



# วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 21 ฉบับที่ 3 ตุลาคม 2548

นํ้ายาสกัดที่เหมาะสมเพื่อการเกิดรูปแบบไอโซไซม์ของกล้วยไม้ดินใบจิบบางชนิด

สุทธินันท์ ประสาธน์สุวรรณ และ พิมพีใจ อาภาวัชรุตม์.....185

การขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในพรีเซีย

หทัย กฤษดาภาณิษฐ์ และ ไสระยา ร่วมรังษี.....197

ผลของสารสกัดหยาบจากกระชายเหลืองต่ออายุการปักแจกันของดอกกุหลาบ

พัชรี สิริตระกูลศักดิ์ และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข.....205

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดเพื่อการเพิ่มขนาดผลลำไยพันธุ์ดอ

ชรัสนันท์ ตาชม และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข.....213

การประเมินสายต้นมะม่วงแก้วเพื่อการแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้ง

ลำพอง แต่มครบุรี และ ธวัชชัย รัตน์ชเลศ.....219

การคัดเลือกสายต้นฝรั่งลูกผสมชั่วที่หนึ่งเพื่อการแปรรูป

ปานจิตต์ พัวพันธ์รักษกุล และ สุรินทร์ นิลสำราญจิต.....229

ผลของรูปแบบแผ่นปลูกพืชและอัตราพ่นต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดในระบบแอร์โรพอนิกส์

ไสระยา ร่วมรังษี ธีรพล พรสวัสดิ์ชัย และ อัมเรศ ใจดี.....241

ผลยังยงของสารสกัดจากผลดีปลีต่อเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของผลมะม่วง

วันสนันท์ สะอาดล้วน และ พิทยา สรวมศิริ.....251

ประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* สายพันธุ์ไทย ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในคะน้า

มณจันท์ เมฆธน.....259

การคัดเลือกดีเอ็นเอเครื่องหมายแบบ SSR ของยีนต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* จากข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง และพันธุ์ชยันนาท 1

สุรเดช ปาละวิสุทธิ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ศิริพร กออินทร์ศักดิ์ และ ธานี ศรีวงศ์ชัย.....269

ISSN 0857-0841

# คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

## เรื่องที่ตีพิมพ์

บทความวิจัย หรือ บทความปริทัศน์

## การเตรียมต้นฉบับ

1. ภาษา เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2. การพิมพ์ พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษขนาด A 4 ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด 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) และวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยไว้ด้วย

3.5 อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) ให้บอกรายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 ผลการศึกษา (Results) ให้บรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางหรือภาพประกอบได้ 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 ในเนื้อเรื่อง ไม่ควรอ้างอิงถึงเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องหรือห่างไกล 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 ให้ใส่ชื่อผู้เขียนทุกคน ห้ามใช้คำว่า และคณะ หรือ *et al.*

5.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนมีดังนี้

1) วารสาร (Journals)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร. (เขียนเต็มหรือย่อก็ได้) ปีที่(ฉบับที่):

เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด.

วันทนา มูทิตา และ ณัฐา ควรประเสริฐ. 2547. เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดสีดอกของพืชมะเขือ. ว. เกษตร 20(1): 10-18.

Barceñas, 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. จริญญา วิสิทธิ์พานิช ชาตรี สิทธิกุล และ ยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2545. โรคและแมลงศัตรูลำไย ลิ้นจี่ และเงาะม่วง. ธมบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 308 หน้า.

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

3) เรื่องย่อในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน และมีบรรณานุกรม

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

ดำรง เวชกิจ และ สมบูรณ์ ทองสกุล. 2535. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. หน้า 22-42. ใน: สุวัฒน์ รวยเกียรติ. (บก.). แมลงและศัตรูศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไอเดีย สแควร์, 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 มณีพงษ์. 2547. ผลของการใช้ไอโซนต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่นๆ

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

6) สื่ออิเล็กทรอนิกส์

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

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

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

## การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล โดยส่งถึง บรรณานุกรมวารสารเกษตร งานวิจัยและเทคโนโลยีสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

# วารสารเกษตร

## JOURNAL OF AGRICULTURE

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Publisher	Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ/ปี)	Publication	Tri-annually
วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่วิทยาการด้านการเกษตร และสาขาที่เกี่ยวข้อง	Objective	To disseminate academic knowledge in agriculture and related fields
ที่ปรึกษา	คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ รองคณบดีฝ่ายวิจัย รองคณบดีฝ่ายบริการวิชาการและ ถ่ายทอดเทคโนโลยี รศ. นคร ณ ลำปาง ผศ. ดร. มนุ ศีตีสาร ผศ. ดร. พิทยา สรวมศิริ รศ. ไพฑูรย์ รอดวินิจ รศ. ดร. บุญล้อม ชีวะอิสระกุล ศ. เฉลิมพล แซมเพชร รศ. ดร. ไสว บุรณพานิชพันธุ์ รศ. ดร. สมบัติ ศรีชูวงศ์ รศ. ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ ผศ. วรภา คุณนาพร รศ. ถนอม คลอดเพ็ง รศ. ดร. ธวัชชัย รัตน์ชเลศ	Consultant	Dean, Faculty of Agriculture Associate Dean for Research Affairs Associate Dean for Community Affairs and Technology Transfer Nakom Nalampang, Assoc. Prof. Manu Seetisarn, Ph.D., Assis. Prof. Pittaya Sruamsiri, Dr. Agr., Assis. Prof. Paitoon Rodvinij, Assoc. Prof. Boonlom Cheva-Isarakul, Dr. Agr, Assoc. Prof. Chalermpon Sampet, Prof. Sawai Buranapanichpan, Ph.D., Assoc. Prof. Sombat Srichuwong, Ph.D., Assoc. Prof. Supasark Limpiti, Assoc. Prof. Warapa Kunaporn, Assist Prof. Thanom Klodpeng, Assoc. Prof. Tavatchai Radanachaless, Dr. Agr., Assoc. Prof.
บรรณาธิการ	รศ. ไพฑูรย์ รอดวินิจ	Editor	Paitoon Rodvinij, Assoc. Prof.
กองบรรณาธิการ	รศ. ดร. บุญล้อม ชีวะอิสระกุล ศ. เฉลิมพล แซมเพชร รศ. ดร. ไสว บุรณพานิชพันธุ์ รศ. ดร. สมบัติ ศรีชูวงศ์ รศ. ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ ผศ. วรภา คุณนาพร รศ. ถนอม คลอดเพ็ง รศ. ดร. ธวัชชัย รัตน์ชเลศ	Editorial Board	Boonlom Cheva-Isarakul, Dr. Agr, Assoc. Prof. Chalermpon Sampet, Prof. Sawai Buranapanichpan, Ph.D., Assoc. Prof. Sombat Srichuwong, Ph.D., Assoc. Prof. Supasark Limpiti, Assoc. Prof. Warapa Kunaporn, Assist Prof. Thanom Klodpeng, Assoc. Prof. Tavatchai Radanachaless, Dr. Agr., Assoc. Prof.
เลขานุการ	นางสาววิไลพร ธรรมตา	Secretary	Vilaiporn Thammata
สำนักงานและ การติดต่อ	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
การบอกรับ เป็นสมาชิก	บอกรับเป็นสมาชิกได้จากใบบอกรับ รับเป็นสมาชิกที่ได้แทรกมาพร้อมนี้ หรือติดต่อกองบรรณาธิการโดยตรง	Membership	Apply through the membership form as attached herewith or contact directly to the Editorial Board

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไข  
บทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร

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

## บทบรรณาธิการ

สำหรับวารสารเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ฉบับที่ 3 ปีที่ 21 (2548) นี้ เป็นวารสารฉบับสุดท้ายของปีที่ 21(2548) ดังนั้นจึงใคร่ขอเชิญชวนให้สมาชิกทุกท่านโดยเฉพาะที่เป็นสมาชิกรายปีได้พิจารณาต่ออายุการเป็นสมาชิกวารสารเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตามแบบการบอกรับเป็นสมาชิกที่ได้แทรกมากับวารสารฉบับที่ 3 ปีที่ 21 (2548) นี้ เพื่อการดำเนินการต่อไป

ทำนนี้ ด้วยวาระขึ้นปีใหม่ ปี พ.ศ. 2549ที่กำลังจะมาถึง กองบรรณาธิการวารสารเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใคร่ขอถือโอกาสนี้อวยพรให้ทุกท่านมีความสุข ความสำเร็จ และสุขภาพแข็งแรง ประการสำคัญยึดมั่นการดำเนินชีวิตตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงพระราชทานให้พสกนิกรถือปฏิบัติ บนพื้นฐานของทางสายกลาง การเรียนรู้และการดำรงตนในความไม่ประมาท มีภูมิคุ้มกันและรู้เท่าทันต่อความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เพื่อให้ทั้งตนเอง ครอบครัว สังคม และประเทศชาติเข้มแข็ง

---

# น้ำยาสกัดที่เหมาะสมเพื่อการผลิตรูปแบบไอโซไซม์ ของกล้วยไม้ดินใบจีบบางชนิด

## Suitable Extraction Buffer for Producing Isozyme Patterns of Some Plicated-leaf Terrestrial Orchids.

สุทธินันท์ ประสาธน์สุวรรณ<sup>1/</sup> และ พิมพิใจ อภาวชิตรุตม์<sup>1/, 2/</sup>  
*Sutthinan Prasatsuwan<sup>1/</sup> and Pimchai Apavatjirut<sup>1/, 2/</sup>*

**Abstract:** A study was carried out to produce isozyme patterns from 10 plicated-leaf terrestrial orchid species in 6 genera by polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) using 0.5 g young leaf, 1.5 ml extraction buffer in 4 different extraction buffers developed by Gottlieb, Apavatjirut *et al.*, Obera-Okeyo *et al.* and Sharma & Jones. When 10% separating gel was used and the four enzymes were tested, i.e. Esterase (EST), Glutamate oxaloacetate transaminase (GOT), Leucine amino peptidase (LAP) and Shikimate dehydrogenase (SKD), it showed that Apavatjirut *et al.* solution yielded the best isozyme bands.

**Keywords:** Terrestrial orchid, extraction buffer

**บทคัดย่อ:** การศึกษาน้ำยาสกัด 4 สูตรคือ น้ำยาสกัดของ Gottlieb *et al.*, Apavatjirut *et al.*, Obera-Okeyo *et al.* และ Sharma & Jones เพื่อทำให้เกิดรูปแบบไอโซไซม์ของกล้วยไม้ดินใบจีบ 10 ชนิด ใน 6 สกุล โดยวิธีโพลีอะคริลลาไมด์เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส จากการใช้ส่วนของใบอ่อน 0.5 กรัม กับน้ำยาสกัด 1.5 มิลลิลิตร และใช้ 10 % separating gel ทดสอบกับเอนไซม์ 4 ชนิดคือ Esterase (EST), Glutamate oxaloacetate transaminase (GOT), Leucine amino peptidase (LAP) และ Shikimate dehydrogenase (SKD) พบว่าน้ำยาสกัดของ Apavatjirut *et al.* ให้ผลดีที่สุด

**คำสำคัญ:** กล้วยไม้ดิน น้ำยาสกัดเอนไซม์

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>2/</sup> ศูนย์บริการการพัฒนากายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ c/o มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

<sup>2/</sup> H.M. The King's Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, c/o Chiang Mai University. Chiang Mai 50200, Thailand.

## คำนำ

ความนิยมในการปลูกกล้วยไม้ดินเป็นการค้ามีน้อยกว่ากล้วยไม้อากาศ แต่เนื่องจากลักษณะของกล้วยไม้ดินหลายชนิดมีดอกที่สวยงาม จึงเริ่มมีผู้สนใจมากขึ้น ประกอบกับสภาพทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทยเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ดินหลากหลายชนิด จึงน่าจะนำไปพัฒนาพันธุ์ให้เป็นไม้ดอกเศรษฐกิจในอนาคต เนื่องจากกล้วยไม้ดินมีความหลากหลายและมีจำนวนชนิดมาก บางชนิดมีลักษณะใกล้เคียงกันมากทำให้เกิดความสับสนในการจัดจำแนก ซึ่งอาจทำให้มีผลกระทบต่อการพัฒนาพันธุ์ ในด้านการจดทะเบียนชื่อต้นพ้อ แม้ เพื่อขึ้นทะเบียนลูกผสม ปัจจุบันได้มีการใช้เครื่องหมายทางโมเลกุลมาช่วยสนับสนุนการจัดจำแนกหรือตรวจสอบพันธุ์สิ่งมีชีวิตให้ถูกต้อง การตรวจสอบพันธุ์พืชโดยใช้ความหลากหลายของโมเลกุลของโปรตีน (protein polymorphism) โดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส ที่ใช้กันมาก คือ การวิเคราะห์ไอโซไซม์ (สุรินทร์, 2543) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลดีกับพืชหลายชนิด เช่น พืชกลุ่มหงส์เหิน (กัลยา, 2546) กล้วยไม้รองเท้านารี (พลู, 2546) *Prunus persica* L. (Agarwal et al., 2001) พืชสกุล *Curcuma* (Apavattirut et al., 1999) และ วอลนัท (Vyas et al., 2003) เป็นต้น การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งที่จะหาน้ำยาสกัดที่เหมาะสม เพื่อนำไปหารูปแบบไอโซไซม์ของกล้วยไม้ดินใบจีบที่ทำการรักษา เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้หารูปแบบไอโซไซม์ที่เป็นเอกลักษณ์ของกล้วยไม้ดินชนิดอื่น และหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกล้วยไม้ดินที่ทำการรักษาในอนาคตเพื่อสนับสนุนงานพัฒนาพันธุ์พืชกลุ่มนี้ต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาใช้กล้วยไม้ดินใบจีบ 10 ชนิด (ภาพที่ 1) คือ เอื้องน้ำตัน (*Calanthe cardioglossa* Schltr.), อ้วชมพูไพร (*Calanthe rosea* (Lindl.) Benth.), อ้วนวลจันทร์ (*Calanthe vestita* Lindl.), เอื้องอึ่ง (*Eulophia macrobulbon* (Parish. & Rchb. f.) Hook. f.),

ว่านหัวครุ (*Eulophia spectabilis* (Dennst.) Suresh.), ว่านจุงนาง (*Geodorum recurvum* (Roxb.)), เอื้องมรกต (*Liparis sutepensis* Rolfe ex Downie), เอื้องพร้าว (*Phaius tankervilleae* (Banks ex l' Heritier) Blume), เหลืองพิศมร (*Spathoglottis affinis* de Vriese) และ บานดึก (*Spathoglottis eburnea* Gagnep.) (ฉบับพิมพ์, 2544) ชนิดละ 5 ต้น โดยปลูกในโรงเรือนพรางแสง 50 % และรดน้ำวันละ 2 ครั้ง เปรียบเทียบน้ำยาสกัดที่เหมาะสมสำหรับแต่ละตัวอย่างพืช คือ น้ำยาสกัดของ Gottlieb (1981) ประกอบด้วย 0.1 M Tris-buffer pH 8, 1.0% w/v PVP-40, 0.1%  $\beta$ -ME, 1 mM EDTA, 0.5 mM KCl และ 0.1 M  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , น้ำยาสกัดของ Apavattirut et al. (1999) ประกอบด้วย 0.1 M Tris-buffer pH 8, 0.5% w/v PVP-10, 10 mM  $\beta$ -ME, 1 mM EDTA และ 2 mM DTT และเติม pvpp ในขณะบดตัวอย่าง น้ำยาสกัดของ Obera-Okeyo et al. (1997) ประกอบด้วย 0.05 M Tris-buffer pH 8, 10% w/v PVP-40, 14 mM  $\beta$ -ME, 20% glycerol และ 0.5% Triton -x และ น้ำยาสกัดของ Sharma & Jones (1999) ประกอบด้วย Phosphate buffer pH 6.9, 20 mg/l PVP-40 และ DTT 1 mg/ml โดยใช้เทคนิคโพลีอะคริลไมด์เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส (polyacrylamide gel electrophoresis) เปรียบเทียบความคมชัด จำนวนและรูปแบบแถบสีที่เกิดขึ้นจากน้ำยาสกัดแต่ละชนิด เพื่อเลือกน้ำยาที่เหมาะสมที่สุด โดยนำส่วนของไบอ้อนที่ไปยังไม่คลี่มาทำความสะอาด หั่นแล้วนำไปซึ่งให้ได้น้ำหนัก 0.5 กรัม นำไปผสมกับน้ำยาสกัดเอนไซม์ 1.5 มิลลิลิตร แล้วบดในโกร่งที่เย็นจัดจากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็ว 14,000 รอบ/นาที นาน 40 นาที แยกสารละลายใสด้านบนใส่ใน Eppendorf tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอนำไปทดสอบเปรียบเทียบน้ำยาสกัดเอนไซม์ การทดลองนี้ใช้ความเข้มข้นของ Stacking gel 4.5% (น้ำกลั่น, 0.5 M Tris-HCl pH 6.8, acrylamide 30%, APS 1.5%, TEMED) และ Separating gel 10% (น้ำกลั่น, 3 M Tris-HCl pH 8.8 acrylamide 30%, APS 1.5%, TEMED) ทำการย้อมเอนไซม์ 4 ชนิด คือ Esterase (EST), Glutamate

oxaloacetate transaminase (GOT), Leucine amino peptidase (LAP) และ Shikimate dehydrogenase (SKD) การทดลองทำ 5 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้นต่อชนิด (แต่ละต้น

เกิดจากเมล็ดที่ต่างกัน) บันทึกค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) และดูความคมชัดของแถบสีที่เกิดขึ้น



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



(i)



(j)

Figure 1 Ten terrestrial orchid species used in this study: (a) *Calanthe cardioglossa* Schltr., (b) *Calanthe rosea* (Lindl.) Benth., (c) *Calanthe vestita* Lindl., (d) *Eulophia macrobulbon* (Parish. & Rchb. f.) Hook. f., (e) *Eulophia spectabilis* (Dennst.) Suresh., (f) *Geodorum recurvum* (Roxb.), (g) *Liparis sutepensis* Rolfe ex Downie, (h) *Phaius tankervilleae* (Banks ex l' Heritier) Blume, (i) *Spathoglottis affinis* de Vriese, (j) *Spathoglottis eburnea* Gagnep.

## ผลการทดลอง

การเปรียบเทียบน้ำยาสกัดเอนไซม์เพื่อหา รูปแบบไอโซไซม์จากกล้วยไม้ดิน 10 ชนิด โดยใช้ น้ำยาสกัด 4 สูตร คือ 1) Gottlieb (1981) 2) Apavatjirut *et al.* (1999) 3) Obera-Okeyo *et al.* (1997) และ 4) Sharma

& Jones (1999) เพื่อพิจารณาการเกิด และไม่เกิดแถบสี ตำแหน่งการเกิดแถบสี และ ความคมชัดของแถบสีในแต่ละกรรมวิธี จากการย้อมเอนไซม์ 4 ระบบ คือ EST, LAP, GOT และ SKD ให้ผลการทดลองดังแสดงใน ตารางที่ 1 ถึง 10 และ ภาพที่ 2

**Table 1** Enzyme banding of EST, GOT, LAP and SKD from *Calanthe cardiloglossa* Schltr.

Enzyme	Extraction buffer	Plant No.	No. of band (s)	Rf	Remarks
EST	Gottlieb	1-5	6	0.07, 0.16, 0.28, 0.45, 0.54, 0.62	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	6	0.07, 0.16, 0.28, 0.45, 0.54, 0.62	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	6	0.07, 0.16, 0.28, 0.45, 0.54, 0.62	Sharp
	Sharma & Jones	1-5	6	0.07, 0.16, 0.28, 0.45, 0.54, 0.62	Sharp
GOT	Gottlieb	1-5	3	0.17, 0.32, 0.40	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	3	0.17, 0.32, 0.40	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.17, 0.32, 0.40	Sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.17, 0.32, 0.40	Sharp
LAP	Gottlieb	1-5	1	0.21	Not sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	1	0.21	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	1	0.21	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	1	0.21	Not sharp
SKD	Gottlieb	1-5	2	0.33, 0.42	Not sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	2	0.33, 0.42	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	2	0.33, 0.42	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	2	0.33, 0.42	Not sharp



Table 4 Enzyme banding of EST, GOT, LAP and SKD from *Eulophia macrobulbon* (Par. & Rchb. f.) Hook. f.

Enzyme	Extraction buffer	Plant No.	No. of band (s)	Rf	Remarks
EST	Gottlieb	1-5	4	0.32, 0.35, 0.60, 0.63	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	4	0.32, 0.35, 0.60, 0.63	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	4	0.32, 0.35, 0.60, 0.63	Sharp
	Sharma & Jones	1-5	4	0.32, 0.35, 0.60, 0.63	Sharp
GOT	Gottlieb	1-5	1	0.31	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	1	0.31	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	1	0.31	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	1	0.31	Not sharp
LAP	Gottlieb	1-5	3	0.31, 0.45, 0.50	Not sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	3	0.31, 0.45, 0.50	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.31, 0.45, 0.50	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.31, 0.45, 0.50	Not sharp
SKD	Gottlieb	1-5	3	0.22, 0.38, 0.41	Not sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	3	0.31, 0.45, 0.50	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.31, 0.45, 0.50	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.31, 0.45, 0.50	Not sharp

Table 5 Enzyme banding of EST, GOT, LAP and SKD from *Eulophia spectabilis* (Dennst.) Suresh.

Enzyme	Extraction buffer	Plant No.	No. of band (s) <sup>1/</sup>	Rf	Remarks
EST	Gottlieb	1-5	3	0.18, 0.7, 0.73	Not sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	6	0.18, 0.45, 0.62, 0.67, 0.7, 0.73	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	6	0.18, 0.45, 0.62, 0.67, 0.7, 0.73	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.18, 0.7, 0.73	Not sharp
GOT	Gottlieb	1-5	3	0.07, 0.33, 0.38	Not sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	3	0.07, 0.33, 0.38	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.07, 0.33, 0.38	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.07, 0.33, 0.38	Not sharp
LAP	Gottlieb	1-5	1	0.35	Not sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	1	0.35	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	1	0.35	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	1	0.35	Not sharp
SKD	Gottlieb	1-5	3	0.23, 0.38, 0.41	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	3	0.23, 0.38, 0.41	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.23, 0.38, 0.41	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.23, 0.38, 0.41	Not sharp

<sup>1/</sup> ดู Figure 2 (b) ประกอบ

**Table 6** Enzyme banding of EST, GOT, LAP and SKD from *Geodorum recurvum* (Roxb.).

Enzyme	Extraction buffer	Plant No.	No. of band (s) <sup>1/</sup>	Rf	Remarks
EST	Gottlieb	1-5	3	0.21, 0.48, 0.52	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	3	0.21, 0.48, 0.52	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.21, 0.48, 0.52	Sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.21, 0.48, 0.52	Sharp
GOT	Gottlieb	1-5	3	0.10, 0.34, 0.25	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	3	0.10, 0.34, 0.25	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.10, 0.34, 0.25	Sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.10, 0.34, 0.25	Sharp
LAP	Gottlieb	1-5	2	0.27, 0.34	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	2	0.27, 0.34	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	2	0.27, 0.34	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	2	0.27, 0.34	Not sharp
SKD	Gottlieb	1-5	1	0.33	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	1	0.33	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	1	0.33	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	1	0.33	Sharp

<sup>1/</sup> ๑ Figure 2 (c) ๑ระกอบ

**Table 7** Enzyme banding of EST, GOT, LAP and SKD from *Liparis sutepensis* Rolfe ex Downie.

Enzyme	Extraction buffer	Plant No.	No. of band (s) <sup>1/</sup>	Rf	Remarks
EST	Gottlieb	1-5	3	0.07, 0.32, 0.62	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	3	0.07, 0.32, 0.62	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.07, 0.32, 0.62	Sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.07, 0.32, 0.62	Sharp
GOT	Gottlieb	1-5	2	0.22, 0.32	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	2	0.22, 0.32	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	2	0.22, 0.32	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	2	0.22, 0.32	Sharp
LAP	Gottlieb	1-5	1	0.45	Not sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	1	0.45	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	1	0.45	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	1	0.45	Not sharp
SKD	Gottlieb	1-5	4	0.22, 0.35, 0.38, 0.42	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	4	0.22, 0.35, 0.38, 0.42	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	1	0.22	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	1	0.22	Not sharp

<sup>1/</sup> ๑ Figure 2 (d) ๑ระกอบ

**Table 8** Enzyme banding of EST, GOT, LAP and SKD from *Phaius tankervilleae* (Banks ex l' Heritier) Blume.

Enzyme	Extraction buffer	Plant No.	No. of band (s) <sup>1/</sup>	Rf	Remarks
EST	Gottlieb	1	4	0.10, 0.13, 0.31, 0.42	Sharp
	Gottlieb	2	4	0.13, 0.29, 0.31, 0.42	Sharp
	Gottlieb	3	3	0.13, 0.31, 0.42	Sharp
	Gottlieb	4	6	0.06, 0.13, 0.29, 0.31, 0.35, 0.42	Sharp
	Gottlieb	5	6	0.06, 0.13, 0.29, 0.31, 0.35, 0.42	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1	4	0.10, 0.13, 0.31, 0.42	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	2	4	0.13, 0.29, 0.31, 0.42	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	3	3	0.13, 0.31, 0.42	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	4	6	0.06, 0.13, 0.29, 0.31, 0.35, 0.42	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	5	6	0.06, 0.13, 0.29, 0.31, 0.35, 0.42	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1	4	0.10, 0.13, 0.31, 0.42	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	2	4	0.13, 0.29, 0.31, 0.42	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	3	3	0.13, 0.31, 0.42	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	4	6	0.06, 0.13, 0.29, 0.31, 0.35, 0.42	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	5	6	0.06, 0.13, 0.29, 0.31, 0.35, 0.42	Sharp
	Sharma & Jones	1	4	0.10, 0.13, 0.31, 0.42	Sharp
	Sharma & Jones	2	4	0.13, 0.29, 0.31, 0.42	Sharp
	Sharma & Jones	3	3	0.13, 0.31, 0.42	Sharp
	Sharma & Jones	4	6	0.06, 0.13, 0.29, 0.31, 0.35, 0.42	Sharp
	Sharma & Jones	5	6	0.06, 0.13, 0.29, 0.31, 0.35, 0.42	Sharp
GOT	Gottlieb	1-5	3	0.10, 0.12, 0.28	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	3	0.10, 0.12, 0.28	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.10, 0.12, 0.28	Sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.10, 0.12, 0.28	Sharp
LAP	Gottlieb	1-5	1	0.23	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	1	0.23	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	1	0.23	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	1	0.23	Not sharp
SKD	Gottlieb	1-5	2	0.24, 0.31	Sharp
	Apavatjirut <i>et al.</i>	1-5	2	0.24, 0.31	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	2	0.24, 0.31	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	2	0.24, 0.31	Sharp

<sup>1/</sup> ดู Figure 2 (e) ประกอบ

**Table 9** Enzyme banding of EST, GOT, LAP and SKD from *Spathoglottis affinis* de Vriese.

Enzyme	Extraction buffer	Plant No.	No. of bands	Rf	Remarks
EST	Gottlieb	1-5	5	0.13, 0.22, 0.44, 0.46, 0.48	Sharp
	Apavatjrut <i>et al.</i>	1-5	5	0.13, 0.22, 0.44, 0.46, 0.48	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	5	0.13, 0.22, 0.44, 0.46, 0.48	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	5	0.13, 0.22, 0.44, 0.46, 0.48	Not sharp
GOT	Gottlieb	1-5	3	0.08, 0.28, 0.33	Sharp
	Apavatjrut <i>et al.</i>	1-5	3	0.08, 0.28, 0.33	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.08, 0.28, 0.33	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.08, 0.28, 0.33	Not sharp
LAP	Gottlieb	1-5	2	0.16, 0.19	Not sharp
	Apavatjrut <i>et al.</i>	1-5	2	0.16, 0.19	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	2	0.16, 0.19	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	2	0.16, 0.19	Not sharp
SKD	Gottlieb	1-5	3	0.28, 0.31, 0.35	Sharp
	Apavatjrut <i>et al.</i>	1-5	3	0.28, 0.31, 0.35	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.28, 0.31, 0.35	Sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.28, 0.31, 0.35	Sharp

**Table 10** Enzyme banding of EST, GOT, LAP and SKD from *Spathoglottis eburnea* Gagnep.

Enzyme	Extraction buffer	Plant No.	No. of bands	Rf	Remarks
EST	Gottlieb	1-5	3	0.10, 0.48, 0.54	Not sharp
	Apavatjrut <i>et al.</i>	1-5	3	0.10, 0.48, 0.54	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.10, 0.48, 0.54	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.10, 0.48, 0.54	Not sharp
GOT	Gottlieb	1-5	4	0.03, 0.09, 0.15, 0.28	Sharp
	Apavatjrut <i>et al.</i>	1-5	4	0.03, 0.09, 0.15, 0.28	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	4	0.03, 0.09, 0.15, 0.28	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	4	0.03, 0.09, 0.15, 0.28	Not sharp
LAP	Gottlieb	1-5	3	0.25, 0.27, 0.31	Not sharp
	Apavatjrut <i>et al.</i>	1-5	3	0.25, 0.27, 0.31	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.25, 0.27, 0.31	Sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.25, 0.27, 0.31	Not sharp
SKD	Gottlieb	1-5	3	0.25, 0.27, 0.31	Sharp
	Apavatjrut <i>et al.</i>	1-5	3	0.25, 0.27, 0.31	Sharp
	Obera-Okeyo <i>et al.</i>	1-5	3	0.25, 0.27, 0.31	Not sharp
	Sharma & Jones	1-5	3	0.25, 0.27, 0.31	Not sharp

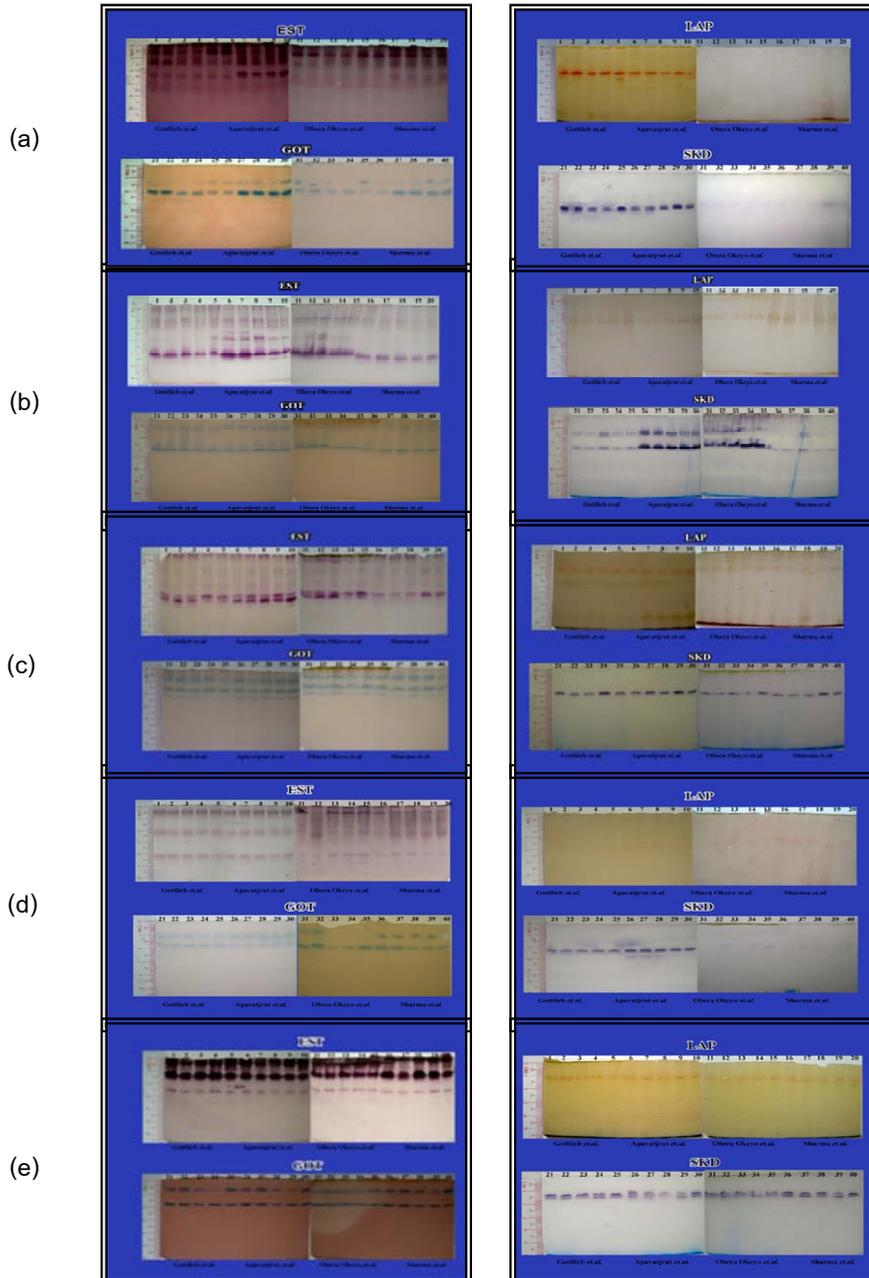


Figure 2 Enzyme banding of EST, GOT, LAP and SKD from (a) *Calanthe vestita* Lindl., (b) *Eulophia spectabilis* (Dennst.) Suresh., (c) *Geodorum recurvum* (Roxb.), (d) *Liparis sutepensis* Rolfe ex Downie, (e) *Phaius tankervilleae* (Banks ex l' Heritier) Blume.

Note : Lanes 1-5 = extraction buffer of Gottlieb (1981), Lanes 6-10 = extraction buffer of Apavatjirut *et al.* (1999), Lanes 11-15 = extraction buffer of Obera-Okeyo *et al.* (1997), Lanes 16-20 extraction buffer of Sharma & Jones (1999).

## สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาน้ำตาลสกัดที่เหมาะสมเพื่อศึกษารูปแบบไอโซไซม์เพื่อให้ได้แถบสีที่คมชัดและรูปแบบไอโซไซม์ที่ชัดเจนของกล้วยไม้ดินแต่ละสกุล โดยพิจารณาความคมชัดของแถบสี ด้วยเทคนิคโพลีครีมาไมด์ เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส พบว่าทุกน้ำตาลสกัดสามารถทำให้เกิดแถบสี พบว่าน้ำตาลสกัดของ Apavatjirut *et al.* (1999) ซึ่งประกอบด้วย 0.1 M Tris-buffer pH 8, 0.5% w/v PVP-10, 10 mM  $\beta$ -ME, 1 mM EDTA และ 2 mM DTT ให้จำนวนและความคมชัดของแถบสีโดยรวมดีที่สุดกับกล้วยไม้ดินทั้ง 10 ชนิด จึงเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์รูปแบบไอโซไซม์ ส่วนน้ำตาลสกัดของ Gottlieb (1981) ให้ผลรองลงมา โดยสามารถทำให้เกิดแถบสีจาก EST จากกล้วยไม้ดิน 8 ใน 10 ชนิด (ยกเว้น *Eulophia spectabilis* และ *Spathoglottis eburnea*) และเกิดแถบสีคมชัดจาก 9 ใน 10 ชนิด (ยกเว้น *Eulophia spectabilis*) แต่เกิดแถบสีคมชัดกับเอนไซม์ LAP และ SKD จากกล้วยไม้ดิน 4 และ 7 ชนิดตามลำดับ ซึ่งน่าจะมีความสัมพันธ์ไปประยุกต์ใช้หารูปแบบไอโซไซม์ของกล้วยไม้ดินชนิดอื่นได้ สำหรับน้ำตาลสกัดของ Obera-Okeyo *et al.* (1997) และ Sharma & Jones (1999) ให้ความคมชัดใกล้เคียงกัน โดยมีความคมชัดของแถบสี จากเอนไซม์ EST 6 และ 7 ชนิดตามลำดับ ในขณะที่เกิดความคมชัดเพียง 2 -5 ชนิด จากแถบสีของเอนไซม์ EST GOT และ SKD การที่น้ำตาลสกัดของ Apavatjirut *et al.* (1999) และ Gottlieb (1981) ให้ผลดีเป็นเพราะส่วนประกอบ มี PVP เป็น phenol-complexing agent ทำหน้าที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ phenoloxidase และผลที่ได้อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติของสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบในน้ำตาลสกัดคือ EDTA ซึ่งเป็น chelating agent ทำหน้าที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับ metalloprotein DTT และ  $\beta$ -ME เป็น reducing agent ป้องกันโปรตีนไม่ให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารเหล่านี้เป็นส่วนทำให้เอนไซม์ยังมีกิจกรรมของเอนไซม์ และเอนไซม์ไม่เกิดการสูญเสียหรือเสียหายทางธรรมชาติ (Michaud and Asselin,

1995) ในทำนองเดียวกันน้ำตาลสกัดของ Apavatjirut *et al.* (1999) ก็เป็นน้ำตาลสกัดที่เหมาะสมสำหรับการเกิดรูปแบบไอโซไซม์ของปทุมมาพันธุ์เบาด้วย (Apavatjirut *et al.*, 1999) โดยสรุปแม้ว่าน้ำตาลสกัดบางส่วนผสมทำให้เกิดแถบสีชัดเจนกับกล้วยไม้ดินบางชนิด แต่เมื่อต้องการใช้กับกล้วยไม้ดินจำนวนมากชนิดก็ควรเลือกน้ำตาลสกัดที่ได้ผลดีกับกล้วยไม้มากชนิดที่สุด

สำหรับการเกิดรูปแบบแถบสีของกล้วยไม้ดินใบจีบแต่ละชนิดทั้ง 5 ต้น จากแต่ละเอนไซม์ส่วนใหญ่ให้รูปแบบแถบสีที่เหมือนกัน แสดงว่าน้ำตาลสกัดเอนไซม์ที่ใช้ทำให้เกิดรูปแบบไอโซไซม์ที่มีความจำเพาะในระดับชนิดได้ ส่วนในกรณีของ *Phaius tankervilleae* น้ำตาลสกัดทุกส่วนผสมให้รูปแบบแถบสีที่หลากหลายจากเอนไซม์ EST แสดงให้เห็นว่าแถบสีเหล่านี้สามารถใช้จำแนกความแตกต่างระหว่างโคลน (clone) ที่ทดสอบได้เกือบทั้งหมดที่เป็นเช่นนี้เป็นผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรมที่มองเห็นใน *Phaius tankervilleae* ที่นำมาศึกษามีความหลากหลายที่เห็นได้ชัดเจนของความยาวและความกว้างของก้านช่อดอก ความกว้างของกลีบดอก สีดอกและสีของกลีบปาก

## เอกสารอ้างอิง

- กัลยา ปานคง. 2546. สัณฐานวิทยาและรูปแบบไอโซไซม์ของพืชสกุลหงส์เหิน. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่, เชียงใหม่. 150 หน้า.
- พสุ สกุลอารีวัฒนา. 2546. สัณฐานวิทยาและรูปแบบไอโซไซม์ของพืชสกุลรองเท้านารีของไทย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย เชียงใหม่, เชียงใหม่. 107 หน้า.
- สุรินทร์ ปิยะโชคคณากุล. 2543. พันธุกรรมเบื้องต้น. ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 282 หน้า.
- อบฉันท์ ไทยทอง. 2544. กล้วยไม้เมืองไทย. สำนักพิมพ์ บ้านและสวน. กรุงเทพฯ. 461 หน้า.

- 
- Agarwal, S., A.K. Nath and D.R. Sharma. 2001. Characterization of peach (*Prunus persica* L.) cultivars using isozyme as molecular marker. *Sci. Hort.* 90: 227-242.
- Apavatjirut, P., S. Anuntalabhochai, P. Sirirugsa and C. Alisi. 1999. Molecular markers in the identification of some early flowering *Curcuma* L. (Zingiberaceae) species. *Annals of Botany* 84: 529-534.
- Gottlieb, L.D. 1981. Electrophoretic evidence and plant populations. *Prog. Phytochem.* 7: 1-46.
- Michaud, D. and A. Asselin. 1995. Application to plant proteins of gel electrophoretic methods. *Chromatography* 698: 263-279.
- Obera-Okeyo, P., K. Fuji and S. Kako. 1997. Enzyme polymorphism in *Cymbidium* orchid cultivars and inheritance of leucine aminopeptidase. *HortScience* 32(7): 1267-1271.
- Sharma, I.K. and D.L. Jones. 1999. Characterization of natural hybrids between *Pterostylis alveata* Garnet and *Pterostylis ophioglossa* R. Br. (Orchidaceae) by starch gel electrophoresis. *Biochem. Syst. Ecol.* 27(5): 499-505
- Vyas, D., S.K. Sharma and O.R. Sharma. 2003. Genetic structure of walnut genotype using leaf isozyme as variability measure. *Sci. Hort.* 97: 141-152.
-

---

# การขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในฟรีเซีย

## Nitrogen, Phosphorus and Potassium Deficiency in *Freesia* spp.

หทัย กฤษดาวิชย์<sup>1</sup> และ โสระยา ร่วมรังษี<sup>1</sup>  
Hathai Kidsadawanich<sup>1</sup> and Soraya Ruamrungsri<sup>1</sup>

**Abstract:** Effects of nitrogen, phosphorus and potassium deficiency on growth, development and deficiency symptoms were studied in *Freesia* spp. Plants were grown on the mixed media of sand, sawdust and burnt rice husk and supplied with five treatments of nutrient solutions, i.e. T1) the solution consisted of macro elements and micro elements, T2) nitrogen-deficient solution, T3) phosphorus-deficient solution, T4) potassium-deficient solution and T5) water only. Visible symptoms occurred in nitrogen deficiency treatment. Leaves were small, yellowish green and gradually turned yellow. The stalk length and corm diameter of N-deficiency treatment decreased to 31.00 and 1.18 cm, respectively. Nitrogen, phosphorus and potassium concentrations in corm of N-deficiency treatment were lower than those of control treatment. In phosphorus deficiency treatment, the mature leaves were small, curly and dark green. Emergence of inflorescence was delayed. The stalk length and corm diameter were 30.00 and 2.35 cm, respectively. N and P concentrations in corm of P-deficiency treatment were lower than those of control treatment. In potassium deficiency treatment, leaves were yellow and gradually turned brown from margin to center, then became die-back tip, and marginal scorch. The stalk length and corm diameter were 34.50 and 2.12 cm, respectively. K-deficiency clearly decreased the three nutrient contents in corm.

**Keywords:** freesia, deficiency symptom, nitrogen, phosphorus, potassium

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

**บทคัดย่อ:** การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลผลของการขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต และอาการขาดธาตุอาหารในพรีเซีย โดยปลูกพรีเซียในวัสดุผสมทราย ขุยมะพร้าว และถ่านแกลบ และให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน จำนวน 5 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 สารละลายธาตุอาหารครบทุกธาตุ กรรมวิธีที่ 2 ถึง 4 ให้สารละลายธาตุอาหารที่ขาดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามลำดับ และกรรมวิธีที่ 5 พืชได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว พบว่า กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน ทำให้ใบมีขนาดเล็กมีสีเขียวอมเหลืองและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในที่สุด มีความยาวก้านดอกและเส้นผ่าศูนย์กลางหัวพันธุ์ลดลงมีค่าเฉลี่ย 31.00 และ 1.18 ซม. ตามลำดับ และทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในหัวใหม่ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม อาการขาดฟอสฟอรัสเป็นผลให้ใบแก่ด้านล่างมีลักษณะไม่สมบูรณ์หงิกงอ ใบมีสีเขียวเข้มขนาดเล็กและแคบ มีการแทงช่อดอกล่าช้า ความยาวก้านดอกและเส้นผ่าศูนย์กลางหัวเฉลี่ย 30.00 และ 2.35 ซม. ตามลำดับ การขาดฟอสฟอรัสทำให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อของพรีเซียต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม อาการขาดโพแทสเซียมเป็นผลให้ใบมีสีเหลืองแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลจากขอบใบสู่กลางใบ ปลายใบเหี่ยว และขอบใบไหม้ มีความยาวก้านดอกเฉลี่ย 34.50 ซม. และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัวเฉลี่ย 2.12 ซม. การขาดโพแทสเซียม ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้ง 3 ธาตุต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม

**คำสำคัญ:** พรีเซีย อาการขาดธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม

## คำนำ

ไม้ดอกเมืองหนาวเป็นพืชอีกประเภทหนึ่งที่สามารถทำรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นอย่างดี โดยเฉพาะในเขตพื้นที่สูง ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศหนาวเย็นเหมาะสมกับการปลูกพืชเมืองหนาวต่าง ๆ ปัจจุบัน ความต้องการใช้ไม้ดอกเมืองหนาวในประเทศได้เพิ่มมากขึ้น จนปีละหลายร้อยล้านบาท กรมส่งเสริมการเกษตร จึงได้ส่งเสริมเกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูกไม้ดอกเมืองหนาวเป็นอาชีพ ซึ่งสามารถทำรายได้ได้ดีกว่าปลูกพืชเสียดและพืชไร่ต่าง ๆ รวมทั้งยังช่วยลดการนำเข้าไม้ดอก เมืองหนาวจากต่างประเทศ (กองส่งเสริมพืชสวน, 2540)

พรีเซียเป็นไม้ดอกเมืองหนาวประเภทหัวชนิดหนึ่งที่มีความสนใจ เนื่องจากดอกของพรีเซียมีสีสันสวยงาม มีกลิ่นหอม สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ เช่น การนำมาปลูกริมขอบแปลง ปลูกลงในแปลงปลูกเป็นไม้กระถาง แต่ที่ได้รับความนิยมที่สุด ได้แก่ การทำเป็นไม้ตัดดอก (The Netherlands Flower Bulb Information Center, 2003) มีการปลูกพรีเซียเป็นการค้ามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1945 และกลายเป็นไม้ดอกที่สำคัญ ที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในทวีปยุโรปและอเมริกา

ปัจจุบันพรีเซียกำลังเป็นที่ต้องการของตลาด มีการสั่งเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทยปีละหลายล้านบาท ในปี พ.ศ. 2538 กรมส่งเสริมการเกษตรได้นำหัวพันธุ์พรีเซีย จากประเทศ เนเธอร์แลนด์มาทดสอบปลูกที่ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรที่สูง จังหวัดเชียงราย พบว่า สามารถเจริญเติบโตได้ (กองส่งเสริมพืชสวน, 2540) แต่เนื่องจากการผลิตพรีเซียประสบปัญหาในเรื่องของคุณภาพดอก และหัวพันธุ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำ จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงและพัฒนา การผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ธาตุอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต คุณภาพของผลผลิต และเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดโรคที่เพิ่มขึ้น ในแปลง ในการทดลองครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการขาดธาตุอาหาร และอาการโรคที่เกิดขึ้นในพรีเซีย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตเป็นการค้าต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกพรีเซียพันธุ์โอเบอร์อน (Oberon) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัว 2-3 ซม. จำนวน 100 หัว ลงในกระถางขนาด 6 นิ้ว โดยใช้ทราย ผสมขุยมะพร้าว และ

ถ่านแกลบในอัตราส่วน 1:1:1 เมื่อต้นเริ่มออกจึงเริ่มให้ สารละลายธาตุอาหาร โดยใช้สารละลายธาตุอาหารของ Hoagland and Arnon ในปี ค.ศ. 1950 (อ้างโดย Jones, 1997) ตามกรรมวิธีที่ต่างกัน ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 (Control) สารละลายธาตุอาหารที่ ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอาหารรองครบถ้วน

กรรมวิธีที่ 2 สารละลายธาตุอาหารที่ขาด ไนโตรเจน (-N)

กรรมวิธีที่ 3 สารละลายธาตุอาหารที่ขาด ฟอสฟอรัส (-P)

กรรมวิธีที่ 4 สารละลายธาตุอาหารที่ขาด โพแทสเซียม (-K)

กรรมวิธีที่ 5 ไม่ได้รับสารละลายธาตุอาหาร (Nutrient free) โดยให้ได้รับเฉพาะ น้ำกลั่น

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำต่อกรรมวิธี บันทึกผลการทดลองด้านความสูงต้น (ซม.) โดยวัดจากโคนต้นถึงปลายใบที่สูงที่สุดโดยรอบใบทุก 4 สัปดาห์ จำนวนวันตั้งแต่ปลูกถึงแทงช่อดอก (วัน) ความยาวก้านช่อดอก (ซม.) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอก (ซม.) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหัว (ซม.) ปริมาณธาตุอาหารสะสมในหัวใหม่ และอาการผิดปกติเนื่องจากขาดธาตุอาหาร

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. การเจริญเติบโตของพืช

#### 1.1 ความสูงต้น (ซม.)

เริ่มวัดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 หลังการให้สารละลายธาตุอาหาร จนกระทั่งมีการเจริญเติบโตสูงสุดในสัปดาห์ที่ 20 หลังปลูก พบว่าความสูงของต้นที่ได้รับกรรมวิธีต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

#### 1.2 จำนวนวันตั้งแต่ปลูกถึงแทงช่อดอก (วัน)

กรรมวิธีควบคุมมีการแทงช่อดอกเร็วที่สุด คือ ใช้เวลาเฉลี่ย 113.75 วัน ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีขาดไนโตรเจน ที่ใช้เวลาเฉลี่ย 122.50 วัน ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำเพียงอย่างเดียวมีการแทงช่อดอกช้าที่สุด คือ 135.50 วัน และไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 137.00 และ 129.50 วัน ตามลำดับ หลังการให้สารละลายธาตุอาหาร (Table 1)

#### 1.3 ความยาวก้านช่อดอก (ซม.)

พืชที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารครบทุกธาตุ ในกรรมวิธีควบคุม มีความยาวก้านดอกมากที่สุดเฉลี่ย 42 ซม. ในขณะที่กรรมวิธีที่ให้น้ำกลั่นอย่างเดียวมีความยาวก้านดอกน้อยที่สุดเฉลี่ย 29.75 ซม. ซึ่งไม่ต่างจากกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม, ขาดไนโตรเจน และขาดฟอสฟอรัส ซึ่งมีความยาวก้านดอกเฉลี่ย 34.50, 31.00 และ 30.00 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

Table 1 Effects of nitrogen phosphorus and potassium deficiency on growth and development of *Freesia* 'Oberon'.

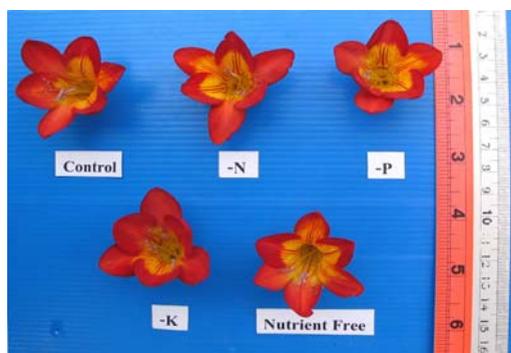
Treatment	Plant height (cm)	Days to flower <sup>1/</sup>	Stalk length <sup>1/</sup> (cm)	Flower diameter (cm)	Corm diameter <sup>1/</sup> (cm)
1. Control	47.25	113.75c	42.00a	3.00	2.35a
2. -N	47.00	122.50bc	31.00b	2.50	1.18c
3. -P	45.25	137.00a	30.00b	2.50	2.28a
4. -K	43.88	129.50ab	34.50b	2.75	2.12ab
5. Nutrient free	43.75	135.50a	29.75b	2.50	1.88bc
LSD <sub>0.05</sub>	NS	9.51	6.33	NS	0.26

<sup>1/</sup> Means within the same column followed by different characters showed significant difference between treatments by LSD test at P=0.05

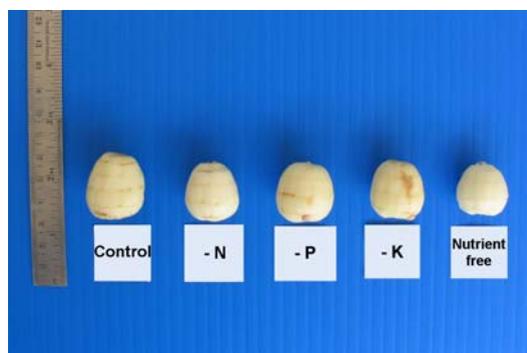
#### 1.4 เส้นผ่าศูนย์กลางกลางดอกและหัวใหม่ (ซม.)

เส้นผ่าศูนย์กลางกลางของดอกฟรีเซียของกรรมวิธีต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1a) ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางหัวใหม่เมื่อพืชเข้าสู่ระยะพักตัว พบว่ากรรมวิธีควบคุมทำให้หัวใหม่มี

เส้นผ่าศูนย์กลางกลางมากที่สุด เฉลี่ย 2.35 ซม. และไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 2.28 ซม. ขณะที่กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนทำให้ฟรีเซียมีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุด เฉลี่ย 1.18 ซม. (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1b)



(a)



(b)

Figure 1 Flower diameter (a) and corm diameter (b) in control, -N, -P, -K and nutrient free treatments.

## 2. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในหัวใหม่

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในหัวพันธุ์ที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ประกอบด้วยไนโตรเจน 27.72 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ฟอสฟอรัส 6.06 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง โพแทสเซียม 33.31 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง เมื่อนำมาทำการการทดลองและเก็บเกี่ยวหัวใหม่ในระยะพักตัวให้ผลดังนี้

**2.1 ความเข้มข้นของไนโตรเจน** ในกรรมวิธีควบคุม มีความเข้มข้นของไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 56.75 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง และในกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียวมีความเข้มข้นของไนโตรเจนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 8.99 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน (เฉลี่ย 10.03 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง) (ตารางที่ 2)

**2.2 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส** พบว่าในกรรมวิธีควบคุมมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 25.42 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง และในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีผลทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 8.02 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว กรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส และกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม (ตารางที่ 2)

**2.3 ความเข้มข้นของโพแทสเซียม** พบว่าในกรรมวิธีควบคุมมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 36.17 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง และในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 19.99 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม และได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว (Table 2)

Table 2 Effect of nitrogen phosphorus and potassium deficiency on concentration of nitrogen phosphorus and potassium in corm at dormancy stage.

Treatment	Nutrient concentration (mg/gDw)		
	Nitrogen <sup>1/</sup>	Phosphorus <sup>1/</sup>	Potassium <sup>1/</sup>
1. Control	56.75a	25.42a	36.17a
2. -N	10.03c	8.02b	19.99b
3. -P	39.32b	10.81b	24.90ab
4. -K	41.82b	11.28b	20.84b
5. Nutrient free	8.99c	9.04b	23.47b
LSD <sub>0.05</sub>	9.66	3.69	7.69

<sup>1/</sup> Means within the same column followed by different letters showed significant difference between treatments by LSD test at P=0.05

### 3. อาการผิดปกติเนื่องจากขาดธาตุอาหาร

จากการสังเกตอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังจากให้สารละลายธาตุอาหารกรรมวิธีต่าง ๆ แก่ฟรีเซีย พบว่าฟรีเซียที่ขาดธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ แสดงอาการดังนี้

**3.1 อาการขาดไนโตรเจน** ฟรีเซียที่ขาดไนโตรเจนแสดงอาการใบมีสีเขียวอมเขียว และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในที่สุด โดยเริ่มแสดงอาการจากใบแก่บริเวณด้านล่างของต้นก่อนใบใหม่ที่เกิดมีขนาดเล็กและแคบ (ภาพที่ 2)

**3.2 อาการขาดธาตุฟอสฟอรัส** ฟรีเซียที่ขาดฟอสฟอรัสใบมีลักษณะไม่สมบูรณ์หงิกงอ ใบมีสีเขียวเข้ม มีขนาดเล็กและแคบ (Figure 2)

**3.3 อาการขาดธาตุโพแทสเซียม** ฟรีเซียที่ขาดโพแทสเซียมใบมีสีเหลืองแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลจากขอบใบสู่กลางใบ ปลายใบเหี่ยว และขอบใบไหม้ (Figure 2)

**3.4 ได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว** ฟรีเซียที่ได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว ใบแก่มีสีเหลือง บางใบมีสีม่วง ใบมีขนาดเล็กและแคบ หัวมีขนาดเล็ก (ภาพที่ 2)

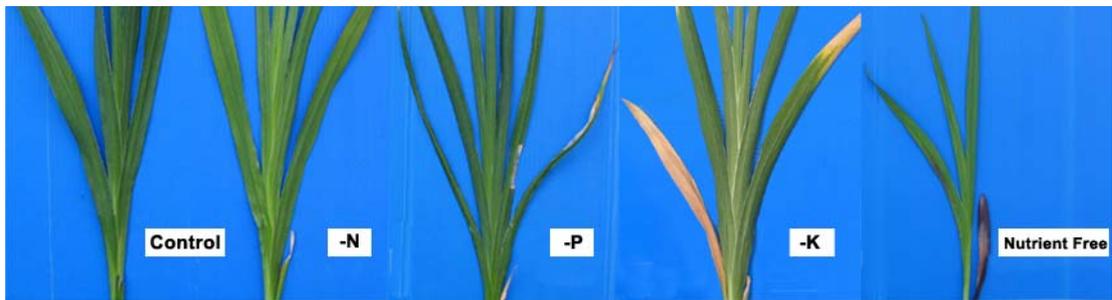


Figure 2 Nutrients deficiency symptoms in *Freesia* 'Oberon'.

## วิจารณ์ผลการทดลอง

### ผลของการขาดไนโตรเจน

ฟรีเซียที่ขาดไนโตรเจนมีความสูง และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกไม่แตกต่างจากกรรมวิธี ควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพืชใช้อาหารที่สะสมในหัวเป็นแหล่งอาหารเพื่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อน (จันทนา, 2533) ต่อมาในระยะออกดอก พบว่าการขาดไนโตรเจนทำให้ความยาวก้านดอกสั้น และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องจากการออกดอก ส่วนของดอกเป็นอวัยวะที่มีการเจริญเติบโตมากที่สุด จึงมีความต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตมาก ดังนั้นในสภาพขาดไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพดอก (ยงยุทธ, 2543) จึงมีผลทำให้ก้านดอกสั้นกว่าปกติ ใบของฟรีเซียแสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจนโดยใบมีสีเหลืองเริ่มแสดงอาการจากใบแก่บริเวณด้านล่างของลำต้นก่อน เนื่องจาก

ไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์ (สมบุญ, 2538) อาการเช่นนี้เกิดกับพืชชนิดอื่นด้วย เช่น นาซิสซัส และหงส์เหิน ซึ่ง Ruamrungsri *et al.* (1996 a, b) รายงานว่า นาซิสซัสพันธุ์ Garden Giant ที่ขาดธาตุไนโตรเจนทำให้การเจริญของยอดหยุดชะงัก ใบมีลักษณะเล็กและแคบทำให้มีน้ำหนักแห้งและพื้นที่ใบต่ำกว่าปกติ มีอาการใบเหลืองและปริมาณคลอโรฟิลด์ต่ำลง และวัชผล และ ไสระยา (2546) รายงานว่าหงส์เหินที่ขาดธาตุไนโตรเจน ใบมีขนาดเล็กเป็นสีเหลืองอมเขียว และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในที่สุด

การขาดไนโตรเจน ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในหัวใหม่ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการขาดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ชนิดเดียวกัน ดังนั้นเมื่อขาดธาตุชนิดหนึ่งจึงมีผลกระทบต่ออีกธาตุหนึ่งด้วย (ยงยุทธ, 2543)

## ผลของการขาดฟอสฟอรัส

พืชที่ขาดฟอสฟอรัสมีความสูงไม่ต่างจากกรรมวิธีควบคุม เนื่องจากพืชมีอาหารสะสมในหัวเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตช่วงแรก (vegetative growth) การขาดฟอสฟอรัสทำให้พืชมีการแทงช่อดอกล่าช้า นอกจากนี้ยังทำให้ความยาวก้านดอกสั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของของนิวคลีโอไทด์ เช่น RNA และ DNA และยังปรากฏอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นส่วนประกอบของ ATP (adenosine triphosphate) ซึ่งเป็นสารพลังงานสูงที่มีบทบาทสำคัญในระบบชีวเคมีของเซลล์ ดังนั้นการขาดฟอสฟอรัส จึงมีผลต่อการเจริญของพืช โดยพืชจะแก่ช้ากว่าปกติ ออกดอกและผลช้า (มุกดา, 2544) ส่วนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอก และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม อาการขาดธาตุฟอสฟอรัสใบแก่ด้านล่างของต้นมีลักษณะไม่สมบูรณ์หงิกงอมีสีเขียวเข้ม และมีขนาดเล็กและแคบ ใบมีขนาดเล็กเนื่องจากใบขยายขนาดช้า

การขาดฟอสฟอรัส ทำให้ปริมาณธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในหัวใหม่น้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม เช่นเดียวกับการขาดไนโตรเจน

## ผลของการขาดโพแทสเซียม

พืชที่ขาดโพแทสเซียมมีความสูงไม่ต่างจากกรรมวิธีอื่น ๆ เช่นเดียวกับการขาดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส การขาดโพแทสเซียมทำให้พืชมีการแทงช่อดอกล่าช้า อีกทั้งยังทำให้ความยาวก้านดอกสั้น และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวน้อยด้วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก โพแทสเซียมมีหน้าที่กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ และควบคุมศักย์ออสโมซิสที่มีบทบาทต่อการขยายขนาดของเซลล์ และการปิดเปิดของปากใบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้โพแทสเซียมยังมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายสารทางท่อลำเลียงอาหาร จากการสังเคราะห์แสง (photosynthate) (มุกดา, 2544) ดังนั้นเมื่อขาดโพแทสเซียมจึงอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโต ส่วนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกไม้แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม อาการขาดธาตุโพแทสเซียมของพืช พบว่าใบมีสีเขียวแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลจาก

ขอบใบสู่กลางใบ ปลายใบเหี่ยว และขอบใบไหม้ เนื่องจากโพแทสเซียมเคลื่อนย้ายได้ง่าย (ยงยุทธ, 2543) ดังนั้นเมื่อขาดโพแทสเซียม จึงทำให้โพแทสเซียมที่อยู่บริเวณใบแก่และอวัยวะอื่น เคลื่อนย้ายทางท่อลำเลียงอาหารไปยังเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญทำให้เกิดอาการผิดปกติ เช่น ใบเหลืองเกิดคลอโรซิส เป็นทาง ๆ และอาการแห้งตายหรือเนโครซิส โดยใบแห้งตายเป็นจุด ๆ บริเวณขอบ และปลายใบและลามไปยังส่วนโคนใบ (นิตย, 2541; ยงยุทธ, 2543)

การขาดธาตุโพแทสเซียม ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในหัวใหม่ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม

## สรุปผล

### 1. การขาดไนโตรเจน

การขาดไนโตรเจน ไม่มีผลต่อความสูงของต้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอก และจำนวนวันที่ใช้ในการแทงช่อดอก แต่มีผลทำให้ความยาวก้านดอกสั้นกว่ากรรมวิธีควบคุม และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวใหม่ต่ำกว่า นอกจากนี้ยังทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในหัวใหม่ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม

อาการขาดไนโตรเจนของพืช พืชแสดงอาการผิดปกติเกิดขึ้นที่ใบ โดยใบมีสีเขียวอมเขียว และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในที่สุด เริ่มแสดงอาการจากใบแก่บริเวณด้านล่างของต้นก่อน ใบใหม่ที่เกิดมีขนาดเล็กและแคบ

### 2. การขาดฟอสฟอรัส

การขาดฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อความสูงของต้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกและหัวใหม่ แต่มีผลทำให้ความยาวก้านดอกสั้นกว่ากรรมวิธีควบคุม และมีการแทงช่อดอกล่าช้า การขาดฟอสฟอรัส มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อของพืชน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม

อาการขาดฟอสฟอรัส พืชที่ขาดฟอสฟอรัส ใบแก่บริเวณด้านล่างมีลักษณะไม่สมบูรณ์หงิกงอ ใบมีสีเขียวเข้ม มีขนาดเล็กและแคบ

### 3. การขาดโพแทสเซียม

การขาดโพแทสเซียมไม่มีผลต่อความสูงของต้น และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอก แต่มีผลทำให้การแทงช่อดอกล่าช้า ความยาวก้านดอกน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมการขาดโพแทสเซียม ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้ง 3 ธาตุ ในหัวใหม่ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม

อาการขาดโพแทสเซียม ฟรีเซี่ยที่ขาดโพแทสเซียม ใบมีสีเหลืองแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลจากขอบใบสู่กลางใบ ปลายใบเหี่ยว และขอบใบไหม้

#### เอกสารอ้างอิง

- กองส่งเสริมพืชสวน. 2540. ไม้ดอกบนพื้นที่สูง. กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ. 100 หน้า.
- ฉันทนา สุวรรณธาดา. 2533. ไม้ดอกประเภทหัว. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 81 หน้า.
- นิตย ศกุนรักษ์. 2541. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 237 หน้า.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. โอ.เอส. พรินติ้ง เฮาส์, กรุงเทพฯ. 344 หน้า.
- ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.

วัชรพล บำเพ็ญอยู่ และ ไสระยา ร่วมรังษี. 2546. การขาดธาตุอาหารในหงส์เหิน. วารสารเกษตร 19(2): 116-124.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 237 หน้า.

Jones, J.B., Jr. 1997 Hydroponics: A Practical Guide for the Soilless Grower. St. Lucie Press, Boca Raton, 230 pp.

Ruamrungsri, S., T. Ohyama and T. Ikarashi. 1996 a. Nutrient, free amino acids, and sugar contents in narcissus roots affected by N, P, K deficiency during winter. Soil Sci. Plant Nutr. 42(4): 765-771.

Ruamrungsri, S., S. Ruamrungsri, T. Ohyama and T. Ikarashi. 1996 b. Visible symptoms of N, P, K, Ca, Mg, Fe and B deficiency in *Narcissus* L. cv. 'Garden Giant'. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Niigata University 49(1): 41-48.

The Netherlands Flower Bulb Information Center. 2003. Freesia. [Online]. Available: <http://www.bulb.com/summerguide98/freesia.html>. (26 May 2003)

---

# ผลของสารสกัดหยาบจากกระชายเหลืองต่ออายุ การปักแจกันของดอกกุหลาบ

## Effect of Crude Extract from *Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schltr. on Vase Life of Rose

พัชรี สิริตระกูลศักดิ์ และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข<sup>1</sup>

Phatchari Siritrakunsak<sup>1</sup> and Tanachai Pankasemsuk<sup>1</sup>

**Abstract:** Effect of crude extract from *Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schltr. on vase life of 'Grand Gala' roses was studied in two experiments. Experiment I, the roses were held in distilled water, sucrose 5.0% and crude extract of *B. pandurata* (Rf<sub>0</sub>-Rf<sub>4</sub>) at the concentration of 5.0% with sucrose 5.0%. The results revealed that the vase lives of roses held with distilled water, sucrose 5.0% and crude extract of *B. pandurata* Rf<sub>0</sub>, Rf<sub>1</sub>, Rf<sub>2</sub>, Rf<sub>3</sub> and Rf<sub>4</sub> were 4.60, 5.10, 5.40, 4.90, 5.80, 5.05 and 5.00 days, respectively. The Rf<sub>2</sub> gave the longest vase life. Experiment II, the roses were held in distilled water, sucrose 5.0% and Rf<sub>2</sub> of *B. pandurata* at the concentrations of 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 and 7.0% (v/v) with sucrose 5.0% (w/v). The results revealed that the rose vase lives were 4.24, 4.20, 6.02, 5.40, 5.32, 4.88 and 4.84 days, respectively.

