



วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 21 ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์ 2548

การศึกษาโครโมโซมของลำไย

เกศินี ระมิงค์วงศ์ สลิลรัตน์ วิชัยพานิช วงเดือน สุนทรวิภาต และอาทิตย์ยา เบ้งนวล.....1

กายวิภาคศาสตร์ของเม็ดแป้งของสาकुในประเทศไทย

อัปสร วิทยาประภารัตน์ และ เกศินี ระมิงค์วงศ์.....7

การจำแนกพันธุ์บัวอุบลชาติโดยการวิเคราะห์ไอโซไซม์

สุพัตรา ปทุมเมือง และ วิณัน บัณฑิตย์.....15

ผลของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบกาแพอราก้าที่กำลังติดผล

ชวลิต กอสมพันธ์ และนริศ ยิ้มแย้ม.....27

ผลของการให้น้ำต่อการบานของดอกองค์ประกอบผลผลิตและคุณภาพของกาแพอราก้า

พริ้มลักษณ์ ประพุทธพิทยา ชวลิต กอสมพันธ์ และ บัณฑูรย์ วาฤทธิ์.....37

ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ในกล้วยไม้รองเท้านารีของไทย

พสุ สกุลอารีวัฒนา และพิมพ์ใจ อาภาวัชรุตม์.....47

ผลผลิตของแปลงหญ้าเมื่อปลูกหญ้ารูซี่ในระหว่างแถบกระถิน

จรรุญโรจน์ จันทรศิริ แล เฉลิมพล แซ่มเพชร.....55

การจัดการหอยเชอรี่ในนาข้าวของเกษตรกรในบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด

จังหวัดนครสวรรค์

สยาม อรุณศรีมรกต วรพร สังเนตร และ ธรรมศักดิ์ พัฒนพวง.....63

การประเมินโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตโคนมของเกษตรกรรายย่อยในภาคเหนือ:

การวิเคราะห์เส้นท่อนุ่ม

อัศวิน สุมณศิริ และ พิชิต ธาณี.....73

การวิเคราะห์เชิงประจักษ์เกี่ยวกับพฤติกรรมและการประเมินผลการดำเนินงานของ

อุตสาหกรรมลำไยอบแห้งในจังหวัดลำพูนและเชียงใหม่ โดยใช้ บาลานซ์ สคอร์การ์ด

ณัฐกรินทร์ หอเจริญ วินัส ฤาชัย และ พิชิต ธาณี.....83

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

เรื่องที่ตีพิมพ์

บทความวิจัย หรือ บทความปริทัศน์

การเตรียมต้นฉบับ

1. ภาษา เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2. การพิมพ์ พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษขนาด A 4 ด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด ตัวอักษร Cordia new ขนาด 14 ตัวอักษรต่อหน้า 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) ให้อธิบายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 ผลการศึกษา (Results) ให้นำบรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

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

3.8 สรุป (Conclusion) ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยว่าเข้าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

4. กิตติกรรมประกาศ หรือ คำขอบคุณ (Acknowledgement)

อาจมีหรือไม่ก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. เอกสารอ้างอิง (References)

5.1 ในเนื้อเรื่องไม่ควรอ้างอิงถึงเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องหรือห่างไกล ระบบที่ใช้อ้างอิงคือ ระบบชื่อและปี (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 ให้ใช้ชื่อเป็น Johny and Walker (2004)...หรือ...(Johny and Walker, 2004) หากมีมากกว่า 3 คน ให้ใช้ชื่อเป็น Johny *et al.* (2005)...หรือ...(Johny *et al.*, 2005) สำหรับในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้ใส่ชื่อผู้เขียนทุกคน ห้ามใช้คำว่า และคณะ หรือ *et al.*

5.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนดังนี้

1) วารสาร (Journals)

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

เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด.

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

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

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

ชื่อผู้เขียน ปีที่พิมพ์ ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์ จำนวนหน้าทั้งหมด.

จริยา วิสิทธิ์พานิช ชาตรี สิทธิกุล และ ยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2545. โรคและแมลงศัตรูลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง. ธมมบรรณการพิมพ์, 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 ไอเดียสแควร์, กรุงเทพฯ.

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

4) วิทยานิพนธ์

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

อนันท์ มณีพงษ์. 2547. ผลของการใช้ไอโซนต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่นๆ

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

6) สื่ออิเล็กทรอนิกส์

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

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. การปลูกผักแบบไม่ใช้ดิน (ไฮโดรโปนิคส์). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.doae.go.th/proster/hondin/html> (21 เมษายน 2548)

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

การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ให้ส่งต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล โดยส่งถึง บรรณานุกรมวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

