาสต์ต่อกรัมน้ำหนักสด รองลงมาคือความเข้มข้นของ Mannitol 0.7 โมลาร์ ให้จำนวนโปรโตพลาสต์ 9.1×10^5 โปรโตพลาสต์ต่อกรัมน้ำหนักสด เมื่อตรวจสอบความมีชีวิต พบว่า ที่ความเข้มข้น Mannitol 0.65 โมลาร์ ให้ความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์เท่ากับ 92.06 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือที่ความเข้มข้น Mannitol 0.65 โมลาร์ ให้ความมีชีวิตของโปรโตพลาสต์เท่ากับ 87.83 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

ผลของสูตรอาหารต่อการแบ่งเซลล์ และพัฒนาการของโปรโตพลาสต์

เมื่อเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์จากใบกล้วยไม้ อายุ 8 สัปดาห์ ด้วยความหนาแน่น 5×10^5 โปรโตพลาสต์ต่อมิลลิกรัม ในอาหารเหลว 3 สูตร คือ MS, VW และ $\frac{1}{2}$ VW + $\frac{1}{2}$ MS พบว่าอาหารสูตร MS ให้พัฒนาการในการแบ่งเซลล์ดีที่สุด 0.30% ในขณะที่อาหารสูตร VW และ $\frac{1}{2}$ VW + $\frac{1}{2}$ MS ให้การพัฒนาของเซลล์ 0.23 เปอร์เซ็นต์ และ 0.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการแบ่งเซลล์ และพัฒนาการของโปรโตพลาสต์

หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 1 และ 2 สัปดาห์ พบว่าอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม 2, 4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งเสริมให้โปรโตพลาสต์ที่มีแอนโทไซยานินมีการแบ่งเซลล์ในสัปดาห์แรกหลังจากเพาะเลี้ยง ส่วนการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม 2, 4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ KN เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งเสริมให้มีการแบ่งเซลล์ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง (ตารางที่ 5) จากการศึกษา พบว่า เซลล์มีการตอบสนองต่ออาหารเพาะเลี้ยงน้อยมากส่งผลให้มีการ

พัฒนาของโปรโตพลาสต์ต่ำมาก และเมื่อเพาะเลี้ยงต่อไปพบว่า โปรโตพลาสต์เหี่ยวและไม่มีการพัฒนาต่อไปอีกในสัปดาห์ที่ 4 ของการเพาะเลี้ยง

ผลของวิธีการเลี้ยงต่อการแบ่งเซลล์ และพัฒนาการของโปรโตพลาสต์

การเลี้ยงโปรโตพลาสต์ในอาหารเหลว พบว่า เซลล์เริ่มมีการแบ่งเซลล์ครั้งแรกเมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งโปรโตพลาสต์ที่มีแอนโธไซยานินเป็นองค์ประกอบเท่านั้นที่มีการพัฒนาได้ ในขณะที่เซลล์ที่ไม่มีแอนโธไซยานิน คลอโรฟิลล์จะเป็นสีดำ และตายในที่สุด ส่วนการเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์บนอาหารแข็ง โปรโตพลาสต์ไม่มีการพัฒนา

โปรโตพลาสต์ที่แยกได้จากใบกล้วยไม้ช้างแดง มี 2 แบบ คือ มีแอนโธไซยานินซึ่งจะเห็นเป็นสีแดงชัดเจน และไม่มีแอนโธไซยานิน (ภาพที่ 2A) โปรโตพลาสต์ที่แยกจากใบอายุ 4 สัปดาห์ มีการพัฒนาที่ไม่ดี เซลล์ที่มีแอนโธไซยานินเท่านั้นที่มีชีวิตรอด (ภาพที่ 2B) โปรโตพลาสต์แบ่งเซลล์ครั้งแรกเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ลักษณะการแบ่งเซลล์เป็นแบบไม่สมมาตร มีการแบ่งคลอโรฟิลล์ให้กับเซลล์ลูกไม่เท่ากัน (ภาพที่ 2C) เมื่อทำการเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์ที่แยกได้จากใบอายุ 8 สัปดาห์ มีพัฒนาการที่ดีกว่าเนื่องจากมีแอนโธไซยานินปริมาณมาก (ภาพที่ 2D) และเมื่อเลี้ยงใบอายุ 8 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ มีการพัฒนาเป็นโคโลนีขนาดเล็ก (ภาพที่ 2E)

Table 1 effect of various enzyme combinations on yield and viability of Chang Daeng orchid protoplasts after incubated in mannitol 0.7 M for 5 hours.

Enzyme (%)					Yield of protoplasts/ g fr wt ($\times 10^5$) ^{1/}	Viability (%)
CR-10	MR-10	CRS	Dri	Pec		
2	2	-	-	-	11.1 $\pm$ 1.81a	72.58 $\pm$ 24.29 ^{ns}
1	2	1	-	-	5.2 $\pm$ 0.34c	78.70 $\pm$ 20.09
-	2	2	-	-	4.3 $\pm$ 0.51c	73.52 $\pm$ 7.21
2	2	-	0.5	-	12.8 $\pm$ 2.28a	92.19 $\pm$ 2.03
2	2	-	1	-	8.2 $\pm$ 0.29b	80.00 $\pm$ 5.00
2	2	-	0.5	0.5	4.2 $\pm$ 0.75c	95.23 $\pm$ 8.25

^{1/} Means within the same column followed by different characters showed significantly different by DMRT at $P \leq 0.05$,

ns = not significantly different

CR-10 = Cellulase Onozuka R-10, MR-10 = Macerozyme R-10, CRS = Cellulase Onozuka RS Pec = Pectolyase Y-23, Dri = Driselase

Table 2 Effect of incubation period on yield and viability of Chang Daeng orchid protoplasts after incubated in 2% Cellulase Onozuka R-10, 2% Macerozyme R-10, and 0.5% Driselase, 0.7 M mannitol for 5 hours.

Time (h)	Yield of protoplasts/g fr wt ($\times 10^5$) ^{1/}	Viability (%)
4	4.6±4.42b	80.00±8.66 ^{ns}
5	5.3±1.41b	91.53±7.50
6	10.5±4.20a	84.32±0.87
7	4.0±7.07b	87.77±10.71

^{1/} Means within the same column followed by different characters showed significantly different by DMRT at $P \leq 0.05$, ns = not significantly different

Table 3 Effect of concentration of mannitol on yield and viability of protoplasts after incubated in 2% Cellulase Onozuka R-10, 10% Macerozyme R-10, and 0.5% Driselase, 0.7 M mannitol for 5 hours.

Mannitol (M)	Yield of protoplasts/g fr wt ($\times 10^5$) ^{1/}	Viability (%) ^{1/}
0.65	5.2±0.34c	92.06±0.68a
0.70	9.1±0.25a	78.43±9.22a
0.75	9.7±0.60a	87.83±2.84a
0.80	7.0±0.47b	61.77±6.71b

^{1/} Means within the same column followed by different characters showed significantly different by DMRT at $P \leq 0.05$, ns = not significantly different

Table 4 Effect of culture medium on survival rate and cell division of protoplasts at 1 week after culture in darkness.

Medium	1 week
MS	++ 0.3±0.02
VW	+ 0.23±0.02
½ MS + ½ VW	+ 0.26±0.02

+ cell survive ++ cell division

Table 5 Effect of plant growth regulators containing in MS medium on survive and cell division of protoplasts at 1 and 2 weeks after culture in darkness.

Plant growth regulators (mg/l)					Response	
NAA	2,4-D	BA	KN	di	1 week	2 weeks
1	0	1	0	0	-	-
1	0	0	1	0	+	-
0	0	0	0	1	+	-
0	0	0	0	0	+	-
1	0	0	0	1	+	-
0	1	1	0	0	++	-
0	1	0	1	0	+	++

- cell death

+ cell survive

++ cell division

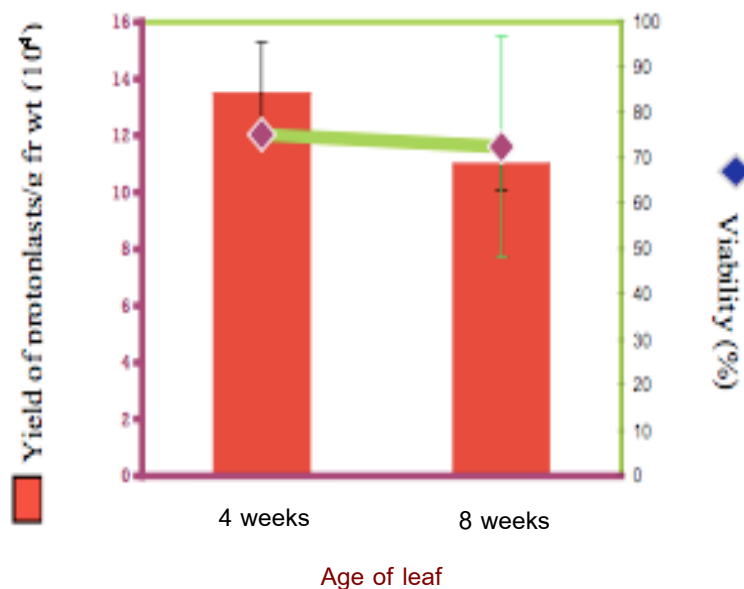


Figure 1 Effect of age of leaf on yield and viability of protoplasts after incubated in 2% Cellulase Onozuka R-10, 2% Macerozyme R-10, and 0.5% Driselase, 0.7 M mannitol for 5 hours.

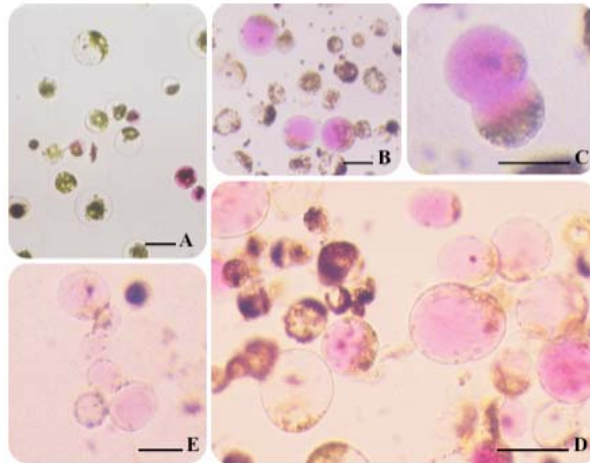


Figure 2 Development of protoplast in MS medium supplemented with 3% sucrose, 1.0 mg/l 2,4-D, 1 mg/l BA and 0.7 M mannitol (culture of density of 5×10^5 protoplasts/ml) (bar = 50 μ m).

วิจารณ์

เอนไซม์ที่ใช้ในการแยกโปรโตพลาสต์มีผลต่อปริมาณ และควมมีชีวิตของโปรโตพลาสต์ที่แยกได้ สกูลรัตน์ (2549) แยกโปรโตพลาสต์ของกล้วยไม้เหลือง จันทบูร ด้วยเอนไซม์ Cellulase Onozuka R-10 ร่วมกับ Macerozyme R-10 ในขณะที่ Teo and Neumann (1978) ใช้ Pectolyase ร่วมกับเอนไซม์ทั้งสองชนิดข้างต้นเพื่อแยกโปรโตพลาสต์จากชิ้นส่วนโปรโตคอร์มของกล้วยไม้ Renantada Rosalind Cheok จึงสามารถแยกโปรโตพลาสต์ได้ดี สำหรับการแยกโปรโตพลาสต์จากใบกล้วยไม้ช้างแดงในการศึกษานี้ต้องใช้เอนไซม์ทั้งสองร่วมกับ Driselase จึงได้โปรโตพลาสต์จำนวนมาก ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของผนังเซลล์ในกล้วยไม้แต่ละชนิด และพันธุ์มีความแตกต่างกัน และมีความจำเพาะส่งผลต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ที่แตกต่างกันด้วย จากการศึกษาอายุของชิ้นส่วนพืช พบว่า ชิ้นส่วนใบพืชที่มีอายุน้อยมีจำนวนโปรโตพลาสต์ และควมมีชีวิตสูงกว่าโปรโตพลาสต์ที่แยกได้จากชิ้นส่วนพืชที่มีอายุแก่กว่า อาจเนื่องมาจากชิ้นส่วนพืชที่มีอายุน้อยเซลล์มีกิจกรรม

การแบ่งเซลล์สูงมีการสร้างสารประกอบเชิงซ้อน (เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ตลอคเจน ลิกนิน และซูเบอร์ลิน) มาสะสมน้อยมาก ดังนั้นเอนไซม์ที่ใช้จึงสามารถย่อยได้ดีกว่า สอดคล้องกับ สกูลรัตน์ (2549) พบว่า ชิ้นส่วนใบกล้วยไม้เหลือง จันทบูรที่มีอายุ 4 สัปดาห์ ให้จำนวนและควมมีชีวิตสูงสุดคือ นอกจากนี้ Theodoropoulos and Roubelakis-Angelakis (1990) พบว่า อายุของใบมีผลต่อปริมาณ และคุณภาพของโปรโตพลาสต์ที่แยกได้ แม้ว่าชิ้นส่วนใบของกล้วยไม้ช้างแดงอายุ 4 สัปดาห์ ในการศึกษาให้จำนวนโปรโตพลาสต์สูงก็ตาม แต่โปรโตพลาสต์ที่แยกได้จากใบที่มีอายุ 8 สัปดาห์ สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่า เนื่องมาจากมีเซลล์ที่มีแอนโทไซยานินจำนวนมาก แสดงว่าแอนโทไซยานินมีผลต่อการส่งเสริมการแบ่งเซลล์ และพัฒนาของเซลล์โปรโตพลาสต์ที่แยกได้จากใบกล้วยไม้ช้างแดง (ภาพที่ 2C, 2D)

ระยะเวลา incubation ชิ้นส่วนพืชเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่มีผลต่อจำนวน และควมมีชีวิตของโปรโตพลาสต์ โดยสกูลรัตน์ (2549) รายงานว่าหากชิ้นส่วนพืชอยู่ในสารละลายเอนไซม์นานเกินไป ส่งผลให้

โปรโตพลาสต์เสียหายและควมมีชีวิตลดลง Kunasakdakul and Smitamana (2003) ศึกษา ระยะเวลา incubation ขึ้นส่วนใบของกล้วยไม้ *Dendrobium Prathum Red* ในหลอดทดลองเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ส่งผลให้จำนวน ควมมีชีวิต และลักษณะของ โปรโตพลาสต์ที่ดีที่สุด สกูลรัตน์ (2549) พบว่า ระยะเวลา incubation ขึ้นส่วนใบกล้วยไม้เหลืองจันทร์บุรุษเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ส่งผลให้จำนวนและควมมีชีวิตของโปรโตพลาสต์สูงสุด สำหรับในกล้วยไม้ช้างแดงต้องใช้ เวลารนานถึง 6 ชั่วโมง ให้ผลดีที่สุด ซึ่งระยะเวลา incubation ใบของกล้วยไม้ช้างแดงนานกว่ากล้วยไม้ใน สกุล *Dendrobium* ทั้งนี้เนื่องใบของกล้วยไม้ช้างแดงมี ความหนาและแข็งกว่า

พืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้ง องค์ประกอบ และโครงสร้างใบของพืช ส่งผลให้ osmoticum ในใบต่างกัน ความเข้มข้นของ osmoticum สูงเกินไปนอกจากจะทำให้โปรโตพลาสต์เสียหายแล้ว ยัง ยับยั้งการแบ่งเซลล์อีกด้วย (Evans and Bravo, 1983; Wallin and Eriksson, 1973) จากการศึกษาเมื่อใช้ Mannitol ที่ความเข้มข้น 0.7 โมลาร์ ให้จำนวนโปรโตพลาสต์ที่แยกได้จากใบกล้วยไม้ช้างแดงสูงสุด ทั้งนี้ เนื่องจากใบของกล้วยไม้ช้างแดงมีความแข็ง และอวบน้ำ เมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น ส่วนชนิดและความเข้มข้นของ osmoticum ของสารละลายเอนไซม์ที่ใช้มีความสำคัญ มาก เนื่องจากโปรโตพลาสต์ที่แยกได้ไม่มีผนังเซลล์ ดังนั้นหาก osmoticum ที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลต่อ จำนวน และควมมีชีวิตของโปรโตพลาสต์ที่แยกได้ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อควมอยู่รอดของโปรโตพลาสต์ ด้วย (บุญยืน, 2540) osmoticum ที่เหมาะสมจะช่วยให้ โปรโตพลาสต์มีชีวิตรอดได้มากขึ้น ทำให้โปรโตพลาสต์ ไม่เหี่ยวหรือแตก อาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์ก็ต้องเติม osmoticum ด้วยเพื่อควบคุมแรงดัน osmoticจนกว่าโปรโตพลาสต์จะสร้างผนังเซลล์ขึ้นมา ใหม่ (สกูลรัตน์, 2549) Sajise and Sagawa (1991) เพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์จากแคลลัสกล้วยไม้ ฟาแลนนอปซิส ในอาหารเหลวสูตร VW ดัดแปลงร่วมกับ ธาตุอาหารรองสูตร MS ที่มีความเข้มข้นลดลงครึ่งหนึ่ง และปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต พบว่า

สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสและสร้างโปรโตคอร์มได้ ในขณะที่โปรโตพลาสต์ที่แยกจากใบของกล้วยไม้ช้างแดงสามารถเจริญได้ดีในอาหารสูตร MS อาจเป็นไปได้ว่าโปรโตพลาสต์ของช้างแดงมีความต้องการธาตุอาหาร เพื่อการเจริญมากกว่ากล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส

สารควบคุมการเจริญเติบโต มีผลต่อการ พัฒนาของโปรโตพลาสต์ Kunasakdakul and Smitamana (2003) เพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์จากใบอ่อนของกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส ในอาหารเหลวสูตร PS ดัดแปลงเติม NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร BAP เข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Zeatin เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า สามารถชักนำแคลลัสและ พัฒนาเป็นแคลลัสที่จะพัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ พืช ต่างชนิดกันต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกันในการแบ่ง เซลล์และพัฒนาการไปเป็นพืชต้นใหม่ การเลี้ยงโปรโตพลาสต์ที่แยกจากใบกล้วยไม้ช้างแดง ในอาหารสูตร MS เดิม 2,4-D ร่วมกับ BA สามารถส่งเสริมการพัฒนาของ โปรโตพลาสต์ได้ดีที่สุดในสัปดาห์แรกของการเพาะเลี้ยง เมื่อทำการเลี้ยงต่อไป พบว่าในอาหารที่มี 2,4-D ร่วมกับ KN สามารถทำให้โปรโตพลาสต์มีชีวิตรอดได้ในสัปดาห์ ที่ 2 ของการเพาะเลี้ยง (ตารางที่ 5) วิธีการเพาะเลี้ยงใน อาหารเหลวเป็นวิธีที่นิยมมากเนื่องจากสามารถปรับ แรงดัน osmotic ได้ง่าย จิตเกษม และ สุเม (2547) เพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์ของบัวหลวงพันธุ์บุณทริก พบว่า ในอาหารเหลวมีความเหมาะสมมากที่สุด อย่างไรก็ตามพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันดังนั้นวิธีการ เพาะเลี้ยงจึงอาจแตกต่างกันออกไป ในการเพาะเลี้ยง โปรโตพลาสต์จากใบกล้วยไม้ช้างแดงในการศึกษาไม่ได้ ทดลองวิธีการเพาะเลี้ยง แต่การเลี้ยงในอาหารแข็ง ส่งเสริมให้โปรโตพลาสต์มีชีวิตนานขึ้น อย่างไรก็ตามไม่ พบการแบ่งเซลล์ พัชรูดี (2536) รายงานว่าการ เพาะเลี้ยง โปรโตพลาสต์ของ Aranda ในอาหารเหลว และอาหารกึ่งแข็งกึ่งเหลว โปรโตพลาสต์มีชีวิตรอดได้ นานที่สุด

การศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้น ถึง วิธีการแยกโปรโตพลาสต์ที่เหมาะสมจากใบกล้วยไม้ ช้างแดง เพื่อให้ได้จำนวนโปรโตพลาสต์มาก และมีความ มีชีวิตสูง ดังนั้น ควรมีการศึกษาถึงวิธีการ

เพาะเลี้ยงเพิ่มเติม เนื่องจากความสามารถในการรอดชีวิตของโปรโตพลาสต์ การพัฒนาเป็นกลุ่มแคลลัส จนกระทั่งเป็นพืชต้นใหม่นั้นต้องอาศัยหลายปัจจัย เช่น สูตรอาหาร สารควบคุมการเจริญเติบโต แสง อุณหภูมิ เป็นต้น

สรุป

การแยกโปรโตพลาสต์จากชิ้นส่วนใบกล้วยไม้ช้างแดงในหลอดทดลองต้องใช้เอนไซม์ 3 ชนิด ประกอบด้วย Cellulase Onozuka R-10 เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ Macerozyme R-10 เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และ Driselase เข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ และปรับแรงดัน osmotic โดยใช้ Mannitol เข้มข้น 0.75 โมลาร์ โดยใช้ระยะเวลา incubation 6 ชั่วโมง ในที่มีด ให้จำนวนโปรโตพลาสต์สูงสุดคือ 1.28×10^6 ต่อกรัม น้ำหนักสด และความมีชีวิตสูงสุด 92-95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวางเลี้ยงในอาหาร MS ด้วยความหนาแน่น 5×10^5 โปรโตพลาสต์ต่อมิลลิลิตร ที่มี 2, 4-D 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร KN 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร Mannitol 0.75 M วางเลี้ยงในที่มีด 1-2 สัปดาห์ พบว่า โปรโตพลาสต์จากใบกล้วยไม้ช้างแดงในใบที่มีอายุ 8 สัปดาห์มีการสร้างแอนโทไซยานินที่มากกว่าใบอายุ 4 สัปดาห์ เซลล์ที่มีแอนโทไซยานินเท่านั้นที่แบ่งเซลล์ และพัฒนาได้

เอกสารอ้างอิง

คำณูณ กาญจนภูมิ. 2540. การปรับปรุงพันธุ์กล้วยไม้โดยเทคโนโลยีโปรโตพลาสต์ฟิวชัน. รายงานการวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

จิตเกษม เทียงจิตต์ และ สุมะ อรัญนารอด. 2547. การชักนำแคลลัสจากโปรโตพลาสต์ของบัวหลวง พันธุ์บุญทวีกร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 35: 19-23.

พัฐวดี ทองสีด้า. 2536. การแยกและเลี้ยงโปรโตพลาสต์อะแรนด้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

บุญยืน กิจวิจารณ์. 2540. เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 207 หน้า.

สกุลรัตน์ แสนปุตระวงษ์. 2549. เทคนิคการแยกและการเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์จากใบกล้วยไม้ เหลืองจันทร์ (Dendrobium *friedericksianum* Rchb.f.) ในหลอดทดลอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 72 หน้า.

สมปอง เตชะโต. 2539. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเศรษฐกิจ หลักการและพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 135 หน้า.