**Keywords:** rose, vase life, crude extract, *Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schltr.

**บทคัดย่อ:** ศึกษาผลของสารสกัดหยาบกระชายเหลืองต่ออายุการปักแจกันของดอกกุหลาบพันธุ์แกรนด์กาล่า โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 แซ่ดอกกุหลาบในน้ำกลั่น สารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 5.0 % และสารสกัดหยาบกระชายเหลือง (Rf<sub>0</sub>-Rf<sub>4</sub>) เข้มข้น 5.0% ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 5.0 % พบว่า ดอกกุหลาบที่แช่ในน้ำกลั่น สารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 5.0 % และสารสกัดหยาบกระชายเหลือง (Rf<sub>0</sub>-Rf<sub>4</sub>) เข้มข้น 5.0% ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 5.0 % มีอายุการปักแจกัน คือ 4.60, 5.10, 5.40, 4.90, 5.80, 5.05 และ 5.00 วัน ตามลำดับ นำสารสกัดหยาบกระชายเหลือง Rf<sub>2</sub> มาทำการศึกษาต่อในการทดลองที่ 2 โดยแช่ดอกกุหลาบในน้ำกลั่น สารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 5.0 % และสารสกัดหยาบกระชายเหลืองโดยปรับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบกระชายเหลืองเป็น 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 % ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 5.0 % พบว่า ดอกกุหลาบที่แช่ในน้ำกลั่น สารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 5.0 % (w/v) และสารสกัดหยาบกระชายเหลืองความเข้มข้น 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 % (v/v) ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 5.0 % (w/v) มีอายุการปักแจกัน 4.24, 4.20, 6.02, 5.40, 5.32, 4.88 และ 4.84 วัน ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** กุหลาบ อายุการปักแจกัน สารสกัดหยาบ กระชายเหลือง

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

กุหลาบเป็นไม้ตัดดอกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายใน และภายนอกประเทศ แต่ดอกกุหลาบมีปัญหาเรื่องการสูญเสียคุณภาพเร็วเกินไปหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ สรีรวิทยา และชีวเคมี เนื่องจากเนื้อเยื่อของดอกไม้ถูกตัดขาดจากแหล่งน้ำ อาหาร และแร่ธาตุ ซึ่งมีผลทำให้อายุการใช้งานค่อนข้างสั้น (สายชล, 2531) สาเหตุของการเสื่อมคุณภาพ เช่น การเหี่ยว เนื่องจาก การอุดตันของระบบท่อลำเลียง ซึ่งเกิดจากการที่มีจุลินทรีย์เชื้อปนอยู่ในน้ำที่ใช้ปักก้านดอก ก่อให้เกิดการอุดตันหรือการขัดขวางทางเดินของน้ำในท่อลำเลียงน้ำ (Durkin and Put, 1995) นอกจากนี้ เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดยังสามารถสร้างเอนไซม์บางชนิด เช่น เพลอร์ออกซิเดส ซึ่งเป็นพวก pectolytic enzyme สามารถทำลายผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อก้านดอก และเข้าสู่ระบบท่อลำเลียงได้ (Noordegraaf, 1999) ดังนั้น จึงมีการศึกษาวิธีการชะลอการเสื่อมสลายของเนื้อเยื่อของดอกโดยวิธีการต่าง ๆ เพื่อยืดอายุการปักแจกันของดอกไม้ เช่น การใช้สารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งมีส่วนประกอบหลักคือ น้ำตาล และสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ในรูปของน้ำยาปักแจกัน เป็นวิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้กัน โดยน้ำตาลทำหน้าที่เป็นสารอาหาร และสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ช่วยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำยาปักแจกัน ซึ่งสารสกัดจากสมุนไพรบางชนิดออกฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ดังเช่น กระชาย จากการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น พบว่าในกระชายมีสารเคมีที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (อุทุมพร, 2544) ควรที่จะมีการศึกษาทดลองนำสารสกัดดังกล่าวมาช่วยในการยืดอายุการปักแจกันของดอกไม้ การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากกระชายเหลืองที่มีต่ออายุการปักแจกันของดอกกุหลาบ

ทดสอบศักยภาพของสารสกัดหยาบกระชายเหลือง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ทดสอบศักยภาพของสารสกัดหยาบกระชายเหลือง ใช้ดอกกุหลาบสีแดงพันธุ์แกรนด์กาล่าเป็นพืชทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เติร์ยมสารสกัดหยาบกระชายเหลือง โดยใช้ผงปนกระชายเหลืองกับตัวทำละลาย คือ เอทิลแอลกอฮอล์ ในอัตราส่วน 3 : 1 (v/v) คนให้เข้ากัน หมักทิ้งไว้ 1 คืน นำไปกลั่นแบบสุญญากาศจะได้สารสกัดหยาบ แล้วแยกสารสำคัญจากสารสกัดหยาบโดยใช้วิธีโครมาโตกราฟีแบบกระดาษ (paper chromatography) แยกส่วนกันเป็น Rf ตั้งแต่ Rf<sub>0</sub> - Rf<sub>4</sub> ใช้เอทานอล 70 % เป็นสารละลายตัวพา แล้วนำสารสกัดที่ได้มาทำการศึกษาดอมี 7 กรรมวิธี โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ คือ 5.0 % ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 5.0 % (w/v) เป็นสารละลายปักแจกัน แล้วคัดเลือกกรรมวิธีที่ดีที่สุดมาทำการศึกษาต่อในการทดลองที่ 2 เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมโดยการนำสารสกัดหยาบกระชายเหลืองที่ให้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 มาทำการศึกษาต่อโดยปรับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบเป็น 5 ระดับ คือ 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 % (v/v) ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 5.0 % (w/v) เป็นสารละลายปักแจกัน เปรียบเทียบกับน้ำกลั่น โดยที่ในแต่ละกรรมวิธีมี 5 ชั่วโมงที่อายุการปักแจกันของดอกในแต่ละกรรมวิธี เป็นจำนวนวันตั้งแต่เริ่มปักแจกันจนถึงวันหมดอายุการปักแจกัน โดยพิจารณาการหมดอายุการปักแจกันจาก การบาน การโค้งงอของคอดอก การเหี่ยวของกลีบดอก และการเกิดสีน้ำเงินม่วงของกลีบดอก โดยการให้คะแนนดังนี้

1. การบาน บันทึกรับบานของดอก โดยการให้  
คะแนนดังนี้

- 0 = ดอกไม่บาน (0-25%)
- 1 = ดอกบานเล็กน้อย (26-50%)
- 3 = ดอกบานปานกลาง (51-75%)
- 5 = ดอกบานมาก (76-100%)

2. การโค้งงอของคอดอก บันทึกรับการโค้งงอของ  
คอดอก โดยการให้คะแนนดังนี้

- 0 = คอดอกไม่เกิดการโค้งงอ (0-25%)
- 1 = คอดอกเกิดการโค้งงอเล็กน้อย (26-50%)
- 3 = คอดอกเกิดการโค้งงอปานกลาง (51-75%)
- 5 = คอดอกเกิดการโค้งงอมาก (76-100%)

3. การเหี่ยวของกลีบดอก บันทึกรับการเหี่ยวของ  
กลีบดอก โดยการให้คะแนนดังนี้

- 0 = ดอกอยู่ในสภาพดีมาก (0-25%)
- 1 = ดอกเหี่ยวเล็กน้อย (26-50%)
- 3 = ดอกเหี่ยวปานกลาง (51-75%)
- 5 = ดอกเหี่ยวมาก (76-100%)

4. การเกิดสีน้ำเงินปนม่วงของกลีบดอก โดยการ  
ให้คะแนนดังนี้

- 0 = กลีบดอกไม่มีการเปลี่ยนสี (0-25%)
- 1 = กลีบดอกมีการเปลี่ยนสีเล็กน้อย (26-50%)

- 3 = กลีบดอกมีการเปลี่ยนสีปานกลาง (51-75%)
- 5 = กลีบดอกมีการเปลี่ยนสีมาก (76-100%)

### ผลการทดลอง

#### การทดลองที่ 1 ทดสอบศักยภาพของสารสกัด หยาดกระชายเหลือง (Rf<sub>0</sub>-Rf<sub>4</sub>)

##### อายุการปักแจกัน

การศึกษาค้นคว้าของสารสกัดจากหยาด กระชาย  
เหลือง ที่มีต่ออายุการปักแจกันของดอกกุหลาบพันธุ์  
แกรนด์กาล่า พบว่า ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น มี  
อายุการปักแจกันคือ 4.60 วัน (ตารางที่ 1) ส่วนการใช้สาร  
สกัดหยาดจากกระชายเหลือง Rf<sub>0</sub>, Rf<sub>1</sub>, Rf<sub>2</sub>, Rf<sub>3</sub> และ Rf<sub>4</sub>  
ความเข้มข้น 5.0 % ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครส  
5.0 % มีอายุการปักแจกัน คือ 5.40, 4.90, 5.80, 5.05  
และ 5.00 วัน ตามลำดับ และการใช้สารละลายน้ำตาล  
ซูโครส 5.0 % มีอายุการปักแจกันคือ 5.10 วัน โดย  
กรรมวิธีที่ปักแจกันในสารสกัดหยาดจากกระชายเหลือง  
Rf<sub>2</sub> มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P = 0.05) กับ  
กรรมวิธีที่ปักแจกันในน้ำกลั่น

Table 1 Effect of crude extract of *Bosenbergia pandurata* (Roxb.) Schltr. (Rf<sub>0</sub>-Rf<sub>4</sub>) at the concentration of 5.0 % (v/v) with sucrose 5% (w/v) on vase life of 'Grand Gala' rose.

Treatments	Vase life (days) <sup>a</sup>
distilled water	4.60a
sucrose 5.0 %	5.10ab
Rf <sub>0</sub> fraction of <i>B. pandurata</i>	5.40ab
Rf <sub>1</sub> fraction of <i>B. pandurata</i>	4.90ab
Rf <sub>2</sub> fraction of <i>B. pandurata</i>	5.80b
Rf <sub>3</sub> fraction of <i>B. pandurata</i>	5.05ab
Rf <sub>4</sub> fraction of <i>B. pandurata</i>	5.00ab
CV%	13.75

\* Means within the same column followed by the same letter are not significant difference at P = 0.05 by DMRT.

**การทดลองที่ 2 ทดสอบศักยภาพของสารสกัดหยาบ  
กระชายเหลือง (Rf<sub>2</sub>)**

**อายุการปักแจกัน**

การศึกษามผลของสารสกัดจากกระชายเหลือง ที่มีต่ออายุการปักแจกันของดอกกุหลาบพันธุ์แกรนด์กาล่า พบว่า ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น มีอายุการปักแจกัน คือ 4.20 วัน (ตารางที่ 2) การใช้สารสกัดหยาบจาก

กระชายเหลือง Rf<sub>2</sub> ระดับความเข้มข้น 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 % ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % มีอายุการปักแจกัน คือ 6.02, 5.40, 5.32, 4.88 และ 4.84 วัน ตามลำดับ และการใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % มีอายุการปักแจกัน คือ 4.24 วัน โดยกรรมวิธีที่ใช้สารสกัดหยาบความเข้มข้น 3.0, 4.0 และ 5.0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P = 0.05) กับกรรมวิธีที่ปักแจกันในน้ำกลั่น

**Table 2** Effect of Rf<sub>2</sub> fraction of *Bosenbergia pandurata* (Roxb.) Schltr. in different concentrations combining with sucrose 5.0 % (w/v) on vase life of 'Grand Gala' rose.

Treatments	Vase life (days)*
distilled water	4.20a
sucrose 5.0 %	4.24a
3.0% of <i>B. pandurata</i>	6.02c
4.0% of <i>B. pandurata</i>	5.40bc
5.0% of <i>B. pandurata</i>	5.32bc
6.0% of <i>B. pandurata</i>	4.88ab
7.0% of <i>B. pandurata</i>	4.84ab
CV%	12.46

\* Means within the same column followed by the same letter are not significant difference at P = 0.05 by DMRT.

**การเกิดสีน้ำเงินม่วงของกลีบดอก**

การศึกษามผลของสารสกัดจากกระชายเหลือง ที่มีต่อการเกิดสีน้ำเงินม่วงของกลีบดอกของดอกกุหลาบ พบว่า ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น เกิดสีน้ำเงินม่วงของกลีบดอก คือ 2.60 คะแนน (ตารางที่ 3) การใช้สารสกัดหยาบจากกระชายเหลือง Rf<sub>2</sub> ระดับความเข้มข้น 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 % ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % มีการเกิดสีน้ำเงินม่วงของกลีบดอก คือ 0.84, 1.32, 1.44, 1.44 และ 1.56 คะแนน ตามลำดับ และการใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % เกิดสีน้ำเงินม่วงของกลีบดอก คือ 2.52 คะแนน โดยกรรมวิธีที่ปักแจกันในสารสกัด

หยาบความเข้มข้น 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 % มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P = 0.05) กับกรรมวิธีที่ปักแจกันในน้ำกลั่น

**การโค้งงอของคอดอกกุหลาบระหว่างการปักแจกัน**

การศึกษามผลของสารสกัดจากกระชายเหลือง ที่มีต่อการโค้งงอของคอดอกกุหลาบ พบว่า ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น เกิดการโค้งงอของคอดอก คือ 1.16 คะแนน (ตารางที่ 3) การใช้สารสกัดหยาบจากกระชายเหลือง Rf<sub>2</sub> ระดับความเข้มข้น 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 % ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % เกิดการโค้งงอ

ของคอดอกกุหลาบ คือ 0.60, 0.56, 0.40, 0.28 และ 0.20 คะแนน ตามลำดับ และการใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % เกิดการโค้งงอของคอดอกกุหลาบ คือ 0.20 คะแนน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P = 0.05$ ) กับกรรมวิธีที่ปักแจกันในน้ำกลั่น

### การบานของดอกกุหลาบระหว่างการปักแจกัน

การศึกษามวลของสารสกัดจากกระชายเหลืองที่มีต่อการบานของดอกกุหลาบ พบว่า ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น มีการบานของดอกกุหลาบ คือ 1.44 คะแนน (Table 3) ส่วนการใช้สารสกัดหยาบจากกระชายเหลือง  $Rf_2$  ระดับความเข้มข้น 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 % ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % มีการบานของดอกกุหลาบ คือ 3.04, 3.44, 3.24, 3.64 และ 3.24 คะแนน ตามลำดับ และการใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % มีการบานของดอกกุหลาบ คือ 3.52 คะแนน

### การเหี่ยวของกลีบดอกกุหลาบระหว่างการปักแจกัน

การศึกษามวลของสารสกัดจากกระชายเหลืองที่มีต่อการเหี่ยวของกลีบดอกกุหลาบ พบว่า ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น มีการเหี่ยวของกลีบดอก คือ 3.16 คะแนน (ตารางที่ 3) ส่วนการใช้สารสกัดหยาบจากกระชายเหลือง  $Rf_2$  ที่ระดับความเข้มข้น 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 % ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % มีการเหี่ยวของกลีบดอกกุหลาบ คือ 0.92, 0.76, 0.68, 0.68 และ 0.68 คะแนน ตามลำดับ สารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % มีการเหี่ยวของกลีบดอกกุหลาบ คือ 1.84 คะแนน โดยกรรมวิธีที่ปักแจกันในสารสกัดหยาบความเข้มข้น 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 % แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P = 0.05$ ) กับกรรมวิธีที่ปักแจกันในน้ำกลั่น

Table 3 Effect of  $Rf_2$  fraction of *Bosenbergia pandurata* (Roxb.) Schltr. in different concentrations combining with 5.0 % (w/v) sucrose on quality of 'Grand Gala' rose at 5 days after vasing.

Treatments	Petal bluing (score) <sup>*</sup>	Bent-neck (score) <sup>*</sup>	Blooming (score) <sup>*</sup>	Wilting (score) <sup>*</sup>
distilled water	2.60c	1.16d	1.44a	3.16b
sucrose 5.0 %	2.52c	0.20a	3.52b	1.84b
3.0 % of <i>B. pandurata</i>	0.84a	0.60c	3.04b	0.92a
4.0 % of <i>B. pandurata</i>	1.32b	0.56c	3.44b	0.76a
5.0 % of <i>B. pandurata</i>	1.44b	0.40b	3.24b	0.68a
6.0 % of <i>B. pandurata</i>	1.44b	0.28a	3.64b	0.68a
7.0 % of <i>B. pandurata</i>	1.56b	0.20a	3.24b	0.68a
CV%	19.08	17.23	25.79	30.57

\* Means within the same column followed by the same letter are not significant difference at  $P = 0.05$  by DMRT.

## สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาผลของสารสกัดจากหยาดกระชายเหลือง ที่มีต่ออายุการปักแจกันของดอกกุหลาบพันธุ์แกรนด์กอล่า พบว่า ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นมีอายุการปักแจกัน คือ 4.60 วัน ส่วนการใช้สารสกัดหยาดกระชายเหลือง Rf<sub>0</sub>, Rf<sub>1</sub>, Rf<sub>2</sub>, Rf<sub>3</sub> และ Rf<sub>4</sub> ความเข้มข้น 5.0 % ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % มีอายุการปักแจกัน คือ 5.40, 4.90, 5.80, 5.05 และ 5.00 วัน ตามลำดับ และการใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % มีอายุการปักแจกัน คือ 5.10 วัน จากการทดลองนี้ พบว่า สารสกัดหยาดกระชายเหลือง (Rf<sub>2</sub>) ช่วยยืดอายุการปักแจกันได้ดีที่สุด จึงนำมาศึกษาต่อโดยการแช่ดอกกุหลาบในสารสกัดหยาดกระชายเหลืองเข้มข้น 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 % ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 5.0 % โดยการใช้เอทานอล 70.0 % เป็นตัวทำละลาย พบว่า ดอกที่แช่ในสารสกัดหยาดกระชายเหลืองมีอายุการปักแจกัน 6.02, 5.40, 5.32, 4.88 และ 4.84 วัน ตามลำดับ ส่วนดอกที่แช่ในน้ำกลั่น มีอายุการปักแจกัน 4.20 วัน ซึ่งดอกพวกที่แช่ในสารสกัดหยาดกระชายเหลืองเข้มข้น 3.0, 4.0 และ 5.0 % มีการเปลี่ยนสีของดอก การโค้งงอของคอดอก การเหี่ยวของกลีบดอกเกิดขึ้นน้อยกว่ากรรมวิธีที่ปักแจกันในน้ำกลั่น โดยเฉพาะการใช้สารสกัดหยาดกระชายเหลือง Rf<sub>2</sub> ความเข้มข้น 3.0 % ร่วมกับสารละลายน้ำตาลซูโครส 5.0 % เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสม สามารถช่วยยืดอายุการปักแจกันได้นานที่สุด คือ 6.02 วัน และจากการสังเกตบริเวณก้านดอกส่วนที่ปักแจกันในสารสกัดหยาดกระชายดังกล่าว พบว่าไม่เกิดเมือกสีขาวเกะที่ก้านดอก ดังเช่น กรรมวิธีที่ปักแจกันในน้ำกลั่น เพราะฉะนั้นกระชายเหลืองสามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกได้ เนื่องจากในกระชายมีองค์ประกอบของสารจำพวกฟลาโวนอน (flavanone) ชาลโคน (chalcone) และฟลาโวน (flavone) ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติทั้งทางเภสัชวิทยาและทางการแพทย์ ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา คือ ต้านเชื้อรา ต้านเชื้อแบคทีเรีย ลดการอักเสบ เป็นต้น รากกระชายเหลืองที่สกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเอทานอล พบว่า ประกอบด้วยสารหลัก 4 ชนิด คือ pinostrobin, panduratin A, pinocembrin

และ alpinetin และการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพพบว่า pinostrobin และ panduratin A แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* และ *Escherichia coli* ที่ระดับความเข้มข้น 300 ไมโครกรัมต่อดิสก์ ส่วน panduratin A ยังมีผลยับยั้งต่อเชื้อ *Klebsillae pneumoniae* ด้วย (อุทุมพร, 2544) ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการทำงานของแบคทีเรีย สิริวิภา และคณะ (2537) ได้รายงานประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกระชายที่ระดับความเข้มข้น ตั้งแต่ 0.2 % โดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำร้อน พบว่า สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราของ *Alternaria porri* สาเหตุโรคใบจุดสีม่วงของหอมแดง

โดยทั่วไปแล้วในน้ำยาปักแจกัน จะมีคลอรีนเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย ซึ่งมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นกระชายจึงทำหน้าที่ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เช่นเดียวกับคลอรีน นอกจากนี้ยังมีสารจำพวกไกลโคไซด์ (วิทย์, 2536) และมีน้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นอาหารให้แก่ดอก จึงสามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกกุหลาบได้

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การใช้สารสกัดหยาดกระชายเหลือง สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกกุหลาบพันธุ์แกรนด์กอล่าได้ น่าจะเป็นพืชสมุนไพรที่ควรมีการสนับสนุนให้มีการใช้ประโยชน์ในทางการค้าต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากหาง่าย ราคาถูก มีกลิ่นหอม และวิธีการการสกัดให้ได้น้ำคั้นง่าย แต่การนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ต้องมีการพัฒนาและการปรับปรุงต่อไปเพื่อให้สามารถเกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพที่ดีคุ้มค่าต่อการลงทุนในทางการค้าต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2536. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. ประชุมทองการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 880 หน้า.
- สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 398 หน้า.

- 
- ศิริวิภา สัจพงษ์ ประเทืองศรี สิ้นไชยศรี และพรรณผกา  
รัตนโกศล. 2537. ประสิทธิภาพของสารสกัด  
จากพืชในการป้องกันกำจัดโรคใบจุดสีม่วงของ  
หอมแดง. หน้า 248-249 ใน: รายงานผลงานวิจัย  
ประจำปี 2537 ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ  
สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร,  
กรุงเทพฯ.
- อุทุมพร ทองอินทร์. 2544. การศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อรา  
*Cladosporium cladosporioides* และเชื้อ  
แบคทีเรีย *Serratia marcescens* ของสารสกัด  
จากกระชาย ฟ้าทะลายโจร มะนาวแป้น และ  
มะนาวน้ำหอม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์  
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่,  
81 หน้า.
- Durkin, D.J. and H.M. C.Put. 1995. Scanning electron  
microscope observations of the cut surface  
of rose 'Kardinal' influenced by vase water  
composition. Acta Hort . 405: 97-100.
- Noordegraaf, C.V. 1999. Problems of postharvest  
management in cut flowers. Acta Hort .  
482: 53-57.
-

---

# การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด เพื่อการเพิ่มขนาดผลลำไยพันธุ์ดอ

## Using of Some Plant Growth Regulators for Increasing Longan cv. 'Daw' Fruit Size

ชรินทร์ ตาชม<sup>1/</sup> และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข<sup>1/</sup>  
*Charatnone Tachom<sup>1/</sup> and Tanachai Pankasemsuk<sup>1/</sup>*

**Abstract:** The effect of brassinosteroid, gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) and 1-naphthyl acetic acid (NAA) on longan fruit size were studied in two experiments by spraying the growth regulators on four-year old longan cv. 'Daw' trees at 105 days after fruit set. Experiment I, brassinosteroid (BRs) at the concentrations of 0.00 (control), 0.004, 0.01 mg/l were sprayed to the trees. It revealed that BRs 0.01 mg/l gave the biggest fruit size. Experiment II, the treatments consisted of NAA 100 mg/l, GA<sub>3</sub> 50 mg/l, BRs 0.01 mg/l, GA<sub>3</sub> 50 mg/l + BRs 0.01 mg/l, GA<sub>3</sub> 50 mg/l + NAA 100 mg/l, NAA 100 mg/l + BRs 0.01 mg/l and water (control). It revealed that all growth regulator treatments gave bigger fruit size, heavier fresh and dry weight and better exocarp color than the control. The BRs and GA<sub>3</sub>+NAA tended to have the biggest fruit where as NAA +BRs tended to have the heaviest fresh and dry fruit weight. However, placenta and seed dry weight and exocarp thickness did not significant differences among all treatments.

Keywords: longan, brassinosteroids, gibberellic acid, 1-naphthyl acetic acid

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

**บทคัดย่อ:** ศึกษาผลของบราสซิโนสเตอรอยด์ จิบเบอเรลลิน และ 1-แนฟทิลอะซีติค แอซิด (NAA) ต่อขนาดของผลลำไย โดยการฉีดพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตแก่ต้นลำไยพันธุ์ดอ เมื่อต้นลำไยติดผลได้ 105 วัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ทำการฉีดพ่นบราสซิโนสเตอรอยด์ ความเข้มข้น 0.00 (กรรมวิธีควบคุม), 0.004 และ 0.01 มก./ล. ให้แก่ต้นลำไย พบว่า บราสซิโนสเตอรอยด์ 0.01 มก./ล. ทำให้ผลลำไยมีขนาดใหญ่ที่สุด การทดลองที่ 2 ทำการฉีดพ่นสารบราสซิโนสเตอรอยด์ (BRs) จิบเบอเรลลิน แอซิด ( $GA_3$ ) และ 1-แนฟทิลอะซีติค แอซิด (NAA) และน้ำเปล่า (กรรมวิธีควบคุม) ให้แก่ต้นลำไย โดยใช้ NAA 100 มก./ล.,  $GA_3$  50 มก./ล., BRs 0.01 มก./ล.,  $GA_3$  50 มก./ล. + BRs 0.01 มก./ล.,  $GA_3$  50 มก./ล. + NAA 100 มก./ล. และ NAA 100 มก./ล. + BRs 0.01 มก./ล. พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตสามารถเพิ่มขนาดและน้ำหนักสดและแห้งของผลลำไยมากกว่าและผลมีสีผิวที่ดีกว่าผลในพวกกรรมวิธีควบคุม โดยพวกที่ได้รับ BRs 0.01 มก./ล. และพวกที่ได้รับ  $GA_3$  + NAA มีแนวโน้มที่จะให้ผลลำไยที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ขณะที่พวกที่ได้รับ BRs ร่วมกับ NAA มีแนวโน้มที่จะให้ผลที่มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงสุด อย่างไรก็ตามน้ำหนักแห้งของรก เมล็ด และความหนาเปลือก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกกรรมวิธี

คำสำคัญ: ลำไย บราสซิโนสเตอรอยด์ จิบเบอเรลลิน 1-แนฟทิลอะซีติค แอซิด

## คำนำ

สถานการณ์ในปัจจุบันมีการเร่งให้ลำไยออกผลตลอดทั้งปี ซึ่งในบางระยะของการผลิตมีสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผลลำไย ก็จะทำให้เกษตรกรประสบปัญหาผลลำไยที่ได้มีขนาดเล็ก ขนาดผลภายในช่องผลไม่สม่ำเสมอ เปลือกผลค่อนข้างบาง สีผิวไม่สวย มีรอยตำหนิ และเนื้อผลฉ่ำน้ำ ทำให้จำหน่ายได้ในราคาต่ำ จึงมีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อช่วยให้ได้ผลลำไยคุณภาพดี โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่นิยมใช้เพื่อเพิ่มขนาดผล ชนิดที่นิยมคือ เอ็นเอเอ (NAA) และ จีไอ3 ( $GA_3$ ) (สมบุญ, 2544) บราสซิโนสเตอรอยด์ (brassinosteroids; BRs) จัดเป็นฮอร์โมนพืชกลุ่มใหม่ที่สามารถส่งเสริมการยืดยาวของเนื้อเยื่อพืช แต่มีการศึกษาน้อยมาก (Sasse, 1991) สารควบคุมการเจริญเติบโตทั้งสามชนิดนี้ มีผลต่อพืชในการยืดตัวของเซลล์ การแบ่งเซลล์ การขยายขนาดเซลล์ การปลดปล่อยเอทไจมี และกิจกรรมต่าง ๆ ภายในพืช ซึ่ง  $GA_3$  ทำให้เนื้อเยื่อมีความไวต่อออกซินได้มากขึ้น โดย  $GA_3$  ทำงานในลักษณะส่งเสริมกัน (synergistic) กับ BRs ในการเพิ่มขนาดของผล และการแบ่งเซลล์ (Brayant, 2001; Guardiola *et al.*, 1993) สำหรับ BRs กับ NAA สารทั้งสองร่วมกันกระตุ้นการทำงานของ ACC synthase BRs

ส่งเสริมการเคลื่อนที่อย่างมีทิศทางของออกซิน และใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร การใช้ BRs ร่วมกับออกซินได้ผลดีกว่าการใช้สารเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง (Arteca *et al.*, 1993; Heble *et al.*, 2001; Fujioka *et al.*, 2000) แต่มีในบางกรณีพบว่าจิบเบอเรลลินและ BRs มีความสัมพันธ์แบบต่อต้านกัน (antagonistic) ได้เช่นกัน (Bouquin *et al.*, 2001) เนื่องจากการเพิ่มขนาดของผลลำไยมีผลโดยตรงต่อรายได้ของเกษตรกรชาวสวนลำไย ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชต่อการเจริญเติบโตของผลลำไยพันธุ์ดอ โดยการใช้ BRs ร่วมกับ  $GA_3$  และ NAA พ่นให้แก่ต้นลำไยเพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ช่วยให้การเจริญของผลลำไยมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ทั้งนี้เพื่อเพิ่มขนาดและคุณภาพผลลำไยพันธุ์ดอ และเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชอย่างถูกต้องเหมาะสม

## อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นลำไยพันธุ์ดออายุประมาณ 4 ปี โดยคัดเลือกต้นลำไยที่มีขนาดต้นใกล้เคียงกัน และการติดผล ประมาณ 80 % ของทรงพุ่ม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ทำการฉีด

พันธุ์สารควบคุมการเจริญเติบโตให้เป็ยกไปทั่วทั้งต้นของ ลำไยที่กำลังติดผลเมื่อผลอายุ 105 วันหลังติดผล การ ทดลองที่ 1 (พ.ย. 46 – ก.พ. 47) ฉีดพ่น BRs 3 ระดับ 0.00 (ชุดควบคุม), 0.004 และ 0.01 มก./ล. การทดลองที่ 2 (พ.ค. – ส.ค. 47) ฉีดพ่นด้วย น้ำ (ชุดควบคุม), NAA 100 มก./ล., GA<sub>3</sub> 50 มก./ล., BRs 0.01 มก./ล., GA<sub>3</sub> 50 มก./ล. + BRs 0.01 มก./ล., GA<sub>3</sub> 50 มก./ล. + NAA 100 มก./ล. และ NAA 100 มก./ล. + BRs 0.01 มก./ล. บันทึก ความกว้าง ความยาว ความหนาของผล ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด ความหนาเมล็ด น้ำหนักผลสด น้ำหนักผล แห้ง น้ำหนักเนื้อแห้ง น้ำหนักแห้งของเมล็ด ความหนาเนื้อ ความหนาเปลือกความแน่นเนื้อ น้ำหนักเปลือกแห้ง และ น้ำหนักรกแห้ง โดยเก็บเกี่ยวข้อผลกระจายรอบทรงพุ่ม ของต้นจำนวน 20 ข้อผลต่อซ้ำ เมื่อผลลำไยมีอายุ 147 วัน หลังติดผล

### ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 BRs 0.004 และ 0.01 มก./ล. สามารถเพิ่มขนาดของผลลำไยได้ (ตารางที่ 1) โดย BRs 0.01 มก./ล. ทำให้ผลมีขนาดใหญ่ที่สุด แต่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญกับผลที่ได้รับ BRs 0.004 มก./ล. เพียง ความกว้างของผลเท่านั้น โดยผลลำไยที่ได้รับ BRs ทั้ง 2 ความเข้มข้น มีขนาดผล ความหนาของเนื้อ น้ำหนักสด แห้งของผล น้ำหนักแห้งของเมล็ด และน้ำหนักแห้งของ เนื้อ เพิ่มขึ้นมากกว่าชุดควบคุม แต่การให้ BRs ไม่มีผลต่อ

ขนาดเมล็ด ความหนาของเปลือก น้ำหนักแห้งของเปลือก น้ำหนักแห้งของรก และความแน่นเนื้อ (ตารางที่ 2)

การทดลองที่ 2 การให้สารควบคุมการ เจริญเติบโตทุกกรรมวิธีแก่ต้นลำไยทำให้ความกว้างผล ความยาวผล ความหนาผล ความกว้างเมล็ด ความยาว เมล็ด ความหนาเมล็ด น้ำหนักผลสด น้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักเนื้อแห้ง ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น ได้ (ตารางที่ 3 และ 4) NAA ความเข้มข้น 100 มก./ล., GA<sub>3</sub> 50 มก./ล. และ BRs 0.01 มก./ล. ทำให้ ขนาดผล ขนาดเมล็ด ความหนาและน้ำหนักแห้งของเนื้อ น้ำหนัก สดและแห้งของผล ความแน่นเนื้อ เพิ่มขึ้นอย่างมี นัยสำคัญ แต่การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตทุก กรรมวิธีไม่มีผลต่อ ความหนาและน้ำหนักแห้งของเปลือก หนักแห้งของเมล็ด น้ำหนักแห้งของรก และพบว่า GA<sub>3</sub> และ BRs ทำงานร่วมกันในลักษณะไม่ต่อต้านกันกันในการเจริญเติบโตด้านขนาด (ความกว้าง ยาว และหนา) ของเมล็ดและผล น้ำหนักผล ความหนาเนื้อ และความ แน่นเนื้อ GA<sub>3</sub> และ NAA ทำงานร่วมกันในลักษณะ ส่งเสริมกันในการเจริญเติบโตด้านความกว้าง ความยาว ความหนาหนา และน้ำหนักของผลลำไย แต่ทำงานไม่ ส่งเสริมกันในการเจริญเติบโตด้านความกว้าง ยาว และ หนาของเมล็ด สำหรับ NAA และ BRs ทำงานร่วมกันใน ลักษณะไม่ส่งเสริมกันในด้านความยาวและความ หนาของผล ความยาวของเมล็ด ความแน่นเนื้อ แต่ทำงาน ส่งเสริมกันในด้านความกว้าง น้ำหนักผล ความกว้างและ ความหนาของเมล็ด ความหนาเนื้อ

Table 1 Effect of brassinosteroid (BRs) at 0.004 and 0.01 mg/l on size and weight of longan cv. 'Daw' fruits.

Treatments	Fruit size (cm) <sup>1/</sup>			Seed size (cm) <sup>1/</sup>		Flesh <sup>1/</sup> weight (g)	Dry weight (g) <sup>1/</sup>				
	Width	Length	Thickness	Width	Length		Fruit	Skin	Aril	Seed	Placenta
Control (water)	2.30b	2.30b	2.40b	1.49	1.35	8.00b	2.24c	0.58b	0.69b	1.14b	0.05
BRs 0.004 mg/l	2.40b	2.45a	2.64a	1.45	1.30	9.40a	3.92b	0.90b	1.70a	1.85a	0.07
BRs 0.01 mg/l	2.53a	2.53a	2.75a	1.44	1.30	9.69a	5.47a	1.44a	1.77a	1.85a	0.05
LSD .05	0.12	0.09	0.17	NS	NS	0.56	1.49	0.57	0.09	0.20	NS
C.V. (%)	2.27	1.72	2.99	2.85	2.85	3.12	15.91	29.16	2.88	5.77	61.64

<sup>1/</sup> Means in the same column followed with the same letter did not significant differences at P = 0.05 by LSD

NS = Not significant difference (P = 0.05)

Table 2 Effect of BRs at 0.004 and 0.01 mg/l on firmness of aril, and thickness of aril and exocarp of longan cv. 'Daw' fruits.

Treatments	Firmness of aril (kg/cm <sup>2</sup> )	Thickness of aril (cm) <sup>1/</sup>	Thickness of exocarp (cm)
Control (water)	1.09	0.45b	0.090
BRs 0.004 mg/l	0.99	0.49a	0.098
BRs 0.01 mg/l	1.13	0.51a	0.092
LSD .05	NS	0.02	NS
C.V. (%)	8.80	2.03	29.86

<sup>1/</sup> Means in the same column followed with the same letter did not significant differences at P = 0.05 by LSD

NS = Not significant difference (P = 0.05)

Table 3 Effect of brassinosteroids, gibberellic acid and 1-naphthyl acetic acid on size of fruit and seed and thickness of aril and exocarp of longan cv. 'Daw' fruits.

Treatments	Fruit size (cm) <sup>1/</sup>			Seed size (cm) <sup>1/</sup>			Thickness (cm) <sup>1/</sup>	
	Width	Length	Thickness	Width	Length	Thickness	Aril	Exocarp
Control (water)	2.52c	2.24b	2.24c	1.27b	0.86d	1.06c	0.47b	0.08
NAA 100 mg/l	2.96a	2.58a	2.54ab	1.38a	1.40a	1.16ab	0.63a	0.08
GA <sub>3</sub> 50 mg/l	2.91a	2.52ab	2.52ab	1.38a	1.32bc	1.16ab	0.60a	0.07
BRs 0.01 mg/l	2.92a	2.54ab	2.66a	1.38a	1.40a	1.16ab	0.63a	0.08
GA <sub>3</sub> 50 mg/l + BRs 0.01 mg/l	2.76a	2.54ab	2.47b	1.37a	1.26cd	1.14abc	0.60a	0.08
GA <sub>3</sub> 50 mg/l + NAA 100 mg/l	3.00a	2.50ab	2.60a	1.38a	1.28c	1.12bc	0.61a	0.07
NAA 100 mg/l + BRs 0.01 mg/l	2.99a	2.48ab	2.53ab	1.40a	1.37ab	1.20a	0.65a	0.08
LSD .05	0.13	0.32	0.11	0.06	0.07	0.07	0.08	NS
C.V. (%)	3.73	10.19	3.50	3.50	4.15	5.01	10.65	0.00

<sup>1/</sup> Means in the same column followed with the same letter did not significant differences at P = 0.05 by LSD

NS = Not significant difference (P = 0.05)

**Table 4 Effect of brassinosteroids, gibberellic and 1-naphthyl acetic acid on fresh and dry weights and aril firmness of longan cv. 'Daw' fruits.**

Treatments	Fresh weight <sup>1/</sup> (g)	Dry weight (g) <sup>1/</sup>					Aril firmness <sup>1/</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )
		Fruit	Exocarp	Aril	Seed	Placenta	
(H <sub>2</sub> O) Control	7.70b	2.03c	0.58	0.75b	0.75	0.02	0.83b
NAA 100 mg/l	11.54a	3.26ab	0.69	1.46a	0.87	0.03	1.04a
GA <sub>3</sub> 50 mg/l	10.96a	2.86b	0.64	1.36a	0.86	0.02	1.07a
BRs 0.01 mg/l	11.66a	3.24ab	0.72	0.44a	0.87	0.02	1.09a
GA3 50 mg/l+BRs 0.01 mg/l	11.37a	3.00ab	0.70	0.29a	0.84	0.02	1.03ab
GA3 50 mg/l+NAA 100 mg/l	11.77a	3.24ab	0.72	0.44a	0.90	0.02	1.03ab
NAA 100 mg/l+BRs 0.01 mg/l	12.18a	3.49a	0.62	1.46a	0.92	0.02	1.02ab
LSD .05	1.33	0.53	NS	0.31	NS	NS	0.15
C.V. (%)	9.47	13.96	15.20	18.57	10.44	42.55	11.93

<sup>1/</sup> Means in the same column followed with the same letter did not significant differences at P = 0.05 by LSD

NS = Not significant difference (P = 0.05)

### วิจารณ์ผลการทดลอง

การให้สารควบคุมการเจริญเติบโต BRs, GA<sub>3</sub> และ NAA ทุกกรรมวิธีสามารถทำให้ผลมีขนาดใหญ่กว่าชุดควบคุม เนื่องจากคุณสมบัติของ BRs, GA<sub>3</sub> และ NAA ที่มีผลส่งเสริมการยืดตัวของเซลล์ (cell elongation) (สมบุญ, 2544) โดยสารเหล่านี้จะกระตุ้นการแบ่งเซลล์และช่วยในการขยายขนาดของเซลล์ (Salisbury and Ross, 1992) การให้สารควบคุมการเจริญเติบโตในระยะที่ผลกำลังเจริญเติบโตทางด้านเนื้อผล น่าจะเป็นระยะที่เหมาะสมเพราะเป็นระยะที่ผลมีการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์อย่างรวดเร็ว โดยในระยะนี้ผลต้องการอาหารจำนวนมากมาใช้ในการเจริญเติบโตของผล การแบ่งเซลล์มักถูกจำกัดโดยสารอาหารที่สร้างและเคลื่อนย้ายมาจากใบ (Patrick, 1987) ดังนั้นการให้สารควบคุมการเจริญเติบโตในระยะนี้จึงน่าจะเป็นการส่งเสริม

ให้ใบมีความสามารถในการลำเลียงอาหารส่งไปสู่ผลได้มากขึ้น และ/หรือช่วยให้ใบสามารถทำการสังเคราะห์แสงได้เพิ่มขึ้นด้วย จึงทำให้ผลลำไยมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้นภายหลังที่ใบได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตเหล่านี้ การทำงานร่วมกันของสารควบคุมการเจริญเติบโตสามารถมีทั้งในลักษณะส่งเสริมและต่อต้านกันในเวลาเดียว

การให้ GA<sub>3</sub> + NAA มีแนวโน้มที่จะให้ผลลำไยที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ขณะที่พวกที่ได้รับ BRs ร่วมกับ NAA มีแนวโน้มที่จะให้ผลที่มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงสุด แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต แต่จากการสังเกตในด้านสีผิวของผลลำไยซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการกำหนดราคาของผลลำไย พบว่า การให้ GA<sub>3</sub> + NAA มีแนวโน้มที่จะให้ผลลำไยที่มีผลสวยที่สุดอีกด้วยทั้งนี้อาจเป็นผลจากการขยายขนาดอย่างรวดเร็วของผลลำไย

---

## สรุปผลการทดลอง

สารควบคุมการเจริญเติบโต BRs, GA<sub>3</sub> และ NAA สามารถทำให้ผลลำไยมีขนาดใหญ่ขึ้นมากกว่าชุดควบคุม โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตทุกกรรมวิธีมีผลต่อความกว้างผล ความยาวผล ความหนาผล น้ำหนักผลสด น้ำหนักผลแห้ง ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด ความหนาเมล็ด น้ำหนักเนื้อแห้ง ความหนาเนื้อ และความแน่นเนื้อ โดยไม่มีผลต่อผลลำไยในด้านน้ำหนักเปลือกแห้ง น้ำหนักเมล็ดแห้ง น้ำหนักกรกแห้ง และความหนาเปลือก โดยการให้ GA<sub>3</sub> + NAA มีแนวโน้มที่จะให้ผลลำไยที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ขณะที่พวกที่ได้รับ BRs ร่วมกับ NAA มีแนวโน้มที่จะให้ผลที่มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงสุด อย่างไรก็ตามน้ำหนักแห้งของกรก เมล็ด และความหนาเปลือก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกระบบวิธี

## เอกสารอ้างอิง

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. ศรีวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 237 น.