อุทัย จารณศรี. 2548. กล้วยไม้ตัดดอก และกล้วยไม้กระถาง. ข่าวสารสมาคมพืชสวน. สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

Evans, D. A. and J. E. Bravo. 1983. Protoplast isolation and culture. pp. 124-176. In: D.A. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato and Y. Yamada (eds.). Handbook of Plant Cell Culture. Vol. 1. Macmillan Publishing Company, New York.

Hu, W. -W., S. -M. Wong, C.-S. Loh and C.-J. Goh. 1998. Synergism in replication of Cymbidium mosaicpotexvirus (CymMV) and odontoglossum ringspot tobamovirus (ORSV) RNA in orchid protoplasts. Archives of Virology 143: 1265-1275.

Kunasakdakul, K. and P. Smitamana. 2003. Dendrobium Prathum Red protoplast culture. Thai J. Agric. Sci. 36: 1-8.

- Loh, C.-S. and A.N. Rao. 1985. Isolation and culture of mesophyll protoplasts of *Aranda Noorah* Alsagoff. *Malayan Orchid Review* 19: 34-37.
- Sajise, J.U. and Y. Sagawa. 1991. Regeneration of plantlets from callus and protoplasts of *Phalaenopsis* sp. *Malayan Orchid Bull.* 5: 23-28.
- Te-chato, S. A. Hilae and L. Moosikapala, 2005. Microcolony formation from embryogenic callus-derived protoplasts of oil palm. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 27: 685-691.
- Teo, C.K.H. and K.H. Neumann. 1978. The culture of protoplasts isolated from *Renantanda* Rosalind Cheok. *The Orchid Review* 86: 156-158.
- Theodoropoulos, P. A. and K. A. Roubelakis-Angelakis. 1990. Progress in leaf protoplast isolation and culture from virus-free axenic shoot culture of *Vitis vinifera* L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 20: 15-23.
- Wallin, A. and T. Eriksson. 1973. Protoplast cultures from suspension of *Daucus carota*. *Physiol. Plant.* 28: 33-39.
-

การขยายพันธุ์ต้นลิงเเลวในสภาพปลอดเชื้อ และในสภาพโรงเรือน

In Vitro and *In Vivo* Propagation of *Chlorophytum undulatum* Wall.

จามจุรี สดตฤกุล^{1/2/} ปาริชาติ ชุมพรณ์^{1/} และ แดนสรวง น้อยคำ^{1/}
Chamchuree Sotthikul^{1/2/}, Parichat Choomporn^{1/} and Daensuang Noikam^{1/}

Abstracts: An *in vitro* production of *Chlorophytum undulatum* Wall. has been established. It was found that culturing pseudostem explants on modified MS medium without any growth regulator produced 1.30 shoots/explant within 1 month. Explants on the same medium + 0.5 mg/l Thidiazuron (TDZ) produced 2.25 shoots/explant. Continuously culturing explants on media supplemented with TDZ for 5 months, with 1 month interval of subculturing onto fresh medium, gave the highest yield of 2.80 shoots/explant. However, continuously culturing on media with TDZ for more than 5 months lowered the number of shoots to 2.41 shoots/explant at month 7. A study on different *in vivo* media components was also carried out. It was found that plants in loamy soil + sand + charred rice husk, 1:1:1 ratio, had the highest height, leaf width, and leaf length i.e. 17.03, 2.11 and 11.30 cm, respectively. Plants in loamy soil or loamy soil + cow manure, 1:1 ratio, produced the highest number of shoot, 4.14 shoots in 2 months.

Keywords: *Chlorophytum undulatum*, TDZ, *in vitro*, *in vivo*, media components

^{1/}ศูนย์บริการการพัฒนายาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ 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: การผลิตต้นลิ้งแลว (*Chlorophyllum undulatum* Wall.) ในสภาพปลอดเชื้อ พบว่าการเลี้ยงชิ้นส่วนต้นลิ้งแลว ในอาหาร MS ดัดแปลง ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นระยะเวลา 1 เดือน สามารถผลิตต้นได้เฉลี่ย 1.30 ต้น/ชิ้นส่วน ในขณะที่ชิ้นส่วนต้นที่เลี้ยงในอาหารสูตรเดียวกันที่เติม TDZ ที่ระดับ 0.5 มก/ล สามารถผลิตต้นได้เฉลี่ย 2.25 ต้น/ชิ้นส่วน การเลี้ยงชิ้นส่วนต้นในอาหารที่มี TDZ ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 5 เดือน โดยมีการตัดย้ายต้นลงในอาหารใหม่ทุก 1 เดือน พบว่าสามารถผลิตต้นลิ้งแลวได้สูงสุด 2.80 ต้น/ชิ้นส่วน แต่หากเลี้ยงในอาหารที่มี TDZ ติดต่อกันนานกว่า 5 เดือน ทำให้จำนวนต้นมีแนวโน้มลดลง โดยในเดือนที่ 7 เกิดต้นเพียง 2.41 ต้น/ชิ้นส่วน ส่วนการศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญของต้นลิ้งแลวในสภาพโรงเรือน ทำโดยนำต้นลิ้งแลวมาปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน พบว่าดินร่วนผสมทรายผสมขี้เถ้าแกลบในอัตราส่วน 1:1:1 ทำให้ลิ้งแลวมีความสูงต้น ความกว้างใบ ความยาวใบมากที่สุด คือ 17.03, 2.11 และ 11.30 ซม. ตามลำดับ นอกจากนี้ดินร่วนหรือดินร่วนผสมขี้เถ้าในอัตราส่วน 1:1 ทำให้ลิ้งแลวมีจำนวนต้นต่อกอสูงสุด คือ 4.14 ต้น ในเวลา 2 เดือน

คำสำคัญ: ลิ้งแลว TDZ สภาพปลอดเชื้อ วัสดุปลูก

บทนำ

ลิ้งแลวหรือนางเลื่อมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Chlorophyllum undulatum* Wall. จัดอยู่ในวงศ์ Anthericaceae (เต็ม, 2544) มีการกระจายพันธุ์ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีลำต้นใต้ดินแบบไรโซม (มาโนชและเพ็ญญา, 2540) ไรโซมมีลักษณะเป็นหัวที่รูปหูดสั้นเข้าและขยายขนาดออกไปทางด้านข้าง แต่จะยังคงมีส่วนยาวมากกว่าส่วนกว้าง มีการเจริญเติบโตขนานไปกับพื้นดินหรือใต้ผิวดินเล็กน้อย ลำต้นแตกสาขาเป็นแง่งเห็นข้อปล้องชัดเจนแต่ละปล้องจะมีตาข้างที่ไม่เบ่งเกิดห่อหุ้มเอาไว้ ตาที่อยู่ส่วนบนของปลายแ่งที่จะมีการพัฒนาไปเป็นยอด (ฉันทนา, 2534) การเจริญเป็นกอแน่นสูง 30 - 50 ซม. ใบรูปใบหอกปลายแหลม ขอบใบเรียบ ก้านใบยาว ดอกออกเป็นช่อออกจากเหง้าใต้ดินตั้งขึ้นสูง 4 - 6 ซม. ลักษณะการเรียงของดอกบนช่อแบบ raceme ก้านช่อดอกสีครีมอมม่วง ดอกสีขาวฉ่ำม่วง มีกลีบดอกสองชั้นรวมทั้งหมด 6 กลีบ แต่ละช่อดอกมีดอกได้มากถึง 50 ดอก ผลิดอกช่วงปลายฤดูหนาว – ฤดูร้อน ดอกใช้บริโภค เช่น ลวกจิ้ม น้ำพริก ใส่แกงแค แกงผักฮ้วนหมูหรือแกงปลาย่าง ลิ้งแลวชอบดินร่วน ระบายน้ำดี อินทรีย์วัตถุสูง แสงครึ่งวันหรือรำไร อากาศเย็น ขยายพันธุ์ด้วยการแยกกอมาปลูกใหม่ (อุไร, 2547)

การศึกษามูลของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ในการปลูกเลี้ยงลิ้งแลว นับว่ามีความสำคัญเพื่อให้ต้นมีการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ที่ดี ส่วนการขยายพันธุ์พืชในสภาพปลอดเชื้อนั้น มีรายงานการใช้ thidiazuron (TDZ) เพื่อกระตุ้นให้เกิดต้นจำนวนมากในพืชหลายชนิดได้ โดย TDZ เป็นสารกลุ่มไซโตไคนินที่มีบทบาทควบคุมการแบ่งเซลล์ กระตุ้นตาข้าง และยับยั้ง apical dominance (दनัย, 2544) การทดลองนี้จึงได้ศึกษามูลของ TDZ ที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของลิ้งแลว

วัตถุประสงค์

เพื่อทราบอัตราการผลิตและผลกระทบของ TDZ ต่อต้นลิ้งแลวเมื่อใช้เลี้ยงชิ้นส่วนต้นติดต่อกันเป็นระยะเวลานานในสภาพปลอดเชื้อ และเพื่อศึกษามูลของวัสดุปลูกที่มีต่อการพัฒนาของต้นลิ้งแลวในสภาพโรงเรือน

อุปกรณ์และวิธีการ

การขยายพันธุ์ต้นลิ้งแลวในสภาพปลอดเชื้อ

คัดเลือกต้นลิ้งแลวที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อที่มีความสมบูรณ์ใกล้เคียงกันตัดให้มีขนาด 1.0 ซม. นำแต่ละต้นไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS (1962) ดัดแปลง ที่มี

ความเข้มข้นของ TDZ 0.5 มก./ล. และสูตรเดียวกันที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต โดยมีระยะเวลาในการเลี้ยงบนอาหารที่มี TDZ ตั้งแต่ 1-7 เดือน ทำการตัดย้ายลงอาหารใหม่ทุกเดือน โดยเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มี TDZ ครบตามกำหนดแล้วจะตัดย้ายลงอาหาร MS ดัดแปลงที่ไม่เติม TDZ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) 8 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 40 ข้ำ บันทึกผลการทดลองเดือนละครั้ง โดยบันทึกความสูงต้นจากโคนต้นถึงปลายใบ จำนวนหน่อที่แตกใหม่ จำนวนรากและความยาวราก สีและความผิดปกติของต้นพืช รวมระยะเวลาการทดลองทั้งหมด 8 เดือน จากนั้นปล่อยให้ต้นลิ้นจี่เจริญเติบโตแล้วนำออกปลูกในสภาพโรงเรือนต่อไป

ส่วนประกอบของวัสดุปลูกที่มีผลต่อการพัฒนาของต้นลิ้นจี่ในสภาพโรงเรือน

ปลูกต้นกล้าลิ้นจี่ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในโรงเรือนอนุบาลเป็นเวลา 2 เดือน จากนั้นคัดเลือกต้นลิ้นจี่ไปปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน คือ ดินร่วน ดินร่วนผสมมูลวัว ดินร่วนผสมทราย ดินร่วนผสมใบไม้ผุ ดินร่วนผสมเปลือกถั่ว ในอัตราส่วน 1:1 ดินร่วนผสมทรายผสมมูลวัว ดินร่วนผสมใบไม้ผุผสมมูลวัว ดินร่วนผสมเปลือกถั่วผสมมูลวัว ดินร่วนผสมใบไม้ผุผสมทราย ดินร่วนผสมทรายผสมขี้เถ้าแกลบ ในอัตราส่วน 1:1:1 ดินร่วนผสมใบไม้ผุผสมทรายผสมมูลวัว และดินร่วนผสมทรายผสมขี้เถ้าแกลบผสมมูลวัว ในอัตราส่วน 1:1:1:1 ทำการรดน้ำ 2 ครั้งต่อวัน คือ เช้าและเย็น และให้ปุ๋ยทางใบสูตร 21-21-21 สัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 12 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 7 ข้ำ บันทึกผลการทดลองเดือนละครั้งเป็นเวลา 12 เดือน โดยบันทึกความสูงต้นจากโคนต้นถึงปลายใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนใบ และจำนวนต้นตอก

ผลการทดลอง

การขยายพันธุ์ต้นลิ้นจี่ในสภาพปลอดเชื้อ

จากการศึกษาอิทธิพลของ TDZ ต่อการขยายพันธุ์ต้นลิ้นจี่ในสภาพปลอดเชื้อ โดยมีระยะเวลาในการเลี้ยงตั้งแต่ 1 – 7 เดือน เริ่มตั้งแต่ ก.พ. – ส.ค. พบว่าการเลี้ยงต้นลิ้นจี่ในอาหาร MS (control) สามารถขยายพันธุ์ลิ้นจี่เฉลี่ย 1.30 ต้น/ชิ้นส่วน ซึ่งสังเกตได้ว่าในแต่ละเดือนปริมาณการขยายพันธุ์มีอัตราใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 1) แต่เมื่อเลี้ยงต้นลิ้นจี่ในอาหาร MS ที่เติม TDZ เข้มข้น 0.5 มก./ล. พบว่าเมื่อเลี้ยงนาน 1-4 เดือน คือ ตั้งแต่ ก.พ. – พ.ค. มีอัตราการขยายพันธุ์สูงขึ้นคือ 2.25, 2.25, 2.42 และ 2.66 ต้น/ชิ้นส่วน ตามลำดับ และมีอัตราการขยายพันธุ์สูงสุดเดือน มิ.ย. เท่ากับ 2.80 ต้น/ชิ้นส่วน อย่างไรก็ตามหากใช้ TDZ นานเกินกว่า 5 เดือน การขยายพันธุ์มีอัตราลดลง คือ เดือน ก.ค. และ ส.ค. เท่ากับ 2.69 และ 2.41 ต้น/ชิ้นส่วน (ภาพที่ 1) เมื่อศึกษาอิทธิพลของ TDZ หลังจากให้แก่ต้นลิ้นจี่ตามเวลาที่กำหนด แล้วตัดย้ายลงอาหาร MS ที่ไม่มีฮอร์โมนหรือ MS (หลังอยู่ในอาหารที่มี TDZ) พบว่า เมื่อผ่านการให้ TDZ มาแล้ว 1 – 7 เดือน ต้นลิ้นจี่มีอัตราการขยายพันธุ์ในอาหาร MS เท่ากับ 1.37, 1.37, 1.50, 1.29, 1.25, 1.62 และ 1.62 ต้น/ชิ้นส่วน ตามลำดับ เฉลี่ยเท่ากับ 1.43 ต้น/ชิ้นส่วน ซึ่งมีอัตราใกล้เคียงกับต้นลิ้นจี่ที่เลี้ยงในอาหาร MS (control) (ภาพที่ 1)

ส่วนประกอบของวัสดุปลูกที่มีผลต่อการพัฒนาของต้นลิ้นจี่ในสภาพโรงเรือน

การศึกษาร่วมกันของวัสดุปลูกที่มีผลต่อการพัฒนาของต้นลิ้นจี่ในสภาพโรงเรือน พบว่าต้นที่ปลูกในวัสดุปลูก ดินร่วน ดินร่วนผสมทราย ดินร่วนผสมใบไม้ผุ ดินร่วนผสมใบไม้ผุผสมมูลวัว ดินร่วนผสมทรายผสมใบไม้ผุ ดินร่วนผสมทรายผสมใบไม้ผุผสมมูลวัว ดินร่วนผสมเปลือกถั่ว ดินร่วนผสมทรายผสมขี้เถ้าแกลบ และดินร่วนผสมทรายผสมขี้เถ้าแกลบผสมมูลวัว มีความสูงเฉลี่ยระหว่าง 15.06 – 17.03 ซม. ซึ่งเป็นค่าความสูงที่มากกว่าที่ได้จากวัสดุปลูก ดินร่วนผสมมูลวัว และดินร่วนผสมเปลือกถั่วผสมมูลวัว ซึ่งมีช่วงความสูง

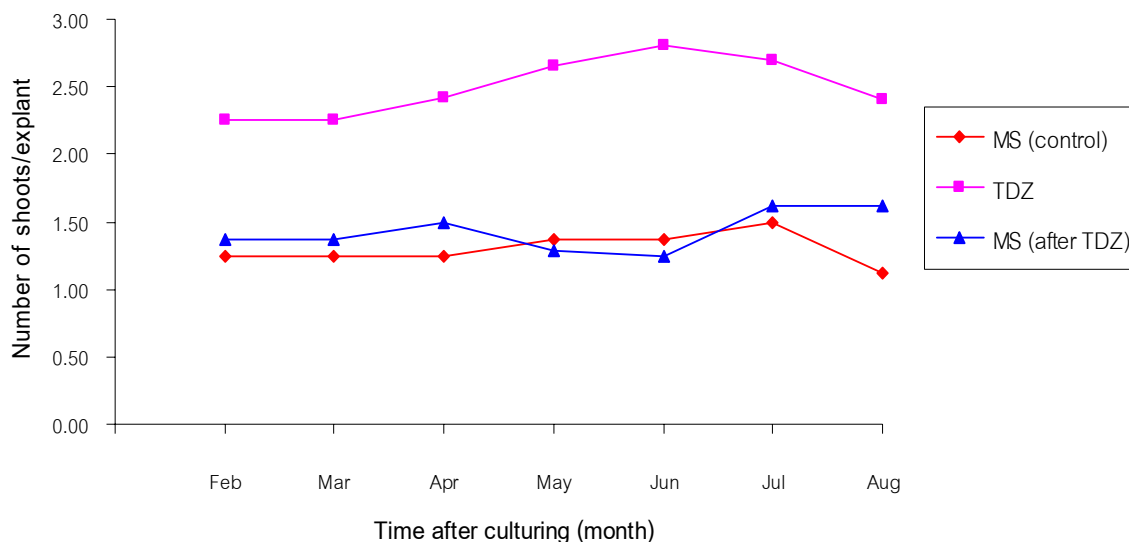


Figure 1 Propagation of *Chlorophytum undulatum* Wall. in 7 months.

เฉลี่ย 11.14 – 11.21 ซม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความกว้างเฉลี่ยของใบในวัสดุปลูก ดินร่วนผสมทราย ผสมมูลวัว ดินร่วนผสมใบไม้ผุ ดินร่วนผสมใบไม้ผุผสม มูลวัว ดินร่วนผสมทรายผสมใบไม้ผุ ดินร่วนผสมทราย ผสมใบไม้ผุผสมมูลวัว ดินร่วนผสมเปลือกถั่ว ดินร่วน ผสมทรายผสมขี้เถ้าแกลบ และดินร่วนผสมทรายผสม ขี้เถ้าแกลบผสมมูลวัว ให้ความกว้างใบเฉลี่ยระหว่าง 1.90 – 2.11 ซม. ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่าที่ได้จากวัสดุปลูก ดินร่วนผสมเปลือกถั่วผสมมูลวัว ซึ่งมีความกว้าง 1.57 ซม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความยาวเฉลี่ยของ ใบในวัสดุปลูก ดินร่วนผสมทราย ดินร่วนผสมทรายผสม ใบไม้ผุ ดินร่วนผสมทรายผสมใบไม้ผุผสมมูลวัว ดินร่วน ผสมทรายผสมขี้เถ้าแกลบ และดินร่วนผสมทรายผสม ขี้เถ้าแกลบผสมมูลวัว ให้ความยาวเฉลี่ยของใบ 9.90 – 11.30 ซม. ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่าที่ได้จากวัสดุปลูก ดินร่วนผสมมูลวัว และดินร่วนผสมเปลือกถั่วผสมมูลวัว ซึ่งมีความยาว 6.70 – 6.91 ซม. อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ค่าเฉลี่ยของจำนวนใบของต้นที่ปลูกในวัสดุปลูก ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ โดยจำนวนใบเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.14 – 8.57 ใบ

ส่วนวัสดุปลูกดินร่วน และดินร่วนผสมขี้เถ้า ให้ผลผลิตมี จำนวนเฉลี่ยต้นต่อกอมากที่สุด คือ 4.14 ต้น/กอ ซึ่ง แตกต่างกับวัสดุปลูกอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

วิจารณ์

การขยายพันธุ์ต้นลิ้นงูในสภาพปลอดเชื้อ

จากการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของ TDZ ต่อ การขยายพันธุ์ต้นลิ้นงูในสภาพปลอดเชื้อ โดยการเลี้ยง ขึ้นส่วนต้นลิ้นงูขนาด 1 ซม. บนอาหารสูตร MS (1962) ดัดแปลง ที่เติม TDZ 0.5 มก./ล. ภายใน ระยะเวลาตั้งแต่ 1 – 7 เดือน และอาหารสูตรเดียวกันที่ไม่ เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต โดยทำการตัดย้ายลง อาหารใหม่ทุกเดือน พบว่าต้นลิ้นงูที่เลี้ยงในอาหาร สูตร MS (1962) ดัดแปลงที่ไม่เติมสารควบคุมการ เจริญเติบโต สามารถผลิตต้นลิ้นงูได้เฉลี่ย 1.30 ต้น/ ขึ้นส่วน และพบว่าการเลี้ยงขึ้นส่วนต้นลิ้นงูในอาหาร ที่เติม TDZ เป็นเวลา 1 เดือน ผลิตต้นลิ้นงูได้ 2.25

Table 1 Effects of media components on plant height, leaf width, leaf length, leaf number and shoot number.

Media	Height (cm) ^{1/}	Leaf width (cm) ^{1/}	Leaf length (cm) ^{1/}	Leaf number ^{ns}	Shoot number ^{1/}
loam	15.07 ^{ab}	1.79 ^{cd}	9.14 ^{bc}	6.71	4.14 ^a
loam + cow manure (1: 1)	11.14 ^c	1.76 ^{cd}	6.70 ^d	5.14	4.14 ^a
loam + sand(1: 1)	15.06 ^{ab}	1.81 ^{bcd}	10.16 ^{ab}	5.57	2.14 ^{bcd}
loam + sand + cow manure (1: 1: 1)	14.21 ^b	1.90 ^{abc}	8.40 ^{cd}	7.00	2.86 ^b
loam + decomposed plant leaves (1: 1)	15.57 ^{ab}	1.93 ^{abc}	9.33 ^{bc}	7.29	1.57 ^d
loam + decomposed plant leaves + cow manure (1: 1: 1)	15.79 ^{ab}	1.90 ^{abc}	9.17 ^{bc}	6.86	2.57 ^{bc}
loam + sand + decomposed leaves (1: 1: 1)	16.14 ^{ab}	1.91 ^{abc}	10.23 ^{ab}	7.00	1.29 ^d
loam + sand + decomposed leaves + cow manure (1: 1: 1: 1)	15.31 ^{ab}	2.06 ^{ab}	10.01 ^{abc}	6.57	1.86 ^{cd}
loam + peanut hull (1: 1)	14.73 ^{ab}	1.90 ^{abc}	8.80 ^{bc}	5.71	2.14 ^{bcd}
loam + peanut hull + cow manure (1: 1: 1)	11.21 ^c	1.57 ^d	6.91 ^d	4.71	2.14 ^{bcd}
loam + sand + charred rice husk (1: 1: 1)	17.03 ^a	2.11 ^a	11.30 ^a	7.29	1.57 ^d
loam + sand + charred rice husk + cow manure (1: 1: 1: 1)	15.56 ^{ab}	2.04 ^{ab}	9.90 ^{abc}	8.57	1.57 ^d

^{1/} Means followed by the same letter within the same colum were not significantly different by LSD test (P=0.05)

^{ns} no significantly difference

ต้น/ ขึ้นส่วน และแนวโน้มการผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ นาน 2 – 4 เดือน เท่ากับ 2.25, 2.42 และ 2.66 ต้น/ ขึ้นส่วน การผลิตเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเลี้ยงนาน 5 เดือน เท่ากับ 2.80 ต้น/ ขึ้นส่วน แต่หลังจากเลี้ยงนานเกินกว่า 5 เดือน ทำให้การผลิตลดลงเหลือ 2.69 และ 2.41 ต้น/ ขึ้นส่วน ในเดือนที่ 6 และ 7 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของ TDZ แต่ถ้าต้นพืชสามารถสร้างฮอร์โมนหรือได้รับฮอร์โมนในปริมาณที่เพียงพอแล้วเมื่อเติมฮอร์โมนลงไปอีกจะมีผลในทางลบคือยับยั้งการเจริญเติบโต (Singh *et al.*, 2003) หลังจากที่ดินลิ้งแลวได้รับ TDZ ครบตามกำหนดแล้วจึงตัดย้ายลงในอาหาร MS ที่ไม่เติม TDZ ซึ่งพบว่าผลิตต้นลิ้งแลวได้เฉลี่ย 1.43 ต้น/ขึ้นส่วน ซึ่งอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับการเลี้ยงต้นลิ้งแลวในอาหาร MS ที่ไม่เติม TDZ ตลอดระยะเวลา

(control) และต้นลิ้งแลวเจริญได้เป็นปกติและมีคุณภาพต้นที่ดี

ส่วนประกอบของวัสดุปลูกที่มีผลต่อการพัฒนาของต้นลิ้งแลวในสภาพโรงเรือน

การศึกษาส่วนประกอบของวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน 12 ส่วนผสม พบว่า วัสดุปลูก ดินร่วนผสมทรายผสมขี้เถ้าแกลบ ในอัตราส่วน 1:1:1 เป็นวัสดุปลูกที่มีผลให้ต้นมีการเจริญในด้าน ความสูงต้น ความกว้างใบ และความยาวใบ มากกว่าวัสดุปลูกส่วนผสมอื่นเนื่องจากต้นลิ้งแลวต้องการเครื่องปลูกที่มีคุณสมบัติระบายน้ำดี และมีความชื้นค่อนข้างสูง ซึ่งทรายก็เป็นวัสดุปลูกที่มีคุณสมบัติระบายน้ำดี ส่วนขี้เถ้าแกลบก็มีคุณสมบัติเก็บความชื้นได้ดี (นันทิยา, 2538) ในขณะที่

วัสดุปลูกดินร่วน และดินร่วนผสมมูลวัว มีผลให้จำนวนต้นตอกมากที่สุด เพราะดินร่วน และดินร่วนผสมมูลวัว มีสภาพใกล้เคียงกับธรรมชาติที่ลิงแผลเจริญเติบโตอยู่ คือ เป็นดินร่วนมีอินทรีย์วัตถุสูง จึงทำให้ต้นตอกได้ดีที่สุด (อุไร, 2547)

สรุป

จากการทดลองเลี้ยงต้นลิงแผลในสภาพปลอดเชื้อโดยการให้ TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มก./ล. ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 5 เดือน พบว่าสามารถผลิตต้นได้มากที่สุด 2.80 ต้น/ชิ้นส่วน แต่ถ้าเลี้ยงเป็นเวลานานกว่านี้การผลิตต้นจะลดลง สำหรับการทดลองปลูกต้นลิงแผลโดยใช้วัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ พบว่าวัสดุปลูกที่เหมาะสมที่สุดคือ ดินร่วนผสมทรายผสมขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1

เอกสารอ้างอิง

ฉันทนา สุวรรณธาดา. 2534. ไม้ดอกประเภทหัว. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 81 หน้า.

दनัย บุญเกียรติ. 2544. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 230 หน้า.

เต็ม สมิตินันท์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544). ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 810 หน้า.

นันทิยา วรธนะภูติ. 2538. การขยายพันธุ์พืช. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 447 หน้า.

มาโนช วามานนท์ และเพ็ญภา ทวีพย์เจริญ (บก.). 2540. ผักพื้นบ้าน: ความหมายและภูมิปัญญาของสามัญชนไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ. 261 หน้า.

อุไร จิรมงคลการ. 2547. ผักพื้นบ้าน 2. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ. 223 หน้า.

Singh, N.D., L. Sahoo, N.B. Sarin and P.K. Jaiwal. 2003. The effect of TDZ on organogenesis and somatic embryogenesis in pigeonpea (*Canajus cajan* L. Millsp.) Plant Science 164(3): 341-347.

ลักษณะปากใบของจำนวนชุดโครโมโซมที่แตกต่างกันใน กล้วยไม้หวายลูกผสมบางชนิด

Stomatal Characteristics of Different Ploidy Levels in Some *Dendrobium* Hybrids

เพ็ญพิมพ์ ชิดบุรี^{1/} นันทวรรณ อินตะนำ^{1/} และอภิชาติ ชิดบุรี^{2/}
Piengpim Chidburee^{1/}, Nantawan Intanum^{1/} and Aphichat Chidburee^{2/}

Abstracts: Four *Dendrobium* hybrids at different ploidy levels were studied. It was found that there was no significantly different in terms of stem diameter. There was no relation between flower size and ploidy level whereas leaf area and leaf width varied according to ploidy level. However, number of stomatal cells and epidermal cells per area were less whereas the sizes of those were bigger when plant ploidy level increased. There was a positive correlation between number of stomatal cells and stomatal index, $r = 0.85$ whereas a negative correlation between number of stomatal cells, number of epidermal cells per area and stomatal cell length, $r = -0.88$ and -0.94 , respectively. Accuracy of using stomatal cell length to predict number of stomatal cells and epidermal cells was 77 and 88 %, respectively.

Keywords: Orchid, stomatal cell, epidermal cell, ploidy

^{1/} สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง จ. ลำปาง 52000

^{2/} สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ. ลำปาง 52000

^{1/} Department of Science, Faculty of Agricultural Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang 52000, Thailand

^{2/} Lampang Agricultural Research and Training Center, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang 52000, Thailand

บทคัดย่อ: จากการศึกษากล้วยไม้หวายลูกผสม 4 สายพันธุ์ พบว่า ลูกผสมแต่ละสายพันธุ์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำลูกกล้วยไม้แตกต่างกัน ขนาดของดอกไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนชุดของโครโมโซมที่เพิ่มขึ้นขณะที่ขนาดพื้นที่ใบและความกว้างใบเปลี่ยนแปลงตามจำนวนชุดของโครโมโซมที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามจำนวนเซลล์ปากใบและเซลล์ผิวใบต่อพื้นที่ใบมีจำนวนเซลล์ลดลงขณะที่ขนาดเซลล์ปากใบและเซลล์ผิวใบมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อมีจำนวนชุดของโครโมโซมเพิ่มขึ้น จากการศึกษาพบความสัมพันธ์กันในเชิงบวกของจำนวนเซลล์ปากใบต่อพื้นที่กับดัชนีของเซลล์ปากใบโดยมีค่า $r = 0.85$ ขณะเดียวกันก็มีความสัมพันธ์ในเชิงลบระหว่างจำนวนเซลล์ปากใบ จำนวนเซลล์ผิวใบต่อพื้นที่กับความยาวของเซลล์ปากใบโดยมีค่า $r = -0.88$ และ -0.94 ตามลำดับ ค่าความแม่นยำในการใช้ความยาวของเซลล์ปากใบนำไปทำนายหาจำนวนเซลล์ปากใบและเซลล์ผิวใบต่อพื้นที่ได้โดยมีค่า 77 และ 88 % ตามลำดับ

คำสำคัญ: กล้วยไม้ เซลล์ปากใบ เซลล์ผิวใบ และจำนวนชุดโครโมโซม

คำนำ

กล้วยไม้เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว อยู่ในวงศ์ Orchidaceae ประกอบด้วยกล้วยไม้ประมาณ 13 สกุล และ 25,000 ชนิด โดยในแต่ละสกุลของกล้วยไม้มีจำนวนโครโมโซมที่แตกต่างกัน เช่น จำนวนโครโมโซมของกล้วยไม้ในสกุลหวายส่วนมาก มีจำนวนโครโมโซม $2n = 38$ บางครั้งอาจพบ $2n = 39, 41$ และ 43 กล้วยไม้สกุลหวายที่เป็นโพลีพลอยด์มีจำนวนโครโมโซมมากกว่า 2 ชุด สามารถเกิดได้ตามธรรมชาติ โดยที่จำนวนและรูปลักษณะของโครโมโซมของพันธุ์ไม้หรือกล้วยไม้แต่ละชนิด มีความแตกต่างกัน แต่จะสอดคล้องกับระดับการจัดจำแนกพันธุ์ในด้านลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ซึ่งใช้รูปลักษณะภายนอกเป็นพื้นฐาน (ระพี, 2546) ซึ่งพันธุ์กล้วยไม้ตัดดอกที่ปลูกเป็นการค้าส่วนใหญ่มักเป็นลูกผสมข้ามชนิด (species) หรือผสมข้ามสกุล (genus) และมีจำนวนโครโมโซมที่มากกว่า 2 ชุด ($2n$) เรียกเป็นพืชพอลิพลอยด์ (polyploidy) มีผลทำให้ลักษณะของต้นและดอกเปลี่ยนแปลง เช่น ลำต้นจะอวบใหญ่ ปล้องสั้นและต้นเตี้ยลง ลำต้นอาจจะแข็งแรงหรือโตเร็วกว่าใบมีขนาดกว้างขึ้น หนาขึ้นและเขียวเข้มขึ้น ส่วนดอกมีขนาดใหญ่ขึ้นและสีเข้มขึ้น (ครรชิต, 2541) แต่เนื่องจากการใช้ลักษณะภายนอกหรือด้านรูปวิธานนั้นต้องอาศัยความชำนาญและทักษะจากผู้ที่มีประสบการณ์ค่อนข้างมาก และบางครั้งอาจมีข้อผิดพลาดได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการศึกษาลักษณะ

อื่นของต้นพืชเพื่อนำมาใช้ในการจำแนกลักษณะของต้นที่เป็นโพลีพลอยด์นั้น คือ ลักษณะของปากใบ (stomata characteristics) โดย Krishnaswamy and Andal (1978) ได้กล่าวว่า ลักษณะของปากใบ ได้แก่ จำนวนของปากใบ ความยาวของ guard cell และปริมาณของเซลล์ epidermal สามารถนำมาใช้ในการจำแนกลักษณะโพลีพลอยด์ของต้นพืชหลายชนิด ทำให้มีการศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้น ดังรายงานของ Mishra (1997) พบว่า ปริมาณของปากใบที่เพิ่มมากขึ้นมีความสัมพันธ์กับลักษณะของโพลีพลอยด์ที่สูงขึ้นในต้นกาแฟ และ Przywara *et al.* (1988) รายงานว่า ความยาวของปากใบต้น kiwifruit สามารถนำมาใช้ในการจำแนกลักษณะของโพลีพลอยด์ได้ เช่นเดียวกับการทดลองของ Kim *et al.* (2003) พบว่า จากของก้อนโปรโตคорм (Protocorm-like bodies) ในต้นกล้วยไม้สกุล *Cymbidium* ที่มีลักษณะของโพลีพลอยด์ที่มากขึ้นขนาดความกว้างและความยาวของปากใบที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้มีจำนวนของปากใบต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษากล้วยไม้สกุลหวายลูกผสมจำนวน 4 สายพันธุ์ คือ ซีซาร์ (*Dendrobium* Caesar; $2n = 2x = 38$), ปีกาซัส (*D. Pegasus*; $2n = 3x = 57$), บอมโจ (*D. Sonia* 'Bom Joe-Red'; $2n = 4x = 76$) และบุรณะเจด (*D. Burana* Jade; $2n = 4x = 76$) โดยใช้ชนิดละ

10 ตัวอย่าง ทำการบันทึกลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นกล้วยไม้ ได้แก่ ลักษณะของใบ (ความกว้าง ความยาวและความหนา) ลักษณะของดอก (ความกว้าง ความยาวและความหนา) เส้นผ่าศูนย์กลางของลำลูกกล้วย และพื้นที่ใบวัดด้วยเครื่อง Delta area meter (MK2) หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างใบกล้วยไม้ในแต่ละสายพันธุ์จำนวน 5 ใบ เพื่อศึกษาลักษณะของเซลล์ปากใบ แล้วนำมาถ่ายภาพภายใต้กล้อง fluorescent (รุ่น Axio Imager Upright Microscope) หลังจากนั้นนำไปหาค่าจำนวนเซลล์ปากใบต่อพื้นที่ (S) จำนวนเซลล์ผิวใบ (epidermis) ต่อพื้นที่ (E) โดยการใช้โปรแกรม AxioVision LERel เพื่อคำนวณหาค่า Stomatal index (SI) จากสูตร $SI = S/(E+S) \times 100$ และค่า Correlation coefficients (Salisbury, 1927) และความยาวของปากใบ (โดยทำการสุ่มจากตัวอย่างเซลล์ปากใบจำนวน 25 เซลล์)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์กล้วยไม้สกุลหวายลูกผสมจำนวน 4 สายพันธุ์ที่มีจำนวนชุดโครโมโซมแตกต่างกัน ได้แก่ ซีซาร์ (*Dendrobium Caesar*), ปีกาซัส (*D. Pegasus*), บอมโจ (*D. Sonia 'Bom Joe-Red'*) และบุรณะเจด (*D. Burana Jade*) พบว่า ลักษณะของใบและดอกกล้วยไม้สกุลหวายแต่ละสายพันธุ์ (ภาพที่ 1) มีขนาดของความกว้างและพื้นที่ใบมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญตามจำนวนชุดโครโมโซมที่เพิ่มขึ้น แต่ความยาวของใบ ความหนาของใบ ดอกและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 1) จากลักษณะภายนอกของกล้วยไม้สกุลหวายลูกผสม พบว่า ขนาดของดอกและลำต้นไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนชุดโครโมโซมที่เพิ่มขึ้น มีเพียงขนาดพื้นที่ใบและความกว้างของใบที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนชุดโครโมโซมที่เพิ่มขึ้น เมื่อศึกษาลักษณะของเซลล์ปากใบและเซลล์ผิวใบพบว่า เซลล์ปากใบของกล้วยไม้สกุลหวายทั้ง 4 สายพันธุ์มีรูปแบบเดียวกันคือ เป็นแบบ paracytic ซึ่งมี subsidiary cell 2 เซลล์แนบขนานกับ

เซลล์ปากใบ (ภาพที่ 2) ขนาดของเซลล์ผิวใบและเซลล์ปากใบมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีจำนวนเซลล์ต่อพื้นที่ลดลงตามจำนวนชุดโครโมโซมที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) และจากขนาดความยาวของเซลล์ปากใบที่ต่างกันตามจำนวนชุดของโครโมโซมนี้ และการใช้ขนาดของเซลล์ปากใบและจำนวนเซลล์ต่อพื้นที่สามารถนำมาจำแนกจำนวนชุดโครโมโซมที่เพิ่มขึ้น ในกล้วยไม้สกุลหวายได้อย่างมีนัยสำคัญ โดย Krishnaswamy and Andal (1978) ได้กล่าวว่า ลักษณะของปากใบ ได้แก่ จำนวนของปากใบ ความยาวของเซลล์ปากใบ และปริมาณของเซลล์ผิวใบนำมาใช้ในการจำแนกลักษณะโพลีพลอยด์ ของต้นพืชหลายชนิด ทำให้มีการศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้นได้แก่ Mishra (1997) ได้ทำการศึกษาค้นหาความสัมพันธ์ของปากใบกับลักษณะของโพลีพลอยด์ ในต้นกาแฟ พบว่า ปริมาณของปากใบที่เพิ่มมากขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะของโพลีพลอยด์ ที่สูงขึ้นต่อมา Przywara *et al.* (1988) รายงานว่า ความยาวของปากใบในต้น kiwifruit เป็นเทคนิคที่รวดเร็วและสามารถบ่งชี้ในการจำแนกลักษณะของโพลีพลอยด์ นอกจากนี้ลักษณะของปากใบในการกำหนดเป็นดัชนีชี้วัดลักษณะจำนวนชุดโครโมโซมของกล้วยไม้ พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมากระหว่างความยาวของปากใบเฉลี่ยต่อพื้นที่กับดัชนีปากใบมีค่า $r = 0.85$ และมีความสัมพันธ์กันในเชิงลบระหว่างจำนวนปากใบเฉลี่ย และจำนวนเซลล์ผิวใบเฉลี่ยต่อพื้นที่กับความยาวเซลล์ปากใบเฉลี่ย โดยมีค่า $r = -0.88$ และ $r = -0.94$ (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่าเมื่อเซลล์ปากใบมีความยาวมากขึ้นทำให้มีจำนวนเซลล์ปากใบและเซลล์ผิวใบลดลง ซึ่งได้เคยมีการศึกษาในต้นกาแฟ การทดลองของ Mishra (1997) กล่าวว่า จำนวนเซลล์ผิวใบและเซลล์ปากใบต่อพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกันกับความยาวของเซลล์ปากใบ และการทดลองในต้น *Aegilops neglecta* ของ Aryavand *et al.* (2003) พบว่า จำนวนปากใบต่อพื้นที่ และขนาดของเซลล์ปากใบมีความสัมพันธ์ในเชิงลบอย่างสูงกับจำนวนชุดโครโมโซมที่เพิ่มขึ้นเป็นเพราะมีจำนวนเซลล์ปากใบน้อยลงแต่มีขนาดของเซลล์ใหญ่ สำหรับค่า r^2 values สามารถนำไปใช้ในการหาจำนวนเซลล์ปากใบหรือเซลล์ผิวใบต่อ

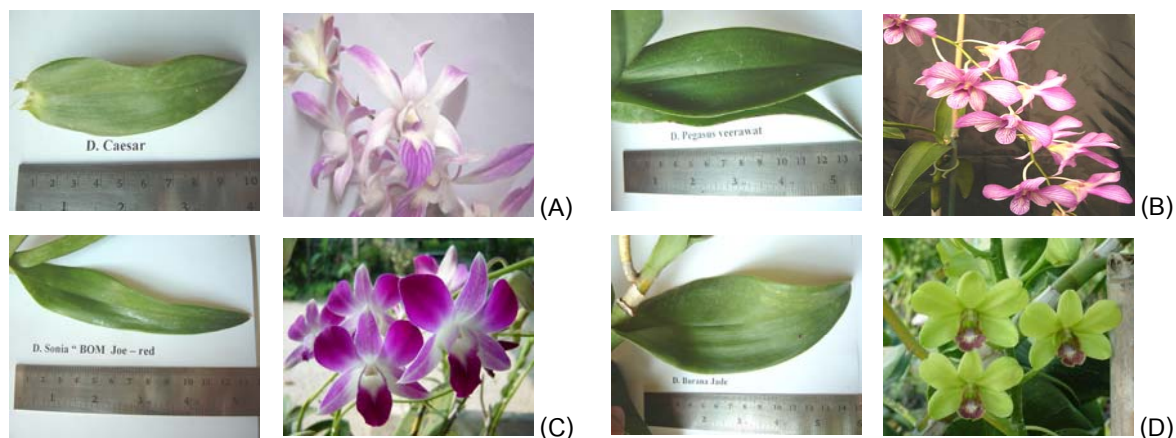


Figure 1 Characteristics of leaves and flowers at different ploidy levels in *Dendrobium* Caesar (A), *D. Pegasus* (B), *D. Sonia* 'Bom Joe-Red' (C) and *D. Burana Jade* (D).

Table 1 Characteristics of leaf, stem and flower at different ploidy levels in *Dendrobium* hybrids.

Type of species	Leaf (cm)			Leaf area (cm ²)	Diameter of stem (cm)	Flower (cm)		
	Length	Width	Thick			Length	Width	Thick
<i>D. Caesar</i> (Diploid)	3.35 ^{b1/}	10.37 ^b	0.10 ^c	31.50 ^c	1.10	7.01 ^a	5.11 ^d	0.44 ^c
<i>D. Pegasus</i> (Triploid)	3.74 ^b	15.85 ^a	0.13 ^b	39.25 ^{bc}	0.96	4.80 ^d	4.25 ^c	0.61 ^{ab}
<i>D. Sonia</i> 'Bom Joe-Red' (Tetraploid)	2.85 ^c	13.46 ^a	0.11 ^c	49.75 ^b	0.93	6.10 ^b	5.96 ^a	0.58 ^b
<i>D. Burana Jade</i> (Tetraploid)	6.38 ^a	14.12 ^a	0.25 ^a	75.00 ^a	1.40	5.60 ^c	3.80 ^d	0.63 ^a

^{1/} Mean within the same column followed by different letter were significantly different between treatments at P<0.05

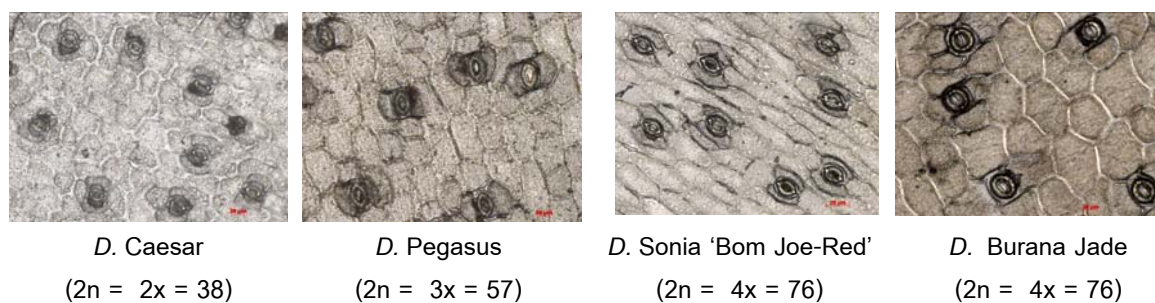


Figure 2 Characteristics of stomata and epidermis at different ploidy levels in *Dendrobium* hybrids.

Table 2 Stomatal features at different ploidy levels *Dendrobium* hybrids.

Type of species	Mean number of stomatal cell per area (15 mm ²) (S)	Mean number of epidermal cell per area (15 mm ²) (E)	Stomatal index (SI)	Mean stomatal length (μm)
<i>D. Caesar</i> (Diploid)	116.67 ^{a1/}	1160.00 ^a	9.19	35.44 ^d
<i>D. Pegasus</i> (Triploid)	80.00 ^b	720.00 ^b	9.97	49.41 ^c
<i>D. Sonia</i> 'Bom Joe-Red' (Tetraploid)	73.33 ^b	820.00 ^b	8.27	46.12 ^b
<i>D. Burana Jade</i> (Tetraploid)	46.67 ^d	496.67 ^c	8.59	52.95 ^a

^{1/} Mean within the same column followed by different letter were significantly different between treatments at P<0.05

Table 3 Correlation coefficients among stomatal features in *Dendrobium* hybrids.