Bouquin, T., C. Meier, R. Roster, M.E. Nielsen and J. Mundy. 2001. Control of specific gene expression by gibberellin and brassinosteroid. *Plant Physiol.* 172(2): 450-458.

Bryant, D. 2001. Grape growth regulator discussed. *Western Farm Press Magazine*. [Online]. Available: <http://westernfarmpress.com/ar/farming> (15 March 2004).

Fujioka, S., T. Noguchi, T. Watabe, S. Takatsuto, and S. Yoshida. 2000. Biosynthesis of brassinosteroids in cultured cells of *Catharathus roseus*. *Phytochemistry* 53: 549-553.

Guardiola, J.L., M.T. Barres, C. Albert and A. Garcia-Luis. 1993. Effects of exogenous growth regulators on fruit development in *Citrus unshiu*. *Annals of Botany* 71: 169-176.

Heble, M.R., S. Narayanaswami and M.S. Chadha. 2001. Hormonal control of steroid synthesis in *Solanum xanthocarpum* tissue cultures. [Online]. Available: <http://www.elsevier.com/locate/scihoti> (26 September 2003).

Patrick, J.W. 1987. Are hormones involved in assimilate transport?. pp. 175-178. *In*: G.V. Hoad, J.R. Lenton, M.B. Jackson and R.K. Atkin (eds). *Hormone Action in Plant Development: A Critical Appraisal*. Butterworths, London.

Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. 4<sup>th</sup> ed. Wadsworth Pub. Co., Belmont. 682 pp.

Sasse, J.M. 1991. Brassinosteroid - Are they endogenous plant hormone? *Plant Growth Reg. Soc. Amer. Quarterly* 19: 1-18.

Wang, T.W., D.J. Cosgrove and R.N. Artica. 1993. Brassinosteroid stimulation of hypocotyl elongation and wall relaxation in pakchoi (*Brassica chinensis* cv Lei-Choi). *American Society of Plant Physiol.* 101(3): 965-968. [Online]. Available: <http://www.plantphysiol.org/cgi/content/abstract> (15 March 2004).

---

# การประเมินสายต้นมะม่วงแก้วเพื่อการแปรรูปเป็น มะม่วงอบแห้ง

## Evaluation of Kaew Mango Clones for Processing of Dehydrated Fruit

ลำพอง แต่มครบุรี<sup>1/</sup> และ ธวัชชัย รัตนชเลศ<sup>1/</sup>

*Lampong Taemkhonburi<sup>1/</sup> and Tavatchai Randanachaless<sup>1/</sup>*

**Abstract:** Kaew cultivar is the most important processing mango in Thailand. The selection of mango clone for fruit processing industry is one of the alternative strategies to enhance its competitiveness in the market. The objective of this research was to evaluate Kaew mango clones suitable for the dehydrated fruit. The 5 ongoing selecting clones were used in this study. The fruits of all selected clones were directly harvested from the growers' orchard in provinces of the Upper North. Both fully mature and ripen fruits were taken to measure and analyze in the laboratory. Thereafter, the fully mature fruits of all clones were processed to be dehydrated mango at Lampong Agricultural Research and Training Centre Rajamangala University of Technology, Lanna, Lampong province. The product was proved its quality in accordance with the Thai Industrial Standard for dehydrated mango (TIS 919-2532). The required measurement was moisture content for dehydrated fruit in particular. The products were finally assessed the organoleptic quality by using hedonic scale method with 15 trained panelists. The result yielded that mango cv. Kaew MCC75 was the promising clone for dehydrated fruit. This clone earned high scores from color, flavor, taste, texture and the highest scores from overall acceptance. The outstanding characteristics suitable for processing included its medium size (4-6 fruits/kg) attractive and uniform color with dark green peel, high fruit firmness (14 kg/cm<sup>2</sup>), relative high TSS (8.72 °Brix), orangish yellow pulp, pH of pulp 3.54, high flesh weight (70.4%), and small seed in the fully mature fruit. The appropriate characteristics in particular for dehydrated product were the high remained pulp dry weight 453 g from 1,000 g of fresh weight. The finished product was deep yellow color, medium moisture content of 13.7%, good flavor, good taste and good texture. This study also confirms that MCC75 or Kaew Chiang Mai is the suitable processing clone for farmers in the Upper North.

**Keywords:** mango cv. Kaew, dehydrated fruit, clonal evaluation

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

**บทคัดย่อ:** มะม่วงแก้วเป็นพันธุ์เพื่อการแปรรูปสำคัญที่สุดของประเทศไทย การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดให้กับอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ด้วยการหาสายต้นที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูป จึงเป็นกลยุทธ์ทางเลือกหนึ่งที่สามารถตอบสนองเป้าหมายดังกล่าวได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินสายต้นมะม่วงแก้วที่มีคุณลักษณะเหมาะสมต่อการแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้ง ศึกษาโดยใช้มะม่วงแก้ว 5 สายต้น ที่อยู่ระหว่างการปรับปรุงพันธุ์ เก็บเกี่ยวมะม่วงสายต้นคัดโดยตรงจากสวนของเกษตรกรในหลายจังหวัดภาคเหนือตอนบน นำผลที่แก่จัดและผลสุกมาทำการวัดและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หลังจากนั้นนำมะม่วงผลแก่จัดทุกสายต้นมาแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้ง ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้อบแห้ง (มอก. 919-2532) ได้แก่ วัดเปอร์เซ็นต์ความชื้น แล้วนำผลิตภัณฑ์มาประเมินผลด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี hedonic scale ใช้ผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกอบรม 15 คน ผลจากการทดลองพบว่า มะม่วงแก้วสายต้น MCC75 มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้ง จากคะแนนด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมสูงสุด จุดเด่นของสายต้นนี้เพื่อการแปรรูปโดยทั่วไปอยู่ที่ มีน้ำหนักผลปานกลาง (4-6 ผล/กก.) ผลแก่จัดสีผลสวย เขียวเข้ม และสม่ำเสมอ มีความแน่นเนื้อสูงวัดได้ 14 กก./ตร.ซม. ค่า TSS ค่อนข้างสูง วัดได้ 8.72 องศาบริกซ์ เนื้อมีสีเหลืองส้ม และค่าความเป็นกรด-เบสที่ 3.54 มีสัดส่วนของน้ำหนักรับแห้งสูงถึง 70.4% และเมล็ดค่อนข้างเล็ก แต่คุณลักษณะที่เหมาะสมกับการแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้งคือ มีน้ำหนักเนื้อเหลือหลังอบแห้งสูง 453 กรัม จากเนื้อ ก่อนอบแห้ง 1,000 กรัม ให้สีเหลืองเข้มน่ารับประทานเหลือความชื้นในเนื้อระดับปานกลางที่ 13.7 % กลิ่นหอม รสชาติดี เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มไม่เหนียวหรือแข็งกระด้างจนเกินไป การศึกษานี้ยังได้ช่วยยืนยันว่า มะม่วงแก้ว MCC75 หรือ แก้วเชียงใหม่ เป็นมะม่วงแปรรูปสายต้นที่เหมาะสมสำหรับผู้ปลูกในภาคเหนือตอนบน

**คำสำคัญ:** มะม่วงแก้ว มะม่วงอบแห้ง การประเมินสายต้น

## คำนำ

มะม่วงแก้วเป็นพันธุ์ที่มีความสำคัญสูงสุดต่ออุตสาหกรรมแปรรูปมะม่วงของประเทศไทย เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตออกสู่ตลาดมากที่สุด สูงถึง 357,963 ตัน ในปี พ.ศ. 2545 (สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6, 2545) เป็นพันธุ์ที่มีการผลิตกระจายอย่างกว้างขวางไปทั่วประเทศ เป็นวัตถุดิบที่มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยต่ำ ราคา 2.00-5.00 บาท/กก. สามารถใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพแข่งขันกับสินค้าในประเภทเดียวกันได้ (ธวัชชัย และคณะ, 2545) มีคุณสมบัติที่เหมาะสมเพื่อการแปรรูปเชิงอุตสาหกรรม ทั้งที่เป็นผลดิบและผลสุก (มณฑาทิพย์ และคณะ, 2541) มะม่วงแก้วนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น มะม่วงดอง มะม่วงอบแห้ง มะม่วงขึ้นในน้ำเชื่อม น้ำมะม่วงพร้อมดื่ม

(เนคต้ามะม่วง) มะม่วงแช่แข็ง แยมมะม่วง และไวน์มะม่วงซึ่งทำรายได้เข้าประเทศถึง 393.3 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2545 ผลิตภัณฑ์ส่งออกที่สำคัญ คือ มะม่วงสดหรือแห้ง มะม่วงบรรจุภาชนะอัดลม มียอดสูงถึง 16,129 ตัน สร้างรายได้เข้าประเทศถึง 146.2 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2545) โดยมีประเทศญี่ปุ่น มาเลเซีย ออสเตรเลีย และสหราชอาณาจักร เป็นตลาดที่สำคัญ

มะม่วงอบแห้ง (dehydrated mango) หมายถึงมะม่วงที่นำมาผ่านกรรมวิธีตามความเหมาะสม แล้วนำมาลดความชื้นตามต้องการ โดยกรรมวิธีธรรมชาติหรือใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม โดยจะมีการปรุงแต่งรสหวานด้วยน้ำตาลหรือไม่ก็ได้ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2532)

การที่ประเทศไทยยังมีปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะม่วงแก้วค่อนข้างต่ำ สาเหตุหนึ่ง

เนื่องมาจากมะม่วงแก้วที่นำมาใช้มีความหลากหลายสูง ยังไม่ได้คัดเลือกให้เหมาะสมอย่างเจาะจงเพื่อการแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไข จึงได้ศึกษาต่อเนื่องจากงานของ ธวัชชัย และคณะ (2544) ในการคัดเลือกมะม่วงแก้วสายต้นดีที่มีคุณลักษณะเหมาะสมต่อการนำมาทำผลิตภัณฑ์อบแห้งเพื่อการส่งออก เพื่อสนับสนุนผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มีคุณภาพดี และเพิ่มขีดความสามารถของโรงงานในการแข่งขันกับตลาดต่างประเทศได้สูงขึ้น และคาดหวังว่าจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับมะม่วงสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินสายต้นมะม่วงแก้วที่มีคุณลักษณะเหมาะสมต่อการแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้ง

## อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้มะม่วงแก้วสายต้นคัดของเกษตรกร 4 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ที่อยู่ระหว่างการปรับปรุงพันธุ์ของธวัชชัย และคณะ (2544) จำนวน 5 สายต้น ได้แก่ MCC15 (ลำพูน) MCC65 (น่าน) MCC75 (เชียงใหม่) MCC87 (น่าน) และแก้วศรีสะเกษ หรือ ศก 007 (ลำปาง) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ให้แต่ละสายต้นเป็นวิธีการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ เก็บตัวอย่างผลผลิตโดยสุ่มเก็บผลให้กระจายทั่วทั้งต้น บันทึกข้อมูล นำผลที่ได้ทั้งหมดมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักสดต่อผล ตรวจแยกผลในน้ำ เพื่อหาความสม่ำเสมอในการสุกแก่ สุ่มผลแก่จัดจำนวน 5 ผล ไปวัดความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ.) นำผลที่แก่จัดและผลสุกมาวัดและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ แล้วนำผลแก่จัดที่ได้มาแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้งตามวิธีของ ธีร์วัลย์ และอังคณา (2543) และทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้อบแห้ง (มอก. 919-2532) ได้แก่ วัดเปอร์เซ็นต์ความชื้น หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาประเมินผลด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี hedonic scale ใช้ผู้ประเมินหรือผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกอบรม 15 คน นำ

ข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของวิธีการทดลองด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ส่วนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของมะม่วงอบแห้ง วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของวิธีการทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS V.10 ในการวิเคราะห์ ทำการศึกษา ณ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.ลำปาง และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดำเนินการระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2545 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2546

## ผลและวิจารณ์

**น้ำหนักผลแก่จัด** มะม่วงแก้วทั้ง 5 สายต้น เป็นสายต้นที่ได้รับการประเมินในเบื้องต้นมาก่อนแล้วว่า มีคุณสมบัติ (ธวัชชัย และคณะ, 2544) มีน้ำหนักผล อยู่ในช่วง 164.5-271.4 กรัม ความแปรปรวนของน้ำหนักผลนี้พบทั้งบนต้นเดียวกันและระหว่างสายต้น มะม่วงแก้วสามารถแบ่งกลุ่มตามขนาดผลได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสายต้นที่มีผลขนาด 3-4 ผล/กก. (251-333 กรัม/ผล) คือ ศก 007 กลุ่มผลขนาด 4-6 ผล/กก. (167-250 กรัม/ผล) คือ MCC87 MCC75 และ MCC65 กลุ่มผลขนาด 7-8 ผล/กก. (น้อยกว่า 167 กรัม/ผล) คือ MCC15 แต่มะม่วงแก้วทั้ง 5 สายต้น มีอายุของต้น สภาพแวดล้อม และการจัดการแตกต่างกัน จึงไม่สามารถนำน้ำหนักผลมาเปรียบเทียบกันได้โดยตรง (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตามถือว่ามะม่วงแก้วมีน้ำหนักผลปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักผลของมะม่วงอุตสาหกรรมพันธุ์อื่น เช่น สามปี 106.3-134.2 กรัม/ผล (อินันท์ และคณะ, 2547) ตลับนาถ 340-380 กรัม/ผล และ มรกต 200-250 กรัม/ผล (สัมฤทธิ์ และคณะ, 2531)

**Table 1** Fruit weight, uniformity of peel color, fruit firmness, total soluble solids (TSS) and pH of 5 fully mature Kaew mango clones from the growers' orchard in the Upper North.

Clone No.	Fruit weight (g)	Uniformity of peel color (%)	Fruit firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	SS (°Brix)	pH
MCC15	164.5±15.2	73.8±4.74	12.1±1.84	10.7±0.57	3.47±0.09
MCC65	194.0±34.3	85.0±5.50	11.3±1.06	9.75±1.51	3.40±0.12
MCC75	189.3±28.3	90.0±0.00	14.0±1.46	8.72±0.80	3.54±0.10
MCC87	216.1±24.1	65.0±5.30	15.8±1.98	10.0±0.48	3.62±0.21
SK007	271.4±20.8	90.0±0.00	15.0±1.43	8.48±0.38	3.22±0.06

Remarks: Numbers are means ± standard deviation

**ความสม่ำเสมอสีผิวผลแก่จัด** พบว่า มะม่วงแก้วทั้ง 5 สายต้น มีค่าร้อยละความสม่ำเสมอสีผิวผลอยู่ในช่วง 65.0-90.0 มะม่วงแก้วกลุ่มสายต้นที่มีสีผิวผลสวยและสม่ำเสมอดี (สีเขียวเข้ม นวล สม่ำเสมอ ไม่ต่าง) คือ MCC65 MCC75 และ ศก 007 มีค่าร้อยละความสม่ำเสมอสีผิว 85, 90 และ 90 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนสายต้น MCC87 มีความสม่ำเสมอของสีผิวผลค่อนข้างน้อย ร้อยละ 65.0 เนื่องจากผิวผลมีสีเขียวอ่อนและ ผิวขรุขระ เมื่อแก่จัดมะม่วงแก้วมีผิวผลเป็นสีเขียวปนเหลือง เป็นคุณลักษณะที่ต้องการในอุตสาหกรรมแปรรูปมะม่วง (ธวัชชัย และคณะ, 2545)

**ความแน่นเนื้อผลแก่จัด** พบว่า มะม่วงแก้วผลแก่จัดทั้ง 5 สายต้น มีค่าความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 11.3-15.8 กก./ตร.ซม. (ตารางที่ 1) กลุ่มสายต้นที่มีค่าความแน่นเนื้อโดดเด่น คือ MCC87 ศก 007 และ MCC75 ค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้บอกถึงเนื้อที่แน่นไม่เละ ความแน่นเนื้อที่ค่อนข้างสูงเป็นคุณลักษณะที่ต้องการยิ่งของอุตสาหกรรมแปรรูป และถือเป็นลักษณะเด่นของมะม่วงแก้วที่สามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนี้ไปสู่ต้นลูกได้สูง (รุ่งทิพย์ และคณะ, 2546) เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงอุตสาหกรรมพันธุ์อื่น ๆ เช่น สามปี มีความแน่นเนื้อเพียง 6.52-8.19 กก./ตร.ซม. (อภิรักษ์ และคณะ, 2547)

**ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้** (total soluble solids: TSS) พบว่า มะม่วงผลแก่จัดทั้ง 5 สายต้น มีค่า TSS อยู่ในช่วง 8.48-10.7 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 1) สายต้น

ที่มีค่า TSS ที่ค่อนข้างสูงคือ MCC15 และ MCC87 ค่า TSS บ่งชี้ถึงปริมาณน้ำตาลหรือความหวานในเนื้อมะม่วง (ธวัชชัย และคณะ, 2545) มะม่วงที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปโดยทั่วไปยกเว้นมะม่วงดอง ควรจะมีค่า TSS สูง (มณฑาทิพย์ และคณะ, 2541) ปริมาณน้ำตาลที่สูงในมะม่วงผลแก่จัดเป็นคุณลักษณะที่เหมาะสมเมื่อนำไปแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้ง เนื่องจากจะได้ผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้งรสชาติที่ดี อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงสามปี ซึ่งมีค่า TSS อยู่ในช่วง 7.29-8.11 องศาบริกซ์ (อภิรักษ์ และคณะ, 2547) ถือว่ามีค่าต่ำกว่ามะม่วงแก้วทั้ง 5 สายต้นเล็กน้อย

**ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)** พบว่า มะม่วงแก้วทั้ง 5 สายต้น มีค่า pH อยู่ในช่วง 3.22-3.62 (ตารางที่ 1) ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกัน ค่านี้นับเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งที่บ่งชี้รสชาติหากเนื้อมะม่วงมีค่า pH ต่ำมะม่วงจะมีรสเปรี้ยว ในกรณีอุตสาหกรรมแปรรูปทั่วไปต้องการมะม่วงแก้วที่มีค่า pH ต่ำ (ธวัชชัย และคณะ, 2545) มะม่วงพันธุ์อุตสาหกรรม เช่น สามปี มีค่า pH ต่ำกว่า 4.5 (สัมฤทธิ์ และคณะ, 2536)

**เปอร์เซ็นต์เปลือก** พบว่า มะม่วงแก้วทั้ง 5 สายต้น มีเปอร์เซ็นต์เปลือก 12.5-14.6% สายต้นที่มีเปอร์เซ็นต์เปลือกค่อนข้างน้อยวัดได้ต่ำกว่า 14% คือ MCC87 MCC75 และ ศก 007 (ตารางที่ 2) ลักษณะของมะม่วงที่เหมาะสมสำหรับแปรรูปควรมีเปอร์เซ็นต์เปลือกต่ำ (ธวัชชัย และคณะ, 2545) มะม่วงพันธุ์อุตสาหกรรม เช่น

มรกต มีค่าเท่ากับ 23.2% สามปี มีค่าเท่ากับ 26.8% (อภิรักษ์ และคณะ, 2547) เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วถือว่า มะม่วงแก้วทั้ง 5 สายต้น มีเปอร์เซ็นต์เปลือกที่น้อยกว่า

**เปอร์เซ็นต์เนื้อ** พบว่า มะม่วงแก้ว 5 สายต้น มีเปอร์เซ็นต์เนื้อ 64.6-72.3% มะม่วงแก้วสายต้นที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อค่อนข้างน้อย วัดได้ 64.6% คือ ศก 007 (ตารางที่ 2) ส่วนสายต้นที่เหลือมีเปอร์เซ็นต์เนื้อที่ใกล้เคียงกันหรือสูงกว่า 65% มณฑาทิพย์ และคณะ (2541) ระบุว่า มะม่วงที่เหมาะสมสำหรับแปรรูปเป็นเนคต้า ควรมีเปอร์เซ็นต์เนื้ออย่างน้อย 52.7% ดังนั้นมะม่วงแก้วทั้ง 5 สายต้น จึงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ ขณะที่มะม่วงอุตสาหกรรมพันธุ์อื่น เช่น มรกต มีเนื้อ 59.8% (สัมฤทธิ์ และคณะ, 2531) สามปี มีเนื้อ 82.2% (สัมฤทธิ์ และคณะ, 2536)

**เปอร์เซ็นต์เมล็ด** ของมะม่วงแก้ว 5 สายต้น มีค่าระหว่าง 13.7-18.6% สายต้นที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดค่อนข้างน้อย วัดได้ต่ำกว่า 15.0% คือ MCC87 และ

MCC75 (ตารางที่ 2) สายต้นที่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดน้อยเป็นลักษณะที่ดี เพราะทำให้สัดส่วนของเนื้อมีมาก เหมาะสำหรับแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้ง (มณฑาทิพย์ และคณะ, 2541) ส่วนมะม่วงอุตสาหกรรมพันธุ์อื่น เช่น มรกต มีเมล็ด 17% (สัมฤทธิ์ และคณะ, 2531) สามปี มีเมล็ด 27.8% (อภิรักษ์ และคณะ, 2547)

**น้ำหนักเนื้อมะม่วงหลังอบแห้ง** เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเนื้อก่อนอบแห้ง 1,000 กรัม หลังอบแล้วมะม่วงทั้ง 5 สายต้น มีน้ำหนักเหลืออยู่ในช่วง 380-453 กรัม (ตารางที่ 3) มะม่วงอบแห้งสายต้น MCC75 มีน้ำหนักเหลือหลังอบมากที่สุด 453 กรัม รองลงมาคือ สายต้น MCC87 น้ำหนัก 401 กรัม ส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากการที่ทั้งสองสายต้นมีเปอร์เซ็นต์เนื้อค่อนข้างสูง (ตารางที่ 2) ทำให้พิจารณาได้ว่า สายต้น MCC75 มีความเหมาะสมมากที่สุดในกลุ่มสำหรับการแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้ง เนื่องจากเมื่อแปรรูปเป็นมะม่วงแห้งแล้วได้น้ำหนักเนื้อหลังอบมาก

Table 2 Percent of peel, flesh and seed of 5 Kaew mango clones.

Clone No.	Peel (% by weight)	Flesh (% by weight)	Seed (% by weight)
MCC15	14.6±0.96	67.1±2.75	17.5±1.04
MCC65	14.5±0.75	65.2±2.40	18.6±2.06
MCC75	13.1±1.02	70.4±4.34	14.9±2.07
MCC87	12.5±0.91	72.3±2.23	13.7±2.10
SK007	13.2±1.61	64.6±3.37	16.5±3.98

Remarks: Numbers are means ± standard deviation

Table 3 Remained pulp dry weight per fresh weight 1,000 grams.

Clone No.	Pulp dry weight (g.)
MCC15	380c
MCC65	387c
MCC75	453a
MCC87	401b
SK007	382c
LSD <sub>0.05</sub>	10.6
%CV	1.76

Remarks: Means within the column followed by the different letter were significant difference tested by least significant difference at P = 0.05 %

**ค่าสี** มะม่วงอบแห้งทั้ง 5 สายต้น วัดค่าสีเป็น **องศาสี** (hue) มีค่าอยู่ในช่วง 75.2-77.8 กลุ่มสายต้นที่มีค่า hue สูงโดดเด่น ได้แก่ ศก 007 MCC75 และ MCC87 ค่า hue ที่สูงแสดงว่า มีสีเหลืองออกส้ม **ความสว่างของสี** (L) พบว่า มีค่า 43.3-48.5 (ตารางที่ 4) กลุ่มสายต้นที่มีค่า L สูง หรือสีเนื้อมะม่วงอบแห้งที่สว่าง ได้แก่ ศก 007 MCC75 MCC15 และ MCC87 ซึ่งมีค่า L สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับสายต้น MCC65 **ความเข้มสี** (croma) มีค่าอยู่ในช่วง 36.0-42.9 สายต้นที่มีค่า croma สูงโดดเด่น คือ ศก 007 มีค่าเท่ากับ 42.9 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) จากสายต้น MCC87 ค่า croma สูง แสดงว่า มีสีเหลืองเข้ม สายต้นที่อบแห้งแล้วได้ผลิตภัณฑ์สีเหลืองเข้มน่ารับประทาน ได้แก่ ศก 007 และ MCC75 มะม่วงอบแห้งสายต้น ศก 007 เมื่อวัดค่าสี มีสีเหลืองทองสว่าง ส่วนสายต้น MCC75 มีสีเหลืองส้มสว่าง สาเหตุที่มะม่วงแก้ว สายต้น ศก 007 และ MCC75 เมื่ออบแห้งแล้วมีสีเหลืองน่ารับประทาน ส่วนหนึ่งเป็นเพราะสีผิวผลแก่จัด ทั้งสองสายต้นมีความสม่ำเสมอจนถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และสีผิวผลแก่จัดเป็นสีเขียวเข้ม สีเนื้อผลแก่จัด สายต้น ศก 007 เป็น สีเหลืองทองสว่าง ขณะที่สายต้น MCC75 เป็น สีเหลืองส้มสว่าง

**ความชื้นของมะม่วงอบแห้ง** เปอร์เซ็นต์ความชื้นของมะม่วงอบแห้งทั้ง 5 สายต้น พบว่า ทั้งหมดมีค่าไม่เกิน 16.1% สายต้นที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นเหลืองน้อยที่สุด 9.6% คือ ศก 007 สายต้นที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสุด 16.1% คือ MCC65 ส่วนสายต้นที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ในระดับปานกลางคือ MCC15 MCC87 และ MCC75 ซึ่งมีค่า 12.5 13.3 และ 13.7% ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 919-2532) กำหนดไว้ว่า ผลไม้อบแห้งต้องมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นไม่เกิน 18% จึงถือว่ามะม่วงอบแห้งทั้ง 5 สายต้น มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับความชื้นคือ สารที่สูญเสียไปจากอาหาร เมื่อนำอาหารไปอบ น้ำหนักที่สูญหายไปจากอาหารซึ่งเข้าใจว่าเป็นน้ำนั้นความจริงแล้วเป็นสารที่ระเหยได้ทั้งหมด (total volatile matter) ความชื้นที่เหลืออยู่มีผลโดยตรงต่อเนื้อสัมผัสของมะม่วงอบแห้ง กล่าวคือ อาจทำให้มีเนื้อสัมผัสที่เหนียว อ่อนนุ่ม หรือแข็งกระด้าง มะม่วงอบแห้งที่มีความชื้น 12.5-13.7% ถือว่ามีค่าปานกลาง ทำให้สายต้น MCC15 MCC87 และ MCC75 มีเนื้อสัมผัสของมะม่วงอบแห้งอ่อนนุ่ม แตกต่างจากมะม่วงอบแห้งสายต้น ศก 007 ซึ่งมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง

**Table 4** Color values of dehydrated fruit of 5 Kaew mango clones.

Clone No.	Color		
	hue	L	croma
MCC15	75.2b	48.0a	39.8ab
MCC65	74.3b	43.3b	40.1ab
MCC75	77.8a	48.3a	37.9ab
MCC87	75.7ab	47.7a	36.0b
SK007	77.7a	48.5a	42.9a
LSD <sub>0.05</sub>	2.46	2.50	6.88
%CV	2.14	3.52	11.6

Remarks: Means within the column followed by the different letter were significant difference tested by least significant difference at  $P = 0.05$  %

Table 5 Percent moisture content of dehydrated fruit of 5 Kaew mango clones.

Clone No.	Moisture content (%)
MCC15	12.5 c
MCC65	16.1 a
MCC75	13.7 b
MCC87	13.3 bc
SK007	9.6 d
LSD <sub>0.05</sub>	1.15
%CV	5.85

Remarks: Means within the column followed by the different letter were significant difference tested by least significant difference at P = 0.05 %

### การประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

**สี** การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของมะม่วงอบแห้ง 5 สายต้น พบว่า ผู้ประเมินมีความชอบในเรื่องสีแตกต่างกัน สายต้น MCC75 ได้รับคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด 7.53 คะแนน ซึ่งเป็นระดับความชอบปานกลาง แต่สูงกว่ามะม่วงแก้วที่เหลืออีก 4 สายต้นอย่างมีนัยสำคัญ ที่มีค่า 5.15-5.52 คะแนน (ตารางที่ 6) ซึ่งเป็นความชอบระดับเฉย ๆ ในมะม่วงอบแห้งสีของผลิตภัณฑ์จะต้องเป็นสีเหลืองเข้มนำรับประทาน และเป็นสิ่งดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับค่าสีเนื้อขณะที่ผลแก่จัด และสายต้น MCC75 มีสีมะม่วงอบแห้งเป็นสีเหลืองส้มสว่าง

**กลิ่น** ของมะม่วงอบแห้ง 5 สายต้น พบว่า มะม่วงอบแห้งได้รับคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 5.35-6.77 คะแนน สายต้น MCC75 ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด (มีกลิ่นหอมนำรับประทาน) คือ 6.77 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ส่วนมะม่วงแก้วอบแห้งอีก 4 สายต้น ผู้ประเมินชอบกลิ่นในระดับเฉย ๆ ชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 6) กลิ่นของมะม่วงแก้วอบแห้งเป็นกลิ่นที่ให้ความรู้สึกในขณะรับประทานซึ่งไม่สามารถปรุงแต่งได้

**รสชาติ** ของมะม่วงอบแห้ง พบว่า ผู้ประเมินให้คะแนนความชอบในด้านรสชาติของมะม่วงอบแห้ง ในช่วง 5.15-7.20 คะแนน สายต้น MCC75 ได้รับคะแนนมากที่สุด 7.20 คะแนน มีความหมายว่า ชอบปานกลาง-ชอบมาก ซึ่งสูงกว่าสายต้นอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) (ตารางที่ 6) มะม่วงอบแห้ง สายต้น MCC75 มีรสหวานอมเปรี้ยว ส่วน 4 สายต้น ที่เหลือมีรสชาติค่อนข้างไปทางเปรี้ยวนำหวาน

**เนื้อสัมผัส** ของมะม่วงอบแห้ง พบว่า มะม่วงอบแห้งได้รับคะแนนอยู่ในช่วง 5.38-7.12 คะแนน โดยที่สายต้น MCC75 ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุด 7.12 คะแนน มีความหมายว่า ชอบปานกลาง-ชอบมาก แสดงถึงเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่ม ไม่เหนียวหรือแข็งกระด้างจนเกินไป (ตารางที่ 6) การยอมรับรวมของการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส ทั้งด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส มีคะแนนความชอบ 5.95-7.50 คะแนน มะม่วงแก้วอบแห้งสายต้น MCC75 ได้รับคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด 7.50 คะแนน (ตารางที่ 6) มีความหมายว่า ชอบปานกลาง-ชอบมาก แต่มีค่าสูงกว่าอีก 4 สายต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

Table 6 Sensory evaluation of dehydrated fruit of 5 Kaew mango clones.