Sl. no.	Features	1	2	3	4	5	6
1	Stomatal frequency	1.000	0.345	0.852**	-0.878**	-0.655**	-0.752**
2	Epidermal cell frequency	-	1.000	-0.180	-0.942**	-0.688**	0.529**
3	Stomatal index	-	-	1.000	0.029	-0.010	-0.206
4	Stomatal guard cell length	-	-	-	1.000	0.697 **	0.603*
5	Epidermal cell length	-	-	-	-	1.000	0.529*
6	Leaf area	-	-	-	-	-	1.000

* P < 0.05, ** P < 0.01

พื้นที่ได้เมื่อทราบความยาวของเซลล์ปากใบกล้วยไม้โดยมีความแม่นยำประมาณ 77 และ 88 % เมื่อใช้จำนวนเซลล์ปากใบและเซลล์ผิวใบ ตามลำดับ ซึ่ง Mishra (1997) ใช้ในต้นกาแฟสามารถนำไปใช้ในการคำนวณมีความแม่นยำประมาณ 83 และ 87 % ในเซลล์ปากใบและเซลล์ผิวใบตามลำดับเช่นกัน

สรุป

ลักษณะของเซลล์ปากใบของกล้วยไม้สกุลหวายมีความสัมพันธ์กับจำนวนชุดโครโมโซมที่ต่างกัน โดยความยาวของเซลล์ปากใบและเซลล์ผิวใบมีขนาดใหญ่ขึ้นตามจำนวนโครโมโซมที่เพิ่มขึ้น แต่จำนวน

เซลล์ปากใบและ เซลล์ผิวใบต่อพื้นที่ลดลง สอดคล้องกับความหนาและพื้นที่ใบ ความหนาของกลีบดอกเพิ่มขึ้นตามจำนวนชุดโครโมโซม ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นตัวชี้วัดในการจำแนกลักษณะของต้นกล้วยไม้ที่มีลักษณะเป็นโพลีพลอยด์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ควรชิต ธรรมศิริ. 2541. เทคโนโลยีการผลิตกล้วยไม้.
อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.
230 หน้า.
- ระพี สาคริก. 2546. การปรับปรุงพันธุ์กล้วยไม้เพื่อ
ประโยชน์ทางการค้า. หน้า 291-295. ใน: การ
ปลูกกล้วยไม้เป็นการค้าและการพัฒนาบน
พื้นฐานความมั่นคง. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Aryavand, A., B. Ehdaie, B. Tran and J.G. Waines.
2003. Stomatal frequency and size
differentiate ploidy levels in *Aegilops*
neglecta. Genetic Resources and Crop
Evolution 50 (2): 175 – 182.
- Kim, M., J. Kim and J. Eun. 2003. Chromosome
doubling of a *Cymbidium* hybrid with
colchicine treatment in meristem culture.
pp. 37 – 40. In: Proceedings of NIOC.
Nagoya, Japan.
- Krishnaswami, R. and R. Andal. 1978. Stomatal
chloroplast number in diploids and
polyploids of *Gossypium*. pp. 109-112. In:
Proceedings of the Indian Academy of
Science 87B (Plant Science), Bangalore,
India.
- Mishra, M.K. 1997. Stomatal characteristics at
different ploidy levels in *Coffea* L. Annals
of Botany 80: 689-692.
- Przywara, L., K.K. Pandey and P.M. Sanders. 1988.
Length of stomata as an indicator of ploidy
level in *Actinidia deliciosa*. New Zealand
Journal of Botany 26: 179-182.
- Salisbury, E.J. 1927. On the causes and ecological
significance of stomatal frequency with
special reference to the woodland floral.
Philosophical Transactions of the Royal
Society B 216: 1-65.
-

รูปแบบไอโซไซม์ของแผ่นดินเย็น

Isozyme Patterns of *Nervilia aragoana* Gaud.

พิชญนาถ อัญชลีสังกาต^{1/} จันทนา สุวรรณธาดา^{1/2/} และ พรรัตน์ ศิริคำ^{1/}

Pichayanard Uncharisangard^{1/}, Chuntana Suwanthada^{1/2/} and Pornrat Sirikhum^{1/}

Abstracts: Isozyme patterns of *Nervillia aragoana* Gaud. var. HKRC 01 and HKRC 02 obtained from the Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre were studied via acrylamide gel electrophoresis technique using 10 enzyme systems of acid phosphatase (ACP), diaphorase (DIA), esterase (EST), NAD-glucose dehydrogenase (GDH), glutamate oxaloacetate transminase (GOT), leucine aminopeptidase (LAP), malate dehydrogenase (MADH), peroxidase (POX), shikimate dehydrogenase (SKD) and superoxide dismutase (SOD). It occurred that 8 enzyme systems, i.e. ACP, DIA, EST, GOT, LAP, POX, SKD and SOD performed banding patterns while the other two enzyme systems did not. The plants could be grouped into 7 clusters according to the banding patterns.

Keywords: *Nervilia aragoana* Gaud., isozyme pattern

บทคัดย่อ: ศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของกล้วยไม้ดินแผ่นดินเย็น 2 พันธุ์ คือพันธุ์ HKRC 01 และพันธุ์ HKRC 02 จากศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิส โดยศึกษาจากระบบเอนไซม์ 10 ระบบ คือ acid phosphatase (ACP), diaphorase (DIA), esterase (EST), NAD-glucose dehydrogenase (GDH), glutamate oxaloacetate transminase (GOT), leucine aminopeptidase (LAP), malate dehydrogenase (MADH), peroxidase (POX), shikimate dehydrogenase (SKD) และ superoxide dismutase (SOD) พบว่าเอนไซม์ 8 ชนิด แสดงแถบสี ได้แก่ ACP, DIA, EST, GOT, LAP, POX, SKD และ SOD และเอนไซม์ 2 ชนิดไม่ปรากฏแถบคือ GDH และ MADH จากการแสดง ออกของรูปแบบไอโซไซม์สามารถจัดกลุ่มพืชทดลองออกเป็น 7 กลุ่ม

คำสำคัญ: กล้วยไม้ดินแผ่นดินเย็น รูปแบบไอโซไซม์

^{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

แผ่นดินเย็น (*Nervilia aragoana* Gaud.) เป็นกล้วยไม้ดินที่พบว่าการเจริญเติบโตในป่าดิบชื้นทั่วทุกภาคของประเทศไทย (อบจันทร์, 2543) ในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ามีกล้วยไม้ดินชนิดนี้เจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติ และมีความหลากหลายในรูปร่างและลักษณะของใบ ดอก และช่อดอก จัดกลุ่มเป็นพันธุ์ได้หลายพันธุ์ จึงควรมีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของพันธุ์เหล่านั้นเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของการจำแนกพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ และการเพิ่มปริมาณต้นพันธุ์ การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในแง่ของเอกลักษณ์ประจำพันธุ์เพื่อการศึกษาต่อเนื่องในอนาคต

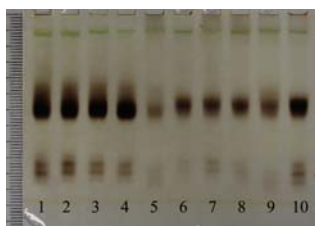
อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษารูปแบบไอโซไซม์จากใบของแผ่นดินเย็น 2 พันธุ์คือ พันธุ์ HKRC 01 (ต้นที่ 1-5) และพันธุ์ HKRC 02 (ต้นที่ 6-10) โดยใช้เทคนิคโพลีอะครีลาไมด์-เจลอิเล็กโตรโฟรีซิส ดัดแปลงจากวิธีการของ Hirutsuka *et al.* (1986) โดยใช้สารสกัด คือ Tris-HCl buffer pH 7 0.2 โมล 3 มิลลิลิตร (มล.), ethylene diamine tetraacetate (EDTA) 0.5 โมล 0.06 มล., polyvinylpyrrolidone-10

(PVP-10) 0.5 กรัม, dithiothreitol (DTT) 0.5 โมล 0.12 มล. และ β -Mercaptoethanol (MSH) 14.3 โมล 21 ไมโครลิตร นำตัวอย่างไปวิเคราะห์รูปแบบ ไอโซไซม์ด้วยระบบเอนไซม์ 10 ชนิด ได้แก่ acid phosphatase (ACP), disphorase (DIA), esterase (EST), NAD-glucose dehydrogenase (GDH), glutamate oxaloacetate transminase (GOT), leucine aminopeptidase (LAP), malate dehydrogenase (MADH), peroxidase (POX), shikimate dehydrogenase (SKD) และ superoxide dismutase (SOD) หาค่าระยะการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) ของเจลที่ย้อมสีแล้ว เขียนแผนภาพไซโมแกรม วิเคราะห์และจัดกลุ่มหาค่าความสัมพันธ์ตามวิธีการของ Jaccard's coefficient similarity โดยใช้โปรแกรม SPSS

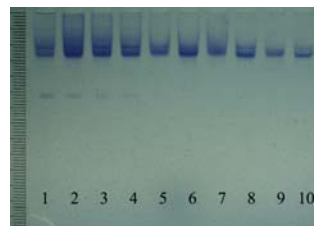
ผลการศึกษา

การศึกษารูปแบบไอโซไซม์จากระบบเอนไซม์ 10 ชนิด คือ ACP, DIA, EST, GDH, GOT, LAP, MADH, POX, SKD และ SOD โดยใช้ตัวอย่างพืชทดลองพันธุ์ละ 5 ต้น คือ พันธุ์ HKRC 01 ได้แก่ต้นที่ 1 ถึงต้นที่ 5 และพันธุ์ HKRC 02 ได้แก่ต้นที่ 6 ถึงต้นที่ 10 พบว่า มีการแสดงออกของเอนไซม์ 8 ระบบ คือ ACP, DIA, EST, GOT, LAP, POX, SKD และ SOD ส่วนระบบเอนไซม์อีก 2 ระบบ คือ GDH และ MADH ไม่มีการแสดงออก ดังรายละเอียดต่อไปนี้



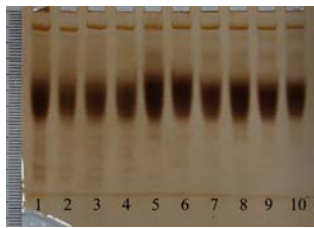
ACP

ระบบเอนไซม์ ACP ให้แถบสีทั้งหมด 18 แถบ มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) อยู่ระหว่าง 0.46-0.88



DIA

ระบบเอนไซม์ DIA ให้แถบสีทั้งหมด 9 แถบ มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) อยู่ระหว่าง 0.15-0.5



EST

ระบบเอนไซม์ EST ให้แถบสีทั้งหมด 7 แถบ มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) อยู่ระหว่าง 0.26-1



GOT

ระบบเอนไซม์ GOT ให้แถบสีทั้งหมด 16 แถบ ที่มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) อยู่ระหว่าง 0.2-0.47



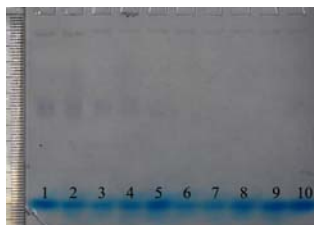
LAP

ระบบเอนไซม์ LAP ให้แถบสีทั้งหมด 5 แถบ มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) อยู่ระหว่าง 0.51-0.62



POX

ระบบเอนไซม์ POX ให้แถบสีทั้งหมด 14 แถบ มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) อยู่ระหว่าง 0.1-0.45



SKD

ระบบเอนไซม์ SKD ให้แถบสีทั้งหมด 4 แถบ มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) อยู่ระหว่าง 0.51-0.59



SOD

ระบบเอนไซม์ SOD ให้ แถบสีทั้งหมด 9 แถบ ที่มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) อยู่ระหว่าง 0.51-0.81

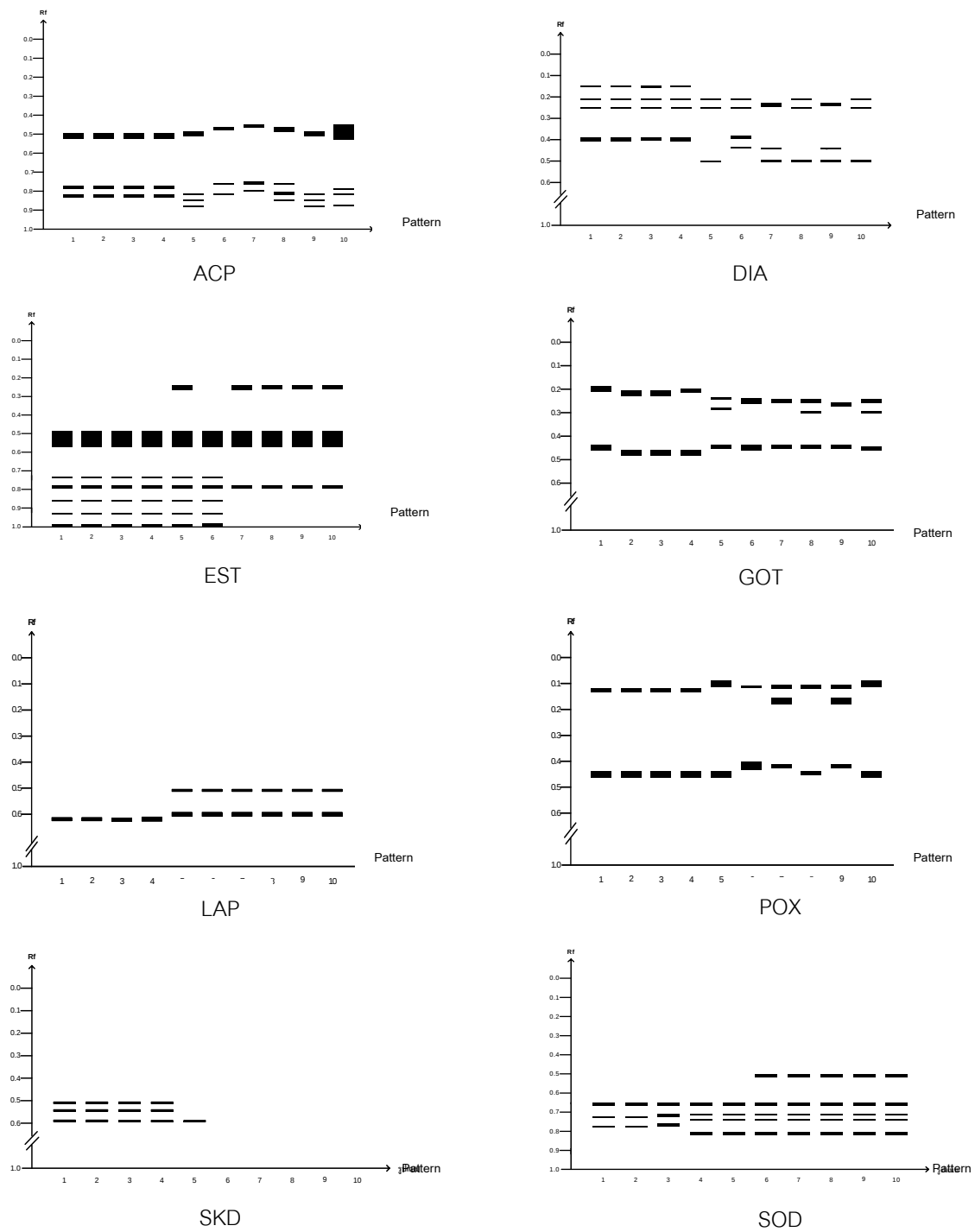


Figure 1 Zymograms of enzymes ACP, DIA, EST, GOT, LAP, POX, SKD and SOD.

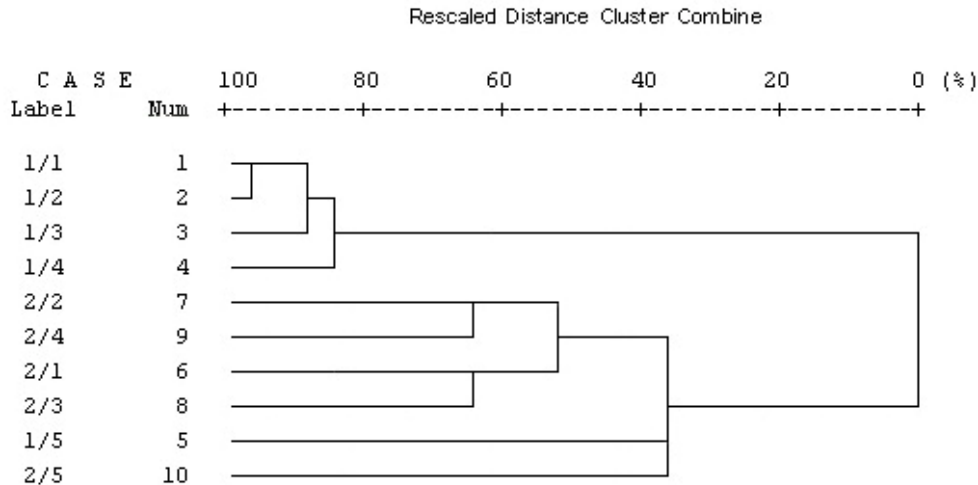


Figure 2 Dendrogram showing genetic relationship of *Nervillia aragoana* Gaud. var. HKRC 01 (1-5) and HKRC 02 (6-10)

แผนภาพไโซแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์ค่า Rf แสดงไว้ในภาพที่ 1 และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของแผ่นดินเย็น 2 พันธุ์จากรูปแบบไอโซไซม์ทั้ง 10 ชนิด ด้วย UPGMA cluster analysis โดยใช้โปรแกรม SPSS แล้วแสดงในรูปแบบเดนโดแกรม (ภาพที่ 2) พบว่าที่ค่าความคล้ายคลึงกัน 40 % สามารถแยกกลุ่มพืชทดลองได้เป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยประชากรของ HKRC 01 4 ต้น (1-4) กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยประชากรของ HKRC 02 4 ต้น (1-4) ส่วนกลุ่มที่ 3 และ 4 เป็นกลุ่มที่มีประชากรเพียงต้นเดียว คือ HKRC 01 ต้นที่ 5 และ HKRC 02 ต้นที่ 5 แต่ที่ระดับความคล้ายคลึงกันสูงขึ้นการแบ่งกลุ่มจะได้กลุ่มย่อยเพิ่มมากขึ้นตามลำดับความคล้ายคลึง เช่นที่ 80% แบ่งได้เป็น 7 กลุ่มย่อย เป็นต้น

วิจารณ์

ผลการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของแผ่นดินเย็น 2 พันธุ์ พบว่าระบบเอนไซม์ 8 ระบบ คือ ACP, DIA, EST, GOT, LAP, POX, SKD และ SOD แสดงแถบสีที่

ชัดเจน สามารถนำไปวิเคราะห์และจัดกลุ่มหาความสัมพันธ์เพื่อแยกกลุ่มต้นพืชได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าแผ่นดินเย็น 2 พันธุ์ เมื่อวิเคราะห์ความคล้ายคลึงที่ 40% สามารถแยก HKRC 01 และ HKRC 02 ออกจากกันได้สอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานของพืชทั้ง 2 พันธุ์ โดยที่มีประชากรบางต้นที่แสดงความแตกต่างออกไป และเมื่อวิเคราะห์ที่ค่าความคล้ายคลึงสูงขึ้นพบว่าสามารถจัดกลุ่มได้มากกว่ากลุ่มขึ้น ผลที่ได้ครั้งนี้ทำให้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาต่อไปในอนาคตได้

สรุป

ระบบเอนไซม์ 8 ชนิดจาก 10 ชนิด ได้แก่ ACP, DIA, EST, GOT, LAP, POX, SKD และ SOD สามารถแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของแผ่นดินเย็น 2 พันธุ์ คือ HKRC 01 และ HKRC 02 และแยกกลุ่มออกได้สอดคล้องกับลักษณะประจำพันธุ์

คำขอบคุณ

ขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้
อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่สนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

อบจันท์ ไทยทอง. 2543. กล้วยไม้เมืองไทย. อัมรินทร์
พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 461 หน้า.
Hiratsuka, S., K. Ichimura, E. Takahashi and N.
Hirata. 1986. Analysis of protein in
developing style and ovary with reference
to self-incompatibility of Japanese pear. J.
Japan. Soc. Hort. Sci. 55(2): 145-152.

มัลติมีเดีย และโปรแกรมฐานข้อมูลบอนสี

Multimedia and Database Program of Caladium (*Caladium bicolor* Vent.)

เตือนใจ ไก่สกุล^{1/} กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช^{2/} ปิยะศักดิ์ ช่อมพฤษ^{1/} และ พยงค์ ชื่นบาน^{3/}

Tuenchai Kosakul^{1/}, Kuntaree Petaweporndech^{2/}, Piyasak Chaumpluk^{1/} and Payon Chuenban^{3/}

Abstracts: Traditional data storage is limited to printable media that always comes with problems i.e. static categorization, static sorting, sequential searching and limited media lifetime. All of these disadvantages can not satisfy the needs of information users nowadays. With rapid development of information technology and media storage, digital data storage with presentation application has been overcome its traditional technique and increase users efficiency in almost every direction. The Caladium (*Caladium bicolor* Vent.) Database Application Program, has been integrated with digital multimedia, represents in-depth information such as details description, images, video slides show and data search. The objective is to collect such information in digital format for education, research and future reference.

Keywords: *Caladium bicolor* database, database and multimedia

^{1/}ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

^{2/}โรงเรียนดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ถนนรามคำแหง เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310

^{3/}สมาคมส่งเสริมและอนุรักษ์บอนสีแห่งประเทศไทย ซอยท่านผู้หญิงพหลฯ ถนนงามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900.

^{1/}Department of Botany, Faculty of Science Chulalongkorn University, Phyathai Rd. Patumwan District, Bangkok 10330, Thailand

^{2/}Bodindecha(Singhaseni) School, Ramkamhaeng Rd., Wangthonglang District, Bangkok 10310, Thailand

^{3/}Thailand's Association for the Promotion and Conservation of Caladiums, Ngamwongwan Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

บทคัดย่อ: การจัดเก็บข้อมูลแบบเก่า นั้นมีข้อจำกัดอยู่ในรูปแบบของสิ่งพิมพ์ต่างๆ ซึ่งมักมีปัญหาในเรื่องการเก็บรักษาข้อมูล การจัดเรียง แบ่งหมวดหมู่ แก้ไข ค้นหา รวมทั้งการนำเสนอข้อมูล ที่จะต้องอยู่ในรูปแบบที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ตามกาลเวลา และความต้องการของผู้ใช้ข้อมูล ด้วยความเจริญก้าวหน้า ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และสื่อมัลติมีเดีย ทำให้ขยายขีดความสามารถจัดเก็บข้อมูลนั้น ๆ ให้มีประโยชน์ต่อผู้ใช่มากขึ้น และการเก็บรักษาในรูปแบบดิจิทัล (digital) ทำให้แก้ไขข้อจำกัดของการจัดเก็บแบบเก่าได้ และเอื้อประโยชน์แก่ผู้ใช้ข้อมูลยิ่งขึ้นในทุกด้าน โปรแกรมฐานข้อมูลบนซีและมัลติมีเดียเป็นการประยุกต์ความเจริญก้าวหน้าดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้ข้อมูลต่าง ๆ อาทิ รายละเอียดเป็นตัวอักษร รูปภาพ วิดีทัศน์ การเสนอแบบภาพนิ่งและการสืบค้น เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา การทำวิจัย และเป็นหลักฐานอ้างอิงในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: ฐานข้อมูลบนซี ฐานข้อมูลและ มัลติมีเดีย

บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่าบนซีพันธุ์เก่าแก่ดั้งเดิม กำลังจะสูญสิ้นไปจากแผ่นดินไทย ด้วยเหตุที่มีบนซีพันธุ์ลูกไม้ใหม่ออกสู่ตลาดกันมากมาย ซึ่งล้วนแล้วแต่สวยงามหลากหลาย ดังนั้นหากไม่มีการอนุรักษ์พันธุ์ดั้งเดิมไว้ในอนาคตก็คงเป็นแต่ตำนานที่เล่าขานกัน อย่างไรก็ตามการที่จะเก็บรวบรวมพันธุ์บนซีที่เก่าแก่ดั้งเดิมเหล่านี้คงต้องใช้เวลา และกำลังทรัพย์มาก เพื่อก่อให้เกิดความหวงแหนบนซีของชาติไทยเรา บนซีและข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ตั้งแต่อดีตกาลที่อยู่กระจัดกระจายจะถูกนำมารวบรวมโดยจัดทำในลักษณะของโปรแกรมฐานข้อมูลบนซี (*Caladium bicolor* Vent.) และ มัลติมีเดียซึ่งการดำเนินการนี้เพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูลบนซีออนไลน์ ตลอดจนเพื่อการเผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณชน โดยให้มีความแตกต่างจากการจัดเก็บข้อมูลแบบเก่าที่มีข้อจำกัดอยู่ในรูปแบบของสิ่งพิมพ์ต่างๆ ซึ่งมักมีปัญหาในเรื่องการรักษารักษาข้อมูล การจัดเรียง แบ่งหมวดหมู่ แก้ไข ค้นหา รวมทั้งการนำเสนอข้อมูลที่จะต้องอยู่ในรูปแบบที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ตามกาลเวลา และความต้องการของผู้ใช้ข้อมูลด้วยความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และ สื่อมัลติมีเดียทำให้ขยายขีดความสามารถในจัดเก็บข้อมูลนั้น ๆ ให้มีประโยชน์ต่อผู้ใช่มากขึ้น และการเก็บรักษาในรูปแบบดิจิทัลทำให้แก้ไขข้อจำกัดของการจัดเก็บแบบเก่าได้ ทั้งนี้ก็เพื่อการเอื้อประโยชน์แก่ผู้ใช้ข้อมูลทั้งหลายเหล่านั้น จึงได้จัดทำ

โปรแกรมฐานข้อมูลบนซี ซึ่งเป็นการประยุกต์ความเจริญก้าวหน้าดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้ข้อมูลต่าง ๆ อาทิ รายละเอียดเป็นตัวอักษร รูปภาพ วิดีทัศน์ การเสนอแบบภาพนิ่ง และการสืบค้น เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา การทำวิจัย รวมทั้งการเป็นหลักฐานอ้างอิงในอนาคตต่อไปได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บข้อมูลรวบรวมพันธุ์บนซีตามลักษณะรูปทรง และ สี เพื่อจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลบนซี และ มัลติมีเดีย มีดังนี้

1. การเก็บข้อมูล และการบันทึกบนซีจากวังบนซีต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การบันทึกข้อมูลต้องระบุอายุของต้นบนซีทุกครั้ง เนื่องจากมีการวัดขนาดใบ ความสูงของต้น และนับจำนวนใบ โดยคำนึงว่าเมื่อเวลาผ่านไปรูปทรงและขนาดจะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้เปรียบเทียบชนิดพันธุ์ได้ง่ายขึ้นในการบันทึกข้อมูลครั้งต่อไป
2. นำข้อมูลที่บ้านที่กมาจัดการให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันโดยใช้โปรแกรม Access และ Power Point
3. สร้างโปรแกรมฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Visual Basic ซึ่งมีการออกแบบลักษณะการสืบค้นข้อมูลที่ไม่ซับซ้อนเพื่อให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ก็สามารถเข้ามาใช้ได้

4. ออกแบบลักษณะหน้าจอของฐานข้อมูลเรียบง่าย แต่มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้เต็มที่
5. จัดทำคู่มือวิธีการใช้โปรแกรมฐานข้อมูลบนสให้ และ มัลติมีเดีย

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. การเก็บข้อมูล และการบันทึก

ฐานข้อมูลบนสได้จากรวบรวมพันธุ์บอนสีตามลักษณะ รูปทรง และ สี โดยได้จัดเก็บข้อมูลจากรงบอนสีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล รวมประมาณ 101 ชนิด โดยแบ่งบอนสีเป็นกลุ่มดังนี้ กลุ่มดับจังหวัด 22 ชนิด ตับริมเกียรติ 11 ชนิด ตับริชน 10 ชนิด บอนสีกลุ่มใบไทย 20 ชนิด ใบยาว 24 ชนิด ใบกาบ 5 ชนิด และบอนสีลูกไม้ใหม่ 9 ชนิด โดยบอนสีที่มีใบสีชมพูจะพบมากที่สุดคือมีจำนวน 30 ชนิด รองลงไปเป็นใบสีเขียว 20 ชนิด และใบสีแดง 18 ชนิดส่วนสีใบที่พบน้อยที่สุดคือ ใบผสมสีประ โดยพบเพียง 1 ชนิด ซึ่งเป็นบอนสีที่อยู่ในกลุ่มตับริชน (ตารางที่ 1)

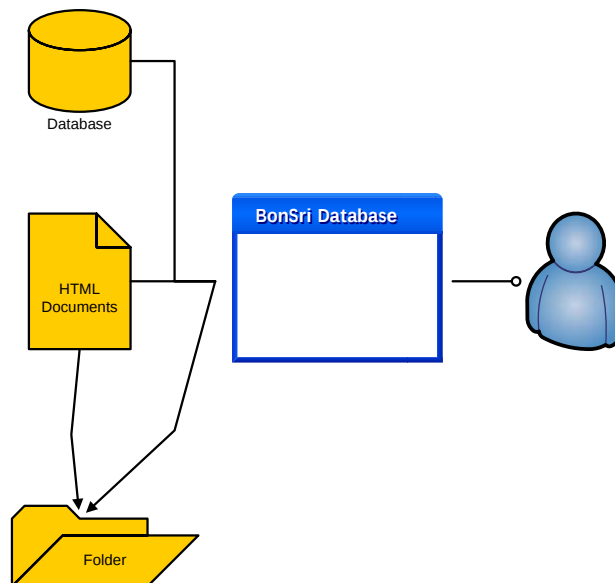


Figure 1 The structure of the program

2. นำข้อมูลที่บ้านทิกมาจัดการให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน โดยทำการเก็บข้อมูลในแฟ้มฐานข้อมูลของโปรแกรม Access จำนวน 2 แฟ้ม และเก็บข้อมูลรูปภาพบนส และคำอธิบายไว้ในส่วนของโปรแกรม Power Point จำนวน 7 แฟ้ม

3. การสร้างโปรแกรมฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 SP6 ซึ่งมีการออกแบบลักษณะการสืบค้นที่มีโครงสร้าง และส่วนที่เป็นมัลติมีเดียที่มีข้อมูลแยกออกจากการสืบค้นของฐานข้อมูลดังนี้ (ภาพที่ 1)

โครงสร้างของโปรแกรม ประกอบด้วย

- 3.1 ฐานข้อมูล (Database) เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลที่จะใช้งานโดยนำมาจัดการใหม่จากที่เคยอยู่ในโปรแกรม Access มีการออกแบบที่สามารถสืบค้นได้หลายรูปแบบ เช่น จากชื่อดับต่างๆ ลักษณะใบ ชื่อเจ้าของรงบอน สีของใบ ลักษณะโครงสร้างอื่นๆ ของใบชื่อบอนสี เป็นต้น

3.2 ส่วนที่เป็น HTML Documents เป็น

3.3 ส่วนที่เป็น มัลติมีเดีย (Multimedia Resources) มีรายละเอียดเกี่ยวกับภาพบอนสีชนิดต่าง ๆ วิธีทัศน์ ทั้งการปลูก การขยายพันธุ์ การประกวด รวมทั้งภาพบอนสีที่ชนะการประกวด

3.4 ส่วนที่เป็น โปรแกรมหลัก (Main Program)เป็นส่วนที่เป็นเมนูหลักที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งหมด

4. ลักษณะหน้าจอของฐานข้อมูล และรายละเอียดของโปรแกรม

มีลักษณะหน้าจอ เพื่อการใช้งานโดยเขียนจาก
โปรแกรม Visual Basic 6.0 SP6 ดัง ภาพที่ 2

4.1 หน้าจอหลัก (Main Window) เป็นหน้าแรกของโปรแกรมซึ่งจะมี เมนูที่จะแสดงการทำงาน และ

การสืบค้น (menu bar navigation) ที่เข้าถึงฐานข้อมูล
และแสดง เพิ่มข้อมูล ของ HTML (HTML document)

4.2 หน้าจอแสดงรายละเอียด (Detail Window) เมื่อมีการเลือกหัวข้อแล้วจะแสดงข้อมูล ที่มีรายละเอียด โดยวิธี pop-up ตลอดจนการแสดงผลภาพ ชนิดบอนสี

4.3 หน้าจอแสดงช่วยเหลือ (Help Window)

ส่วนหน้าต่างของความช่วยเหลือ

4.4 หน้าจอเกี่ยวกับโปรแกรม (About Dialog) เกี่ยวกับโปรแกรม ซึ่งจะบอกที่มาของผู้รวบรวมข้อมูล ผู้ดำเนินการ และจัดทำโปรแกรม

อย่างไรก็ตามนักเรียนและครู-อาจารย์มีโอกาสเรียนรู้ภูมิปัญญาชาวบ้านในการเพาะเลี้ยงบอนสี และให้ข้อมูลแก่ชุมชนในการส่งเสริมและอนุรักษ์พันธุ์บอนสีที่มีในอดีตจนถึงปัจจุบัน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาก่อนให้เกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการ จากการปฏิบัติให้เห็นจริงกับภูมิปัญญาชาวบ้านต่อเนื่องสู่ความรู้ในสาขาวิชาชีววิทยา ศัลยฐานวิทยา และ นิเวศวิทยา

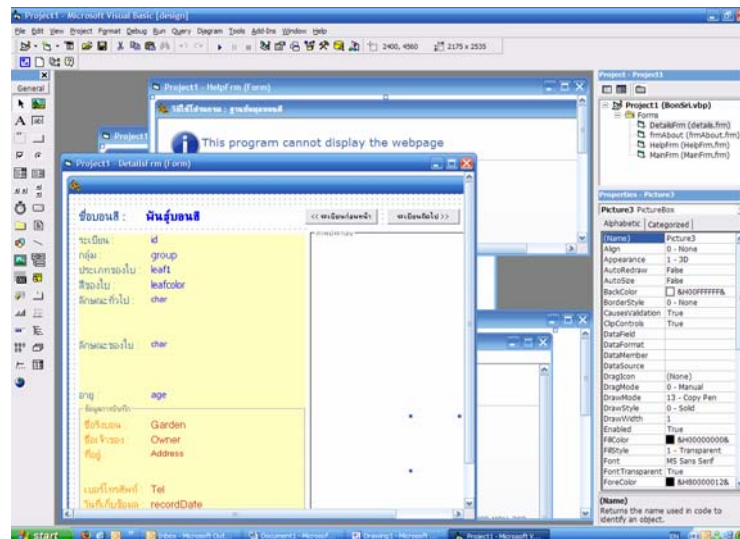


Figure 2 Visual Basic 6.0 SP6

5. แสดงวิธีการใช้โปรแกรมฐานข้อมูลบอนสี และ มัลติมีเดีย ซึ่งมีการรวบรวมพันธุ์บอนสีตามลักษณะรูปทรง และ สี โดยจัดเป็นกลุ่ม (ดับ) ดังนี้

ลักษณะโปรแกรมของฐานข้อมูลบอนสี และ มัลติมีเดีย และ วิธีใช้โปรแกรม

สารบัญ 1. โครงสร้างเมนู 2. ค้นหา
โครงสร้างเมนู โครงสร้างเมนู ประกอบด้วย
- รายชื่อพันธุ์บอนสี โปรแกรมจะแสดงรายชื่อทั้งหมด (จำนวน 102 พันธุ์)
- กลุ่มพันธุ์บอนสี คือพันธุ์บอนสีตามกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ ดับจังหวัด ดับรามเกียรติ์ ดับวีรชน ไบไทย ไบยาว ไบกาบ และลูกไม้ใหม่ (ภาพที่ 3)
- ข้อมูลบอนสี คือการแสดงผลเฉพาะสำหรับบอนสี และโครงการรวบรวมข้อมูลบอนสี ได้แก่ หลักการและความเป็นมา ลักษณะทั่วไปของบอนสี การขยายพันธุ์บอนสี ขั้นตอนการผลิตบอนสีลูกไม้ใหม่ การปลูกบอนสี โรค แมลง ศัตรูที่สำคัญ การกลายพันธุ์ของบอนสี การประกวดและการตัดสิน (ภาพที่ 4)

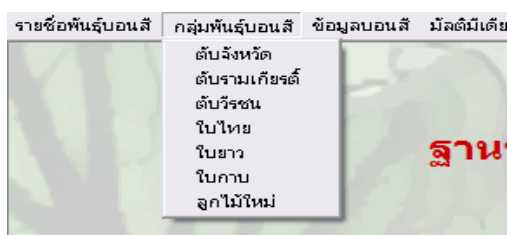


Figure 3 Showing menu and varieties of Caladiums.

- ช่วยเหลือ ประกอบด้วย วิธีใช้ รายชื่อคณะผู้ศึกษา กิตติกรรมประกาศ และเกี่ยวกับโปรแกรมฐานข้อมูลบอนสี

- การค้นหา บนเมนู คลิก "รายชื่อพันธุ์บอนสี" หรือ "กลุ่มพันธุ์บอนสี" ได้ก็ได้ โปรแกรมจะแสดงหน้าสำหรับค้นหา (ภาพที่ 5)

ค้นหาได้อย่างไร?

1. ใส่คำที่ต้องการค้นหา เพียง 1 คำ เช่น สีแดง
2. กด Enter หรือปุ่ม "ค้นหา" จะปรากฏผลการค้นหา โดยโปรแกรมจะค้นหาคำที่ต้องการใน ทุกระเบียบ (row) และสดมภ์ (field) พร้อมรายงานจำนวนระเบียบที่พบ ดัง ภาพที่ 6
3. คลิก 1 ครั้งที่ระเบียบที่ต้องการเพื่อเลือกระเบียบ ดัง ภาพที่ 7
4. คลิก 2 ครั้งที่ระเบียบดูรายละเอียด ดัง ภาพที่ 8

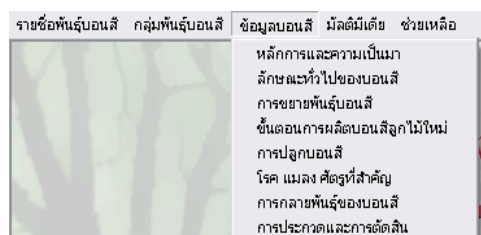


Figure 4 Showing menu and details of Caladiums.

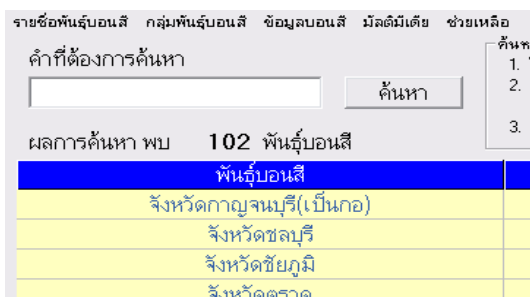


Figure 5 Showing how to search.

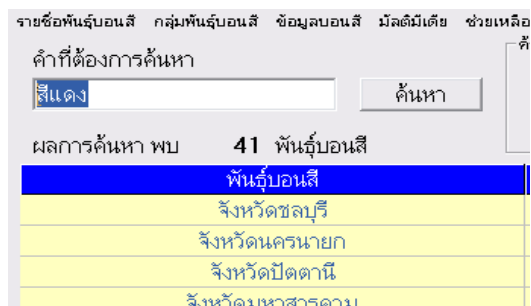


Figure 6 Searching result "Red colour" 41 varieties were found.

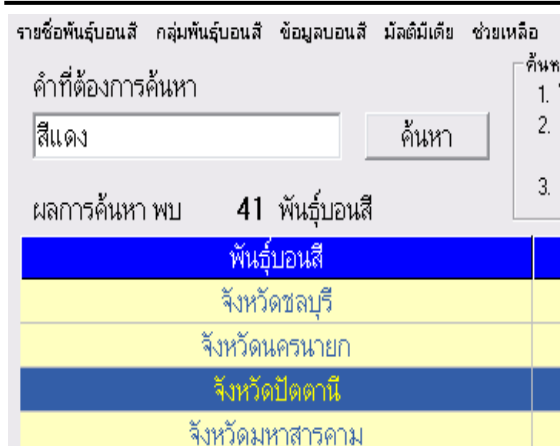


Figure 7 First click showing group of provinces.

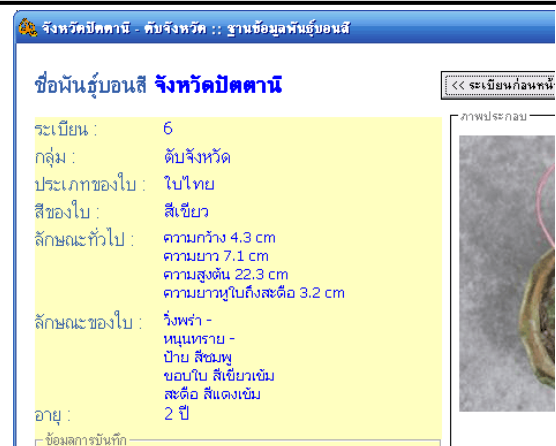


Figure 8 Double click showing varieties of the group.

สรุป

โปรแกรมฐานข้อมูลบอนสี (*Caladium bicolor* Vent.) และ มัลติมีเดีย ซึ่งมีการรวบรวมพันธุ์บอนสีตามลักษณะรูปทรง และ สี ดังแสดงใน ตารางที่ 1

ฐานข้อมูลบอนสี (*Caladium bicolor* Vent.) และ มัลติมีเดีย ที่ได้จากรวบรวมพันธุ์บอนสีตามลักษณะ รูปทรง และ สี โดยได้จัดเก็บข้อมูลจากวังบอนสี

ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล รวมประมาณ 101 ชนิด โดยแบ่งบอนสีเป็นกลุ่มดังนี้ กลุ่มดับจังหวัด 22 ชนิด ดับรวมเกียรติ 11 ชนิด ดับวีรชน 10 ชนิด บอนสีกลุ่มใบไทย 20 ชนิด ใบยาว 24 ชนิด ใบกาบ 5 ชนิด และบอนสีลูกไม้ใหม่ 9 ชนิด โดยบอนที่มีใบสีชมพูจะพบมากที่สุดคือมีจำนวน 30 ชนิด รองลงไปเป็นใบสีเขียว 20 ชนิด และใบสีแดง 18 ชนิด ส่วนสีใบที่พบน้อยที่สุดคือ ใบผสมสีประ โดยพบเพียง 1 ชนิดซึ่งเป็นบอนสีที่อยู่ในกลุ่มดับวีรชน

Table 1 Leave colors and details of Caladiums in Bangkok and peri pheral.

Group color	Province Group	Ramayana Group	Hero Group	Fancy- leaved	Lance- leaved	Appendage- petiole leaved	New hybrid	Total
red	2	-	5	3	6	1	1	18
pink	4	7	3	3	11	-	2	30
yellow	-	-	-	2	-	-	-	2
purple	1	-	-	1	1	-	-	3
green	14	4	2	6	4	3	6	29
white	1	-	-	5	2	1	-	9
Total	22	11	10	20	24	5	9	101

บรรณานุกรม

เตือนใจ ไก่สกุล. 2548. บอนสี "ราชินีแห่งไม้ใบ".
ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 72 หน้า.
บุญนาค สีสด. 2544. การปลูกบอนสี. บริษัท เพาเวอร์วี
อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, กรุงเทพฯ. 95 หน้า.

สมาคมบอนสีแห่งประเทศไทย. 2540. บอนสี. บริษัท
อมรินทร์บุ๊คเซ็นเตอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 151 หน้า.
สมาคมบอนสีแห่งประเทศไทย. 2542. วารสารบอนสี.
ฉบับครบรอบ 17 ปี. บริษัทอมรินทร์บุ๊คเซ็น
เตอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

การศึกษาพัฒนาของดอกกาแฟโรบัสต้า และการบังคับให้ดอกบานพร้อมกัน

Floral Development and Synchronizing Flowering of Robusta Coffee

สุรรัตน์ ปัญญาโตนะ^{1/} และเสาวนีย์ มีมุทา^{1/}
Sureerat Panyatona^{1/} and Saowanee Meemuta^{1/}

Abstracts: Floral development of robusta coffee can be classified into 6 stages. The fourth stage is the most important in relation to synchronized cherry ripening. At this stage the floral bud is mature and enters dormancy phase, which can be broken by a required drought period followed by rain. The floral bud then develops into full bloom and is pollinated. Synchronizing flowering of potted robusta trees, at fully mature floral bud stage, was carried out outdoor. Plastic sheets were used to prevent water reaching to the soil in the pots and constant water stress, of -2.0 to -2.5 MPa ψ_p , was imposed for 1-4 weeks. Flowering occurred 7 ± 2 days after rainfall or mist, irrespective of soil water content or water withholding period. The result indicates that rainfall or high ambient humidity may be the most crucial factor for triggering synchronized flowering in coffee. Therefore, leaves, not roots, could be the first receptors of high ambient humidity that trigger dormancy release.