Clone No.	Scores				
	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
MCC15	5.17c	5.35b	5.15c	5.38c	6.18b
MCC65	5.50b	5.37b	5.40bc	6.10b	6.33b
MCC75	7.53a	6.77a	7.20a	7.12a	7.50a
MCC87	5.52b	5.43b	5.57b	5.95b	6.18b
SK007	5.15c	5.37b	5.42bc	5.50c	5.95b
Mean	5.77	5.66	5.74	6.01	6.43
F(panelists)	1.51	0.85	0.65	2.46	0.87
F(treatments)	79.8	24.3	40.7	28.5	17.9

9=Like extremely 8=Like very much 7=Like moderately 6=Like slightly 5=Neither like nor dislike

4= Dislike slightly 3= Dislike moderately 2= Dislike very much 1= Dislike extremely

Remarks: Means within the column followed by the different letter were significant difference tested by Duncan's multiple range test at P = 0.05 %

## สรุป

ในการคัดเลือกมะม่วงแก้วสายต้นคัดที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้ง ได้ใช้คุณลักษณะหลายประการประกอบการตัดสินใจ ทั้งลักษณะทั่วไปของผลขณะแก่จัดและผลสุก และคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปแล้ว จากการประเมินมะม่วงแก้วทั้งสิ้น 5 สายต้นใน 4 จังหวัดภาคเหนือตอนบน พบว่า MCC75 เป็นสายต้นที่สามารถแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้งได้ดีกว่าสายต้นอื่น ด้วยเหตุผลที่มีขนาดผลปานกลาง (4-5 ผล/กก.) หรือมี น้ำหนัก 189.3±28.3 กรัม/ผล ผิวผลมีความสม่ำเสมอสูงโดยเฉพาะในผลแก่จัด วัดได้ร้อยละ 90 ความแน่นเนื้อสูง วัดได้ 14.0±1.46 กก./ตร.ซม. ผิวผลเป็นสีเขียวเข้มขณะ แก่จัดและสีเหลืองเข้มขณะสุก เนื้อสีเหลืองนวลเมื่อแก่จัดและสีเหลืองส้มเมื่อสุก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลแก่จัดวัดได้ 8.72±0.80 องศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์เปลือกน้อย วัดได้ร้อยละ 13.1±1.02 โดยน้ำหนัก มีเนื้อมาก วัดได้ร้อยละ 70.4±4.34 โดยน้ำหนัก เมล็ดขนาดเล็ก เปอร์เซ็นต์เมล็ดน้อย วัดได้ร้อยละ 14.9±2.07 โดยน้ำหนัก

หลังเป็นผลิตภัณฑ์แล้วมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ในระดับปานกลาง วัดได้ร้อยละ 13.7 น้ำหนักเนื้อเหลืองหลังการอบแห้งสูง วัดได้ 453 กรัม จากเนื้อก่อนอบ 1,000 กรัม เนื้อสีเหลืองเข้ม กลิ่นหอม รสชาติดี เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม ไม่เหนียวหรือแข็งกระด้างเกินไป ผู้ประเมินได้ให้คะแนนความชอบด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมมากที่สุด ดังนั้นจึงน่าจะส่งเสริมให้มีการปลูกมะม่วงแก้วสายต้น MCC75 เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้งต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- กรมศุลกากร. 2545. รายงานตามกลุ่มสินค้าพิเศษ : มะม่วง ข้อมูลประจำช่วงวันที่ 01/01/2002 ถึง 12/31/2002 [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล [http://www.nfi.or.th/import\\_export/](http://www.nfi.or.th/import_export/) (27 ตุลาคม 2546).
- ธวัชชัย รัตนขเลศ, พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2544. รายงานความก้าวหน้างานวิจัย

- ครั้งที่ 3. โครงการ การคัดเลือก การพัฒนา และ การขยายพันธุ์มะม่วงแก้วสำหรับที่ดอนอาศัยน้ำฝน. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 88 หน้า.
- ธวัชชัย รัตน์ชเลศ, พงุภย์ ยิบมันตะสิริ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2545. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ฉบับที่ 1. โครงการ การคัดเลือก การพัฒนา และการขยายพันธุ์มะม่วงแก้วสำหรับที่ดอนอาศัยน้ำฝน. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 78 หน้า.
- ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน และ อังคณา เขวงภูษิต. 2543. เอกสารประกอบการฝึกงานนักศึกษา สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ลำปาง. 33 หน้า.
- มณฑาทิพย์ ยูนฉลาด, ฉลองชัย แบบประเสริฐ, กาญจนารัตน์ ทวีสุข, ชิดชม อีรวงะ และ ระจิตร์ จุฑากรณ์. 2541. การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมะม่วงพร้อมดื่มพันธุ์ลูกผสมบรรจกระป๋อง. อาหาร 28(3): 179-189.
- รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์, ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และ พงุภย์ ยิบมันตะสิริ. 2546. การประเมินอัตราซ้ำของลักษณะเศรษฐกิจในมะม่วงแก้ว. ว. วิทย. กษ. 34(1-3 พิเศษ): 145-148.
- สัมฤทธิ์ เพื่อองจันทร์, ฉลองชัย แบบประเสริฐ, โสฬสจินดาประเสริฐ, ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์, อำนวย คำดี, สมเกียรติ จันทระจ่าง, แววจักร กองพลพรหม, ประเสริฐ อนุพันธ์, ไสว สุหรั่ง และ วิจิตร วังใน. 2531. “มะม่วงพันธุ์ออนซอน, มรกต และพญาก่อม” การปรับปรุงพันธุ์มะม่วงเพื่อการค้าและอุตสาหกรรม. ว. วิทย. กษ. 21(6): 415-425.
- สัมฤทธิ์ เพื่อองจันทร์, ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์ และ โสฬสจินดาประเสริฐ. 2536. การคัดเลือกพันธุ์มะม่วงเพื่อใช้เป็นพันธุ์รับประทานผลสด พันธุ์แปรรูปและต้นตอ. เกษตร 21(3-4): 131-140.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2532. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้แห้ง มอก. 919-2532. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 13 หน้า.
- สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6. 2545. ข้อมูลมะม่วงแก้วทั่วประเทศในปี 2545. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล <http://ndoe.doae.go.th> (27 ตุลาคม 2546).
- อภินันท์ เมฆบังวัน, สันติ ช่างเจรจา และ ชิติ ศรีตันทิพย์. 2547. การพัฒนาคุณภาพของผลมะม่วงสามปีโดยใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง, ลำปาง. 65 หน้า.

---

# การคัดเลือกสายต้นฝรั่งลูกผสมชั่วที่หนึ่งเพื่อการแปรรูป

## Clonal Selection of Guava F1 Hybrid for Processing

ปานจิตต์ พัวพันธ์รักษกุล<sup>1/</sup> และ สุรินทร์ นิลสำราญจิต<sup>1/</sup>  
*Panjit Phuaphanraksakun<sup>1/</sup> and Surin Nilsamranchit<sup>1/</sup>*

**Abstract:** The study on varietal improvement of guava F1 hybrid was conducted by cross breeding which produced 13 hybrids, namely ACA, AKS, AWT, BAF, BBK, BCA, BKS, BWT, CAF, CBK, CBM, CKS and CWT. The hybrids were grown at 1,200 m above mean sea level, in order to evaluate the fruit quality among clones. The results revealed that the guava hybrids BBK, BCA and BKS from 'Boumont' guava as the mother plant expressed higher number of flowers and fruits when compared to those from 'California' and 'Africa' as the mother plant. From an evaluation of fruit quality, 29 lines followed our specified criteria. They were then multiplied by stem cutting method and grown for selection of processing hybrid. The suitable clone was considered according to physical and chemical quality of the fruit. The comparative study on fruit features showed that the guava hybrid BKS No.19 and No.13 gave considerably high yield per tree as well as large fruit size. Fruit weights were 297.0 and 356.4 g, and vitamin C contents of pink flesh were 524.6 and 465.4 mg per 100 g, respectively. The level of pectin content was suitable for guava juice processing. The guava hybrid CBM No.23 provided large fruit size, 293.7 g fruit weight, 350.8 mg vitamin C per 100 g and high pectin content, thereby suitable for jam or jelly products.

**Keywords:** guava, breeding, processing, morphology

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

**บทคัดย่อ:** การศึกษาฝรั่งลูกผสมชั่วที่หนึ่งที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีผสมข้าม จำนวน 13 ลูกผสม คือ ลูกผสม ACA AKS AWT BAF BBK BCA BKS BWT CAF CBK CBM CKS และ CWT ปลูกทดสอบพันธุ์ เพื่อประเมินคุณภาพระหว่างสายต้นที่ระดับความสูง 1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล พบว่า ลูกผสม BBK BCA และ BKS ที่ได้มาจากการใช้พันธุ์โบบองท์เป็นต้นแม่พันธุ์ มีการออกดอกและติดผลมากกว่าพันธุ์ที่ใช้พันธุ์แคลิฟอร์เนียและพันธุ์อัฟริกาเป็นต้นแม่พันธุ์ จากการประเมินคุณภาพผลระหว่างต้นของฝรั่งลูกผสมที่ได้มาจากการเพาะเมล็ด มีต้นที่มีลักษณะตรงตามความต้องการจำนวน 29 ต้น เมื่อนำมาขยายพันธุ์โดยวิธีข้างกิ่งและปลูกทดสอบพันธุ์ เพื่อคัดเลือกลูกผสมที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปจากลักษณะภายนอกและคุณภาพทางเคมีภายในผล พบว่า ลูกผสม BKS ต้นที่ 19 และ 13 ให้ผลผลิตต่อต้นมาก ผลมีขนาดใหญ่ น้ำหนักผล 297.0 และ 356.4 กรัมตามลำดับ เนื้อสีชมพู มีปริมาณวิตามินซีสูงเท่ากับ 524.6 และ 465.4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ มีปริมาณเพคตินไม่มากนักเหมาะสำหรับการแปรรูปเป็นน้ำฝรั่ง ส่วนลูกผสม CBM ต้นที่ 23 เป็นพันธุ์ที่มีผลขนาดใหญ่ น้ำหนักผล 293.7 กรัม ปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 350.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และมีปริมาณเพคตินมากเหมาะสมกับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทแยมหรือเยลลี่

**คำสำคัญ:** ฝรั่ง ปรับปรุงพันธุ์ การแปรรูป สถาบันวิทยา

## คำนำ

ฝรั่ง (guava) จัดอยู่ในสกุล *Psidium* เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดในวงศ์ Myrtaceae (ไพโรจน์, 2541) นอกจากการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับบริโภคผลสดแล้วยังสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จึงมีศักยภาพการผลิตและการขยายตลาดได้กว้างขวางมากขึ้นโดยเฉพาะในตลาดต่างประเทศ พันธุ์ฝรั่งที่ปลูกในประเทศไทยมีอยู่หลายพันธุ์ทั้งพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับบริโภคผลสดและสำหรับแปรรูป โดยพันธุ์ที่มีอยู่ได้ถูกนำเข้ามาจากต่างประเทศและมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป (จารุพันธ์ และคณะ, 2542) สำหรับพันธุ์ฝรั่งที่ใช้สำหรับคั้นน้ำหรือแปรรูปได้นั้นยังมีไม่มากนักในบ้านเรา ซึ่งพันธุ์ที่เหมาะสมควรมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีเจริญเติบโตเร็ว ออกดอกติดผลดก ให้ผลผลิตสูง ขนาดผลใหญ่ เนื้อผลสีแดงหรือสีชมพู นอกจากนั้นยังควรมีคุณค่าทางอาหารสูง ปริมาณวิตามินซีสูง ปริมาณน้ำตาลและกรดสูง (Menzel, 1985) ซึ่งฝรั่งเพื่อการแปรรูปที่ปลูกในบ้านเราจำเป็นต้องมีการ นำเข้าพันธุ์จากต่างประเทศ จึงมีลักษณะบางประการไม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคและปรับตัวเข้ากับสภาพ ภูมิอากาศได้ไม่ดีนัก

พันธุ์ที่ปลูกจึงมีผลขนาดเล็ก คุณภาพของผลและกลิ่นยังไม่เป็นที่พอใจของผู้บริโภค (จารุพันธ์ และคณะ, 2543) การพัฒนาพันธุ์ฝรั่งเพื่อการแปรรูปในครั้งนี้จึงได้ดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ฝรั่งให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการและมีความเหมาะสมกับการผลิตในประเทศด้วยวิธีการผสมเกสรข้ามระหว่างพันธุ์ที่ได้รวบรวมไว้จากพันธุ์ที่ใช้สำหรับบริโภคผลสดและพันธุ์สำหรับแปรรูป เพื่อคัดเลือกต้นที่มีลักษณะตามความต้องการมาปลูกทดสอบศึกษาความคงตัวของสายต้นที่มีความเหมาะสมสำหรับการผลิตและแปรรูปต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

ต้นฝรั่งลูกผสมจำนวน 13 ลูกผสม ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมข้าม

ลูกผสม ACA ระหว่างพันธุ์อัฟริกา x พันธุ์แคลิฟอร์เนีย  
ลูกผสม AKS ระหว่างพันธุ์อัฟริกา x พันธุ์กลมสาลี  
ลูกผสม AWT ระหว่างพันธุ์อัฟริกา x พันธุ์ขาวได้หัว  
ลูกผสม BAF ระหว่างพันธุ์โบบองท์ x พันธุ์อัฟริกา  
ลูกผสม BBK ระหว่างพันธุ์โบบองท์ x พันธุ์แดงบางกอก  
ลูกผสม BCA ระหว่างพันธุ์โบบองท์ x พันธุ์แคลิฟอร์เนีย

ลูกผสม BKS ระหว่างพันธุ์โบมองท์ x พันธุ์กลมสาดี  
ลูกผสม BWT ระหว่างพันธุ์โบมองท์ x พันธุ์ขาวไต้หวัน  
ลูกผสม CAF ระหว่างพันธุ์แคลิฟอร์เนีย x พันธุ์อัฟริกา  
ลูกผสม CBK ระหว่างพันธุ์แคลิฟอร์เนีย x พันธุ์แดง  
บางกอก

ลูกผสม CBM ระหว่างพันธุ์แคลิฟอร์เนีย x พันธุ์โบมองท์  
ลูกผสม CKS ระหว่างพันธุ์แคลิฟอร์เนีย x พันธุ์กลมสาดี  
ลูกผสม CWT ระหว่างพันธุ์แคลิฟอร์เนีย x พันธุ์ขาว  
ไต้หวัน

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาจากต้นฝรั่งที่มาจากกา  
เพาะเมล็ดอายุประมาณ 1-2 ปี ปลูกในแปลงทดสอบพันธุ์  
ระดับความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเล 1,200 เมตร  
จำนวน 13 ลูกผสมที่มีการออกดอกติดผลแล้วมาวิเคราะห์  
ข้อมูลดังนี้ จำนวนต้นที่ออกดอก จำนวนดอก จำนวนต้น  
ที่ให้ผลผลิตและปริมาณผลผลิต จากนั้นนำผลที่พัฒนา  
เต็มที่แล้วจำนวน 10 ผลต่อต้น มาศึกษาลักษณะทาง  
กายภาพและคุณภาพทางเคมีภายในผล เพื่อคัดเลือก  
สายต้นที่ให้ผลผลิตมีลักษณะตรงตามความต้องการ โดย  
พิจารณาจากน้ำหนักผล ความยาวผล เส้นผ่าศูนย์กลาง  
ผล ความแน่นเนื้อ ความหนาเนื้อ สีเนื้อ ปริมาณของแข็ง  
ที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรด ปริมาณวิตามินซี และ  
ปริมาณแพคติน

จากการวิเคราะห์ผลแล้วได้คัดเลือกต้นที่มี  
ลักษณะภายนอกและคุณภาพภายในที่น่าสนใจมา  
ขยายพันธุ์โดยวิธีการปักชำกิ่ง สำหรับปลูกทดสอบพันธุ์ที่  
หน่วยวิจัยดอยผาตั้ง หลังจากปลูกได้ประมาณ 12 เดือน  
จึงเก็บข้อมูลการ ออกดอกติดผลมาศึกษาลักษณะทาง  
กายภาพและคุณภาพทางเคมีของผล เพื่อประเมิน  
คุณภาพของผลจากต้นพันธุ์ที่ คัดเลือกไว้สำหรับการ  
นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. การศึกษาลักษณะการออกดอกติดผลของฝรั่ง ลูกผสม

การศึกษารอกดอกติดผลของฝรั่งลูกผสม  
ทั้ง 13 ลูกผสม จากจำนวนต้น 162 ต้น ที่ออกดอก  
ทั้งหมด พบว่า ต้นที่ออกดอกมากที่สุดคือ ลูกผสม  
BBK มีจำนวนดอกทั้งหมด 931 ดอก รองลงมาได้แก่  
ลูกผสม BAF BKS และ BCA มีจำนวนดอก 717, 585  
และ 408 ดอกตามลำดับ (ตารางที่ 1) จะเห็นได้ว่าต้น  
ลูกผสมที่กล่าวมาใช้พันธุ์โบมองท์เป็นต้นแม่พันธุ์ จึงมี  
การออกดอกมากกว่ากลุ่มที่ใช้พันธุ์อื่น ๆ เป็นต้นแม่พันธุ์  
โดยเฉพาะลูกผสม BBK มีการออกดอกสูงสุด คือ 28  
เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นต้นลูกผสม AKS BBK และ  
BKS สามารถออกดอกได้ทุกต้นเช่นกัน ส่วนลูกผสม  
CBK ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์แคลิฟอร์เนียกับพันธุ์  
แดงบางกอกไม่มีการออกดอกในปีแรกที่ศึกษา จาก  
การศึกษาพัฒนาการของผลที่แก่เก็บเกี่ยวได้ก่อนคือ  
ลูกผสม BBK และมีการติดผลมากที่สุดเท่ากับ 416 ผล  
จากจำนวนต้นที่ปลูกทั้งหมด รองลงมาคือลูกผสม BKS  
BAF และ BCA ตามลำดับ โดยให้ผลผลิตมากกว่า 200  
ผล และเป็นต้นพันธุ์ที่ใช้พันธุ์โบมองท์เป็นต้นแม่พันธุ์  
ทั้งหมดมีจำนวนดอกมาก จึงให้ผลผลิตมากกว่าพันธุ์ที่  
ใช้พันธุ์แคลิฟอร์เนียและพันธุ์อัฟริกาเป็นต้นแม่พันธุ์ แต่  
เมื่อเปรียบเทียบกับต้นลูกผสมที่ใช้พันธุ์แคลิฟอร์เนียเป็น  
ต้นแม่พันธุ์มีการติดผลได้ค่อนข้างสูงกว่ากลุ่มอื่น โดยมี  
ลูกผสม CWT ให้การติดผลสูงสุด คือ 82 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาจำนวนผลผลิตที่เก็บเกี่ยวในปีที่สอง  
จาก ตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า ลูกผสม BBK ให้ผลผลิต  
จำนวน 537 ผล มีการติดผลมากที่สุดเช่นเดียวกับปีที่  
หนึ่ง รองลงมาคือลูกผสม BCA และ BKS มีผลผลิต 214  
และ 126 ผลตามลำดับ ในขณะที่ลูกผสม BAF BWT และ  
AKS มีจำนวนผลผลิตลดลงจากปีที่หนึ่งมาก กลุ่มที่ใช้  
พันธุ์โบมองท์เป็นต้นแม่พันธุ์ลูกผสมจึงมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูง  
กว่ากลุ่มที่ใช้ลูกผสมแคลิฟอร์เนียและลูกผสมอัฟริกา  
ให้ผลสอดคล้องกันในการศึกษาทั้งสองปี โดยเฉพาะ  
ลูกผสม BBK ให้ผลผลิตได้ทุกต้น

Table 1 The flowering and fruit setting of guava trees after planting in the field during the first year.

Hybrid	Number of seedlings	Flowering tree (%)	Fruiting tree (%)	Number of fruits
ACA	25	24	20	7
AKS	9	100	100	114
AWT	25	20	12	5
BAF	25	84	72	264
BBK	25	100	100	416
BCA	24	87	79	217
BKS	26	100	100	347
BWT	25	68	52	141
CAF	25	56	32	61
CBK	25	0	0	0
CBM	25	32	16	22
CKS	25	12	8	4
CWT	25	28	16	24

Table 2 The fruiting of guava trees after planting in the field during the second year.

Hybrid	Number of seedlings	Fruiting tree (%)	Number of fruits
ACA	25	32	22
AKS	9	66	17
AWT	25	12	5
BAF	25	12	5
BBK	25	100	537
BCA	24	66	214
BKS	26	61	126
BWT	25	28	33
CAF	25	32	24
CBK	25	64	98
CBM	25	56	118
CKS	25	52	87
CWT	25	12	4

การประเมินคุณภาพผลของฝรั่งลูกผสม โดยพิจารณาจากลักษณะภายนอกและคุณภาพทางเคมีภายในผล รวมถึงจำนวนผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ เพื่อประกอบการคัดเลือกลูกผสมที่ปลูกทดสอบ พบว่า แต่ละลูกผสมให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ จำนวนผลผลิตต่อต้นและขนาดผล โดยลูกผสม ACA AWT และ BWT มีการติดผลน้อยและออกดอกติดผลไม่สม่ำเสมอ ซึ่ง Ray (2002) ได้ใช้ความสามารถในการออกดอกติดผลและลักษณะการให้ผลผลิตสูงเป็นหลักเกณฑ์สำคัญในการคัดเลือกพันธุ์ฝรั่ง ทั้งสามลูกผสมนี้จึงมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมสำหรับเป็นพันธุ์เพื่อแปรรูปได้ดีนัก นอกจากนี้ยังพบว่าลูกผสม BAF เป็นพันธุ์ที่ผลมีขนาดเล็ก น้ำหนักเฉลี่ย 129.8 กรัมต่อผล ซึ่งคุณสมบัติของพันธุ์ฝรั่งสำหรับคั้นน้ำควรมีผลขนาดใหญ่ด้วย (Menzel, 1985) และยังมีปริมาณวิตามินซีต่ำกว่า 300 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ถึงแม้จะให้ผลผลิตค่อนข้างมาก

ในการพัฒนาพันธุ์ครั้งนี้จึงได้คัดเลือกฝรั่งลูกผสมจากการประเมินขั้นต้นในแต่ละกลุ่มที่น่าสนใจของหน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง จำนวน 9 ลูกผสม คือ ลูกผสม AKS BBK BCA BKS CAF CBK CBM CKS และ CWT ที่มีลักษณะบางประการตามความต้องการ จึงนำผลมาประเมินคุณภาพผลระหว่างสายต้นตามหลักเกณฑ์ของ Batten (1984), Menzel (1985) และ Chapman *et al.* (1986) ที่กำหนดคุณภาพผลของพันธุ์ฝรั่งเพื่อการแปรรูปว่าควรให้ผลผลิตสูง น้ำหนักผล 198-283 กรัม เนื้อหนา สีเนื้อชมพู มีปริมาณน้ำตาล กรด และวิตามินซีมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้กำหนดหลักเกณฑ์สำหรับการคัดเลือกสายต้นในการศึกษา คือ ผลขนาดใหญ่ น้ำหนักผลมากกว่า 250 กรัม ความหนาเนื้อที่มากกว่าหนึ่งเซนติเมตร และปริมาณวิตามินซีมากกว่า 300 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม จากผลการคัดเลือกสายต้นในแต่ละกลุ่มลูกผสมจึงได้สายต้นที่มีลักษณะเหมาะสมจำนวน 29 ต้น ได้แก่ ลูกผสม AKS ต้นที่ 1, 2, 6 และ 9 ลูกผสม BBK ต้นที่ 9, 12, 13,

14, 17, 20 และ 25 ลูกผสม BCA ต้นที่ 4, 6, 11 และ 12 ลูกผสม BKS ต้นที่ 8, 13, 15, 17, 19 และ 23 ลูกผสม CAF ต้นที่ 1, 8 และ 11 ลูกผสม CBK ต้นที่ 11 ลูกผสม CBM ต้นที่ 9 และ 23 ลูกผสม CKS ต้นที่ 10 และ ลูกผสม CWT ต้นที่ 12 จึงทำการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ เพื่อนำต้นไปทดสอบความสม่ำเสมอและความคงตัวของพันธุ์ต่อไป

## 2. การทดสอบคุณภาพผลฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกพันธุ์ไว้

นำส่วนขยายพันธุ์ที่ได้จากการปักชำกิ่งของสายต้นคัดเลือกไว้ทั้งหมด 29 ต้น มาปลูกที่หน่วยวิจัยดอยผาตั้ง หลังจากปลูกกิ่งชำต้นมีการติดผลและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 21 ต้น เมื่อทดสอบความคงตัวของต้นที่คัดเลือกไว้ มีต้นฝรั่งลูกผสมที่ผ่านการประเมินทั้งหมดจำนวน 10 ต้น ได้แก่ ลูกผสม AKS ต้นที่ 9 ลูกผสม BBK ต้นที่ 14 และ 20 ลูกผสม BKS ต้นที่ 13 และ 19 ลูกผสม CAF ต้นที่ 11 ลูกผสม CBK ต้นที่ 11 ลูกผสม CBM ต้นที่ 23 ลูกผสม CKS ต้นที่ 10 และลูกผสม CWT ต้นที่ 12 จากต้นที่มีการออกดอกติดผลจนเก็บเกี่ยวผลได้นำมาศึกษาลักษณะต่างๆ ในตารางที่ 3 ลูกผสม BKS มีการติดผลมากที่สุด โดยลูกผสม BKS ต้นที่ 19 มีจำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้ทั้งหมด 54 ผล รองลงมาคือลูกผสม BKS ต้นที่ 13 มีจำนวนผลเท่ากับ 33 ผล ในขณะที่ลูกผสมอื่นๆ มีจำนวนผลตั้งแต่ 2-17 ผล เมื่อวิเคราะห์เป็นน้ำหนักผลผลิตรวมต่อต้นของลูกผสม BKS ต้นที่ 19 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 11.6 กิโลกรัมต่อต้น เป็นลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมอื่นๆ รองลงมาคือลูกผสม BKS ต้นที่ 13 และลูกผสม CKS ต้นที่ 10 มีค่าเท่ากับ 9.8 และ 5.9 กิโลกรัมต่อต้นตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักต่อผลของลูกผสม CKS ต้นที่ 10 และลูกผสม CWT ต้นที่ 12 มีค่าสูงถึง 352.7 และ 348.0 กรัม เป็นลูกผสมที่ให้ผลขนาดใหญ่ จึงเป็นลักษณะประจำพันธุ์ที่น่าสนใจในการนำไปพัฒนาพันธุ์ในอนาคต

Table 3 Yield of the selected guava hybrids.

Hybrid	No.	Number of fruits	Fruit weight / tree (kg)	Fruit weight / fruit (g)
AKS	9	14	3.8	272.1
BBK	14	2	0.4	242.0
BBK	20	14	2.8	201.9
BKS	13	33	9.8	299.8
BKS	19	54	11.6	216.4
CAF	11	15	3.8	253.2
CBK	11	3	0.8	293.3
CBM	23	9	2.6	293.7
CKS	10	17	5.9	352.4
CWT	12	10	3.4	348.0

จากการประเมินคุณภาพผลของต้นฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกไว้ (ตารางที่ 4-7) ในแต่ละต้นมีลักษณะแตกต่างกันไป พบว่าในการคัดเลือกครั้งนี้ลูกผสม AKS ต้นที่ 9 ให้ผลขนาดใหญ่ น้ำหนักต่อผล 272.1 กรัม สีเนื้อชมพูเข้ม จำนวนเมล็ดต่อผลน้อย ในขณะที่ลูกผสม BBK ต้นที่ 14 และ 20 มีขนาดผลค่อนข้างเล็กถึงปานกลาง น้ำหนักผลน้อยกว่า 250 กรัมต่อผลและไม่อยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ ส่วนลูกผสม BKS ต้นที่ 13 มีผลขนาดใหญ่ น้ำหนัก 356.4 กรัมต่อผล และลูกผสม BKS ต้นที่ 19 มีขนาดผลค่อนข้างใหญ่เช่นกันแต่เนื้อบางกว่า โดยลูกผสม BKS ต้นที่ 13 และ 19 มีปริมาณวิตามินซีสูง

กว่าลูกผสมอื่นๆ มีค่าเท่ากับ 465.4 และ 524.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ จากการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีของผลมีค่าตั้งแต่ 255.6-524.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม จึงมีความแปรปรวนในระหว่างต้นจำเป็นต้องมีการคัดเลือกพันธุ์ที่ดีไว้สำหรับคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์แปรรูป เช่นที่ Menzel (1985) และ Webber (1944) ได้กล่าวไว้ว่าปริมาณวิตามินซีในผลฝรั่งมีค่าตั้งแต่ 10-2,000 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณวิตามินซีที่วิเคราะห์ได้ในพันธุ์ฝรั่งลูกผสมนี้ จึงจัดอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

**Table 4** The morphological characteristics of selected guava hybrids fruit.

Hybrid	No.	Fruit weight (g)	Peel weight (g)	Seed weight (g)	Fruit volume (cm <sup>2</sup> )	Fruit diameter (cm)	Fruit length (cm)	Diameter/length of fruit
AKS	9	306.2 bc	35.0 ab	7.0 c	216.4 e	8.1 bcde	8.0 bc	1.0 d
BBK	14	242.0 de	38.0 ab	8.0 c	250.2 cde	7.4 de	7.2 de	1.0 cd
BBK	20	213.8 e	30.8 b	11.0 c	223.9 de	7.2 e	6.7 e	1.0 cd
BKS	13	356.4 ab	43.2 ab	19.8 b	361.8 ab	8.7 ab	7.8 bcd	1.1 bc
BKS	19	297.0 cd	30.8 b	14.8 bc	200.9 e	7.8 cde	7.9 bcd	1.0 d
CAF	11	281.4 cd	44.7 ab	13.0 bc	258.9 bcde	7.8 cde	7.2 cde	1.0 cd
CBK	11	293.3 cd	36.0 ab	9.0 c	337.6 abc	8.6 abc	7.0 e	1.2 a
CBM	23	293.7 cd	46.8 a	27.2 a	324.1 abcd	8.3 bcd	8.2 b	1.0 d
CKS	10	406.6 a	49.8 a	30.8 a	426.8 a	9.3 a	7.9 bcd	1.1 ab
CWT	12	311.6 bc	47.0 a	28.0 a	333.0 abc	8.4 bcd	9.4 a	0.8 e

Different letters within a column indicate a significant difference (P=0.05) by Duncan's multiple range test.

**Table 5** Internal characteristics of selected guava hybrids fruit.

Hybrid	No.	Fruit firmness (kg)	Flesh thickness (cm)	Seed cavity (cm)	Number of seeds	Peel color	Flesh color
AKS	9	1.1 ab	1.2 b	4.7 c	230.0 d	greenish yellow	deep pink
BBK	14	1.1 ab	1.1 bc	5.2 bc	494.0 bc	yellow	moderate pink
BBK	20	1.2 ab	0.9 cd	5.5 bc	627.4 a	yellow	strong pink
BKS	13	0.9 b	1.1 bc	6.4 a	614.0 ab	yellowish green	moderate pink
BKS	19	0.8 b	0.8 d	5.5 bc	501.2 abc	yellowish green	strong pink
CAF	11	1.0 b	1.2 b	5.3 bc	474.0 c	yellowish green	dark pink
CBK	11	1.3 ab	1.7 a	5.0 bc	290.6 d	dark green	deep pink
CBM	23	1.4 ab	1.2 b	5.8 ab	555.4 abc	yellowish green	moderate pink
CKS	10	1.7 a	1.3 b	6.6 a	623.2 a	green	moderate pink
CWT	12	1.4 ab	1.3 b	5.2 bc	561.0 abc	green	moderate pink

Different letters within a column indicate a significant difference (P=0.05) by Duncan's multiple range test,

สำหรับต้นลูกผสมที่ใช้ต้นแม่พันธุ์แคลิฟอร์เนีย โดยเฉพาะลูกผสม CKS ต้นที่ 10 มีผลขนาดใหญ่ที่สุด มีน้ำหนักผลมากถึง 406.6 กรัม รูปร่างผลกลมแป้น เนื้อหนา และลูกผสม CWT ต้นที่ 12 มีผลขนาดใหญ่เช่นกัน แต่รูปร่างผลค่อนข้างยาว ลูกผสม CBK ต้นที่ 11 มีขนาดผลค่อนข้างใหญ่ รูปร่างผลกลมแป้น เนื้อหนา สีเนื้อชมพูแดง และมีจำนวนเมล็ดต่อผลน้อย ในขณะที่ลูกผสม CBM ต้นที่ 23 มีขนาดผลใหญ่และมีปริมาณpektinมาก จึงแสดงให้เห็นว่าลักษณะภายนอกของผลในแต่ละลูกผสมนั้นมีความแตกต่างกันไป อาจนำมาใช้ในการจำแนกพันธุ์ได้ จึงได้ทำการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของลูกผสมสายพันธุ์คัดในครั้งนี้ โดยสามารถใช้รูปร่างผลในการจำแนกลูกผสม CWT ต้นที่ 12 ซึ่งมีผลรูปร่างยาวออกจากลูกผสมอื่นๆที่มีผลรูปร่างกลมได้ หรือสีเปลือกผลในลูกผสม CBK ต้นที่ 11 ลูกผสม CKS ต้นที่ 10 และลูกผสม CWT ต้นที่ 12 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวชัดเจนในระยะผลสุกเต็มที่ โดยมีเปลือกสีเขียวถึงสีเขียวเข้มแตกต่างจากลูกผสมอื่น ๆ เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณpektinของผลฝรั่งลูกผสม แสดงความแตกต่างระหว่างสายต้นที่ได้คัดเลือกไว้ด้วย จะเห็นได้ว่าลูกผสม CBM ต้นที่ 23 จัดเป็นลูกผสมที่มีปริมาณpektinมากที่สุด ส่วนลูกผสม BKS ต้นที่ 13 และ 19 มีปริมาณpektinค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะลูกผสม BKS ต้นที่ 19 มีปริมาณpektinน้อยที่สุด

เมื่อนำคุณภาพผลของสายต้นที่คัดเลือกไว้จำนวน 10 ต้น มาประเมินจากลักษณะต่าง ๆ จึงมีข้อดีแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์โดยทุกลูกผสมที่คัดเลือกมานั้นมีคุณสมบัติอยู่

ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้หลายประการ เช่น การนำไปใช้สำหรับการแปรรูปนั้น ลูกผสม BKS ต้นที่ 13 และ 19 เป็นลูกผสมที่มีความเหมาะสมกับการนำไปแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ได้ดี เนื่องจากให้ผลผลิตต่อต้นมาก ผลมีขนาดใหญ่ ปริมาณวิตามินซีมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อพิจารณาจากหลักเกณฑ์ของพันธุ์ฝรั่งสำหรับทำผลิตภัณฑ์แยมและเยลลี่ที่ควรมีปริมาณpektinในผลมาก เนื่องจากpektinเป็นสารที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างกว้างขวาง (Pilgrim *et al.*, 1991) เพื่อเพิ่มความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์แยมหรือเยลลี่ จึงแนะนำลูกผสม CBM ต้นที่ 23 ที่มีปริมาณpektinมากกว่าลูกผสมอื่นๆ จึงมีความเหมาะสมสำหรับนำไปปลูกเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อไป (ภาพที่ 1)

ส่วนลูกผสม CKS ต้นที่ 10 และลูกผสม CWT ต้นที่ 12 เป็นต้นที่มีผลขนาดใหญ่ ความหนาเนื้อและความแน่นเนื้อค่อนข้างมาก เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นพันธุ์บริโภคผลสดต่อไป สำหรับลูกผสม AKS ต้นที่ 9 และลูกผสม CBK ต้นที่ 11 ที่มีจำนวนเมล็ดน้อยกว่าลูกผสมอื่น ซึ่งเป็นลักษณะที่น่าสนใจสามารถให้ปริมาณเนื้อได้มาก ส่วนลูกผสม CBK ต้นที่ 11 มีผลขนาดใหญ่ เนื้อหนา เนื้อผลมีสีชมพูเข้ม แต่ผลผลิตต่อต้นน้อย จากลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้จึงอาจมีการนำไปเป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาพันธุ์ในช่วงที่สองต่อไป ความแปรปรวนของลักษณะต่าง ๆ ที่พบในพันธุ์ลูกผสมที่คัดเลือกมาทั้ง 10 ต้นนี้ มีหลายลักษณะที่มีศักยภาพดีกว่าพันธุ์แปรรูปที่มีการผลิตเป็นการค้าในปัจจุบัน จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการรวบรวมไว้เป็นลักษณะพันธุ์กรรมของฝรั่งต่อไป

Table 6 Chemical quality of selected guava hybrids fruit.

Hybrid	No.	Total soluble solids	Titrateable acid	TSS/TA	Vitamin C
		(° brix)	(%)		(mg / 100 g)
AKS	9	6.8 bcd	0.36 a	19.8 b	297.7 c
BBK	14	7.1 bcd	0.28 ab	28.0 ab	255.6 c
BBK	20	7.4 abc	0.27 ab	32.1 ab	263.1 c
BKS	13	5.9 de	0.29 ab	21.7 b	465.4 ab
BKS	19	5.4 e	0.26 ab	20.9 b	524.6 a
CAF	11	8.5 a	0.24 b	37.5 a	261.6 c
CBK	11	8.1 ab	0.27 ab	31.4 ab	380.9 abc
CBM	23	6.7 cd	0.28 ab	26.3 ab	350.8 bc
CKS	10	6.4 cde	0.23 b	32.3 ab	279.7 c
CWT	12	8.3 a	0.24 b	39.8 a	300.6 c

Different letters within a column indicate a significant difference (P=0.05) by Duncan's multiple range test.

Table 7 Pectin contents of selected guava hybrids fruit by three extracted means.