Keywords: *Coffea canephora*, inflorescence, floral development, anthesis, dormancy, water stress, leaf water potential

^{1/} ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ต. วิสัยใต้ อ. สวี จ. ชุมพร 86130

^{1/} Chumphon Horticultural Research Center, Wisai Tai District, Sawi, Chumphon 86130, Thailand

บทคัดย่อ: พัฒนาการของดอกกาแฟโรบัสต้ามี 6 ระยะด้วยกัน ช่วงที่สำคัญที่สุด คือ ระยะที่ 4 ซึ่งดอกมีการพักตัวช่วงสุดท้ายและต้องการความแห้งเป็นระยะเวลาหนึ่ง จนกว่าจะได้ฝ่น ดอกจึงจะออกจากการพักตัวและพัฒนาไปสู่ระยะที่ 5 และ 6 ซึ่งเป็นระยะที่ดอกบาน ผสมเกสรและติดผล ตามลำดับ ในการทดลองเพื่อบังคับให้กาแฟมีดอกบานพร้อมกัน ได้ทำการทดลองกับต้นกาแฟโรบัสต้าที่มีดอกอยู่ในระยะที่ 4 เป็นจำนวนมาก ซึ่งปลูกในกระถางกลางแจ้งที่มีการปิดปากกระถางอย่างมิดชิดไม่ให้น้ำซึมผ่านได้ ทำการลดปริมาณน้ำที่ให้น้ำจนความตึงเครียดในใบมีค่า -2.0 ถึง -2.5 MPa เป็นระยะเวลานานต่าง ๆ กัน (1-4 สัปดาห์) พบว่าการบานของดอกเกิดขึ้น 7 ± 2 วันหลังจากฝนตกเสมอ และไม่ได้ขึ้นกับระดับความชื้นของดิน (หรือกรรมวิธีรดน้ำ) เลย ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ฝ่นหรือความชื้นสูงในอากาศน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อการบังคับให้ดอกบาน และคาดว่าใบ (ไม่ใช่ราก) น่าจะเป็นอวัยวะแรกที่รับรู้ (receptor) ถึงฝ่นหรือความชื้นสูงในอากาศ และทำให้ออกดอกจากการพักตัว

คำสำคัญ: กาแฟโรบัสต้า ดอกกาแฟ พัฒนาการของดอก การบานของดอก ความแห้ง การพักตัวของดอก ความตึงเครียดของน้ำในใบ

คำนำ

การบานของดอกกาแฟมีหลายชุด ทำให้ผลมีการสุกหลายชุด ต้องทำการเก็บเกี่ยวหลายครั้ง (Van de Vossen, 1985) หากสามารถควบคุมให้ดอกกาแฟบานพร้อมเพรียงกันเพียง 1-2 ชุด จะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเก็บเกี่ยว เนื่องจากปัจจุบันโดยทั่วไปยังใช้แรงงานเลือกเก็บหลายรอบด้วยมือ จึงเก็บได้ช้าและผลที่ยังไม่สุกอยู่บนต้นเสียหายขณะเลือกเก็บ ในอนาคตอาจมีความจำเป็นในการใช้เครื่องจักรเก็บเกี่ยว เนื่องจากแรงงานหายากและค่าแรงสูงขึ้นเรื่อย ๆ หากใช้เครื่องจักรมักจะเก็บรวดเดียวเพียงครั้งเดียว ดังนั้นการบังคับให้ดอกบานน้อยชุดจึงนับเป็นหัวใจสำคัญของการปลูกกาแฟ

การบังคับให้ดอกกาแฟบานพร้อมกันให้มากที่สุดเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย กาแฟนอกจากจะสร้างตาดอกหลายชุดแล้วตาดอกนั้นยังมีการพักตัวหลายครั้งก่อนที่จะบาน และการออกจากการพักตัวช่วงสุดท้าย จะเกิดขึ้นเมื่อได้รับการกระตุ้นจากฝนและการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว (Wrigley, 1988) มีรายงานว่าสามารถทำการบังคับการบานของดอกกาแฟด้วยการจัดการน้ำได้สำเร็จ (Drinnan and Menzel, 1994) แต่ผลการทดลองยังไม่สม่ำเสมอ แม้ว่าการผลิตกาแฟในประเทศไทย

ไทยส่วนใหญ่ยังคงอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก แต่ก็มักปลูกกาแฟแซมกับไม้ผลหลายชนิดที่ต้องมีการให้น้ำ เช่นทุเรียน ลองกอง ฯลฯ ทำให้การบังคับกาแฟให้ดอกบานพร้อมกันด้วยการควบคุมการให้น้ำอยู่ในสภาพการณ์ที่จะทำได้ การบังคับการบานของดอกนอกจากจะทำให้ดอกบานน้อยชุด ยังสามารถช่วยให้การติดผลเกิดเร็วขึ้นก่อนธรรมชาติจะเหี่ยวฝ่นตามฤดูกาล ซึ่งจะช่วยให้การผลิตกาแฟทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและได้กาแฟที่มีคุณภาพดี เนื่องจากผลที่มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตบนต้นยาวนานกว่า จะมีคุณภาพดีกว่า (สุริรัตน์, 2548) การทดลองนี้เพื่อศึกษาพัฒนาการของดอกกาแฟโรบัสต้าและการบังคับให้ดอกบานพร้อมกันเพื่อเป็นข้อมูลในการผลิตกาแฟอย่างมีประสิทธิภาพและได้ผลผลิตคุณภาพดีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการย้ายปลูกต้นกาแฟอายุ 3-4 ปีจากแปลงทดลอง โดยตัดรากเตือนไว้ก่อนแล้วย้ายปลูกแบบมีดินติดลงภาชนะปลูกซึ่งเป็นกระบอกพลาสติกดำ (PE) เส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม. ความสูง 50 ซม. โดยใช้ดินผสมรองก้นภาชนะอัตราส่วน ดิน : แกลบ : ขุยมะพร้าว : หยาหยาบ : ปุ๋ยคอก = 3:1:1:1:1 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15

จำนวน 30 กรัมต่อต้นคลุมเคล้ากับดินให้ทั่วรองกันหลุม
ดูแลจนสมบูรณ์มีการเติบโตตามปกติ การป้องกันกำจัด
ศัตรูพืช ปฏิบัติเท่าที่จำเป็น การให้ปุ๋ยให้ลดปริมาณลง
จากปกติเหลือเพียงครึ่งหนึ่ง หากมีดอกหรือผลติดมา
กับต้น รีดออกให้หมด เพื่อให้มีการสร้างดอกรุ่นใหม่
เต็มที่

ช่วงแรก เป็นการศึกษาพัฒนาการของดอก
เริ่มบันทึกวันแรกที่เห็นตาดอก สังเกตการพัฒนาของ
ดอกทุก 2-3 วัน สำหรับการทดลองบังคับการออกดอก
ร่อนดอกเข้าระยะพักตัว (โดยดูจากลักษณะฐานวิทยาหรือ
morphology) จึงเริ่มดำนน้ำตามกรรมวิธีต่าง ๆ เมื่อครบ
กำหนดระยะเวลาดำนน้ำแล้ว ให้น้ำเต็มที่ สำหรับการ
ป้องกันน้ำฝนน้ำค้างทำได้โดยใช้แผ่นผ้าพลาสติกใสตัด
เป็นแผ่นกลมรัศมีกว้างกว่าปากกระถาง ผ่าผ้าพลาสติก
ถึงจุดศูนย์กลางแล้วใช้เทปพันยึดผ้าพลาสติกไว้ติดกับ
โคนต้น ใช้เทปปิดรอยผ่า คลุมให้มีมิดชิด อย่างไรก็ดี มี
การให้น้ำสำหรับต้นที่อยู่ในระหว่างการรดน้ำ โดยตรงรด
ให้วันละ 500 – 2000 มล. เนื่องจากกาแฟเริ่มมีใบเขียว
การให้น้ำเล็กน้อยนี้เพื่อบรรเทาความเสียหายของต้นที่
จะเกิดขึ้นจากการขาดน้ำอย่างรุนแรง ต้นอาจถึงตายได้
การเติมน้ำเช่นนี้มีรายงานว่าไม่มีผลต่อการพักตัวของ
กาแฟ (Drinan, 1995) ส่วนต้นที่ไม่อยู่ในระหว่างการรด
น้ำ จะให้น้ำให้ดินชื้นตลอดเวลา การทดลองมี 2 ชุด ชุด
แรกมี 20 ต้น และชุดที่สองมี 16 ต้น ต่อ กรรมวิธี
ตามลำดับ

ข้อมูลที่บ้านทีก มีดังนี้

1. ความยาวของดอกช่วงระยะต่าง ๆ
2. วันที่ดอกบาน
3. จำนวนต้นที่มีดอกบานเป็นจำนวนมาก
(ต้นที่มีดอกสีขาวโพลน)
4. ความชื้นของดิน ใช้เครื่องตรวจวัด
ความชื้นดิน (เทนซิโอมิเตอร์)
5. อุณหภูมิและความชื้นอากาศ ใช้เครื่องวัด
ความชื้นและอุณหภูมิอากาศ(เทอร์โมไฮ
โกรกราฟ)
6. ปริมาณน้ำที่ให้ต่อต้น เฉพาะช่วงดำนน้ำ

7. ค่าศักย์ของน้ำในใบ (หน่วยเป็นค่าลบ -
MPa) ทุก 2-3 วัน ใช้เครื่องวัดค่าศักย์ของ
น้ำในใบพืช (Plant water status
console) Model 3000 ผลิตโดย
Soilmoisture Equipment Corp. U.S.A

8. ข้อมูลอุตุณิยวิทยา

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง ตุลาคม พ.ศ.
2543 ถึง กันยายน พ.ศ. 2546 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร

ผลการทดลองและวิจารณ์

พัฒนาการของดอก

พัฒนาการของดอกสามารถแบ่งออกเป็น 6
ระยะด้วยกันโดยดูจากลักษณะฐานวิทยา (ภาพที่ 1)
ดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นระยะที่ดอกเพิ่งเริ่มปรากฏให้
เห็นด้วยตาเปล่าดอกมีขนาดเล็ก มีลักษณะแบนราบไป
ตามความโค้งของกิ่งตรงที่มันเกิด มีขนาด 1.5 - 2.5 X 2 -
7 มม. โดยดอกส่วนใหญ่มีความยาว 3 - 5 มม.
ระยะเวลาที่ตาดอกเปลี่ยนจากระยะที่ 1 ไปเป็นระยะที่ 2
กินเวลา 3 - 28 วัน โดยที่ประมาณ 66% ของตัวอย่าง
ดอกทั้งหมดใช้เวลา 4-7 วัน

ระยะที่ 2 เป็นระยะที่ดอกเริ่มขยายขนาด
มีขนาดใหญ่ขึ้นทุกมิติ กลมขึ้น ทำให้เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
ความยาวของดอกอยู่ในช่วงประมาณ 3 - 8 มม. ส่วน
ใหญ่มีความยาวอยู่ในช่วง 4 - 6 มม. ใช้เวลาในการ
เปลี่ยนจากระยะที่ 2 ไปเป็นระยะที่ 3 กินเวลา 4 - 21 วัน
โดยที่ 79% ของตัวอย่างทั้งหมดใช้เวลา 4-10 วัน

ระยะที่ 3 ดอกเริ่มมีรูปร่างเป็นกลุ่มดอกย่อย
(glomerule) อย่างชัดเจน ในกลุ่มหนึ่ง ๆ มีดอกย่อย
ประกอบอยู่ประมาณ 3 - 6 ดอก ความยาวประมาณ
4 - 11 มม. ส่วนใหญ่มีความยาว 7 - 9 มม. ใช้เวลาใน
การเปลี่ยนจากระยะที่ 3 ไปเป็นระยะที่ 4 กินเวลา 4 - 19
วัน โดยที่ 74% ของตัวอย่างดอกทั้งหมดใช้เวลา 4-5 วัน

ระยะที่ 4 ดอกย่อยแต่ละดอกเริ่มขยายตัวแยก
ดอกให้ใหญ่ขึ้นเห็นได้ชัดเจนขึ้น ความยาวประมาณ
7 - 13 มม. โดยที่ส่วนใหญ่ อยู่ในช่วง 9 - 11 มม. เมื่อ

พัฒนาการของดอกถึงระยะนี้แล้ว ดอกจะเริ่มพักตัวช่วงสุดท้าย จนกว่าจะได้รับฝน ดอกจึงเริ่มเข้าสู่ระยะที่ 5

สรุปพัฒนาการของตาดอกรวมตั้งแต่เริ่มเห็นตาดอกด้วยตาเปล่าจนถึงระยะที่เริ่มเข้าสู่การพักตัวมีขนาด 9 – 11 มม. กินเวลาประมาณ 10 – 49 วัน โดยที่ดอก 52% ของตัวอย่างทั้งหมดใช้เวลาประมาณ 14-25 วัน ซึ่งต่างจากที่พบในกาแฟอราบิก้าที่มีรายงานว่ามีความยาวเพียง 4 – 6 มม. และกินเวลานานหลายเดือน (Cannell, 1985) ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอุณหภูมิอากาศ

ระยะที่ 5 หลังจากที่ได้ฝนตกประมาณ 7±2 วัน ดอกเข้าสู่ระยะที่ 5 เป็นระยะที่ดอกขยายขนาดมากและเปลี่ยนเป็นสีขาว กลีบดอกเบียดกันแน่นรูปร่างคล้ายลำเทียนอยู่ระยะหนึ่งแล้วคลี่ดอกบานเต็มที่นาน 1-3 วัน ระยะที่ 6 เป็นระยะที่ดอก ได้รับการผสมไปแล้วและกลีบ

ดอกสีขาวร่วงไป ทิ้งไว้แต่ผล (รังไข่) ที่ภายในมีเมล็ด (ไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว)

การบังคับให้ดอกบานพร้อมกันให้มากที่สุด

เนื่องจากผลการทดลองทั้งสองชุดเป็นไปในทำนองเดียวกัน จึงขอยกตัวอย่างผลการทดลองชุดที่ 1 เท่านั้น

กรรมวิธีต่าง ๆ มีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่รดน้ำ

กรรมวิธีที่ 2 รดน้ำ 2 สัปดาห์ (3 ธ.ค. 2544 – 16 ธ.ค. 2544)

กรรมวิธีที่ 3 รดน้ำ 4 สัปดาห์ (3 ธ.ค. 2544 – 30 ธ.ค. 2544)

กรรมวิธีที่ 4 รดน้ำ 8 สัปดาห์ (3 ธ.ค. 2544 – 27 ม.ค. 2545)



Figure 1 Morphology of coffee inflorescence at various stages of development (1-6).

ผลจากการทดลอง (ภาพที่ 2) พบว่า **กรรมวิธีที่ 1** เนื่องจากไม่มีการงดน้ำ ค่าศักย์ของน้ำในใบลดต่ำสุดเพียง -1.2 ถึง -1.6 MPa และดอกกาแฟไม่บานหลังจากสิ้นสุดช่วงที่ค่าศักย์ของน้ำในใบลดต่ำสุด แสดงว่าความเครียดที่ในระดับนี้ไม่มีผลต่อการกระตุ้นให้ดอกออกจากการพักตัว อย่างไรก็ตาม ประมาณ 20% ของจำนวนต้นทั้งหมดมีดอกบานในวันที่ 20 ธ.ค. และต่อมาในช่วงหลังของการทดลอง 70%, 100% ของจำนวนต้นทั้งหมดมีดอกบานในวันที่ 17 ม.ค., 28 ม.ค. และ 7 ก.พ. ตามลำดับ ทั้งที่ไม่ได้มีการงดน้ำเลย แต่มีฝนตกเมื่อวันที่ 11 - 14 ธ.ค. (7 - 10 วันก่อนดอกบาน 20 ธ.ค.), 12 ม.ค. (6 วันก่อนดอกบาน 17 ม.ค.), 21 - 22 ม.ค. (8 วันก่อนดอกบาน 28 ม.ค.), และ 30 ม.ค. (9 วันก่อนดอกบาน 7 ก.พ.) ตามลำดับ เนื่องจากดอกระยะที่ 4 พัฒนาไปจนถึงระยะที่ 5 (ดอกบาน) กินเวลาประมาณ 7 ± 2 วัน จึงเป็นไปได้ที่ดอกออกจากการพักตัวในวันที่ฝนตก แม้ว่าต้นกาแฟจะไม่ได้มีการบังคับด้วยการงดน้ำเลย

และดินยังมีความชื้นค่อนข้างสูงอยู่ก็ตามลำดับขั้นตอนการออกจากการพักตัวจนถึงดอกบาน สามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ ดังภาพที่ 3

กรรมวิธีที่ 2 ตลอดระยะเวลาที่ทำการงดน้ำ 2 สัปดาห์ ค่าศักย์ของน้ำในใบลดต่ำมากอยู่ในช่วง -2.0 MPa ถึง -2.5 MPa ซึ่งเป็นระดับที่ใบกาแฟเริ่มเหี่ยว ต้นกาแฟถึง 75% และ 100% มีดอกบานเมื่อวันที่ 17 ธ.ค., 20 ธ.ค. (มีฝนตกในช่วง 11 - 14 ธ.ค.) หลังจากนั้น มีดอกบานในวันที่ 2 ม.ค., 17 ม.ค., 28 ม.ค. และ 7 ก.พ. ซึ่งพบว่า มีฝนตก 7 ± 2 วันเสมอ ก่อนวันที่ดอกบาน ดังนั้น ฝนน่าจะ เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ดอกออกจากการพักตัว ช่วงแล้งที่เป็นกรรมวิธีนี้ไม่มีผลต่อการออกจากการพักตัว แม้ว่าในการทดลองนี้มีความจำเป็นต้องให้น้ำเพื่อบรรเทาความรุนแรงจากการขาดน้ำ (ตามกรรมวิธี) ซึ่งได้เริ่มให้ตั้งแต่วันที่ 6 ธ.ค. เรื่อยมา แต่ในช่วงดังกล่าวจะเห็นว่าต้นไม่มีการตอบสนองต่อการให้น้ำเล็กน้อยนี้

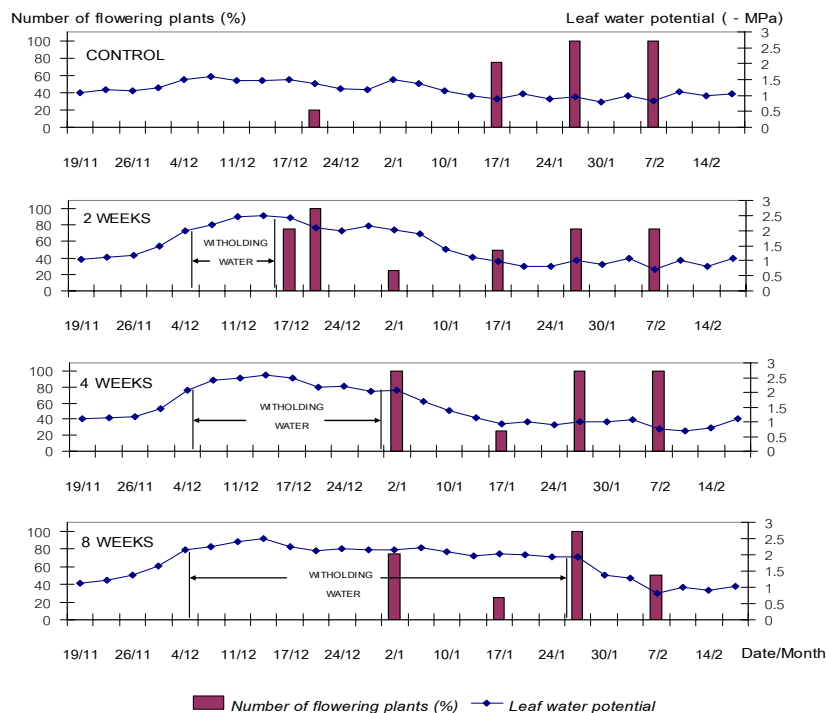


Figure 2 Number of plants with synchronized flowering and average leaf water potential of coffee under different constant water stress period.

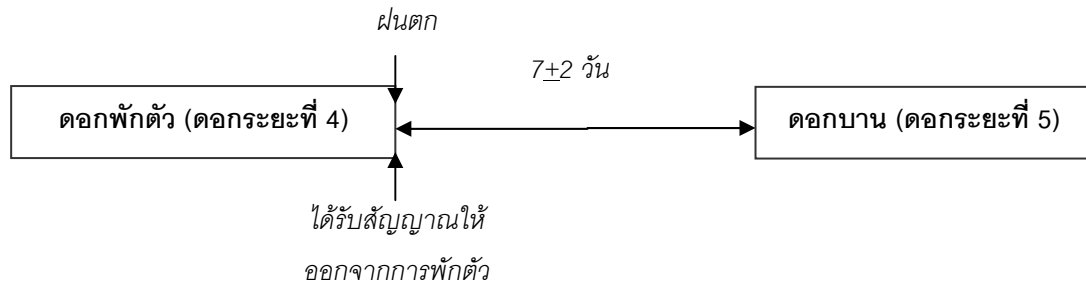


Figure 3 Possible sequence of events induced by rainfall as indicated by the result of control treatment

กรรมวิธีที่ 3 และ กรรมวิธีที่ 4 ค่าศักย์ของน้ำในใบลดต่ำเช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 2 คือ อยู่ในช่วง -2.0 MPa ถึง -2.5 MPa ตลอดเวลาที่ให้น้ำ ดอกบานเมื่อวันที่ 2 ม.ค. เป็นจำนวนต้น ถึง 100 % ในกรรมวิธีที่ 3 และ 77% ในกรรมวิธีที่ 4 (มีฝนตกเล็กน้อยจนไม่สามารถวัดได้ วันที่ 28 ธ.ค. – 29 ธ.ค.) และมีการออกดอกในวันที่ 28 ม.ค. 100%จากจำนวนต้นทั้งหมดในทั้งสองกรรมวิธี และ วันที่ 7 ก.พ. ดอกบาน 100%ในกรรมวิธีที่ 3 และ 50%ในกรรมวิธีที่ 4 มีฝนตก 7 ± 2 วันเสมอ ก่อนวันที่ดอกบาน

ในการทดลองนี้การให้น้ำ 500 – 2000 มล. ต่อต้นไม่มีผลในการกระตุ้นให้ดอกออกจากการพักตัวและไม่ได้บ่งทอนระยะเวลากักตัวของดอกที่สะสมอยู่ เห็นได้จากการที่ค่าศักย์ของน้ำในใบยังอยู่ในช่วง -2.0 ถึง -2.5 MPa ไม่เปลี่ยนแปลงนับตั้งแต่วันที่เริ่มให้น้ำดังกล่าว (6 ธ.ค.) การที่ดอกออกจากการพักตัวทั้ง ๆ ที่ดินยังมีความชื้นค่อนข้างสูงในกรรมวิธีที่ 1 และอยู่ในช่วงที่ดินแห้ง ใบกาแฟขาดน้ำอย่างรุนแรง (ดูจากค่าศักย์ของน้ำในใบ) ในกรรมวิธีที่ 4 ล้วนแสดงให้เห็นว่า ความชื้นในดินไม่ได้เป็นปัจจัยที่กำหนดการบังคับให้ดอกบานหรือออกจากการพักตัว และจากไม่ใช่อวัยวะแรกที่รับรู้ถึงปัจจัยที่กำหนดการออกจากการพักตัว การที่ดอกบานในวันเดียวกันเป็นส่วนมากและก่อนวันที่ดอกบานมีฝนตก (แม้ว่าบางครั้งจะน้อยมากก็ตาม) 7 ± 2 วันเสมอโดยที่ดินไม่ได้รับน้ำเลย แสดงว่า ความชื้นสูงขณะที่ฝนตกเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการกระตุ้นให้ดอกกาแฟออกจากการพักตัวแล้วบานในเวลาต่อมา ซึ่งผลการทดลองนี้บ่งว่าสอดคล้องกับการทดลองบังคับกาแฟอบาก้าใน

เรือนกระจกที่มีการควบคุมทั้งอุณหภูมิ ความชื้น และแสงด้วยการรดน้ำตลอดเวลา 21 สัปดาห์แล้วให้น้ำเต็มที่พบว่าไม่สามารถบังคับให้ดอกบานได้ (Drinnan and Menzel, 1994)

ปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการพักตัวของดอกกาแฟน่าจะเป็นปัจจัยภายใน มีรายงานว่ากาแฟให้น้ำแก่กาแฟตลอดเวลาทำให้สามารถงอกสภาพการพักตัวไว้ได้ (Cannell, 1985; Drinnan and Menzel, 1994) แต่ในการทดลองนี้แม้ว่าจะได้ให้น้ำอย่างสม่ำเสมอในกรรมวิธีแรก หลังจากประมาณ 8 สัปดาห์ผ่านไป การพักตัวของดอกได้คลายตัว ดอกสามารถออกจากการพักตัวและบานได้เอง นอกจากนี้จะเห็นว่ากาแฟในแต่ละกรรมวิธีก็ยังมีวันที่ดอกบานไม่ตรงกันทั้งหมด ถ้าการออกจากการพักตัวเป็นผลมาจากฝนเพียงปัจจัยเดียวดอกควรจะบานตรงกันในทุกกรรมวิธีตั้งแต่เริ่มการทดลอง แต่ในการทดลองนี้ดอกบานตรงกันในทุกกรรมวิธีในช่วงหลัง 2 ม.ค.ไปแล้ว ดังนั้นต้องมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการพักตัวของดอกกาแฟซึ่งคาดว่าจะเป็นปัจจัยภายในของกาแฟนั่นเอง

ในทางปฏิบัติการบังคับให้กาแฟโรบัสต้ามีดอกบานเพียง 1-2 ชุดต่อฤดูกาลผลิตในภาคใต้สามารถทำได้เป็นที่ทราบกันดีว่ากาแฟมีช่วงออกดอกที่ยาวนานถึง 5-6 เดือน (ประมาณปลาย ต.ค. ถึง ต้น เม.ย.) ดอกมีหลายชุดและสร้างขึ้นเรื่อย ๆ (พัฒนาการของดอกตั้งแต่เริ่มมีตาดอกจนถึงเข้าพักตัว กินเวลาประมาณ 14-25 วันเท่านั้น) ดอกจึงออกเป็นชุดย่อย ๆ ได้มากมาย หากต้องการให้บานพร้อมกันต้องควบคุมให้ดินชื้น

ตลอดเวลา ด้วยการให้น้ำเมื่อฝนไม่ตก เพื่อให้ดอกคงสภาพพักตัวเป็น 2 ช่วง แต่ละช่วงนาน 8 สัปดาห์ก็น่าจะสามารถบังคับดอกได้เป็น 2 รุ่น อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ อาจจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้ต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ นอกจากนี้เกษตรกรควรได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการบานของดอกว่าเป็นผลมาจากการกระตุ้นของฝนแม้เพียงเล็กน้อย แต่การพัฒนาของดอกและการติดผลซึ่งเป็นกระบวนการที่ตามมานั้นต้องการน้ำเป็นปริมาณมาก ดังนั้นหากฝนตกเพียงเล็กน้อยจะเพียงแต่ทำให้ดอกกาแฟออกจากการพักตัวและดอกบาน แต่ไม่สามารถทำให้เกิดการติดผลและการพัฒนาของผลที่ต่อเนื่องได้ ดอกจะเหี่ยว ฝ่อไปไม่ติดผล ดังนั้นหากพบว่าฝนตกน้อย ควรให้น้ำกาแฟเพื่อให้ดอกพัฒนาและติดผลดี เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีต่อไป

สรุป

พัฒนาการของดอกกาแฟมี 6 ระยะด้วยกัน และดอกอาจมีการพักตัวได้หลายครั้ง การพักตัวในดอกระยะที่ 4 ถือเป็นการพักตัวช่วงสุดท้ายก่อนที่ดอกจะบาน ซึ่งเป็นช่วงที่สำคัญต่อการผลิตกาแฟ จากการทดลองพบว่า ความชื้นในดินมิได้เป็นปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกจากการพักตัวและการบานของดอก และรากไม่ใช่ระยะแรกที่รับสัญญาณปัจจัยกำหนดให้ดอกออกจากการพักตัว และเชื่อว่าน้ำฝนและความชื้นสูงในอากาศขณะที่ฝนตก เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ดอกออกจากการพักตัว และใบเป็นระยะแรกที่รับรู้ถึงความชื้นนั้นซึ่งมีผลให้ดอกออกจากการพักตัว เมื่อฝนตกหรือความชื้นในอากาศสูงแม้ไม่มีการให้น้ำทางดิน (ทางราก) เลยอดกาแฟก็สามารถออกจากการพักตัวได้ และดอกจะบานภายใน 7 ± 2 วัน และเปิดรับละอองเกสรตัวผู้จากต้นอื่นจากข้อมูลนี้สามารถนำไปปรับใช้ในการบังคับให้กาแฟมีการออกดอกพร้อมกันเพื่อจะได้เก็บเกี่ยวผลเพียง 1-2 ครั้ง ต่อฤดูกาลผลิต และให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในการปฏิบัติหลังจากดอกกาแฟบาน

เอกสารอ้างอิง

- สุริรัตน์ ทวนทวี. 2548. การศึกษาพัฒนาการของผลและความแก่จัดทางสรีรวิทยาของเมล็ดกาแฟโรบัสต้า. รายงานผลงานประจำปี พ.ศ. 2548. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร, ชุมพร. 289 หน้า.
- Cannell, M.G.R. 1985. Physiology of the coffee crop. pp.108-134. In: M.N. Clifford and K.C. Willson (eds.). Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Croom Helm, London.
- Drinnan, J.E. 1995. Managing bearing trees. pp. 46-78. In: The Australian Coffee Research and Development Team. Coffee Growing in Australia: A Machine-harvesting Perspective. RIRDC, Queensland Department of Primary Industries, Brisbane.
- Drinnan, J.E. and C.M. Menzel. 1994. Synchronization of anthesis and enhancement of vegetative growth in coffee (*Coffea arabica* L.) following water stress during floral initiation. Journal of Horticultural Science 69(5): 841-849.
- Van de Vossen, H.A.M. 1985. Coffee selection and breeding. pp. 48-96. In: M.N. Clifford and K.C. Willson (eds.). Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Croom Helm, London.
- Wrigley, G. 1988. Coffee. John Wiley & Sons, New York. 639 pp.

ปริมาณธาตุอาหารพืชในสารละลายที่ได้จากการหมัก วัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

Quantity of Plant Nutrients in Solution from Different Fermented Organic Materials

ไมตรี แก้วทับทิม^{1/}

Maitree Kaewtubtim^{1/}

Abstracts: The quantity plant nutrient contents in solution fermented from different organic materials was studied during March to August 2006 at Office of Extension and Continuing Education, Prince of Songkla University. This research was focused on 4 sources of micro-organisms i.e. Kyusei Foundation, Land Development Department (LDD), nature and natural micro-organisms from coconut and papaya syrup culture and 5 sources of organic materials (fruits, kitchen leavings, marine animals, fish heads and weeds). It was found that LDD micro-organism gave the highest total of primary nutrients as 2.193 percent and secondary nutrients contents as 0.320 percent. In addition, this micro-organism source also gave the highest in micronutrient contents and the lowest cost production. Comparing with 5 sources of organic materials it was found that solution fermented from fish heads gave the highest total of primary nutrients contents (i.e. 1.878 percents). Solution from kitchen leavings gave the highest total of secondary nutrients contents (i.e. 0.460 percents). This materials source also gave the highest iron and zinc contents as 64.09 and 3.92 ppm respectively. The maximum manganese content was found in solution fermented from fruits as 9.78 ppm whereas the solution obtained from marine animals gave the highest copper contents as 0.61 ppm. The aforementioned results could be summarized that, the micro-organisms from the LDD sources and marine animals are appropriate micro-organisms sources and organic materials for plant nutrient solution production.

Keywords: Plant nutrient, fermented, organic materials

^{1/}สถานบริการวิชาการชุมชนปัตตานี สำนักส่งเสริมและการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ. ปัตตานี 94000

^{1/} Pattani Community Service Station, Office of Extension and Continuing Education, Prince of Songkla University, Pattani 94000, Thailand

บทคัดย่อ: ปริมาณธาตุอาหารพืชในสารละลายที่ได้จากการหมักวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ดำเนินการระหว่างเดือนมีนาคม ถึง สิงหาคม 2549 ณ สำนักงานส่งเสริมและการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแหล่งเชื้อจุลินทรีย์ 4 ชนิด คือ เชื้อจุลินทรีย์ของมูลนกคิวิ เชื้อจุลินทรีย์จากกรมพัฒนาที่ดิน เชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ และเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติจากการเพาะเลี้ยงโดยใช้น้ำมะพร้าวและสับปะรด และวัสดุอินทรีย์ 5 ชนิด คือ ผลไม้ เศษอาหาร สัตว์ทะเล หัวปลา และวัชพืช จากการศึกษาพบว่าสารละลายจากเชื้อจุลินทรีย์พัฒนาที่ดินให้ปริมาณรวมของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองสูงที่สุดคือ 2.193 และ 0.32 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้เชื้อจุลินทรีย์จากแหล่งนี้ยังให้ปริมาณของจุลธาตุอาหารสูงสุดและมีต้นทุนต่ำที่สุดอีกด้วย เมื่อเปรียบเทียบสารละลายจากวัสดุอินทรีย์ 5 ชนิด พบว่าสารละลายจากการหมักหัวปลาให้ปริมาณรวมของธาตุอาหารหลักสูงสุดคือ 1.878 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สารละลายจากเศษอาหารให้ปริมาณรวมของธาตุอาหารรองสูงที่สุดคือ 0.46 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังให้เหล็กและสังกะสีสูงสุด 64.09 และ 3.92 ppm ตามลำดับ สารละลายจากผลไม้ให้แมงกานีสสูงสุด 9.78 ppm และสารละลายจากสัตว์ทะเลให้ปริมาณทองแดงสูงสุด 0.61 ppm ผลการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์จากกรมพัฒนาที่ดิน และสัตว์ทะเลเป็นวัสดุอินทรีย์เหมาะสมที่สุดในการทำให้สารละลายมีปริมาณธาตุอาหารพืชสูงสุด

คำสำคัญ: ธาตุอาหารพืช การหมัก วัสดุอินทรีย์

คำนำ

ในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยนำเข้าปุ๋ยเคมีเพื่อใช้ในการทำการเกษตร มีปริมาณ 3,592,069 ตัน คิดเป็นมูลค่า 35,946 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต เพื่อลดการนำเข้าและการใช้ปุ๋ยเคมีภายในประเทศ หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ได้ให้ความสำคัญกับการนำวัตถุดิบต่าง ๆ จากธรรมชาติมาพัฒนาเป็นปุ๋ยอินทรีย์เป็นการนำวัตถุดิบที่มีมาก ราคาถูก และบางชนิดไม่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจมาใช้แทนปุ๋ยเคมี (มุกดา, 2545; Tan and Nopamombodi, 1979) ปุ๋ยอินทรีย์เมื่อใช้ในการทำการเกษตร นอกจากให้ธาตุอาหารแก่พืชแล้ว ยังช่วยทำให้ดินปลดปล่อยธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้น ช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน และช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2548: ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี, 2544; สัมฤทธิ์, 2538; Salisbury and Ross, 1992) แต่การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรก็ประสบปัญหาที่สำคัญหลายประการเช่น ปุ๋ยอินทรีย์ในท้องตลาดที่มีราคาแพง อีกทั้งเกษตรกรผู้ซื้อไม่สามารถทราบชนิดและปริมาณของธาตุ

อาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ชนิดนั้น ๆ แต่หากต้องการทำปุ๋ยอินทรีย์ใช้เองเพื่อลดต้นทุนการผลิต เกษตรกรก็ไม่สามารถทราบได้เลยว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตและจำหน่ายโดยหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนนั้น มีเชื้อจุลินทรีย์ของหน่วยงานใดที่นำมาใช้แล้วมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนั้นควรใช้เชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวทำการหมักร่วมกับวัสดุอินทรีย์ชนิดใดในท้องถิ่นซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิด เพื่อให้ได้สารละลายที่มีคุณภาพ คือมีปริมาณธาตุอาหารพืชสูง ความเป็นกรดต่ำดี และมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด จากสาเหตุดังกล่าว จึงทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชในสารละลายที่ได้จากการหมักวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เพื่อศึกษาว่าเชื้อจุลินทรีย์จากแหล่งใด วัสดุอินทรีย์ชนิดไหนที่นำมาใช้แล้วให้สารละลายมีคุณภาพ เพื่อที่จะได้นำเอาผลการศึกษานี้ไปเผยแพร่ให้เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ธาตุอาหารพืชในสารละลายที่ได้จากการหมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์จากแหล่งต่าง ๆ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 สิ่งทดลอง คือ 1) เชื้อจุลินทรีย์จากมูลนกคิวิ

(Kyusei) 2) กรมพัฒนาที่ดิน(LDD) 3) ตามธรรมชาติ (ใช้จุลินทรีย์ที่ติดมากับวัตถุดิบตามธรรมชาติไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์) (Nature) และ 4)ตามธรรมชาติที่ได้รับการเพาะเลี้ยงโดยใช้น้ำมะพร้าวและสับปะรด จำนวน 3 กรัม หรือ 3 มิลลิลิตรต่อหน่วยทดลอง (NMCP) จำนวน 3 ข้ำ ทำการหมักวัตถุดิบในแต่ละหน่วยทดลอง ประกอบด้วยหัวปลาทุ (ของเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม) จำนวน 3 กิโลกรัม กากน้ำตาล จำนวน 0.5 กิโลกรัม น้ำจำนวน 1.5 ลิตร หมักในถังพลาสติกปิดฝาเป็นเวลา 40 วัน ระหว่างการหมักทำการกวนทุก 7 วัน กรองเอาน้ำมาทำการตรวจวัด ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ตามวิธีการของวรรณ (2538) ความเป็นกรดต่าง และ ต้นทุนการผลิตต่อลิตร โดยคิดเฉพาะมูลค่าวัตถุดิบ ใช้ LSD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

ธาตุอาหารพืชในสารละลายที่ได้จากการหมักโดยใช้วัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 5 สิ่งทดลอง คือ 1) ผลไม้ (ผักทอง มะละกอ ถั่วเขียว ถั่วลิสง 1:1:1 โดยน้ำหนัก) 2) เศษอาหาร (ของเหลือจากโรงอาหารภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งประกอบด้วย ข้าวสุก เศษเนื้อ ปลาและผักชนิดต่าง ๆ) 3) สัตว์ทะเล (หอย ปู ปลา ฟองน้ำ ปะการัง และสัตว์ทะเลขนาดเล็กอื่น ๆ) 4) หัวปลา (หัวปลาทุของเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม) และ 5) วัชพืช (ขลุ่ กล้วย กล้วย กล้วย ออตรา 1:1:1 โดยน้ำหนัก) จำนวน 3 ข้ำ รวม 15 หน่วยทดลอง ย่อยวัตถุดิบของสิ่งทดลองต่าง ๆ ก่อนการหมัก ส่วนผสมของแต่ละหน่วยทดลอง ประกอบด้วยวัตถุดิบ จำนวน 3 กิโลกรัม กากน้ำตาล จำนวน 0.5 กิโลกรัม น้ำ จำนวน 1.5 ลิตร และเชื้อจุลินทรีย์จากมูลนิคิเว จำนวน 0.5 ลิตร ทำการหมักในถังพลาสติกปิดฝา เป็นเวลา 40 วัน กรองเอาน้ำมาวัดปริมาณธาตุอาหาร ตามวิธีการของ วรรณ (2538) ความเป็นกรดต่าง และต้นทุนการผลิตต่อลิตร โดยคิดเฉพาะมูลค่าวัตถุดิบ ใช้ LSD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

ผลการทดลอง

ธาตุอาหารพืชในสารละลายที่ได้จากการหมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์จากแหล่งต่างๆ

การศึกษาพบว่าสารละลายที่ได้จากการใช้เชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน ให้ปริมาณไนโตรเจนสูงสุด คือ 1.55 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปคือเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติที่เพาะเลี้ยง เชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ และเชื้อจุลินทรีย์มูลนิคิเว ที่ให้ไนโตรเจนเท่ากับ 1.38, 1.37 และ 1.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เช่นเดียวกับฟอสฟอรัสที่พบว่าเชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดินให้ปริมาณสูงสุดคือ 0.033 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโพแทสเซียมเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติที่เพาะเลี้ยงให้ปริมาณสูงสุดเท่ากับ 0.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปคือเชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน เชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ และเชื้อจุลินทรีย์มูลนิคิเว คือ 0.61, 0.57 และ 0.54 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แคลเซียม และกำมะถัน พบว่าสารละลายจากการหมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดินให้ปริมาณสูงสุดเท่ากับ 0.09 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนแมกนีเซียมพบว่ามีสารละลายจากการหมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติที่เพาะเลี้ยง ให้ปริมาณสูงสุดเท่ากับ 0.07 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) เมื่อรวมปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดพบว่า สารละลายจากเชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดินให้ปริมาณ 2.193 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าสารละลายจากเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ เช่นเดียวกับปริมาณรวมของแคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ที่ให้ปริมาณ 0.32 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดินจึงมีความเหมาะสมมากที่สุด ในการทำให้สารละลายมีปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการมากที่สุด

ธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อยพบว่าสารละลายจากการใช้เชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน ให้ปริมาณเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และ ทองแดงสูงที่สุด เท่ากับ 39.52, 0.59, 2.36 และ 0.44 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ความเป็นกรดต่างพบว่าสารละลายจากการหมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติที่เพาะเลี้ยง และเชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดินให้สารละลายที่เป็นกรดอ่อน ๆ คือ 6.46 และ 6.69 ตรงกันข้ามกับเชื้อจุลินทรีย์

Table 1 Quantity of macro-nutrients in solution fermented from different sources of micro-organisms.

Treatment	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
Kyusei	1.33 ^{b 1/}	0.008 ^c	0.54 ^d	0.05 ^c	0.04 ^b	0.15 ^c
LDD ^{2/}	1.55 ^a	0.033 ^a	0.61 ^b	0.09 ^a	0.03 ^{bc}	0.20 ^a
Nature	1.37 ^b	0.007 ^c	0.57 ^c	0.03 ^d	0.02 ^c	0.19 ^{ab}
NMCPC ^{3/}	1.38 ^b	0.022 ^b	0.66 ^a	0.07 ^b	0.07 ^a	0.18 ^b
LSD _{.05}	0.054	0.004	0.025	0.015	0.012	0.014
CV (%)	2.07	11.06	2.23	13.18	16.53	4.17

^{1/} Means within column with different alphabets differ significantly at P< 0.05^{2/} LDD: Land Development Department^{3/} NMCPC: Natural micro-organisms from coconut and papaya syrup culture

Table 2 Quantity of Fe, Mn, Zn and Cu in solution fermented from different sources of micro-organisms.

Treatment	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Kyusei	18.59 ^{b 1/}	0.27 ^b	0.77 ^b	0.14 ^c
LDD ^{2/}	39.52 ^a	0.59 ^a	2.36 ^a	0.44 ^a
Nature	15.70 ^c	0.16 ^c	0.53 ^c	0.13 ^c
NMCPC ^{3/}	19.88 ^b	0.23 ^{bc}	0.68 ^b	0.20 ^b
LSD _{.05}	1.645	0.091	0.104	0.032
CV (%)	3.73	15.43	5.07	7.37

^{1/} Means within column with different alphabets differ significantly at P< 0.05^{2/} LDD: Land Development Department^{3/} NMCPC: Natural micro-organisms from coconut and papaya syrup culture

Table 3 pH and cost of solution fermented from different sources of micro-organisms.

Treatment	pH	Cost per litre (Baht)
Kyusei	7.63 ^{b 1/}	14.38 ^c
LDD ^{2/}	6.69 ^c	4.99 ^a
Nature	8.00 ^a	4.79 ^a
NMCPC ^{3/}	6.46 ^d	6.03 ^b
LSD _{.05}	0.031	0.371
CV (%)	3.27	2.61

^{1/} Means within column with different alphabets differ significantly at P< 0.05^{2/} LDD: Land Development Department^{3/} NMCPC: Natural micro-organisms from coconut and papaya syrup culture

มูลนิคิวกะ และเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ ที่ให้สารละลายที่เป็นเบสอ่อน ๆ คือ 7.63 และ 8.00 ต้นทุนการผลิตพบว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดคือ 4.79 บาทต่อลิตร ไม่แตกต่างกับการใช้เชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน ที่มีต้นทุนการผลิต 4.99 บาทต่อลิตร รองลงไปคือเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติที่เพาะเลี้ยง และ เชื้อจุลินทรีย์มูลนิคิวกะ ที่มีต้นทุนการผลิต 6.03 และ 14.38 บาทต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ธาตุอาหารพืชในสารละลายที่ได้จากการหมักโดยใช้วัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ

การศึกษาพบว่าสารละลายจากหัวปลาให้ปริมาณไนโตรเจนสูงสุด 1.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปคือ สัตว์ทะเล เศษอาหาร ผลไม้ และวัชพืช ที่ให้ไนโตรเจนเท่ากับ 1.07, 0.22, 0.16 และ 0.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สารละลายจากเศษอาหารให้ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม สูงสุดคือ 0.064, 0.69 และ 0.21 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สารละลายจากสัตว์ทะเลให้แมกนีเซียมสูงสุดเท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายจากเศษอาหารและหัวปลาให้กำมะถันสูงสุดเท่ากับ 0.16 และ 0.15 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) ธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อยพบว่าสารละลายจากเศษอาหารให้เหล็กและสังกะสี สูงสุด 64.09 และ

3.92 ppm ตามลำดับ ส่วนสารละลายจากผลไม้ให้แมกนีเซียสูงสุด 9.78 ppm และสารละลายจากสัตว์ทะเลให้ธาตุทองแดงสูงสุด 0.61 ppm (ตารางที่ 5) เมื่อรวมปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดพบว่า สารละลายจากหัวปลาและสัตว์ทะเลให้ปริมาณ 1.878 และ 1.747 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สูงกว่าสารละลายจากวัสดุอินทรีย์อื่น ๆ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณรวมของแคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันระหว่างหัวปลาและสัตว์ทะเลพบว่า สารละลายจากสัตว์ทะเลให้ปริมาณธาตุอาหาร 0.45 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าสารละลายจากหัวปลาที่ให้ปริมาณธาตุอาหารเพียง 0.24 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสัตว์ทะเลจึงเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ให้ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ สูงที่สุด

ความเป็นกรดต่าง พบว่าสารละลายจากวัชพืช สัตว์ทะเล และหัวปลา ให้สารละลายที่เป็นเบสอ่อน โดยวัชพืชให้ค่าความเป็นกรดต่างสูงสุดที่ 8.01 ส่วนผลไม้ และเศษอาหาร ให้สารละลายที่เป็นกรด โดยเศษอาหารให้ค่าความเป็นกรดสูงสุดที่ 3.89 ต้นทุนการผลิตพบว่า สารละลายจากหัวปลาให้ต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดเท่ากับ 14.38 บาทต่อลิตร รองลงไปคือ เศษอาหาร วัชพืช สัตว์ทะเล และผลไม้ ที่มีต้นทุนเท่ากับ 17.85, 19.15, 19.40 และ 43.41 บาทต่อลิตรตามลำดับ (ตารางที่ 6)

Table 4 Quantity of macro-nutrients in solution fermented from different materials.