Hybrid	No.	Extraction ( g GA / g )		
		Water	Ammonium oxalate	Sodium hydroxide
AKS	9	0.29 abc	0.20 bc	1.07 a
BBK	14	0.31 ab	0.22 bc	0.68 abcd
BBK	20	0.17 bcd	0.16 bc	0.82 abc
BKS	13	0.15 bcd	0.24 abc	0.43 cd
BKS	19	0.10 d	0.13 c	0.32 d
CAF	11	0.22 abcd	0.17 bc	0.85 abc
CBK	11	0.19 bcd	0.22 bc	0.57 bcd
CBM	23	0.35 a	0.25 ab	1.08 a
CKS	10	0.15 bcd	0.15 bc	0.95 ab
CWT	12	0.14 cd	0.29 a	0.84 abc

Different letters within a column indicate a significant difference (P=0.05) by Duncan's multiple range test.



Figure 1 Hand pollination and clonal selection of guava hybrid.

### สรุปผล

ในการศึกษาฝรั่งลูกผสมที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีผสมข้าม จำนวน 13 ลูกผสม โดยปลูกทดสอบเพื่อคัดเลือกต้นที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,200 เมตร พบว่าลูกผสม BBK BCA และ BKS ที่มาจากการใช้พันธุ์โอมองท์เป็นต้นแม่พันธุ์ มีการออกดอกติดผลมากกว่าลูกผสมที่มาจากการใช้ต้นแม่พันธุ์แคลิฟอร์เนียและอัฟริกา จากการประเมินคุณภาพผลฝรั่งจากต้นที่ได้มาจากการเพาะเมล็ด มีต้นฝรั่งลูกผสมอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจจำนวน 29 ต้น เมื่อนำกิ่งปักชำของต้นที่คัดเลือกไว้มาปลูกทดสอบต่อไปเพื่อคัดเลือก ต้นที่มีคุณภาพผลสม่ำเสมอ มีจำนวน 10 ต้น ได้แก่ ลูกผสม AKS ต้นที่ 9 ลูกผสม BBK ต้นที่ 14

และ 20 ลูกผสม BKS ต้นที่ 13 และ 19 ลูกผสม CAF ต้นที่ 11 ลูกผสม CBK ต้นที่ 11 ลูกผสม CBM ต้นที่ 23 ลูกผสม CKS ต้นที่ 10 และลูกผสม CWT ต้นที่ 12 เมื่อพิจารณาคุณสมบัติการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับแปรรูปที่มีความเหมาะสมมากที่สุดจึงได้คัดเลือกลูกผสม BKS ต้นที่ 19 และ 13 มีผลผลิตต่อต้นมากที่สุดคือ 11.6 และ 9.8 กิโลกรัมต่อต้น ขนาดผลใหญ่ โดยเฉพาะต้นที่ 13 มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 356.4 กรัมต่อผล และมีปริมาณวิตามินซี 524.6-465.4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ สำหรับพันธุ์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับทำแยมหรือเยลลี่ได้คัดเลือกลูกผสม CBM ต้นที่ 23 มีปริมาณเพคตินมากและขนาดผลใหญ่ มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 293.7 กรัมต่อผล

---

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

จารุพันธ์ ทองแถม, สุรินทร์ นิลสำราญจิต พรรัตน์ ศิริคำ และเกตุชัย มานะ. 2542. โครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์ฝรั่งเพื่อการแปรรูป. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ประจำปีงบประมาณ 2542. มูลนิธิโครงการหลวง. 91 หน้า.

จารุพันธ์ ทองแถม, สุรินทร์ นิลสำราญจิต และเกตุชัย มานะ. 2543. โครงการวิจัยพัฒนาพันธุ์ฝรั่งเพื่อการแปรรูป. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ประจำปีงบประมาณ 2543. มูลนิธิโครงการหลวง. 115 หน้า.

ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์. 2541. รวมกลยุทธ์ฝรั่ง. เจริญการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 102 หน้า.

Batten, D.J. 1984. Guava (*Psidium guajava* L.). pp.113-124. In P.E. Page, (ed.). Tropical Tree Fruits for Australia. Queensland Government Print, Brisbane.

Chapman, K.R., B. Paxton and D.H. Maggs. 1986. Growth and yield of clonal guavas in South-eastern Queensland. Aust. J. Exp. Agric. 26(5): 619-624.

Menzel, C.M. 1985. Guava: An exotic fruit with potential in Queensland. Queensland Agric. J. ill: 93-98.

Pilgrim, G.W., R.H. Walter and D.G. Oakenful. 1991. Jam's Jellies, and Preserves. pp. 23-50. In R.H. Walter, (ed.). The Chemistry and Technology of Pectin. Academic Press, Inc., San Diago.

Ray, P.K. 2002. Breeding Tropical and Subtropical Fruits. Narosa Publishing House, New Delhi. 338 pp.

Webber, H.J. 1944. The vitamin C content of guava. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 45: 87-94.

---

# ผลของรูปแบบแผ่นปลูกพืชและอัตราพ่นต่อ การเจริญเติบโตของผักสลัดในระบบแอร์โรโพนิคส์

## Effect of Plant Supporting Models and Spraying Rate on Growth of Lettuce in Aeroponics

โสระยา ร่วมรังษี<sup>1/</sup> ธีรพล พรสวรรค์ชัย<sup>2/</sup> และ อัมเรศ ใจดี<sup>3/</sup>

*Soraya Ruamrungsri<sup>1/</sup> Theeraphon Phornsawatchai<sup>2/</sup> and Amares Jaidee<sup>3/</sup>*

**Abstract:** There were 3 experiments in this study i.e. Experiment 1 was the effect of nutrient solution spraying rate and plant-supporting models in aeroponics. Two factors were carried out in the first experiment i.e. Factor 1) two levels of solution spraying rate : a) 1 min/10min (open /close spraying system) b) 1 min/30 min; Factor 2) three of plant supporting models : a) flat type (Model 1), b) triangle type (Model 2), and c) stairway type (Model 3). Plant grown in NFT using as control treatment. Experimental design was factorial in CRD comprised of (2x3)+1 treatments. The result showed that opened solution spraying system for 1 min and closed 10 min gave more fresh weight than the another. Supporting models did not affect to plant height, number of leaves/plant but affect to root length. The second experiment was continuously modified from the first one. There were 2 treatments i.e. 1) solution spray for 1 min/closed 10 min 2) solution sprayed for 30 sec /closed 5 min. The result showed that plant height in treatment 2 was higher than treatment 1, but the number of leaves/plant and root length were not different between treatments. The third experiment studied on the effect of plant supporting models using solution sprayed for 30 sec /closed 5 min. The results found that this spraying rate can be used for all of supporting models, plant height and root length were not different among treatments.

**Keywords:** aeroponics, NFT, spraying rate, supporting model

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>2/</sup> หน่วยวิจัยพืชเพื่อการปรับปรุงสภาพแวดล้อม สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

<sup>3/</sup> โครงการการพัฒนาไม้ดอกเศรษฐกิจ(กล้วยไม้) เพื่อเพิ่มศักยภาพในการส่งออก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University , Chiang Mai 50200, Thailand.

<sup>2/</sup> Plant for Environmental Improvement Research Unit, Institute for Science and Technology Research and Development, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

<sup>3/</sup> Development of Economic Flower Corp (Orchid) Project, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

**บทคัดย่อ:** การศึกษาแบ่งออกเป็น 3 การทดลองได้แก่ การทดลองที่ 1 ผลของอัตราการพ่นและรูปแบบแผ่นปลูกในระบบ Aeroponics จำนวน 2 ปัจจัย คือ อัตราการพ่น 2 ระดับ ได้แก่ a) พ่นสารละลายนาน 1 นาที หยุดพ่น 10 นาที และ b) พ่นสารละลายนาน 1 นาที หยุดพ่น 30 นาที สลับกันไป ร่วมกับรูปแบบแผ่นปลูก 3 แบบ ได้แก่ ก) แผ่นปลูกแบบระนาบ ข) แผ่นปลูกแบบกระโจมสามเหลี่ยม และ ค) แผ่นปลูกแบบชั้นบันได โดยใช้การปลูกพืชแบบ NFT เป็นกรรมวิธีควบคุม วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จำนวน  $(2 \times 3) + 1$  กรรมวิธี ผลการทดลองพบว่า การใช้อัตราพ่นสารละลายนาน 1 นาที หยุดพ่น 10 นาที ให้น้ำหนักสดของผักมากที่สุด ส่วนแบบของแผ่นปลูกไม่มีผลต่อความสูงของต้น จำนวนใบ และน้ำหนักสด แต่มีผลต่อความยาวราก การทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1 โดยปรับอัตราพ่นสารละลาย 2 ระดับคือ 1) พ่นสารละลายนาน 1 นาที หยุดพ่น 10 นาที และ 2) พ่นสารละลายนาน 30 วินาที หยุดพ่น 5 นาที ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ 2 ทำให้พืชมีความสูงมากกว่า กรรมวิธีที่ 1 ส่วนจำนวนใบต่อต้นและความยาวรากไม่แตกต่างกัน การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของแผ่นปลูกทั้งสามแบบเมื่อใช้อัตราพ่น 30 วินาที หยุดพ่น 5 นาที พบว่า อัตราพ่นนี้สามารถใช้ได้กับแผ่นปลูกทั้งสามแบบ ทำให้พืชมีความสูงต้นและความยาวรากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**คำสำคัญ:** การปลูกพืชแบบแอร์โรโพนิคส์, การปลูกพืชแบบให้สารละลายไหลผ่านรากแผ่นฟิล์มบาง, อัตราการพ่น, แบบแผ่นปลูก

## คำนำ

การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน (Hydroponics) เป็นระบบการจัดการการปลูกพืชอย่างมีประสิทธิภาพ โดยควบคุมการให้น้ำและธาตุอาหารให้เพียงพอกับความ ต้องการของพืช ข้อดีของการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินคือ ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ มีความสม่ำเสมอ เจริญเติบโตรวดเร็ว ประหยัดน้ำ ธาตุอาหาร และลดต้นทุนดำเนินการในแปลง ปลูกเช่น การกำจัดวัชพืช การเตรียมแปลง เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถปลูกได้ในทุกสภาพพื้นที่ ไม่ว่าจะ เป็นที่แล้งดินแลว หรือ บนอาคาร (โสระยา, 2543) การปลูกพืชแบบแอร์โรโพนิคส์ เป็นการปลูกพืชโดยใช้วัสดุค้ำยันส่วนของลำต้น (Plant supporting material) และพ่น ละอองของสารละลายธาตุอาหารให้บริเวณราก (Resh, 1981) ช่วยจำกัดการแพร่ของเชื้อโรคจากต้นหนึ่ง ไปยังต้นหนึ่ง เนื่องจากพืชอยู่แยกจากกัน (AgriHouse, 2000) นอกจากนี้จะช่วยประหยัดน้ำและใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่าแล้ว ยังเป็นระบบผลิตพืชที่สะอาด เนื่องจากปลูกใน

สภาพที่ควบคุมและจัดการสภาพแวดล้อมอย่างเหมาะสม ในประเทศสิงคโปร์มีการผลิตผักเมืองหนาวในระบบแอร์โรโพนิคส์เป็นการค้าได้ แม้ว่าสภาวะอากาศในประเทศอยู่ในเขตร้อน โดยการปรับอุณหภูมิของสารละลายให้เย็นลง ทำให้ผักเมืองหนาวสามารถห่อหัวได้ (He and Lee, 1998) Yang *et al.* (1990a, b; 1998) รายงานว่าการปลูกมะเขือเทศในระบบแอร์โรโพนิคส์ พืชมีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกแบบให้สารละลายไหลผ่านรากเป็นฟิล์มบาง (NFT) ประมาณ 2 เท่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางราก ผลผลิต และหมวกราก มีมากกว่าการปลูกแบบ NFT นอกจากนี้พบว่า การปลูกแบบแอร์โรโพนิคส์ ยังทำให้ผลผลิตมีน้ำหนักแห้งมากกว่าการปลูกแบบ NFT ถึง 80% (BOI, 2005) ในการทดลองนี้มุ่งศึกษาการออกแบบ สร้าง และทดสอบอุปกรณ์การปลูกพืชแบบแอร์โรโพนิคส์ เพื่อให้ได้ต้นแบบของระบบที่มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม โดยศึกษาผลของรูปแบบแผ่นปลูกและอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการผลิตเป็นการค้าต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

เพาะเมล็ดผักสลัดพันธุ์โอกายามาลงในถ้วยเพาะ ใช้ทรายผสมเพอร์ไลต์อัตรา 1 : 1 เป็นวัสดุเพาะ เมื่อเมล็ดงอกแล้วย้ายต้นกล้ามาเลี้ยงไว้บนถาดอนุบาลต้นกล้าต่ออีกประมาณ 2 สัปดาห์ ปรับค่าความเข้มข้นของสารละลายเท่ากับ 0.5 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร จากนั้นจึงย้ายต้นกล้าลงระบบที่ได้เตรียม แบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราการพ่นสารละลายร่วมกับรูปแบบแผ่นปลูกที่เหมาะสม โดยใช้ อัตราพ่นสารละลาย 2 อัตราคือ 1) พ่นสารละลาย 1 นาที หยุดพ่น 10 นาทีสลับกันอย่างต่อเนื่อง 2) พ่นสารละลาย 1 นาที หยุดพ่น 30 นาทีต่อเนื่องกัน ร่วมกับการปลูกโดยใช้แผ่นปลูกพืชจำนวน 3 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 แผ่นปลูกแบบระนาบ (Figure 1b) แบบที่ 2 แผ่นปลูกแบบกระโจมสามเหลี่ยม(Figure 1c) และแบบที่ 3 แผ่นปลูกแบบขึ้นบันได (Figure 1d) กำหนดให้ระบบการปลูกพืชแบบ NFT เป็นกรรมวิธีควบคุม วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จำนวน  $(2 \times 3) + 1$  กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ (ต้น) บันทึกการเจริญเติบโตของพืชได้แก่ ความสูง จำนวนใบ น้ำหนักสดต้น และความยาวราก

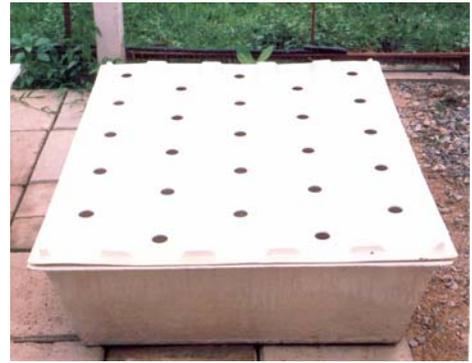
การทดลองที่ 2 ศึกษาต่อเนื่องจากการทดลองที่ 1 ในเรื่องอัตราพ่นสารละลาย โดยเลือกใช้แผ่นปลูกแบบระนาบ ศึกษาอัตราพ่นจำนวน 2 กรรมวิธีคือ 1) อัตราพ่นสารละลายนาน 1 นาที หยุดพ่น 10 นาที และ 2) อัตราพ่นสารละลายนาน 30 วินาที หยุดพ่น 5 นาที วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 2 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ(ต้น) บันทึกการเจริญเติบโตของพืชได้แก่ ความสูงจำนวนใบ และความยาวราก

การทดลองที่ 3 นำผลของอัตราพ่นสารละลายนาน 30 วินาที ปิด 5 นาทีจากการทดลองที่ 2 มาศึกษาซ้ำอีกครั้ง โดยใช้แผ่นปลูก 3 แบบได้แก่ 1) แผ่นปลูกแบบระนาบ 2) แผ่นแบบกระโจมสามเหลี่ยม และ 3) แผ่นปลูกแบบขึ้นบันได โดยใช้ระบบการปลูกพืชแบบ NFT เป็นกรรมวิธีควบคุม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ(ต้น) บันทึกผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2

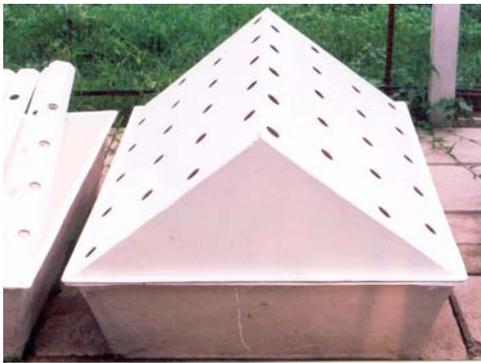
ทั้งสามการทดลองใช้สารละลายสูตร CMU#1 ประกอบด้วยไนโตรเจน 172.3 มก./ล. ฟอสฟอรัส 96.8 มก./ล. โพแทสเซียม 224.1 มก./ล. แคลเซียม 151.1 มก./ล. แมกนีเซียม 27.6 มก./ล. เหล็ก 2.9259 มก./ล. แมงกานีส 0.389 มก./ล. สังกะสี 0.129 มก./ล. โมลิบดีนัม 0.0247 มก./ล. ทองแดง 0.14 มก./ล. โบรอน 0.0962 มก./ล. และกำมะถัน 110 มก./ล.



a



b



c



d

Figure 1 Three models of plant supporting in this experiment.

a) three of plant supporting models, b) model 1, c) model 2, and d) model 3

### ผลการทดลอง

#### การทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราการพ่นสารละลายร่วมกับรูปแบบแผ่นปลูก

##### ผลของปัจจัย

ผลของแผ่นปลูกพบว่า แบบแผ่นปลูกที่ต่างกัน ทำให้ความสูงของต้น จำนวนใบต่อต้น และน้ำหนักสดต่อต้น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลต่อความยาวราก โดยพบว่า การใช้แผ่นปลูกแบบที่ 2 และ 3 พืชมีความยาวราก 61.45 และ 60.30 ซม.ตามลำดับ

ซึ่งมากกว่าการใช้แผ่นปลูกแบบที่ 1 (ตารางที่ 1)

ผลของอัตราพ่นสารละลายพบว่า อัตราพ่นสารละลายทั้ง 2 อัตรา ทำให้ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และความยาวรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ อัตราพ่นสารละลาย 1 นาที่ หยุดพ่น 10 นาที ทำให้พืชมีน้ำหนักสดมากกว่าอัตราพ่น 1 นาที่ หยุดพ่น 30 นาที (ตารางที่ 1)

##### ผลของปฏิสัมพันธ์ (Interaction)

จากการเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างกรรมวิธีทดลองพบว่า การใช้แผ่นปลูกแบบเรียบ ร่วมกับอัตราพ่น 1 นาที่ หยุดพ่น 10 นาที (Rate 1) ทำให้พืชมีความสูงและ

จำนวนใบต่อต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจากกรรมวิธีควบคุม แต่มีผลทำให้น้ำหนักสดและความยาวราก

มากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกรรมวิธีอื่นให้ผลแตกต่างกันไม่เด่นชัด (ตารางที่ 1)

**Table 1** Plant height (cm), number of leaves/plant, fresh weight of stem (g) and root length (cm) of 'Okayama' lettuce in different treatments.

Treatment	Plant height (cm) <sup>1/</sup>	Number of leaves/plant <sup>1/</sup>	Fresh weight of stem (g) <sup>1/</sup>	Root length(cm) <sup>1/</sup>
Model 1 : Rate 1	19.42a	20.00a	112.54a	47.60b
Model 2 : Rate 1	18.25ab	19.67ab	89.56ab	61.45a
Model 3 : Rate 1	17.92ab	21.00a	82.03b	62.73a
Model 1 : Rate 2	19.17a	20.83a	93.25ab	48.75b
Model 2 : Rate 2	14.55c	17.00b	44.66c	61.45a
Model 3 : Rate 2	16.30bc	19.67ab	50.57c	57.88ab
Control (NFT)	19.33a	20.67a	69.06bc	33.62c
LSD (0.05)	1.135	1.308	12.001	5.538
Factor Model 1	19.29 <sup>ns</sup>	20.41 <sup>ns</sup>	102.90 <sup>ns</sup>	48.18b
Model 2	17.11	18.33	67.11	61.45a
Model 3	16.40	20.33	66.30	60.30a
LSD (0.05)	-	-	-	2.252
Factor Rate 1	18.53 <sup>ns</sup>	20.22 <sup>ns</sup>	94.71a	57.26 <sup>ns</sup>
Rate 2	16.67	19.17	62.82b	56.03
LSD (0.05)	-	-	7.397	-

<sup>1/</sup> Means within the same column followed by different letters showed significant difference between treatments by LSD test at P=0.05

<sup>NS</sup> Not significant difference

## การทดลองที่ 2 ผลของอัตราพ่นสารละลายต่อการเติบโตของผักสลัด

ผลการทดลองพบว่า อัตราการพ่นสารละลายทั้งสองอัตรา ทำให้พืชมีจำนวนใบต่อต้นและความยาวราก

ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใช้อัตราพ่น 30 วินาที หยุดพ่น 5 นาที (Treatment 2) ทำให้พืชมีความสูงมากกว่าอีกกรรมวิธีหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

**Table 2** Plant height (cm), number of leaves/plant and Root length (cm) of 'Okayama' lettuce in different treatments.

Treatment (open/close)	Plant height (cm) <sup>1/</sup>	Number of leaves/plant	Root length (cm)
1 (1 min/10 min)	19.88b	20.00 <sup>ns</sup>	47.15
2 (30 sec/5 min)	23.40a	19.00	59.73
LSD (0.05)	0.466	-	-

<sup>1/</sup> Means within the same column followed by different letters showed significant difference between treatments by LSD test at P=0.05

<sup>ns</sup> Not significant difference

**การทดลองที่ 3 ผลของแบบแผ่นปลูกต่อการเติบโตของผักสลัด**

ผลการทดลองพบว่า ทุกกรรมวิธีทดลองทำให้ความสูงต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่

การปลูกในระบบแอร์โรโพนิคส์ โดยใช้อัตราการพ่นสารละลาย 30 วินาที หยุดพ่น 5 นาที ร่วมกับการใช้แผ่นปลูกแบบที่ 1 และ 3 ทำให้พืชมีความยาวรากมากกว่าการปลูกในระบบ NFT (ตารางที่ 3)

**Table 3** Plant height (cm), number of leaves/plant and root length (cm) of 'Okayama' lettuce in different treatments.

Treatment	Plant height (cm)	Number of leaves/plant <sup>1/</sup>	Root length (cm) <sup>1/</sup>
1 (NFT)	25.24 <sup>ns</sup>	18.50ab	37.65b
2 (Model 1)	23.84	19.00ab	59.73a
3 (Model 2)	22.13	17.50b	56.78ab
4 (Model 3)	22.73	20.00a	67.78a
LSD (0.05)	-	0.866	8.867

<sup>1/</sup> Means within the same column followed by different letters showed significant difference between treatments by LSD test at P=0.05

<sup>ns</sup> Not significant difference

## วิจารณ์ผลการทดลอง

เนื่องจากการปลูกพืชในระบบแอร์โรโพนิกส์ เป็นระบบการปลูกพืชที่ยังไม่แพร่หลายเท่ากับการปลูกพืชในระบบ Nutrient Film Technique (NFT) แต่จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มีข้อดีว่าการปลูกในระบบ NFT หลายประการ เช่น การเจริญเติบโต น้ำหนักสด การประหยัดน้ำ และสารละลายธาตุอาหาร และเนื่องจากในระบบแอร์โรโพนิกส์ขาดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงไม่ได้รับความนิยมนเท่าที่ควร ขาดข้อมูลพื้นฐานในการนำมาพัฒนาต่อไป ซึ่งข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้มีความสำคัญเนื่องจากในแต่ละภูมิภาคของประเทศต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน ซึ่งทำให้ผลการทดลองที่ได้แตกต่างกันไปด้วย จึงจำเป็นต้องหาข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการศึกษาในสภาพอากาศในประเทศไทย คณะผู้วิจัยจึงได้ทดลองศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการปลูกพืชในระบบแอร์โรโพนิกส์ในประเทศไทย และพัฒนาระบบดังกล่าวเพื่อนำมาใช้ได้จริง โดยคาดหวังว่าระบบนี้น่าจะเหมาะสมกับการปลูกพืชในที่ขาดแคลนน้ำหรือแหล่งน้ำมีจำกัด โดยทำการทดลองเปรียบเทียบกับปลูกในระบบ NFT ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

1. ปัจจัยเกี่ยวกับแผ่นปลูก ในการปลูกแบบแอร์โรโพนิกส์การที่ระบบรากของพืชลอยอยู่ในอากาศนั้นมีความสำคัญเนื่องจากมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของระบบรากพืชโดยตรง จากผลการทดลองพบว่า การใช้แผ่นปลูกต่างกันมีผลต่อความยาวรากพืชอย่างชัดเจน การใช้แผ่นปลูกแบบกระโจมสามเหลี่ยมและแบบขึ้นบันได (Model 2 และ 3) มีระบบรากยาวกว่าการใช้แผ่นปลูกแบบเรียบ ทั้งนี้เนื่องจากรากพืชมีการปรับตัวเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก ทำให้รากพยายามยึดยาวตามแรงดึงดูดของโลกให้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่ารากของพืชในแบบแผ่นปลูก 2 และ 3 จะยาวกว่าแบบ 1 แต่พบว่าไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตแตกต่างกัน แบบแผ่นปลูกที่เหมาะสมควรเป็นแบบที่ 1 ซึ่งไม่มีปัญหาเกี่ยวกับความสม่ำเสมอของสารละลายที่ได้รับ ซึ่งเกิดขึ้นกับการใช้ฝาทรงสูง แต่อย่างไรก็ตามหลังจากที่ได้ทำการปรับตำแหน่งของหัวพ่นจ่ายสารละลายให้สูงขึ้นเพื่อให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมแล้ว พบว่า ผักสลัดที่ปลูก

เลี้ยงอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ บนแผ่นปลูก ทั้งบริเวณที่อยู่สูงสุด ตามขอบ และตามมุมต่าง ๆ มีการเจริญเติบโตที่สม่ำเสมอมากขึ้น และผักสลัดที่ได้ก็มีคุณภาพใกล้เคียงกับการใช้แผ่นปลูกแบบที่ 1 ซึ่งในการผลิตผักในระบบแอร์โรโพนิกส์ที่ประเทศญี่ปุ่น ใช้ระบบการค้ำยันพืชที่เป็นแผ่นปลูกรูปสามเหลี่ยมทรงสูง และมีการพ่นสารละลายโดยให้หัวพ่นหมุนเป็นวง 360 องศา สามารถพ่นสารละลายได้เป็นรัศมีที่กว้าง ทำให้พืชที่อยู่ในตำแหน่งที่สูงสุดและต่ำสุดได้รับสารละลายอย่างทั่วถึง อย่างไรก็ตามวิธีการนี้จำเป็นต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพื่อหมุนแกนของหัวพ่น อีกทั้งหัวพ่นต้องผลิตขึ้นมาใช้โดยเฉพาะ มีการลงทุนสูง ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีจำหน่าย ส่วนในการผลิตผักในระบบแอร์โรโพนิกส์ของประเทศสิงคโปร์ใช้ระบบแผ่นปลูกแบบเรียบ ซึ่งใช้หัวพ่นแบบที่มีจำหน่ายทั่วไป จะเห็นได้ว่ารูปทรงแผ่นปลูกที่เลือกใช้มีความสัมพันธ์กับระบบการพ่น หากต้องการเลือกใช้แผ่นปลูกทรงสูง ซึ่งสามารถผลิตผักได้ในปริมาณมากเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ผลิตเท่ากัน จำเป็นต้องมีการพัฒนาวิธีการพ่นสารละลายควบคู่กันไปด้วย

2. อัตราการพ่นสารละลาย จากการศึกษาผลการทดลองพบว่า อัตราการพ่นสารละลายให้พืช 1 นาที หยดพ่น 10 นาที ให้น้ำหนักสดโดยรวมของผักสลัดพันธุ์โกลกายามามากกว่าแบบที่ 2 (อัตราการพ่น 1 นาที หยดพ่น 30 นาที) ต่อมาได้ทำการปรับลดอัตราพ่นลงอีกครั้งหนึ่ง โดยพืชยังคงได้รับสารละลายในระยะเวลา 1 นาที เท่ากัน พบว่า อัตราการพ่นนาน 30 วินาทีหยดพ่น 5 นาที ช่วยให้ผักสลัดพันธุ์โกลกายามีความสูงของต้นมากกว่า อัตราการพ่นนาน 1 นาที หยดพ่น 10 นาที การเลือกใช้อัตราการพ่นที่เหมาะสมนอกจากจะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าแล้ว ยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย จากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าไม่จำเป็นต้องพ่นสารละลายให้กับพืชตลอดเวลา พืชก็สามารถเจริญเติบโตได้ไม่แตกต่างจากการปลูกในระบบ NFT จากผลการทดลองพบว่าสามารถหยดพ่นได้นานถึง 5 นาที (โดยที่มีช่วงระยะเวลาพ่นของสารละลายนาน 30 วินาที) ซึ่งช่วยลดภาระการทำงานของปั๊ม และช่วยประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อีกด้วย เนื่องจากสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิอากาศของบริเวณที่ปลูกพืชต่างกันมีผลต่ออัตราพ่นที่

เหมาะสมด้วย ดังเช่นที่ลิงค์โปร ผู้ผลิตใช้อัตราการพ่น 30 วินาที หยุดพ่น 30 วินาทีต่อเนื่องกัน ในขณะที่การผลิตผักในระบบแอโรโพนิกส์ของบริษัทคิวพีประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีการผลิตในโรงเรือนที่ควบคุมสภาพแวดล้อมทั้งอุณหภูมิ ความชื้น มีการเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ให้กับพืช เพื่อเพิ่มการสังเคราะห์แสง ใช้อัตราพ่น 60 วินาที หยุดพ่น 4 นาที ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ได้ในครั้งนี้ทำการปลูกผักในโรงเรือนพลาสติกกันฝน (ไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม) ซึ่งให้ผักมีคุณภาพไม่แตกต่างกัน

3. การศึกษาเปรียบเทียบกับระบบ NFT จากการศึกษาพบว่า การปลูกพืชในระบบแอโรโพนิกส์เมื่อจัดวางองค์ประกอบของระบบให้เหมาะสมแล้ว(แผ่นปลูกแบบที่ 1 อัตราพ่น 1 นาที หยุดพ่น 10 นาที) มีผลทำให้ผักสลัดพันธุ์โกลกายามามีน้ำหนักสดมากกว่าการปลูกใน NFT

### สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพอสรุปได้ว่า อุปกรณ์การปลูกพืชในระบบแอโรโพนิกส์นั้น มีองค์ประกอบสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ อัตราการพ่น และรูปแบบแผ่นปลูก ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งการติดตั้งหัวพ่น ในการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้อัตราการพ่นสารละลายนาน 30 วินาที หยุดพ่น 5 นาที เหมาะสมสำหรับการปลูกผักสลัดทั่วไป และแผ่นปลูกแบบเรียบมีข้อดีกว่าแผ่นปลูกแบบทรงสูง โดยความสม่ำเสมอของสารละลายที่รากพืชได้รับดีกว่า ความลึกของถังปลูกมีความสัมพันธ์กับแบบของหัวพ่น การเลือกใช้แผ่นปลูกมีความสัมพันธ์กับระบบพ่นสารละลาย โดยหากต้องการใช้แผ่นปลูกทรงสูงเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ จำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการพ่นสารละลาย และตำแหน่งหัวพ่นให้เหมาะสม จึงจะได้ผักที่คุณภาพดี สม่ำเสมอตลอดทั้งแปลงปลูก การปลูกพืชในระบบ Aeroponics มีแนวโน้มการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากการปลูกในระบบ NFT แต่มีการใช้สารละลายธาตุอาหารน้อยกว่า ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าว อาจสามารถนำมาดัดแปลงเพื่อใช้กับการผลิตในระบบขนาดใหญ่ขึ้นได้ต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกองส่งเสริมเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณปี 2546 ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนบุคลากร และสถานที่ในการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณ รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ ที่กรุณาช่วยติดตามในการสำรวจฟาร์มปลูกพืชไร้ดินในเขตกรุงเทพฯ และปริมาณผล

## เอกสารอ้างอิง

- โสระยา ร่วมรังษี. 2543. การผลิตพืชแบบไม่ใช้ดิน สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 100 หน้า.
- AgriHouse. 2000. Lettuce production. (Online). Available: <http://www.biocontrols.com/lettuce.html>. (6 February 2001)
- BOI. 2005. บัญชีประเภทกิจการที่ให้การส่งเสริมการลงทุน: หมวด 1 เกษตรกรรมและผลิตผลจากการเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.boi.go.th/thai/about/section.pdf> (14 ธันวาคม 2548).
- He, J. and S. K. Lee. 1998. Growth and photosynthetic responses of three aeroponically grown lettuce cultivars (*Lactuca sativa* L.) to different rootzone temperatures and growth irradiances under tropical aerial conditions. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 73(2): 173-180
- Resh, H.M. 1981. *Hydroponic Food Production*. Woodbridge Press, Santa Barbara. 335 pp.

- 
- Yang, W.M., S.J. Chung and I.D. Jin. 1990a. Comparative studies of the physioecological and morphological adaptations of greenhouse tomato grown in aeroponics and nutrient film technique. II. Morphological changes of roots. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 31(2): 106-113.
- Yang, W.M., S.J. Chung and Y.D. Kim. 1990b. Comparative studies of the physioecological and morphological adaptations of greenhouse tomato grown in aeroponics and nutrient film technique. III. Characteristics of physioecological adaptations. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 31(3): 226-237.
- Yang, W.M., S.J. Chung and S.Y. Yang. 1998. Comparative studies of the physioecological and morphological adaptations of greenhouse tomato grown in aeroponics and nutrient film technique. I. Changes of root zone environment and growth response as affected by solution temperature, spraying intervals and substrates. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 31(1): 22-36.
-

---

# ผลยับยั้งของสารสกัดจากผลดีปลีต่อเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสของผลมะม่วง

## Inhibitory Effect of Java Long Pepper Fruit Extracts on *Colletotrichum gloeosporioides* Causing Anthracnose Disease of Mango Fruit

วนัสนันท์ สะอาดล้วน<sup>1/</sup> และ พิทยา สรวมศิริ<sup>1/</sup>  
Wanassanan Sa-ardluan<sup>1/</sup> and Pittaya Sruamsiri<sup>1/</sup>

**Abstract:** Fruits of Java long pepper (*Piper retrofractum* Vahl.) were extracted with 95% ethanol. The percentage yield is 12.1%DW. In order to confirm the active ingredients, the crude extract was separated by TLC (Thin layer chromatography) in many proportions of mobile phase system; hexane:ethyl acetate:methanol, then determined with TLC- bioassay method using *Cladosporium cladosporioides* as an indicator. Two clear zones of fungal inhibition were found at  $R_f$  0.12-0.36 and 0.51-0.72. To examine and purify the active compound, the crude extract were fractioned based on  $R_f$ -value by CC (Column chromatography). Obtained liquid were mixed together called "dp" and analyzed by GC-MS to identify the chemical structure, chemical component and amount of the substances. It was found that piperine was the major component in crude extract with the amount of 39.17%. Efficiency of "dp" to inhibit growth of *Colletotrichum gloeosporioides* was tested by comparing 5 concentrations of 0, 250, 500, 1000 and 2000 ppm and compare to 500 ppm of benomyl. The result revealed that dp at the concentration 500 ppm and higher concentrations could completely (100%) inhibit the growth of fungus as same as benomyl 500 ppm, where as dp at the concentration of 250 ppm showed 89.91% inhibition.