Treatment	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
Fruits	0.16 ^{cd 1/}	0.024 ^b	0.62 ^b	0.08 ^d	0.07 ^d	0.11 ^c
Kitchen leavings	0.22 ^c	0.064 ^a	0.69 ^a	0.21 ^a	0.09 ^b	0.16 ^a
Marine animals	1.07 ^b	0.006 ^d	0.67 ^a	0.17 ^b	0.15 ^a	0.13 ^b
Fish heads	1.33 ^a	0.008 ^{cd}	0.54 ^c	0.05 ^e	0.04 ^e	0.15 ^a
Weeds	0.12 ^d	0.007 ^d	0.61 ^b	0.09 ^c	0.08 ^c	0.10 ^c
LSD _{.05}	0.083	0.043	0.039	0.008	0.009	0.012
CV (%)	7.83	1.77	3.43	4.04	5.69	5.03

^{1/} Means within column with different alphabets differ significantly at P< 0.05

Table 5 Quantity of Fe, Mn, Zn and Cu in solution fermented from different materials.

Treatment	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Fruits	46.13 ^{b 1/}	9.78 ^a	1.56 ^b	0.31 ^c
Kitchen leavings	64.09 ^a	8.09 ^b	3.92 ^a	0.16 ^d
Marine animals	34.39 ^c	1.03 ^c	1.13 ^c	0.61 ^a
Fish heads	18.59 ^d	0.27 ^e	0.77 ^e	0.14 ^d
Weeds	17.17 ^e	0.96 ^d	0.96 ^d	0.35 ^b
LSD _{.05}	0.821	0.021	0.086	0.020
CV (%)	1.25	1.29	2.85	3.51

^{1/} Means within column with different alphabets differ significantly at P< 0.05.

Table 6 pH and cost of solution fermented from different materials

Treatment	pH	Cost per litre (Baht)
Fruits	4.81 ^{d 1/}	43.41 ^c
Kitchen leavings	3.89 ^e	17.85 ^b
Marine animals	7.77 ^b	19.40 ^b
Fish heads	7.63 ^c	14.38 ^a
Weeds	8.01 ^a	19.15 ^b
LSD _{.05}	0.043	1.722
CV (%)	2.37	4.14

^{1/} Means within column with different alphabets differ significantly at P< 0.05.

วิจารณ์

การศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชในสารละลายจากการหมักหัวปลา โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์จากแหล่งต่าง ๆ ผลปรากฏว่าสารละลายจากการใช้เชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน ให้ระดับไนโตรเจนสูงที่สุด คือ 1.55 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณดังกล่าว สูงกว่าสารละลายจากการหมักหัวปลาโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์เดียวกันของเกษตรกรที่ส่งไปวิเคราะห์ที่กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร ที่พบว่าให้ไนโตรเจนเพียง 1.06 เปอร์เซ็นต์ (กรมวิชาการเกษตร, 2546) นอกจากนี้สารละลายจากเชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน มีแนวโน้มให้ธาตุอาหารอื่น ๆ ในปริมาณสูงมากด้วย ผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ต่างแหล่งกันทำการหมักวัตถุดิบ

เหมือนกัน และเชื้อจุลินทรีย์แหล่งเดียวกันทำการหมักวัตถุดิบเหมือนกัน ให้สารละลายที่มีธาตุอาหารพืชแตกต่างกัน ชนิด และจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์น่าจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สารละลายมีปริมาณธาตุอาหารต่างกัน (กาญจนา และเอื้องฟ้า, 2544) เชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน ผลิตโดยหน่วยงานที่มีการศึกษา ค้นคว้า และวิจัยเป็นอย่างดี ก่อนนำมาบริการให้แก่เกษตรกร จึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีคุณภาพ หลากหลายสายพันธุ์ มากกว่าเชื้อจุลินทรีย์จากแหล่งอื่น ๆ กรมวิชาการเกษตร (2547) รายงานว่าจุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยสลายเศษซากพืชซากสัตว์ในการทำปุ๋ยอินทรีย์ แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ แบคทีเรีย เช่น *Bacillus mycoides*, *B. cereus*, *B. circulans*, *Lactobacillus* spp., *Pediococcus* spp., *Leuconostoc* spp. และ *Streptococcus* spp. รา เช่น

Aspergillus niger, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida zeylanoides*, *C. boidinii*, *C. krusei*, *Penicillium* spp. และ *Rhizopus* spp. และยีสต์ เช่น *Saccharomyces* spp. และ *Candida* spp. จุลินทรีย์ดังกล่าวข้างต้น สามารถพบได้ในเชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดินแทบทุกชนิด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) ในขณะที่แหล่งอื่น ๆ ไม่มีการระบุชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ชัดเจน น่าจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สารละลายมีปริมาณธาตุอาหารน้อยกว่า ส่วนสาเหตุที่เชื้อจุลินทรีย์จากแหล่งเดียวกัน ทำการหมักวัตถุดิบชนิดเดียวกัน แต่ให้ปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน น่าจะมีสาเหตุมาจากความแตกต่างของการย่อยวัตถุดิบ คุณภาพวัตถุดิบ อัตราส่วนผสมและจำนวนวันในการหมักที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณธาตุอาหารที่ต่างกัน นอกจากนั้น ชนิดและจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์จากแหล่งที่ต่างกัน ส่งผลให้ความเป็นกรดต่างในสารละลายจากการหมัก โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ แตกต่างกันด้วย เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์จากแต่ละแหล่งมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดอินทรีย์ต่างกัน ทำให้แหล่งที่มีจุลินทรีย์ผลิตกรดอินทรีย์มากกว่าจะให้สารละลายที่มีค่าความเป็นกรดต่ำกว่า ต้นทุนการผลิตที่คิดเฉพาะต้นทุนวัตถุดิบพบว่า สารละลายจากการใช้เชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติมีต้นทุนต่ำที่สุดและไม่แตกต่างกับการใช้เชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารแล้ว เชื้อจุลินทรีย์จากกรมพัฒนาที่ดินน่าจะเป็นแหล่งเชื้อจุลินทรีย์ที่ดีที่สุดในการทำสารละลายมีปริมาณธาตุอาหารสูงสุด และเมื่อนำวัสดุอินทรีย์จากธรรมชาติมาทำการหมัก โดยการสุ่มเลือกใช้เชื้อจุลินทรีย์มูลนิเวศซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่เกษตรกรนิยมใช้กันแพร่หลาย ผลปรากฏว่าสารละลายจากหัวปลาให้ไนโตรเจนสูงสุด 1.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดิบอื่น ๆ เช่น หอยทะเลขนาดเล็กให้ 0.57 เปอร์เซ็นต์ ไข่หอยเชอรี่ให้ 1.23 เปอร์เซ็นต์ หอยเชอรี่ให้ 0.84 เปอร์เซ็นต์ ผลไม้ให้ 0.12 เปอร์เซ็นต์ ผักให้ 0.26 เปอร์เซ็นต์ และผักตบชวาให้ 0.33 เปอร์เซ็นต์ (ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี, 2544; จีระภา และยุทธศักดิ์, 2547; กรมวิชาการเกษตร, 2547) เป็นผลมาจากหัวปลามีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าวัตถุดิบอื่น ๆ เมื่อถูกย่อยสลาย

ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนละลายออกมามากที่สุด สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของกรมวิชาการเกษตร (2546) ที่พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากสัตว์หรือปลา มีแนวโน้มให้ธาตุอาหารพืชสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากผักและผลไม้ (กรมวิชาการเกษตร, 2547) สารละลายจากเศษอาหารให้ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงสุด ปริมาณดังกล่าวแม้ไม่สูงมากนัก แต่หากต้องการใช้สารละลายเพื่อกระตุ้นการออกดอกและติดผล เศษอาหารน่าจะเป็นวัตถุดิบที่ดีที่สุด เนื่องจากมีฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงที่สุด สอดคล้องกับรายงานการศึกษาในไม้ผลหลายชนิดที่พบว่า การเพิ่มปริมาณธาตุดังกล่าวจะช่วยในการออกดอก ติดผลและเพิ่มคุณภาพผลผลิต (สัมฤทธิ์, 2538) เมื่อรวมปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในสารละลายพบว่าหัวปลาและสัตว์ทะเลให้ปริมาณสูงสุด คือ 1.878 และ 1.747 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าสารละลายจากวัสดุอินทรีย์อื่น ๆ แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณรวมของแคลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถัน ระหว่างหัวปลาและสัตว์ทะเลพบว่า สารละลายจากสัตว์ทะเลให้ปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้ 0.45 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สารละลายจากหัวปลาให้เพียง 0.24 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสัตว์ทะเลจึงเป็นวัสดุอินทรีย์ที่เหมาะสมที่สุดในการทำสารละลายมีปริมาณธาตุอาหารโดยรวมสูงที่สุด สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Kaewtubtim (2008) ที่พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากการหมักสัตว์ทะเลโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์จากกรมพัฒนาที่ดินให้ปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากหัวปลา ผลไม้ เศษอาหารและวัชพืช ปริมาณธาตุอาหารรองและธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อยพบว่าการหมักด้วยวัตถุดิบต่าง ๆ กันให้ธาตุอาหารมากน้อยแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าสารละลายจากการหมักเศษอาหารให้ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ สูง จำนวนมากที่สุดทั้งนี้ น่าจะมาจากเศษอาหารที่ใช้ในการทดลองได้มาจากร้านอาหารที่มีการจำหน่ายเศษอาหาร ทำให้เศษอาหารที่ได้มีคุณภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ส่งผลให้สารละลายมีปริมาณธาตุอาหารสูงตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม เศษอาหารเป็นวัตถุดิบที่มีความแปรปรวนสูง แหล่งในการเก็บ ชนิดของเศษอาหาร รวมทั้งส่วนผสมต่าง ๆ ในเศษอาหารล้วนมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารใน

สารละลายแทบทั้งสิ้น หากได้เศษอาหารที่มีเศษซากจากสัตว์หรือเศษอาหารที่มีคุณค่าสูง จะทำให้สารละลายมีปริมาณธาตุอาหารสูงตามไปด้วย ความเป็นกรดต่างพบว่าผลไม้และเศษอาหารให้สารละลายที่เป็นกรดพืช สัตว์ทะเลและหวัปลา ให้สารละลายที่เป็นด่าง น่าจะมีสาเหตุมาจากความยากง่ายในการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ในการหมัก จะเห็นได้ว่าผลไม้และเศษอาหารเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายจะให้สารละลายที่เป็นกรด ในขณะที่พืช สัตว์ทะเลและหวัปลาเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก จึงให้สารละลายที่มีความเป็นด่าง ดังนั้นหากจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบที่ย่อยสลายยากในการหมักที่ไม่ต้องการให้ความเป็นกรดต่างสูง ควรมีการย่อยวัตถุดิบให้มีละเอียดยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามความเป็นกรดต่างในการศึกษาทดลองใกล้เคียงกับรายงานการศึกษาของกรมวิชาการเกษตร (2547) ที่พบว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากพืชมีค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 3.3-5.1 จากพืชสมุนไพรมีค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 3.5-8.8 จากปลามีค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 3.6-6.2 จากหอยมีค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 3.4-8.4 และจากการผสมวัสดุหลายชนิดมีค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 3.7-9.0 ต้นทุนการผลิตที่คิดจากมูลค่าของวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละหน่วยทดลองต่อปริมาณสารละลายที่ได้พบว่า วัสดุอินทรีย์ทุกชนิดมีต้นทุนต่ำโดยเฉพาะหวัปลาให้ต้นทุนต่ำที่สุดเท่ากับ 14.38 บาทต่อลิตร ต้นทุนดังกล่าวคิดเฉพาะมูลค่าของวัตถุดิบเพียงอย่างเดียว ซึ่งหากเพิ่มต้นทุนด้านอื่น ๆ เข้าไปด้วยก็น่าจะมีต้นทุนเพิ่มอีกเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม น่าจะมีราคาถูกกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่มีจำหน่ายในท้องตลาดที่มีราคาประมาณ 218 บาทต่อลิตร (มุกดา, 2545) ผลการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของสารละลายที่ได้หลายประการ ข้อดีประการแรกสารละลายที่มีคุณภาพสามารถทำได้จากสัตว์ทะเลที่มีราคาถูกกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำในท้องตลาด ประการที่สองสารละลายมีธาตุอาหารที่พืชต้องการครบ การให้สารละลายในบางครั้งอาจทำให้พืชให้ผลผลิตดีกว่าการให้ปุ๋ยเคมี เนื่องจากเป็นไปตามกฎ Law of the minimum ของ Liebig อ้างโดย สุมาลี (2536) ข้อเสียประการแรกสารละลายมีธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ในระดับต่ำทำให้ไม่สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้ (กรมวิชาการ

เกษตร, 2546) คุณภาพสารละลายมีความแปรปรวนมากตามชนิดวัตถุดิบ แหล่งวัตถุดิบ การย่อยสลายวัตถุดิบ ส่วนผสมวัตถุดิบ แหล่งเชื้อจุลินทรีย์และระยะเวลาในการหมัก ดังนั้นในอนาคตควรมีการศึกษาเพื่อลดจุดด้อยดังกล่าว หรือพัฒนาให้สารละลายเป็นปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่มีธาตุอาหารพืชต่าง ๆ สูงเทียบเท่าปุ๋ยเคมี ก็น่าจะเป็นประโยชน์สูงสุดกับการเกษตรอินทรีย์ในอนาคต

สรุป

การใช้เชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดินทำการหมักหวัปลาให้ปริมาณสารละลายที่มีธาตุอาหารพืชต่าง ๆ สูงที่สุด โดยเฉพาะไนโตรเจนที่ให้ 1.55 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทดสอบโดยการใช้เชื้อจุลินทรีย์มูลนิธิดิวเซ ผลปรากฏว่าให้ปริมาณไนโตรเจนในระดับที่ลดลง นอกจากนี้เชื้อจุลินทรีย์กรมพัฒนาที่ดินยังมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำเพียง 4.99 บาทต่อลิตร จึงเหมาะสมมากที่สุดในการทำสารละลายดังกล่าว และการหมักร่วมกับหวัปลาซึ่งให้ปริมาณไนโตรเจนสูง จึงมีความเป็นไปได้ในการนำสารละลายไปใช้ทดแทนแม่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนชนิดต่าง ๆ ส่วนเศษอาหารพบว่าป็นวัสดุอินทรีย์ที่เหมาะสมในการใช้หมักเป็นสารละลายเพื่อใช้เป็นแหล่งของธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม เนื่องจากมีธาตุดังกล่าวในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดอีกด้วย เมื่อพิจารณาวัสดุอินทรีย์ทั้งหมดจากการศึกษาพบว่า สัตว์ทะเลเป็นวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากให้สารละลายที่มีปริมาณธาตุอาหารพืชต่าง ๆ โดยรวมสูง ความเป็นกรดต่างปานกลางและมีต้นทุนการผลิตต่ำ

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2547. ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ทางการเกษตรของกรมพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. 36 หน้า.

- กรมวิชาการเกษตร. 2546. ฮอร์โมนพืชและธาตุอาหารพืชในน้ำหมักชีวภาพ. กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 134 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2547. ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์น้ำหมักชีวภาพ. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 51 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2548. คู่มือปุ๋ยอินทรีย์. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 162 หน้า.
- กาญจนา วันเสาร์ และเอื้องฟ้า บรรเทาวงศ์. 2544. ปุ๋ยน้ำหมักดีจริงหรือ. วารสารเคหการเกษตร 25(4): 179-186.
- จิระภา ชัยวงศ์ และยุทธศักดิ์ สุกการี. 2547. การเตรียมปุ๋ยน้ำชีวภาพจากหอยขย. โครงการนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี. 94 หน้า.
- ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี. 2544. ปุ๋ยเคมี อินทรีย์ และชีวภาพ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 48 หน้า.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2545. ปุ๋ยอินทรีย์. สำนักพิมพ์บ้านและสวน. กรุงเทพฯ. 215 หน้า.
- วรรณ เลี้ยววาริณ. 2538. คู่มือวิเคราะห์ดินและปุ๋ย. หน่วยปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 37 หน้า.
- สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2538. แร่ธาตุอาหารพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 604 หน้า.
- สุมาลี สุทธิประดิษฐ์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 349 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. สถิติการนำเข้าส่งออก. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/oae_website/oae_imex.php (20 กันยายน 2549).
- Kaewtubtim, M. 2008. A study on amounts plant nutrients in soluble organic fertilizer from fermentation of fish heads, fruits, food leftovers, weeds and marine animals. pp. 390-395. In: Proceedings of 46th Kasetsart University Annual Conference Subject: Plants. 29 January – 1 February 2008, Bangkok.
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1992. Plant Physiology. Wadsworth Publishing Company, Belmont. 682 pp.
- Tan, K.H. and V. Nopamombodi. 1979. Effect of different levels of humic acids on nutrient content and growth of corn (*Zea mays* L.). Plant and Soil 51(2): 283-287.

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่ทำการ Review บทความวารสารเกษตร ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 - 3

รศ.ดร.อดิสร กระแสชัย	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.มณีรัตน์ นิกรพันธุ์	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อ.ประสิทธิ์ วัฒนวงศ์จิตร	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อ.ดร.ฉันทนา สุวรรณชาดา	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อ.ดร.ดุริณี นามพรหม	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อ.ดร.จามจุรี โสติถกุล	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.สมพร ชุนหล่อชานนท์	ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.ชูชาติ สันทรัพย์	ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร.กานดา หวังชัย	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.วิลาวัลย์ คำปวน	หน่วยวิจัยสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.วิวัฒน์ เสือสะอาด	ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.พาวัน มะโนชัย	สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รศ. ดร. กวิศร์ วานิชกุล	ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ดัชนีบทความในวารสารเกษตร ฉบับที่ 1 และ 2 ปีที่ 24 (2551)

	หน้า
ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์ 2551	
ผลของการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำต่อประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ <i>Trichogramma confusum</i> Viggiani ในการควบคุมหนอนกออ้อย	1
วงจรการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ว่านจุงนาง	13
วงจรการเจริญเติบโตของกล้วยไม้เอื้องน้ำตัน	19
การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของการสร้างหัวกล้วยไม้ดินนางอ้วสาคริกในสภาพปลอดแก้ว	23
การขยายพันธุ์แบบจุลภาคของหนอนตายหยากในสภาพปลอดเชื้อ	31
การศึกษาโครโมโซมของว่านมหาโชค	37
ผลของกรดแอสคอร์บิกต่อการเกิดสีน้ำตาลและกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของผลลำไยพันธุ์ดอหลังการเก็บเกี่ยว	43
คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมพันธุ์กรีนไฮคิลฟ์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์	51
การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง:	59
1. ระบบการผลิตในจังหวัดเชียงใหม่	
ผลของรูปแบบทรงต้นและโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและผลผลิตลำไย	71
ฉบับที่ 2 มิถุนายน 2551	
การศึกษาโครโมโซมของกล้วยไม้เอื้องฉัตรมรกตและสิğunคด	81
การศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของกล้วยไม้ดินว่านจุงนาง	87
สัณฐานวิทยาของเอื้องดิน	93
การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยากับการพัฒนาตาดอกของเอื้องพรวัว	99
การเปรียบเทียบผลผลิตของชมพูพันธุ์ทับทิมจันทิในระบบรูปทรงต้น 4 แบบด้วยการปลูกระยะชิดในสองปีของการให้ผลผลิต	107
การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง: 2. การประเมินตำแหน่งใบส้มที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช	117
ผลของสารล้างผิวต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะนาว	125
ผลของโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อปริมาณสารคลอโรฟิลล์ในใบและยอดระหว่างการชักนำให้เกิดตาดอกของกิ่งตอนลำไยพันธุ์ดอ	133
ผลของรังสีอัลตราไวโอเลตซี (UV-C) ต่อการกลายพันธุ์ของกลีอกขี้นี	141
การใช้ EMS เพื่อชักนำการกลายพันธุ์ในกล้วยไม้เหลืองจันทร์พู่	153

JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 24 No. 3 October 2008

Effect of Potassium Chlorate on Gibberellin-like Substance Contents in Leaves and Shoots of

Air-layered Longan cv. Daw

Sawaman Wijarn and Tanachai Pankasemsuk.....165

Effect of Fertilizer Application on Growth and Development of *Phalaenopsis* Hybrid

Pachara Samanit and Soraya Ruamrungsri.....171

Effect of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Growth and Development of *Curcuma petiolata* Roxb.

Soraya Ruamrungsri, Wallanuch Khongkhaw, Anong Payakaihapon and Rumjuan Kijkar.....179

Protoplast Isolation and Culture of *Rhynchosyilis gigantea* var. *rubrum* Sagarik

Wuttichai Kaimuk and Sompong Te-chato.....187

In Vitro and *In Vivo* Propagation of *Chlorophytum undulatum* Wall.

Chamchuree Sotthikul, Parichat Choomporn and Daensuang Noikam.....199

Stomatal Characteristics of Different Ploidy Levels in Some *Dendrobium* Hybrids

Piengpim Chidburee, Nantawan Intanum and Apichat Chidburee.....205

Isozyme Patterns of *Nervilia aragoana* Gaud.

Pichayanard Uncharisanggard, Chuntana Suwanthada and Pomrat Sirikhum.....211

Multimedia and Database Program of Caladium (*Caladium bicolor* Vent.)

Tuenchai Kosakul, Kuntaree Petaweporndech, Piyasak Chaumpluk
and Payon Chuenban.....217

Floral Development and Synchronizing Flowering of Robusta Coffee

Sureerat Panyatona and Saowanee Meemuta.....225

Quantity of Plant Nutrients in Solution from Different Fermented Organic Materials

Maitree Kaewtubtim.....233