**Keywords:** *Piper retrofractum* Vahl., *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

**บทคัดย่อ:** ทำการศึกษาโดยสกัดสารออกฤทธิ์จากผลดิบลิแห้ง Java long pepper (*Piper retrofractum* Vahl.) ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ คือ เอทานอล 95% ได้ปริมาณสารสกัดหยาบเท่ากับ 12.1% หลังจากนั้นทำการแยกสารองค์ประกอบในสารสกัดหยาบด้วย TLC (Thin layer chromatography) โดยใช้ตัวทำละลายเคลื่อนที่ คือ hexane : ethyl acetate : methanol ในอัตราส่วนต่าง ๆ ก่อนตรวจสอบทางชีววิทยา (TLC-bioassay) โดยใช้เชื้อรา *Cladosporium cladosporioides* พบบริเวณด้านเชื้อรา (clear zone) ที่ชัดเจนที่สุด 2 บริเวณ คือบริเวณที่มีค่าเท่ากับ 0.12-0.36 และ 0.51-0.72 เพื่อตรวจสอบฤทธิ์ควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนส ทำการแยกสารองค์ประกอบบริเวณที่ออกฤทธิ์ข้างต้นเพื่อให้บริสุทธิ์ขึ้นด้วยวิธี Column chromatography ได้กลุ่มสารที่เรียกว่า dp ทำการวิเคราะห์สารองค์ประกอบด้วยวิธี GC-MS พบว่าประกอบด้วยสาร piperine เป็นองค์ประกอบหลัก 39.17% และสารอื่น ๆ อีก เมื่อนำไปทดสอบความเป็นพิษ ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* โดยเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 0, 250, 500, 1,000 และ 2,000 ppm และเปรียบเทียบกับสารเคมี benomyl เข้มข้น 500 ppm พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราได้ 100 % เท่ากับสาร benomyl และที่ระดับความเข้มข้น 250 ppm สามารถยับยั้งได้ 89.91%

**คำสำคัญ:** ดิบลิ *Colletotrichum gloeosporioides* โรคแอนแทรคโนส

## คำนำ

ดิบลิ (*Piper retrofractum* Vahl.) เป็นพืชเครื่องเทศ และสมุนไพรชนิดหนึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Piperaceae เช่นเดียวกับ พริกไทย (Weiss, 2002) ดิบลินอกจากจะมีฤทธิ์ทางยา รักษาโรคแล้ว ยังมีฤทธิ์ป้องกันกำจัดแมลงได้หลายอย่าง เช่น ฆ่าลูกน้ำและตัวเต็มวัยยุงลาย (*Aedes aegypti*) (โสภา, 2537) นอกจากนี้สารสกัดหยาบจากผลดิบลิด้วย เมทานอลและน้ำสามารถใช้ควบคุมหนอนกระทุ้มัก ดั่งง หมัดผัก และเพลี้ยอ่อนในแปลงปลูกคะน้ำได้ดี (รัตติยา, 2542) และสารสกัดหยาบจากผลดิบลิด้วยเอทานอลยังสามารถควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสในมะม่วงได้อีกด้วย (กฤษณา, 2546) และในปัจจุบันมีการห้ามใช้สารเคมีทางการเกษตรบางชนิด เนื่องจากปัญหาการตกค้างของ สารเคมีในผลผลิตและเป็นอันตรายต่อมนุษย์ ดังนั้นจึงมี วัตถุประสงค์ที่จะนำสารสกัดดิบลิมาทดสอบในการควบคุม เชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของ มะม่วง ซึ่งเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของ ประเทศไทย อันจะเป็นแนวทางในการนำมาปรับใช้ เพื่อ ลดการใช้สารเคมีเกษตรในการจัดการโรคแอนแทรคโนส หลังการเก็บเกี่ยวในมะม่วงต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลดิบลิแห้งมาบดให้ละเอียด แขนในตัวทำ ละลายอินทรีย์ คือ เอทานอล 95% นาน 2-3 วัน กรอง เอากากออก และนำสารละลายที่ได้มาระเหยตัวทำ ละลายออกจนหมดโดยใช้เครื่องระเหยสารแบบหมุน (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 40°C ได้สารสกัดหยาบ จากนั้นนำสารสกัดหยาบที่ได้มาทำการแยกสารออกฤทธิ์ โดยวิธี Thin layer chromatography (TLC) โดยใช้ตัวทำ ละลายเคลื่อนที่ (developing solvent) เป็น hexane ผสมกับ ethyl acetate และ methanol ในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อหาอัตราส่วนตัวทำละลายเคลื่อนที่ที่เหมาะสมสำหรับ แยกสารออกฤทธิ์ด้วยวิธี Column chromatography (CC) ต่อไปทำการตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ โดยนำแผ่น TLC ที่ได้มาพ่นด้วย spore suspension ของเชื้อรา *Cladosporium cladosporioides* ความเข้มข้น  $1 \times 10^6$  สปอร์/มิลลิลิตร บันทึกค่า  $R_f$  ของแถบที่ด้านเชื้อรา จาก วงใส (clear zone) ที่เห็น เมื่อทราบตำแหน่งของสารออก ฤทธิ์ด้านเชื้อราก็ใช้วิธี TLC-bioassay แล้วจึงทำการแยก สารให้บริสุทธิ์ขึ้นโดยวิธี CC จากนั้นวิเคราะห์หาสารด้วย เครื่อง Gas chromatograph-Mass spectrometer (GC-MS) โดย

1. GC 6890 Agilent Technologies

Inlet : 250 °C split ratio 250 : 1  
Oven : 70 °C(1 min) – 8°C/min-->230°C(2min)  
-10 °C/min-->250 °C(25 min)  
Carrier : Helium 1.0 ml / min  
Column : Alltech AT-1MS  
30 m x 0.25 mm ID พิล์มหนา 0.25 µm

2. MSD 5973(EI) Hewlett Packard

MS Quadrapole : 150 °C  
MS Source : 230 °C

ตรวจสอบการออกฤทธิ์ควบคุมการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ด้วยวิธี Poison food technique โดยเตรียมสารสกัดที่ได้จาก CC ให้มีความเข้มข้น 0, 250, 500, 1,000 และ 2,000 ppm และเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับสารเคมีเกษตรปกติโดยใช้ benomyl ในอัตราแนะนำคือ 500 ppm ผสมในอาหาร Potato dextrose agar (PDA) คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

**ผลการทดลอง**

จากการแช่ผลดีป्लीแห้งบดละเอียดในตัวทำละลายเอทานอลแล้วกรองเอากากออก เมื่อระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุนจนหมด จะได้สารสกัดหยาบจากดีป्लीที่มีสีแดงคล้ำ ใสและข้นหนืด มีกลิ่นเผ็ดร้อนของดีป्ली เมื่อสัมผัสผิวอ่อน ๆ จะรู้สึกแสบร้อน มีปริมาณเท่ากับ 12.1 % ของน้ำหนักดีป्लीแห้งที่ใช้ในการสกัด

จากการแยกสารสกัดด้วยวิธี TLC โดยใช้ตัวทำละลายเคลื่อนที่เป็นระบบผสมที่ประกอบด้วย hexane ผสมกับ ethyl acetate และ methanol ในอัตราส่วน 60:40:1, 70:30:0, 70:30:1, 75:23:2, 85:15:0, 85:15:1 และ 90:10:0 และทำการตรวจสอบโดยวิธี TLC-bioassay

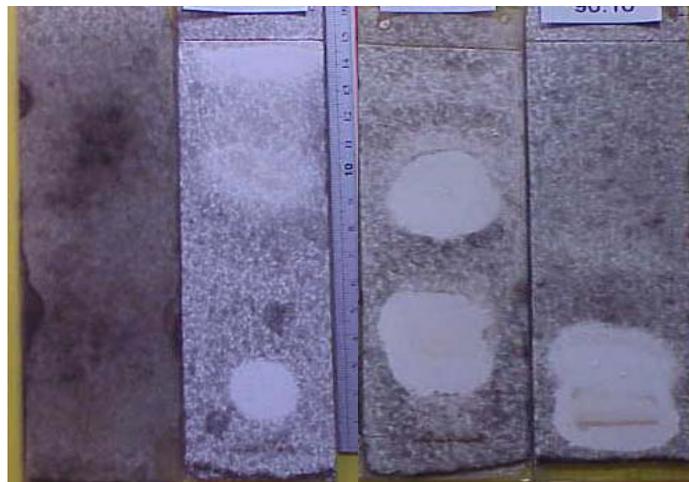
ด้วยเชื้อรา *C. cladosporioides* พบว่าทุกอัตราส่วนของ hexane : ethyl acetate : methanol ที่ทดสอบ สามารถแยกสารองค์ประกอบที่แสดงความสามารถยับยั้งหรือต้านทานการเจริญ (inhibited zone) ของเชื้อรา *C. cladosporioides* นั่นคือพบบริเวณแถบที่ไม่ปรากฏการเจริญของเชื้อราชนิดนี้ให้เห็นเป็นวงสีใส (clear zone) (ภาพที่ 1) และมีค่า R<sub>f</sub> ของวงสีใสที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อราแตกต่างกัน (ตารางที่ 1) ซึ่งอัตราส่วนที่ดีที่สุดที่มองเห็นวงใสกว้างที่สุด และแยกออกจากกันได้ชัดเจนคืออัตราส่วน 75:23:2 จากนั้นนำอัตราส่วนนี้ไปใช้เป็นตัวชะ (eluting solvent) ในการแยกสารด้วยวิธี CC โดยได้สารทั้งหมด 12 fraction นำแต่ละ fraction มาทดสอบยับยั้งการออกฤทธิ์ด้วยวิธี TLC- bioassay อีกครั้ง และรวบรวม fraction ที่ให้ผลในการยับยั้งเชื้อราและมีค่า R<sub>f</sub> ที่อยู่ในช่วงเดียวกัน แล้วนำไประเหยเอาตัวทำละลายออกเรียกสารนี้ว่า dp มีลักษณะเป็นของเหลวคล้ายน้ำมัน สีแดงคล้ำ

จากนั้นนำสาร dp ที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี GC-MS พบว่าสารที่ได้มีองค์ประกอบของสารหลายชนิดปนกัน ซึ่งสาร ที่เวลา (retention time) เท่ากับ 32.91 วินาที มีปริมาณมากที่สุดคิดเป็น 39.17% และจาก Library search ของเครื่อง GC-MS พบว่าสารที่มีปริมาณมากที่สุดนี้คือ piperine (1-[5-(1,3-benzodioxol-5-yl)-1-oxo-2,4-pentadienyl]) นอกจากนี้ในสาร dp ยังประกอบด้วยสารองค์ประกอบอื่น ๆ อีกหลายชนิดโดยมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

เมื่อนำสาร dp มาทดสอบประสิทธิภาพต่อต้านการเจริญของเส้นใย *C. gloeosporioides* โดยวิธี Poison food technique บนอาหาร PDA พบว่าสาร dp ให้ผลยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ 100 % ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm ขึ้นไปเช่นเดียวกับสารเคมี benomyl ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 250 ppm ยับยั้ง ได้ 89.91 % (ตารางที่ 3)

Table 1 The  $R_f$ -value of fungal inhibiting zone.

hexane	: ethyl acetate	: methanol	band	$R_f$ -value
60	40	1	1	0.06-0.23
			2	0.6-0.7
			3	0.9-1
70	30	0	1	0.04-0.22
			2	0.56-0.75
70	30	1	1	0.04-0.14
			2	0.45-0.56
75	23	2	1	0.12-0.36
			2	0.51-0.72
85	15	0	1	0-0.16
			2	0.33-0.55
85	15	1	1	0-0.16
			2	0.38-0.66
90	10	0	1	0-0.31



control      60:40:1      75:23:2      90:10:0

Figure 1 Chromatogram showed the clear zone on TLC bioassay plate by using *Cladosporium cladosporioides* as indicator with different proportions of hexane : ethyl acetate : methanol mobile phase system.

Table 2 The other constituents in “dp”(crude extract from *Piper retrofractum* Vahl.) by GC-MS analysis.

Compound No.	RT (second)	Name	Quantity (%)
1	9.28	Benzenepropaic acid	0.38
2	10.51	Ethyl 3-phenylpropionate	0.77
3	12.11	trans-Caryophyllene	0.71
4	13.11	1-Ethyl-2 methyl cyclododecane	1.14
5	13.36	Pentadecane	1.86
6	13.58	Selina-3, 7(11)-diene	0.33
7	15.90	Heptadecane	1.50
8	16.01	8-Heptadecene	1.13
9	18.63	1-Nonaadecene	1.18

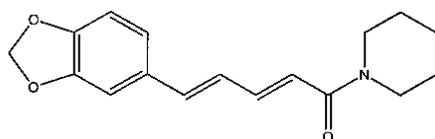


Figure 2 Structure of piperine.

Table 3 Percentage of mycelial growth inhibition of *Colletotrichum gloeosporioides* on PDA with different concentration of dp.

Concentration (ppm)	Percent inhibition <sup>1/</sup>
control	0 c
250	89.91 b
500	100 a
1000	100 a
2000	100 a
benomyl	100 a

<sup>1/</sup> means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5 % level. ( $P \leq 0.05$ )

จากการทดลอง เมื่อนำสารสกัดหยาบจากตีป्ली มาแยกสารออกฤทธิ์ด้วยวิธี TLC-bioassay พบว่าอัตราส่วนของตัวทำละลายเคลื่อนที่ที่ดีที่สุดคือ 75:23:2 โดยแสดงแถบสารต้านเชื้อรา เป็นวงใสชัดเจน 2 บริเวณ มีค่า  $R_f$  เท่ากับ 0.12-0.36 และ 0.51-0.72 ซึ่งค่า  $R_f$  ที่ได้ใกล้เคียงกับค่า  $R_f$  จากการทดลองของเนตรนภา (2541) ที่ศึกษาสารต้านเชื้อราจากตีป्लीที่สกัดจากไคโคล-โรมิเทน โดยมีค่าเท่ากับ 0.00-0.33 และ 0.40-0.47 และวิเคราะห์สารสกัดโดยเทคนิคทางสเปกโทรสโคปี พบว่าสารต้านเชื้อราประกอบด้วย piperine และ methyl piperate แต่จากการทดลองครั้งนี้ไม่พบสาร methyl piperate อาจเนื่องมาจากการใช้สารละลายเริ่มต้นที่ใช้ในการสกัดต่างกัน อีกทั้งการแยกสารก็อาจจะแตกต่างกันทำให้ได้สารที่ต่างกัน ซึ่ง piperine เป็นแอลคาลอยด์ที่พบในพืชวงศ์ Piperaceae เช่นในผลและเมล็ดพริกไทยและผลตีป्ली มีรสเผ็ดร้อน มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านทางการแพทย์มากมายเช่น รักษาโรคเกี่ยวกับระบบย่อยอาหารแก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ และเป็นยาขับลมเป็นต้น นอกจากนี้พบว่า piperine เป็นสารที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมแร่ธาตุ ที่สำคัญต่อร่างกายด้วยเช่น coenzyme  $Q_{10}$  และ beta-carotene ซึ่งปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกาได้ผลิต piperine เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าคือ Bioperine (Mills, 2005) แต่ทางด้านเภสัชกรรมนี้มีการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการนำสารสกัดจากพืชที่ประกอบด้วยสาร piperine พบว่ามีฤทธิ์ฆ่าแมลง (วันดี, 2534) ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก ตัวงหมัดผัก ลูกน้ำและตัวเต็มวัยยุงลาย (โสภา, 2537, รัตติยา, 2542) และจากการทดลองนำสาร dp จากตีป्लीมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *C. gloeosporioides* พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราได้ 100 % เช่นเดียวกับการใช้สารเคมี benomyl แสดงให้เห็นว่าสารสกัดดังกล่าวมี ศักยภาพในควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสได้ดี ซึ่งกระบวนการและกลไกในการออกฤทธิ์ของสารนี้ไม่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ซึ่งอาจต้องมีการศึกษาในขั้นต่อไป

อัตราส่วนของตัวทำละลายเคลื่อนที่ที่ดีที่สุดสำหรับแยกสารออกฤทธิ์จากสารสกัดหยาบตีป्लीด้วยวิธี TLC-bioassay คือ 75:23:2 โดยแสดงแถบสารต้านเชื้อรา เป็นวงใสชัดเจน 2 บริเวณ มีค่า  $R_f$  เท่ากับ 0.12-0.36 และ 0.51-0.72 และเมื่อวิเคราะห์หาสารองค์ประกอบในสาร dp พบว่าประกอบด้วยสารหลายชนิดโดยมี piperine เป็นสารองค์ประกอบหลัก และจากการนำสาร dp จากตีป्लीมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *C. gloeosporioides* พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราได้ 100 % เช่นเดียวกับการใช้สารเคมี benomyl

### เอกสารอ้างอิง

กฤษณา วงศ์ปัญญา. 2546. ผลของสารสกัดหยาบจากตีป्लीต่อโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 49 หน้า.

เนตรนภา พรหมสวรรค์. 2541. การศึกษาสารต้านเชื้อราจากผลตีป्ली. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 41 หน้า.

รัตติยา นวลหุ้ม. 2542. การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในคนเฝ้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 91 หน้า.

วันดี กฤษณพันธ์. 2534. พืชเคมีเบื้องต้น. หน้า 25-27. ใน: ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ. ภาควิชาวินิจัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

โสภา วันแสง. 2537. โครงสร้างและฤทธิ์ควบคุมแมลงของสารประกอบจากต้น *Aglaia oligophylla* Miq. และการคัดเลือกตีป्ली (*Piper retrofractum* Vahl.) กับพริกไทย (*Piper nigrum* L.) เพื่อใช้ควบคุม

---

คุมแมลง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 142 หน้า.

Weiss, E. A.(ed.). 2002. Spice Crop. CABI Publishing,  
New York. 432 pp.

Mills, R. 2005. Piperine multiplies the strength of  
many supplements and drugs. (Online).  
Available: [http://www.delano.com/Articles/piperine-  
multiplies.html](http://www.delano.com/Articles/piperine-multiplies.html) [2005, June 15]

---

ประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*  
สายพันธุ์ไทย ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก  
*Plutella xylostella* L. ในคะน้า

Efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Thai Strain)  
for Controlling Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L.,  
on Chinese Kale

มลจันทร์ เมฆชน<sup>1/</sup>  
Monchan Maketon<sup>1/</sup>

**Abstract:** An isolate of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* natural strain was produced and formulated into a water dispersible granule (WG) form with the concentration of 36,000 IU/mg. Then its control efficacy was determined on diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) in Chinese kale at Bangbuathong, Nontaburi province and Kratumban, Samutsakorn province. An imported bacteria Bactospeine HP WP was used as a standard. Randomized completed block design with 6 treatments and 4 replications each was employed in the experiment. A wetting agent, Nujol PGL, was added at 5 ml/20 l of water in every treatment. Results showed that *B. thuringiensis* WG at the dosage of 100, 80, 60, and 40 g/20 l of water had an efficiency in controlling diamondback moth at the average of 21.4, 15.9, 7.2, and -2.9% respectively at Bangbuathong and 32.9, 24.3, 17.1, and 14.3% respectively at Kratumban while Bactospeine HP WP from two locations were 27.6 and 20.0%, respectively.

**Keywords:** *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Thai strain), diamondback moth

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

<sup>1/</sup> Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

**บทคัดย่อ:** สายพันธุ์ *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* ได้ถูกคัดเลือกจากธรรมชาติ แล้วนำมาขยายปริมาณและปรุงแต่งให้อยู่ในรูป water dispersible granule (WG) ที่มีความเข้มข้น 36,000 IU/mg จากนั้นได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพสำหรับป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในคณะที่ อ. บางบัวทอง จ. นนทบุรี และ อ. กระทุ่มแบน จ. สมุทรสาคร โดยเปรียบเทียบกับแบคทีเรียนำเข้า Bactospeine HP WP โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี โดยผสมสารจับใบ นูโจล พีจีแอล อัตรา 5 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ในทุกกรรมวิธี ผลการทดลองปรากฏว่า *B. thuringiensis* WG อัตรา 100, 80, 60 และ 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพการกำจัดหนอนใยผักเฉลี่ย 21.4, 15.9, 7.2 และ -2.9% ที่ อ. บางบัวทอง ตามลำดับ และ 32.9, 24.3, 17.1 และ 14.3% ที่ อ. กระทุ่มแบน ตามลำดับ ส่วนสารเปรียบเทียบจากทั้ง 2 สถานที่มีประสิทธิภาพ 27.6 และ 20.0% ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** เชื้อ *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* สายพันธุ์ไทย หนอนใยผัก

## คำนำ

หนอนใยผัก (diamondback moth : *Plutella xylostella* L.) จัดเป็นแมลงศัตรูสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแมลงศัตรูสำคัญของพืชตระกูลกะหล่ำ แมลงชนิดนี้มีความสามารถสูงในการพัฒนาสร้างความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัด (วินัย, 2535) เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ซึ่งในธรรมชาติมีหลายสายพันธุ์ แต่สายพันธุ์ที่มีความสามารถในการควบคุมหนอนใยผัก ได้แก่ สายพันธุ์ *kurstaki* (serotype 3abc) (Sun et al., 2003) ในต่างประเทศได้มีการนำแบคทีเรียชนิดนี้มาผลิตเป็นการค้ากว่า 3 ทศวรรษแล้ว โดยสายพันธุ์ที่ใช้ผลิตนั้น มีทั้งสายพันธุ์ที่คัดแยกได้จากธรรมชาติ และสายพันธุ์ที่มาจากการตัดแต่งพันธุกรรม (Nelson, 1991) สำหรับประเทศไทยได้มีหน่วยงานของภาครัฐและเอกชนบางแห่งได้ทำการคัดแยกสายพันธุ์ และทดสอบทั้งในระดับห้องปฏิบัติการ และในแปลงของเกษตรกร (อัจฉรา, 2544; อัจฉราและอุทัย, 2540)

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้ เป็นการนำเอาเชื้อ *B. thuringiensis* var. *kurstaki* ที่คัดแยกได้จากธรรมชาติและมีการศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักในระดับห้องปฏิบัติการ มาทำการขยายปริมาณและปรุงแต่งให้อยู่ในรูปที่มีความสะดวกในการใช้งานในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกร โดยใช้เชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์

สำเร็จรูปที่นำเข้าจากต่างประเทศ คือ Bactospeine HP WP เข้มข้น 32,000 IU/mg ซึ่งเป็น *B. thuringiensis* var. *kurstaki* เป็นสารเปรียบเทียบ

## อุปกรณ์ และ วิธีการ

1) นำ isolate ของเชื้อแบคทีเรีย *B. thuringiensis* var. *kurstaki* ที่คัดเลือกได้จากธรรมชาติ ที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักในระดับห้องปฏิบัติการแล้ว มาทำการขยายปริมาณโดยใช้ถังหมัก ขนาด 5 ลิตร และ 300 ลิตร บั่นแยกเพื่อให้ได้ปริมาณผลิตภัณฑ์ และสปอร์สูงสุดด้วยเครื่องปั่นแยก จากนั้นทำให้แห้งด้วยเครื่องสเปอร์ดราย เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ในรูป Water Dispersible Granule (WG) เข้มข้น 36,000 IU/mg

2) นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจปริมาณความเข้มข้นของ  $\delta$ -endotoxin ด้วยวิธี SDS-Paging และตรวจประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักอายุ 3 วัน ก่อนนำไปทดลองในแปลงของเกษตรกรโดยวางแผนการทดลองแบบ Complete randomized design มี 4 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ดังนี้คือ

กรรมวิธีที่ 1 *B. thuringiensis* WG อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2	<i>B. thuringiensis</i> WG อัตรา 40 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 3	<i>B. thuringiensis</i> WG อัตรา 60 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 4	<i>B. thuringiensis</i> WG อัตรา 80 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 5	<i>B. thuringiensis</i> WG อัตรา 100 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 6	Bactospeine HP WP อัตรา 80 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 7	abamectin 1.8% EC อัตรา 20 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 8	น้ำ

ตรวจเช็คการตายของหนอนใยผักหลังจากนำ หนอนไสลลงบนใบคะน้ำที่ชุบด้วยสารทดลองในกล่องเลี้ยง แมลง กล่องละ 10 ตัว เป็นเวลา 1 และ 2 วัน ทำการ วิเคราะห์ผลการทดลองในทางสถิติใช้วิธีของ Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3) ทำการทดลองในแปลงคะน้ำ 2 สถานที่ คือ ที่ อ. บางบัวทอง จ. นนทบุรี และที่ อ. กระทุ่มแบน จ. สมุทรสาคร เนื่องจากเป็นสถานที่ที่มีการเพาะปลูกผัก ต่อเนื่องมานานหลายปี และมีการระบาดของหนอนใยผัก เป็นประจำ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้คือ

กรรมวิธีที่ 1	<i>B. thuringiensis</i> WG อัตรา 40 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 2	<i>B. thuringiensis</i> WG อัตรา 60 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 3	<i>B. thuringiensis</i> WG อัตรา 80 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 4	<i>B. thuringiensis</i> WG อัตรา 100 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 5	Bactospeine HP WP อัตรา 80 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 6	ไม่พ่นสารฆ่าแมลง

แปลงทดลอง (experimental unit) มีขนาด 5x2 เมตร เริ่มพ่นสารทดลองครั้งแรกเมื่อคะน้ำอายุ 20 วัน หลัง หว่านเมล็ดทั้ง 2 การทดลอง ด้วยเครื่องพ่นแบบสูบโยก

สะพายหลัง ในอัตราพ่น 160 ลิตร/ไร่ โดยพ่นทุก ๆ 4 วัน รวม 5 ครั้ง ตลอดการทดลองได้ทำการผสมสารจับใบนุ้จอล พีจีแอล ในอัตรา 5 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ในการพ่นทุกครั้ง ทำการตรวจนับจำนวนหนอนใยผักจากคะน้ำ

10 ต้น/แปลงย่อย โดยวิธีสุ่มก่อนพ่นสารทดลองและหลัง พ่นสารอีก 5 ครั้ง รวมการตรวจนับแมลง 6 ครั้ง นอกจากนี้ ยังตรวจนับจำนวนหนอนใยผักหลังการพ่นสาร 1, 2, 3 และ 4 วัน เพื่อหาประสิทธิภาพการกำจัดหนอนใยผักในแต่ละวันโดยใช้วิธีของ Abbott' s formula (Abbott, 1925) ดังนี้ %ประสิทธิภาพการกำจัดแมลง =  $\frac{N - S}{N} \times 100$

$$N = \text{จำนวนแมลงในแปลงไม่พ่นสาร}$$

$$S = \text{จำนวนแมลงในแปลงพ่นสาร}$$

การวิเคราะห์ผลการทดลองในทางสถิติใช้วิธี ของ Duncan' s multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## ผลการทดลอง

### 1. ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพในการควบคุม หนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ

ผลการตรวจนับจำนวนหนอนใยผักที่ตายหลัง การทดลอง 1 วัน พบว่าจำนวนหนอนใยผักที่ตายเฉลี่ยมีความแตกต่างกันในทางสถิติ 4 กลุ่มคือ กลุ่มชุบใบคะน้ำ ด้วยน้ำ (0.0%) กลุ่มที่ชุบใบคะน้ำด้วยสารทดลอง *B. thuringiensis* 20 กรัม (47.5%) กลุ่มที่ชุบใบคะน้ำด้วย สารทดลอง *B. thuringiensis* 40, 60 กรัม (77.5 และ 82.5%) และกลุ่มที่ชุบใบคะน้ำด้วยสารทดลอง *B. thuringiensis* 80, 100 กรัม Bactospiene และ abamectin (90.0, 97.5, 92.5 และ 100.0% ตามลำดับ) ส่วนหลังการทดลอง 2 วัน พบว่าจำนวนหนอนใยผักที่ตาย เฉลี่ยมีความแตกต่างกันในทางสถิติ 3 กลุ่มคือ กลุ่มชุบใบ คะน้ำด้วยน้ำ (8.0%) กลุ่มที่ชุบใบคะน้ำด้วยสารทดลอง *B. thuringiensis* 20 กรัม (72.5%) และกลุ่มที่ชุบใบคะน้ำ ด้วยสารทดลอง *B. thuringiensis* 40, 60, 80, 100 กรัม Bactospiene และ abamectin (95.0, 100.0, 100.0, 100.0, 100.0, และ 100.0 ตามลำดับ) (ตารางที่ 1)

Table 1 Bioassay of *Bacillus thuringiensis* with diamondback moth ((DBM) larvae after 1 and 2 days treated.

Treatment	Dosage (g/20 l of water)	Average percent mortality of DBM larvae <sup>1/</sup>	
		Days after treated	
		1	2
<i>B. thuringiensis</i> WG	20	47.5c	72.5b
<i>B. thuringiensis</i> WG	40	77.5b	95.0a
<i>B. thuringiensis</i> WG	60	82.5b	100.0a
<i>B. thuringiensis</i> WG	80	90.0a	100.0a
<i>B. thuringiensis</i> WG	100	97.5a	100.0a
Bactospeine HP WP	80	92.5a	100.0a
Abamectin EC	20	100.0a	100.0a
Control	-	0.0d	8.0c

<sup>1/</sup>There is no significant different of means followed by the same alphabet by DMRT at 95% level.

สารทดลอง *B. thuringiensis* ที่อัตรา 40, 60, 80 และ 100 กรัม มีประสิทธิภาพการกำจัดหนอนใยผักไม่แตกต่างจาก Bactospeine จึงเป็นอัตราที่ถูกเลือกเพื่อทดลองในแปลงปลูกต่อไป ส่วน abamectin ไม่ได้ทดลองต่อในแปลงปลูกเนื่องจากเป็นสารเคมีที่ใช้กันแพร่หลายอยู่แล้ว ซึ่งอาจจะไปสนับสนุนให้เกษตรกรมีการใช้มากเกินไปจนความจำเป็น

## 2. ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักในแปลงเกษตรกรหลังการพ่นทุก 4 วัน

### 2.1 การทดลองที่ อ. บางบัวทอง จ. นนทบุรี

ผลการตรวจนับจำนวนหนอนใยผักก่อนเริ่มการทดลองและหลังพ่นสารทดลองอีก 5 ครั้ง รวม 6 ครั้ง ตามตารางที่ 1 ปรากฏว่าจำนวนหนอนใยผักทั้ง 6 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่พบว่าค่าเฉลี่ยหลังพ่นสารทดลองไปแล้ว 5 ครั้ง มีจำนวนหนอนใยผักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสารทดลอง *B. thuringiensis* WG ที่อัตรา 100, 80 และ 60 กรัม มีปริมาณหนอนใยผักเฉลี่ย

16.35, 17.50 และ 19.30 ตัว/10 ต้น ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับสารเปรียบเทียบ Bactospeine HP WP ที่มีหนอนใยผักเฉลี่ย 15.05 ตัว ส่วนที่อัตรา 40 กรัม มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 21.40 ตัว ไม่แตกต่างกับการไม่พ่นสารฆ่าแมลงที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 20.80 ตัว

สารทดลอง *B. thuringiensis* WG ที่อัตรา 100, 80 และ 60 กรัม มีประสิทธิภาพการกำจัดหนอนใยผักเฉลี่ย 21.4, 15.9 และ 7.2% ส่วนที่อัตรา 40 กรัม ไม่มีประสิทธิภาพการกำจัดหนอนใยผัก (-2.9%) เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พ่นสารฆ่าแมลง ในขณะที่สารเปรียบเทียบ Bactospeine HP WP มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 27.6% (ตารางที่ 2)

### 2.2 การทดลองที่ อ. กระทุ่มแบน จ. สมุทรสาคร

ผลการตรวจนับหนอนใยผักก่อนเริ่มการทดลองและหลังพ่นสารทดลอง อีก 5 ครั้งรวม 6 ครั้ง ตามตารางที่ 2 ปรากฏว่า จำนวนหนอนใยผักในการสำรวจทั้ง 6 ครั้ง

---

ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ นอกจากค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองที่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสารทดลอง *B. thuringiensis* WG อัตรา 100, 80 และ 60 กรัม มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 2.35, 2.65 และ 2.90 ตัว/10 ต้น ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสารเปรียบเทียบ Bactospeine HP WP ที่มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 2.80 ตัว ส่วนอัตรา 40 กรัม และไม่พ่นสาร หม่าแมลงมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 3.00 และ 3.50 ตัว ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่แตกต่างกับสารทดลอง *B. thuringiensis* WG ที่อัตรา 100 กรัม อย่างมีนัยสำคัญ

สารทดลอง *B. thuringiensis* WG อัตรา 100 และ 80 กรัม มีประสิทธิภาพการกำจัดหนอนใยผักเฉลี่ย 32.9 และ 24.3% ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าสารเปรียบเทียบ Bactospeine HP WP ที่มีประสิทธิภาพเพียง 20.0% ส่วนสารทดลอง *B. thuringiensis* WG ที่อัตรา 60 และ 40 กรัม

มีประสิทธิภาพเพียง 17.1 และ 14.3% ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าสารเปรียบเทียบ (ตารางที่ 3)

สารทดลอง *B. thuringiensis* WG มีประสิทธิภาพการกำจัดหนอนใยผักเฉลี่ยหลังพ่น 1, 2, 3 และ 4 วัน จาก 2 การทดลองนั้น สรุปไว้ในตารางที่ 4 ซึ่งสารทดลอง *B. thuringiensis* WG ที่อัตรา 100, 80, 60 และ 40 กรัม มีประสิทธิภาพการกำจัดหนอนใยผักเฉลี่ย 26.20, 24.65, 21.55 และ 19.85% หลังพ่น 1 วัน 31.20, 26.15, 19.00 และ 13.85% หลังพ่น 2 วัน 39.75, 28.60, 23.40 และ 17.25% หลังพ่น 3 วัน และ 29.50, 15.75, 12.85 และ 7.35% หลังพ่น 4 วัน ตามลำดับ ส่วนสารเปรียบเทียบ Bactospeine HP WP อัตรา 80 กรัม มีประสิทธิภาพการกำจัดหนอนใยผักเฉลี่ย 30.0, 29.20, 37.55 และ 22.70% หลังพ่น 1, 2, 3 และ 4 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

Table 2 Mean number of diamondback moth ((DBM) larvae and average efficacy after sprayed every 4 days at Bangbuaathong, Nontaburi province.

Treatment	Dosage (g/20 l of water)	Mean number of DBM larvae/10 Chinese kale <sup>1/</sup>										Efficacy <sup>2/</sup> %
		Before					After sprayed					
		Spray	First time	Second time	Third time	Fourth time	Fifth time	Average				
<i>B. thuringiensis</i> WG	40	9.75 ns	30.75 ns	44.25 ns	13.00 ns	10.00 ns	9.00 ns	21.40 c	-2.9			
<i>B. thuringiensis</i> WG	60	13.75	21.50	39.50	10.75	12.50	12.25	19.30 abc	7.2			
<i>B. thuringiensis</i> WG	80	11.50	19.25	40.75	11.25	8.50	7.75	17.50 abc	15.9			
<i>B. thuringiensis</i> WG	100	12.50	20.25	30.75	11.50	9.25	10.00	16.35 ab	21.4			
Bactospeine HP WP	80	13.25	20.25	31.25	9.25	6.25	8.25	15.05 a	27.6			
Check	-	18.00	20.75	46.75	13.00	12.75	10.75	20.80 bc	-			
CV (%)		7.72	18.39	43.79	2.03	6.11	2.82	6.36	-			

<sup>1/</sup>ns = not significant

There is no significant different of means followed by the same alphabet by DMRT at 95% level.

<sup>2/</sup> by Abbott' s formula

Table 3 Mean number of DBM larvae and average efficacy after sprayed every 4 days at Kratumban, Samutsakorn province.

Treatment	Dosage (g/20 l of water)	Mean number of DBM larvae/10 Chinese kale <sup>1/</sup>										Efficacy <sup>2/</sup> %
		Before					After sprayed					
		Spray	First time	Second time	Third time	Fourth time	Fifth time	Average				
<i>B. thuringiensis</i> WG	40	1.50 ns	2.50 ns	2.75 ns	3.75 ns	2.75 ns	3.25 ns	3.00 bc				14.3
<i>B. thuringiensis</i> WG	60	1.75	2.75	3.00	3.00	2.75	3.00	2.90 ab				17.1
<i>B. thuringiensis</i> WG	80	2.00	2.00	2.50	3.00	3.00	2.75	2.65 ab				24.3
<i>B. thuringiensis</i> WG	100	1.00	2.25	1.50	2.75	2.75	2.50	2.35 a				32.9
Bactospeine HP WP	80	1.50	2.25	2.75	3.00	3.25	2.75	2.80 ab				20.0
Check	-	2.25	3.75	4.00	3.00	3.00	3.75	3.50 c				-
CV (%)		19.17	39.17	65.0	11.67	4.16	20.0	14.77				

<sup>1/</sup> Ns = not significant

There is no significant different of means followed by the same alphabet by DMRT at 95% level.

<sup>2/</sup> by Abbott' s formula

Table 4 Summarized efficacy of *Bacillus thuringiensis* for controlling DBM larvae on Chinese kale from both Bangbuathong and Kratumban.

Treatment	Dosage (g/20 l of water	Percent efficacy in controlling DBM larvae after spray Bt. <sup>1/</sup>											
		1 Day			2 Days			3 Days			4 Days		
		# 1	# 2	Average	# 1	# 2	Average	# 1	# 2	Average	# 1	# 2	Average
<i>B. thuringiensis</i> WG	40	13.6	26.1	19.85a	3.9	23.8	13.85a	7.0	27.5	17.25a	7.2	7.5	7.35a
<i>B. thuringiensis</i> WG	60	14.9	28.2	21.55a	9.8	28.2	19.00a	13.4	33.4	23.40b	13.4	12.3	12.85b
<i>B. thuringiensis</i> WG	80	19.0	30.3	24.65ab	17.6	34.7	26.15b	17.9	39.3	28.60b	16.5	15.0	15.75b
<i>B. thuringiensis</i> WG	100	19.8	32.6	26.20b	21.1	41.3	31.20b	28.4	51.1	39.75b	29.0	30.0	29.50c
Bactospeine HP WP	80	29.7	30.3	30.00b	21.6	36.8	29.20b	35.8	39.3	37.55b	35.5	9.9	22.70b
CV (%)		40.07	6.03	15.86	59.39	48.47	52.86	133.98	76.58	89.44	135.09	78.63	74.66

# 1 = Average efficacy at Bangbuathong # 2 = Average efficacy at Kratumban

<sup>1/</sup>There is no significant different of means followed by the same alphabet by DMRT at 95% level.

จากการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรีย *B. thuringiensis* WG ในแปลงปลูกของเกษตรกรทั้ง 2 สถานที่ นั้น พบว่าศักยภาพแบคทีเรียสายพันธุ์ไทยไม่แตกต่างกับแบคทีเรียที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ และการผลิตขยายเชื้อแล้วปรุงแต่งให้อยู่ในรูปที่สะดวกในการใช้งานนั้น ปรากฏว่าที่อัตราใช้ใกล้เคียงกันคือ 80-100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร นั้น ไม่มีความแตกต่างในด้านประสิทธิภาพ ระหว่างผลิตภัณฑ์ที่นำเข้ามาและผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นในประเทศ อย่างไรก็ตาม ค่าเปอร์เซ็นต์ coefficient of variation มีค่าค่อนข้างสูงทั้ง 2 การทดลอง อาจมีสาเหตุจาก

1. genetic heterogeneity ของสิ่งทดลองมีสูง
2. environmental condition มีความแปรปรวนบ้างพอสมควร
3. ระยะของหนอนใยผัก (instar) ไม่คงที่ ซึ่งหนอนที่มีอายุมากกว่า ค่อนข้างที่จะมีความทนทานต่อสารที่ใช้ควบคุมสูงกว่า

**สรุปผลการทดลอง**

ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. โดยแบคทีเรียสายพันธุ์ไทย *Bacillus thuringiensis* WG ในอัตรา 60 และ 80 กรัม/20 ลิตร ทั้งในห้องปฏิบัติการ และ ในแปลงคะน้า ทั้งสองสถานที่ไม่แตกต่างทางสถิติจากแบคทีเรียนำเข้า Bactospeine HP WP

**กิตติกรรมประกาศ**

ผู้เขียนใคร่ขอขอบคุณ รศ. ดร. สุรพล วิเศษสวรรค์ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ Dr. Joseph Griffin จากบริษัท Ciba-Geigy (เดิม) ที่ให้คำแนะนำในด้านการทำ SDS-Paging และบริษัท แอปพลายเค็ม (ประเทศไทย) จำกัด ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์สำหรับใช้ในระดับอุตสาหกรรม

วินัย รัชตปกรณรัชย์. 2535. แมลงศัตรูพืชผักตระกูลกะหล่ำและแนวทางการบริหาร. หน้า 142-152 ใน: สุวัฒน์ รวยอารีย์ (บก.). แมลงและสัตว์ศัตรูพืชที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไอเดีย สแควร์, กรุงเทพฯ.

อัจฉรา ตันติโชค. 2544. ปีที่ : การควบคุมแมลงศัตรูพืช. หน้า 183-208. ใน: กองกัญและสัตววิทยา. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

อัจฉรา ตันติโชค และ อุทัย เกตุญาติ. 2540. ศึกษาการทำสูตรสำเร็จแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* สูตรผงละลายน้ำ. ว. กัญ. สัตว. 19(2): 68-77.

Abbott, W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.

Nelson, W. 1991. *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxins encapsulated in killed *Pseudomonas fluorescens* (006409) fact sheet. U. S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Sun, M., L. Zhang and Y. Ziniu. 2003. Molecular biology of *Bacillus thuringiensis*. pp. 15-40. In: R. K. Upadhyay, (ed.). Advances in Microbial Control of Insect Pests. Plenum Publishers, New York.

---

# การคัดเลือกดีเอ็นเอเครื่องหมายแบบ SSR ของยีนต้านทาน ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* จากข้าวสายพันธุ์ ปรับปรุง และพันธุ์ชัยนาท 1

## Screening SSR Markers for Brown Planthopper Resistant Genes, *Bph3*, on Rice (*Oryza indica* L.) Introgression Lines and Chai Nat 1

สุรเดช ปาละวิสุทธิ<sup>1</sup> วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ<sup>2\*</sup> ศิริพร กออินทร์ศักดิ์<sup>3</sup> และ ธานี ศรีวงศ์ชัย<sup>3</sup>  
Suradet Palawisut<sup>1</sup> Weerathep Pongprasert<sup>2\*</sup> Siriporn Korintrasak<sup>3</sup> and Thanee Srivongchai<sup>3</sup>

**Abstract:** Currently molecular markers used to determine any resistant gene of brown planthopper (*Nilaparvata lugens* (Stål), Delphacidae, Homoptera) were developed rapidly and variously available which provided different results depended on the varieties of rice. Therefore, the screening suitable SSR markers to determine brown planthopper resistant genes, *Bph3*, on rice (*Oryza indica* L.) introgression lines of Rathu Heenati/KDML 105 and Chai Nat 1 was carried out in order to use for improvement of brown planthopper resistant trait of Chai Nat 1. Seven potential SSR markers located on chromosome 6 closed to *Bph3* resistant gene were used to determine *Bph3* resistant gene composed of RM 170, RM 190, RM 586, RM 587, RM 588, RM 589, and RM 597. However, only RM 170, RM 190, and RM 586 were presented the best evident of

---

<sup>1</sup>ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ.วังทอง จ.พิษณุโลก 65000

Phitsanulok Rice Research Center, Wangtong, Phitsanulok 65000

<sup>2</sup>ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment

Naresuan University, Muang, Phitsanulok 65000

<sup>3</sup>หน่วยค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Rice Gene Discovery Unit, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology

Kasetsart University, Kamphangsaen, Nakorn Pathom 73140

polymorphism result with 10-15 nucleotide bases differences between both target rice varieties and clearly enough to use for following and evaluation on the existence of *Bph3* resistant gene in the process of Chai Nat 1 improvement in the future.

**Keywords:** rice (*Oryza indica*), brown planthopper, resistant gene, *Bph3*, SSR markers

**บทคัดย่อ:** ปัจจุบันโมเลกุลเครื่องหมายที่ใช้ในการตรวจสอบยีนต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål), Delphacidae, Homoptera) แต่ละชนิดได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว และมีหลากหลายชนิดให้เลือก ซึ่งแต่ละชนิดต่างก็แสดงผลการตรวจสอบแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว ดังนั้น จึงได้ดำเนินการศึกษาเพื่อคัดเลือกโมเลกุล ดีเอ็นเอเครื่องหมายแบบ SSR ของยีนต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ชนิด *Bph3* ที่เหมาะสม เพื่อตรวจสอบและติดตามการถ่ายทอดยีนต้านทานดังกล่าวของข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง Rathu Heenati/ข้าวดอกมะลิ105 (KDML 105) และข้าวพันธุ์ชยันนาท 1 ในกระบวนการปรับปรุงคุณลักษณะความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของข้าวพันธุ์ชยันนาท 1 ให้มีระดับที่สูงขึ้น โมเลกุลเครื่องหมายที่มีศักยภาพในการตรวจสอบยีนต้านทานดังกล่าวที่พบในข้าวประกอบด้วย 7 ชนิด คือ RM 170, RM 190, RM 586, RM 587, RM 588, RM 589, และ RM 597 ซึ่งเป็นโมเลกุลเครื่องหมายที่ตั้งอยู่บนโครโมโซม 6 และใกล้กับตำแหน่งที่ตั้งของยีนต้านทาน ชนิด *Bph3* ผลการตรวจสอบความจำเพาะและความเหมาะสมของโมเลกุลเครื่องหมายด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล พบว่า มีเพียง RM 170, RM 190, และ RM 586 เท่านั้นที่ให้ผลเป็น polymorphism ที่มีความแตกต่างกันประมาณ 10-15 คู่เบส ระหว่างข้าวพันธุ์เป้าหมายทั้งสองสายพันธุ์ ซึ่งมีความชัดเจนเพียงพอสำหรับการนำมาใช้ติดตามและตรวจสอบการถ่ายทอดยีนควบคุมลักษณะความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* ในการปรับปรุงข้าวพันธุ์ชยันนาท 1 ได้ในอนาคต

**คำสำคัญ:** ข้าว (*Oryza indica*), เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, ยีนความต้านทานชนิด *Bph3*, โมเลกุลเครื่องหมายแบบ SSR

## คำนำ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)) (= *Delphax oryzae*) (Homoptera: Delphacidae) จัดว่าเป็นศัตรูข้าวที่มีความสำคัญที่สุดในเอเชีย การทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทำให้ต้นข้าวเหี่ยว และเกิดอาการไหม้ (hopperburn) และยังเป็นแมลงพาหะถ่ายทอดโรคเหี่ยวเตี้ย และโรคใบหงิกซึ่งเกิดจากเชื้อไวรัสมาสู่ข้าว ทำให้ข้าวเป็นโรค มีอาการแห้งไหม้ตาย ไม่สามารถออกรวง และส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลงไม่คุ้มค่าการลงทุน เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนี้มักพบระบาดในพื้นที่ที่มีการชลประทานดี สามารถปลูกข้าวได้ตลอดทั้งปี เช่น พื้นที่ปลูกข้าวเขตที่ราบภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลาง แมลงสามารถอยู่ข้ามฤดูได้โดยอาศัยในวัชพืชที่เป็นญาติกับข้าวเช่น ข้าวป่า และหญ้าไซ เป็นต้น (สุวัฒน์, 2544) การควบคุมนั้นมักนิยมใช้สารเคมีฆ่าแมลงเป็นหลัก

(ล้านวน และวีรเทพ, 2548) ซึ่งส่งผลกระทบต่อธรรมชาติเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งศัตรูธรรมชาติซึ่งมีหลากหลายชนิดทั้งที่เป็นตัวห้ำและตัวเบียน เช่น มวนเขียวจุดไข่ (*Cyrtorhinus lividipennis* Reuter), แตนเบียนไข่ *Paracentrobia andoi* (Ishii), ดั่งดิน *Ophionea ishii* (Habu), ดั่งเต่า *Micraspis crocea* (Mulsant) ฯลฯ การควบคุมโดยใช้ข้าวพันธุ์ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการป้องกันกำจัดแมลงที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก และเป็นวิธีการที่ปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม

ในช่วง 3 ทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวต้านทานชนิดต่าง ๆ มากมาย ที่สำคัญและเป็นที่ยอมรับปลูกในเขตภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง คือพันธุ์ ชยันนาท 1 ซึ่งมีคุณสมบัติต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ได้รับการคัดและปรับปรุงคุณสมบัติต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสี

น้ำตาลซึ่งถ่ายทอดมาจากข้าวพันธุ์ บาบาวี (Babawe) อย่างไรก็ตาม คุณลักษณะด้านทานของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เริ่มลดลงหลังจากได้รับความนิยมและมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่ามีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้น้อยมาก แต่เนื่องจากข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 จัดเป็นข้าวคุณภาพดีและเป็นที่ต้องการของตลาดมาก ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มีคุณลักษณะด้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นแนวทางที่จะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ประกอบกับปัจจุบันการค้นหายีนด้านทานต่อเพลี้ยดังกล่าวสามารถกระทำได้ด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล ซึ่งสามารถลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ให้สั้นลงได้และมีความแม่นยำมากในการติดตามผลของการผสมพันธุ์จากลูกผสมที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ ด้วยดีเอ็นเอเครื่องหมายซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นจากเทคนิคต่าง ๆ ทางชีวโมเลกุล ที่มีพื้นฐานจากกระบวนการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วย polymerase chain reaction, PCR เช่น SSR, RFLPs, AFLPs ฯลฯ และสามารถนำมาใช้ตรวจสอบลักษณะที่แตกต่างทางจีโนไทป์ระหว่างข้าวสายพันธุ์ให้ (donor parent) ที่มียีนด้านทานที่ต้องการกับสายพันธุ์รับ (recipient parent) ที่ต้องการปรับปรุงได้ เพื่อคัดเลือกดีเอ็นเอเครื่องหมายที่เหมาะสม สำหรับนำไปตรวจสอบติดตาม และคัดเลือกข้าวลูกผสมที่มียีนด้านทานที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาและคัดเลือกดีเอ็นเอเครื่องหมายแบบ SSR ที่เหมาะสมและมีลักษณะทำให้เกิด polymorphism ระหว่างข้าวพันธุ์ Rathu Heenati ที่มียีนด้านทาน เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลไปไฮไทป์ต่าง ๆ ชนิด *Bph3* ในระดับสูงมาก (Jirapong *et al.*, 2005) กับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ติดตาม และคัดเลือกพันธุ์ปรับปรุงที่มียีนด้านทาน *Bph3* ในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

1. พันธุ์ข้าวผู้รับ (recipient) คือ พันธุ์ชัยนาท 1 ส่วนผู้ให้ (donor) นั้น ในที่นี้ใช้ข้าวพันธุ์ปรับปรุง BC<sub>2</sub>-F<sub>3</sub>

ระหว่าง Rathu Heenati กับ พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 (KDML 105) แทนพันธุ์ Rathu Heenati ดั้งเดิม เพื่อลดขั้นตอนในการคัดเลือกลูกผสมที่เกิดขึ้น เนื่องจากพันธุ์ Rathu Heenati นั้นมีคุณลักษณะหลายชนิดที่ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด และข้าวพันธุ์ปรับปรุงที่เลือกนี้ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงให้มีความเหมาะสมและมีความใกล้เคียงกับข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นที่นิยมของตลาดแล้ว ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ได้

2. ทำการคัดเลือกดีเอ็นเอเครื่องหมายชนิด SSR ที่มีความใกล้เคียง (flanking หรือ linkage) กับตำแหน่งยีนด้านทาน *Bph3* บนโครโมโซมที่ 6 ของข้าวสายพันธุ์ Rathu Heenati จากแผนที่พันธุกรรม (genetic map) ([www.gramene.org](http://www.gramene.org))

3. ทำการสกัดดีเอ็นเอ จากใบของกล้าข้าว อายุ 7 วัน ทั้งสามสายพันธุ์ คือ ชัยนาท 1, ข้าวดอกมะลิ 105 และ สายพันธุ์ข้าวพันธุ์ปรับปรุง BC<sub>2</sub>-F<sub>3</sub> ของ Rathu Heenati กับ ข้าวดอกมะลิ 105 โดยใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอ (DNA Traps Kits, หน่วยค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, <http://dnatec.kps.ku.ac.th>) ตรวจสอบปริมาณและคุณภาพของดีเอ็นเอที่ได้โดย spectrophotometer และ agarose gel-electrophoresis

4. เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเครื่องหมาย โดย polymerase chain reaction, PCR ด้วยเครื่อง thermocycler, MJ Research (PTC 100) ส่วนผสมของ PCR ในแต่ละปฏิกิริยาที่มีปริมาตร 10  $\mu$ L ประกอบด้วย 40 ng ดีเอ็นเอข้าวแต่ละสายพันธุ์; 200  $\mu$ M ของ dNTP (Bio 101), primer ที่เป็นทั้ง forward และ reverse ของ SSR marker สายละ 0.2  $\mu$ M ของดีเอ็นเอเครื่องหมายละ ชนิดที่คัดเลือกจาก ข้อ 2, 3 mM MgCl<sub>2</sub>, 0.2 Unit ของ Taq DNA polymerase และ 1X ของ PCR buffer นำส่วนผสมที่ได้ใส่เครื่องเพิ่มปริมาณ ดีเอ็นเอ โดยมีรายละเอียดของอุณหภูมิและระยะเวลาในแต่ละรอบดังนี้ เริ่มต้นด้วยอุณหภูมิ 94 °C เป็นเวลา 3 นาที และตามด้วยรอบของอุณหภูมิ 94 °C เป็นเวลา 30 วินาที, อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 30 วินาที และ อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 2 นาที เป็นจำนวน 35 รอบ ปิดท้ายด้วยอุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 5 นาที และรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 4 °C

5. ทำการตรวจสอบดีเอ็นเอเครื่องหมายที่ได้ด้วย 4.5% denaturing polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) ใน 1X TBE buffer และย้อมแผ่นเจลด้วย silver nitrate นับจำนวนและตำแหน่งของดีเอ็นเอเครื่องหมายแบบ SSR ที่เกิดขึ้น

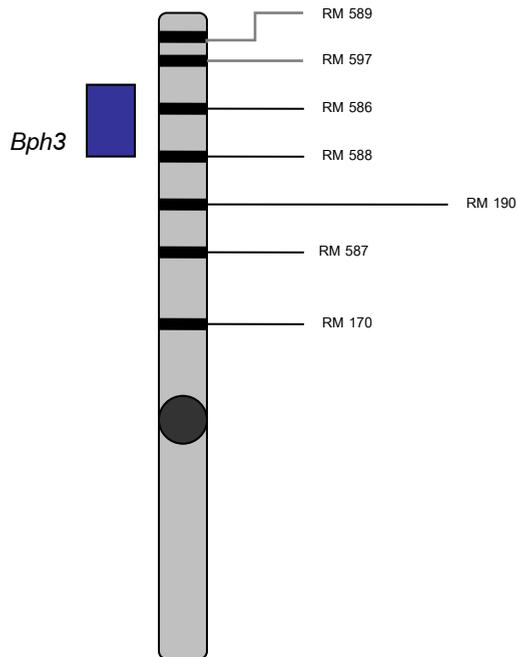
6. ทำการคัดเลือกดีเอ็นเอเครื่องหมายที่ให้ความแตกต่าง (polymorphism) ระหว่างสายพันธุ์ข้าวพันธุ์ปรับปรุง BC<sub>2</sub>-F<sub>3</sub> ของ Rathu Heenati/KDML 105 กับชายนาน 1 เพื่อนำไปตรวจสอบและติดตามยีนต้านทานดังกล่าวในข้าวลูกผสมที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ข้าวระหว่างทั้งสองพันธุ์ดังกล่าวต่อไป

## ผลและวิจารณ์

### การคัดเลือกดีเอ็นเอเครื่องหมายที่มีความใกล้ชิดกับยีนต้านทาน *Bph3*

ในปัจจุบัน มีรายงานการค้นพบยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากข้าวพันธุ์ปลูกในกลุ่ม *indica* ทั้งหมด 14 ยีนแล้ว (Hirabayashi and Ogawa, 1995; Huang *et al.*, 1997; Jeon *et al.*, 1999; Mei *et al.*, 1996; and Kawakuchi *et al.*, 2001) และหลายยีนได้รับการวิเคราะห์จนสามารถระบุตำแหน่งบนโครโมโซมของข้าว (Yang *et al.*, 2002) ในกรณีของยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* นั้น มีรายงานคาดการณ์ตำแหน่งที่ตั้งบนโครโมโซมว่าอยู่ในหลายตำแหน่งแตกต่างกันไป ทั้งโครโมโซม 4, 7 และ 10 แต่ยังไม่มีการยืนยันที่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม จากการสืบค้นหาโมเลกุลเครื่องหมายและวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Bph3* จากข้าวคู่ผสม PTB 33/กข

6 และ Rathu Heenati/ข้าวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าไม่มีโมเลกุลเครื่องหมายบนโครโมโซม 4, 7 และ 10 ที่สัมพันธ์กับกลุ่มต้านทานและอ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิดนี้ แต่พบว่ามีโมเลกุลเครื่องหมาย RM 190 บนโครโมโซม 6 มีความสัมพันธ์กับลักษณะความต้านทานและตั้งอยู่ใกล้กับยีนต้านทานมาก (Jirapong *et al.*, 2005) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Kawakuchi *et al.* (2001) ที่พบว่ายีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Bph3* ตั้งอยู่บนโครโมโซม 6 และมีความเกี่ยวพันกับยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *bph4* มาก นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ตำแหน่งยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในข้าวพันธุ์ PTB 33 พบว่าโมเลกุลเครื่องหมาย RM 588 และ RM 589 ตั้งอยู่ใกล้กับยีนต้านทานดังกล่าวมาก และมีศักยภาพในการนำไปตรวจสอบหรือติดตามยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในข้าวสายพันธุ์อื่น ๆ ได้ (จิระพงศ์ และคณะ, 2548) เมื่อนำข้อมูลพิจารณาพร้อมกับ genetic map ของโครโมโซม 6 จาก Rice Cornell SSR 2001 (<http://www.grammene.org>) เพื่อกำหนดขอบเขตที่ตั้งของตำแหน่งของยีนให้แคบลงและชัดเจนมากขึ้น (narrow down) พบว่า โมเลกุลเครื่องหมาย RM 586, RM 587, RM 597 และ RM 170 น่าจะมีความใกล้ชิดกับยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลดังกล่าวมาก และมีแนวโน้มการนำมาใช้ตรวจสอบลักษณะ polymorphisms ของโมเลกุลเครื่องหมายในข้าวพันธุ์เป้าหมายทั้งสองได้ ดังนั้น โมเลกุลเครื่องหมายที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้จึงประกอบด้วย 7 ชนิด คือ RM 170, RM 190, RM 586, RM 587, RM 588, RM 589 และ RM 597 (ภาพที่ 1)



**Figure 1** Location of *Bph3* resistant gene on chromosome 6 of rice (*Oryza indica*) and SSR linkage or flanking markers used to determine *Bph3* resistant gene of rice introgression line (Rathu Heenati/KDML 105), Chai Nat 1, and KDML 105.

ผลการทดสอบลักษณะ polymorphism ของโมเลกุลเครื่องหมายทั้งหมดจำนวน 7 ชนิด พบว่า ลักษณะของแถบชั้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้รับมีความแตกต่างไปตามชนิดของโมเลกุลเครื่องหมายที่ใช้ และสามารถจัดจำแนกผลลัพธ์ได้ออกเป็น 6 กลุ่มดังนี้คือ กลุ่มที่ให้แถบชั้นส่วนดีเอ็นเอหลายชั้นต่อเนื่อง (multiple bands) ที่มีลักษณะบาง (light) และไม่ชัดเจน (unclear) ได้แก่ RM 597 กลุ่มที่ให้แถบชั้นส่วนดีเอ็นเอของข้าวพันธุ์ที่ศึกษาทั้ง 3 พันธุ์ที่มีขนาดแตกต่างกันอย่างชัดเจน ได้แก่ RM 170 และ RM

589 กลุ่มที่ให้แถบชั้นส่วนดีเอ็นเอของข้าวพันธุ์ที่ศึกษาทั้ง 3 พันธุ์ที่มีขนาดเท่ากันหมด ได้แก่ RM 587 กลุ่มที่ให้แถบชั้นส่วนดีเอ็นเอของข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง Rathu Heenati/KDML 105 มีขนาดเท่ากับที่พบในพันธุ์ ชัยนาท 1 ได้แก่ RM 588 กลุ่มที่ให้แถบชั้นส่วนดีเอ็นเอของข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง Rathu Heenati/KDML 105 มีขนาดเท่ากับที่พบในพันธุ์ KDML 105 ได้แก่ RM 190 และ กลุ่มที่ให้แถบชั้นส่วนดีเอ็นเอของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่มีขนาดเท่ากับที่พบในพันธุ์ KDML 105 ได้แก่ RM 586 (ตารางที่ 1)

Table 1 Show size of DNA polymorphic bands among rice introgression line (Rathu Heenati/KDML 105), Chai Nat 1, and KDML 105 produced by various SSR markers.

Variety line	Size of DNA band products (bp)						
	RM 170	RM 190	RM 586	RM 587	RM 588	RM 589	RM 597
Rathu Heenati/ KDML 105	115	190	390	280	120	265	No band
ชัยนาท 1	125	180	400	280	120	260	result
KDML 105	120	190	400	280	130	257	

Remarks: Numbers are means  $\pm$  standard deviation

ในการใช้ประโยชน์โมเลกุลเครื่องหมายเพื่อตรวจสอบและติดตามยีนควบคุมลักษณะความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้โมเลกุลเครื่องหมายที่ให้ผลของขนาดแถบชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่มีขนาดที่แตกต่างกัน (polymorphism) ระหว่างพ่อและแม่ ดังนั้นโมเลกุลเครื่องหมายที่แสดงผลในลักษณะดังกล่าวจึงมีเพียง RM 170, RM 190, RM 586, และ RM 589 เท่านั้น ที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ในการติดตามและตรวจสอบยีนควบคุมลักษณะความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* โดยมีความแตกต่างกันประมาณ 10-15 คู่เบส ซึ่งการตรวจสอบจำเป็นต้องอาศัยการกระจายตัวของชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่สร้างขึ้นจากโมเลกุลเครื่องหมายเหล่านี้ด้วยวิธีการ polyacrylamide gel electrophoresis เท่านั้น

อย่างไรก็ตาม ในการใช้โมเลกุลเครื่องหมายเพื่อตรวจสอบและติดตามยีนเป้าหมายใด ๆ ก็ตาม จำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการตรวจสอบโมเลกุลเครื่องหมายเหล่านั้นก่อนทุกครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีการเปลี่ยนแปลงพันธุ์ที่เป็นพ่อและแม่ ทั้งนี้เพราะผลที่เป็น polymorphism ที่เกิดขึ้นจากโมเลกุลเครื่องหมายชนิดหนึ่งในพ่อแม่ชุดหนึ่งอาจให้ผลที่ตรงข้ามได้ในพ่อแม่อีกชุดหนึ่ง เช่น กรณีของโมเลกุลเครื่องหมาย RM 588 RM 589 และ RM 190 ที่ให้ผลเป็น polymorphism ในการศึกษาของข้าวคู่ผสม PTB 33/กข 6 และ Rathu Heenati/ข้าวดอกมะลิ 105 (จิระพงศ์ และคณะ, 2548) แต่ในการศึกษารุ่นนี้ RM 589

และ RM 190 ให้ผลในลักษณะที่สอดคล้องกับการศึกษาข้างต้น แต่ RM 588 แสดงผลที่แตกต่าง เป็นต้น

เมื่อพิจารณาผลที่ได้รับร่วมกับตำแหน่งที่ตั้งของยีนและตำแหน่งที่ตั้งของโมเลกุลเครื่องหมายบนโครโมโซม พบว่า โมเลกุลเครื่องหมายที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการติดตามและตรวจสอบยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* นั้น ควรประกอบด้วยโมเลกุลเครื่องหมาย 3 ชนิด คือ RM 170 และ RM 586 ซึ่งเป็นโมเลกุลเครื่องหมายที่เกี่ยวข้องพัน (linkage markers) กับยีนต้านทาน และตั้งอยู่บนโครโมโซมบริเวณที่ติดกับส่วนบนและล่างของยีนตามลำดับ ส่วนโมเลกุลเครื่องหมายสุดท้ายคือ RM 190 จัดเป็นโมเลกุลเครื่องหมายที่ตั้งอยู่ในบริเวณของยีนต้านทาน การใช้โมเลกุลเครื่องหมายทั้งสามร่วมกันสามารถเพิ่มศักยภาพและความแม่นยำในการตรวจสอบและติดตามยีนดังกล่าวได้เป็นอย่างดี รวมทั้งช่วยในการค้นหารายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อค้นหาโมเลกุลเครื่องหมายอื่นๆ ที่ตั้งอยู่ใกล้กับยีนมากขึ้น (narrow down) และช่วยในการค้นหาลำดับเบสของยีนดังกล่าวได้สะดวกมากยิ่งขึ้นในอนาคต ส่วนโมเลกุลเครื่องหมาย RM 586 นั้น แม้พบว่ามีความแตกต่างของขนาดชิ้นส่วนดีเอ็นเอ ระหว่างสายพันธุ์ข้าวเป้าหมาย แต่เนื่องจากความแตกต่างของชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้รับมีเพียง 5 คู่เบสเท่านั้น ซึ่งน้อยเกินไป และอาจให้ผลของความแตกต่างที่ไม่ชัดเจนได้ในกรณีที่ต้องแยกความแตกต่างของตัวอย่างเป็นจำนวนมากและก่อให้เกิดความสับสนได้ง่าย

การคัดเลือกโมเลกุลเครื่องหมายดีเอ็นเอ แบบ SSR ของยีนต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* ของข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง Rathu Heenati/KDML 105 และพันธุ์ชยันนาท 1 จากจำนวน 7 ชนิด มีเพียง 3 ชนิด เท่านั้น คือ RM 170, RM 190 และ RM 586 ที่มีความเหมาะสมและมีศักยภาพมากที่สุดในการจำแนกความแตกต่างของข้าวทั้งสองสายพันธุ์ โดยโมเลกุลเครื่องหมายที่ได้รับการคัดเลือกทั้งสามชนิดนี้จะถูกนำไปใช้ในการติดตามการถ่ายยีนต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชนิด *Bph3* จากข้าวสายพันธุ์ปรับปรุง Rathu Heenati/KDML 105 สู่อข้าวพันธุ์ชยันนาท 1 เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวชยันนาท 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูกอย่างแพร่หลายและกำลังประสบปัญหาเรื่องระดับความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลลดลงอย่างรวดเร็ว ให้มีคุณลักษณะที่ต้านทานที่สูงขึ้นต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของ Regional Workshop on Molecular Breeding in Rice for Mekong Region: Line Conversion using Marker Aided Selection ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดย Rockefeller Foundation และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และคณะผู้วิจัยของขอขอบคุณ ผศ.ดร. อภิชาติ วรรณวิจิตร ดร. ธีรยุทธ ตูจินดา และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน จากหน่วยค้นหาและใช้ประโยชน์จากยีนข้าว และ ดร. สมวงศ์ ตระกูลรุ่ง และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน จากห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยี ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยเป็นอย่างดีทั้งในส่วนของเครื่องมือ ข้อมูล และอุปกรณ์ ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ

จิระพงศ์ ไจรินทร์, กิจติพงษ์ เพ็งรัตน์, สงวน เทียงดีฤทธิ์, กฤษณา สุตทสาร, จริญญา เพ็งรัตน์ และอุไรวรรณ ศษสถิตย์. 2548. การสืบหาโมเลกุลเครื่องหมายเพื่อการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. รายงานการประชุมวิชาการ ข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2548. วันที่ 7-8 มีนาคม 2548, ณ โรงแรม รอยแยลฮิลล์ รีสอร์ท, จ. นครนายก.

สำนวน ฉิมพกา และวีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกร อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร. วารสารเกษตรนครสวรรค์ 8(1): 77-94.

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

Hirabayashi, H. and T. Ogawa. 1995. RFLP mapping of *Bph-1* (Brown planthopper resistance gene) in rice. *Breeding Sci.* 45: 369-371.

Huang, N., A. Parco, T. Mew, G. Magpantay, S. R. McCouch, E. Guiderdoni, J. Xu, P. Subudhi, E. R. Angeles, G. S. Khuih and J. C. XU. 1997. RFLP mapping of isozymes, RAPD and QTLs for grain shape, brown planthopper resistance in a doubled haploid rice population. *Mol. Breed.* 3:105-113.

Jeon, Y. H., S. N. Ahn, H. C. Choi, T. R. Hahn and H. P. Moon. 1999. Identification of a RAPD marker linked to a brown planthopper resistance gene in rice. *Euphytica* 107: 23-28.

- 
- Jirapong, J., T. Toojinda, S. Tragoonrung, S. Tayapat and A. Vanavichit. 2005. Multiple genes determining brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) resistance in backcross introgressed lines of Thai jasmine rice 'KDML105'. *ScienceAsia* 31: 129-135.
- Kawaguchi, M., K. Mulata, T. Ishii, S. Takumi, N. Mori and C. Nakamura. 2001. Assignment of a brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) resistance gene *bph4* to the rice chromosome 6. *Breeding Sci.* 51: 13-18.
- Mei, M., C. Zhuang, R. Wan, J. Wu and G. Kochert. 1996. Genetic analysis and tagging of gene for brown planthopper resistant in *indica* rice. pp 590-595. *In*: G. S. Khush, (ed.) *Rice Genetics III. Proceedings of the Third International Rice Genetics Symposium*. IRRI, Manila, Philippines.
- Yang, H., X. Ren, Q. Weng, L. Zhu and G. He. 2002. Molecular mapping and genetic analysis of a rice brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) resistance gene. *Hereditas* 136: 39-43.
-

บริษัท จิววรรณ อินเตอร์เนชั่นแนลฟู้ดส์ จำกัด

อ. ศรียาชา จ. ชลบุรี

มีความยินดีให้การสนับสนุน

การจัดทำวารสารเกษตร ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เพื่อการเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการและเทคโนโลยี

ด้านการเกษตรและด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาภาคการเกษตรของประเทศให้เข้มแข็งและแข่งขันได้

# JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 21 No. 3 October 2005

Suitable Extraction Buffer for Producing Isozyme Patterns of Some Plicated-leaf Terrestrial Orchids Sutthinan Prasatsuwan and Pimchai Apavatjirut.....	185
Nitrogen, Phosphorus and Potassium Deficiency in <i>Freesia</i> spp. Hathai Kidsadawanich and Soraya Ruamrungsri.....	197
Effect of Crude Extract from <i>Boesenbergia pandurata</i> (Roxb.) Schltr. on Vase Life of Rose Phatchari Siritrakunsak and Tanachai Pankasemsuk.....	205
Using of Some Plant Growth Regulators for Increasing Longan cv. 'Daw' Fruit Size Charatnone Tachom and Tanachai Pankasemsuk.....	213
Evaluation of Kaew Mango Clones for Processing of Dehydrated Fruit Lampong Taemkhonburi and Tavatchai Randanachaless.....	219
Clonal Selection of Guava F1 Hybrid for Processing Panjit Phuaphanraksakun and Surin Nilsamranchit.....	229
Effect of Plant Supporting Models and Spraying Rate on Growth of Lettuce in Aeroponics Soraya Ruamrungsri Theeraphon Phornsawatchai and Amares Jaidee.....	241
Inhibitory Effect of Java Long Pepper Fruit Extracts on <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Causing Anthracnose Disease of Mango Fruit Wanassanan Sa-arlduan and Pittaya Sruamsiri.....	251
Efficacy of <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> (Thai Strain) for Controlling Diamondback Moth, <i>Plutella xylostella</i> L., on Chinese Kale Monchan Maketon.....	259
Screening SSR Markers for Brown Planthopper Resistant Genes, <i>Bph3</i> , on Rice ( <i>Oryza indica</i> L.) Introgression Lines and Chai Nat 1 Suradet Palawisut Weerathep Pongprasert Siriporn Korinratsak and Thanee Srivongchai.....	269

ISSN 0857-0841