ผู้จัดพิมพ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Publisher	Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
กำหนดการพิมพ์	วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ/ปี)	Publication	Tri-annually
วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่วิทยาการด้านการเกษตร และที่เกี่ยวข้อง	Objective	To disseminate academic knowledge in agriculture and related fields
ที่ปรึกษา	คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ รองคณบดีฝ่ายบริการวิชาการและ ถ่ายทอดเทคโนโลยี รศ.ดร. 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 ลิมปิติ ผศ. วราภา คุณาพร รศ. ถนอม คลองเพ็ง รศ. ดร. ธวัชชัย รัตน์ชเลศ	Consultant	Dean of Agriculture Faculty Associate Dean of Research and International Relations Associate Dean of Community Affairs and Technology Transfer Nakorn Nalampang, Ph.D., Assoc. Prof, Manu Seetisarn, Ph.D., Assis. Prof, Pittaya Srumsiri, Ph.D., Assis. Prof, Paitoon Rodvinij, Assoc. Prof. Boomlom Cheva-lasarakul, Ph.D., Assoc. Prof. Chalermpong 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, Ph.D., Assoc. Prof.
บรรณาธิการ	รศ. ไพฑูรย์ รอดวินิจ	Editor	Paitoon Rodvinij, Assoc. Prof.
กองบรรณาธิการ	รศ. ดร. บุญล้อม ชีวะอิสระกุล	Editorial	Boomlom Cheva-lasarakul, Ph.D., Assoc. Prof.
	ศ. เฉลิมพล แซมเพชร	Board	Chalermpong Sampet, Prof.
	รศ.ดร. ไสว บุรณพานิชพันธุ์		Sawai Buranapanichpan, Ph.D., Assoc. Prof.
	รศ.ดร. สมบัติ ศรีชูวงศ์		Sombat Srichuwong, Ph.D., Assoc. Prof.
	รศ. ศุภศักดิ์ ลิมปิติ		Supasark Limpiti, Assoc. Prof.
	ผศ. วราภา คุณาพร		Warapa Kunaporn, Assist Prof.
	รศ. ถนอม คลองเพ็ง		Thanom Klodpeng, Assoc. Prof.
	รศ. ดร. ธวัชชัย รัตน์ชเลศ		Tavatchai Radanachaless, Ph.D., Assoc. Prof.
เลขานุการ	นางสาววิไลพร ธรรมตา	Secretary	Vilaporn Thammata
สำนักงานและ การติดต่อ	กองบรรณาธิการวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ 50200 โทร. 0 5394 4089- 92 ต่อ 11 โทรสาร 0 5394 4666	Office and Inquiries	Editorial Board, Journal of Agriculture, Research and International Relations, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200, Thailand. Tel. 0 5394 4089-92 Fax. 0 5394 4666
การบอกรับ เป็นสมาชิก	บอกรับเป็นสมาชิกได้จากใบบอก รับเป็นสมาชิกที่ได้แทรกมาพร้อมนี้ หรือติดต่อกองบรรณาธิการโดยตรง	Membership	Apply through the membership form as attached herewith or contract directly to the Editorial Board

* กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไข
บทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร

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

บทบรรณาธิการ

ภายใต้กระแสการค้าเสรีทั้งระดับประชาคมโลก ภูมิภาคและประเทศต่อประเทศที่โหมกระหน่ำ และตลอดจนความมุ่งมั่นในนโยบายที่จะให้ประเทศเป็นศูนย์กลางอาหารหรือครัวโลกของรัฐบาล ยุทธศาสตร์หรือแนวทางสำคัญประการเดียวที่ต้องการเพื่อความอยู่รอดและบรรลุความมุ่งมั่นนี้ นั่นคือ ภาคเกษตรของประเทศต้องปรับโครงสร้างและปรับตัวให้สามารถแข่งขันได้ในทุกระดับ ทั้งนี้โดยเน้นให้การผลิตมีประสิทธิภาพ คุณภาพและความปลอดภัย พร้อมไปกับการดำเนินมาตรการทางด้านการตลาดที่สอดคล้องและเสริมให้เกิดความเข้มแข็งมั่นคงในตัวผลผลิตหรือสินค้า ซึ่งทั้งหมดนี้ต้องการการศึกษาวิจัยในลักษณะต่างๆ ทั้งการวิจัยพื้นฐาน การวิจัยประยุกต์ การวิจัยพัฒนา การวิจัยปฏิบัติการ และอื่นๆ ในหลากหลายประเด็นที่ผสมผสานกันเป็นการวิจัยเชิงบูรณาการเพื่ออำนวยความสะดวกและองค์ความรู้หรือวิทยาการที่ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งระบบการเกษตร ในทุกภาคส่วน เริ่มจากส่วนทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นต้นทางของระบบไปสู่ส่วนการผลิตเกษตร ส่วนการตลาดและธุรกิจเกษตร และส่วนการบริโภคสินค้าเกษตรในท้ายที่สุดตามลำดับ เพื่อรองรับและสนับสนุนการพัฒนาขีดความสามารถการแข่งขันของประเทศให้แข่งขันได้และอยู่ในระดับแนวหน้า

ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของอาจารย์และนักวิชาการทั้งในภาครัฐและเอกชนที่ต้องผนึกกำลังร่วมกันในการจัดทำข้อเสนอและดำเนินโครงการวิจัยต่างๆตามแนวทางข้างต้น ให้เป็นไปอย่างกว้างขวางหลากหลายสมบูรณ์ มีวิทยาการเพียงพอที่จะรองรับและสนับสนุนให้เกิดความเจริญก้าวหน้าและอย่างมั่นคง จนภาคการเกษตรของประเทศสามารถแข่งขันได้ในเวทีการค้าโลกและดำรงอยู่ตลอดไปหรืออย่างยั่งยืน โดยในส่วนของวารสารเกษตรของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่จะทำหน้าที่เป็นกลไกหนึ่งของระบบการเกษตรในการเผยแพร่ผลงานวิจัยด้านการเกษตรและด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องผ่านบทความวิชาการที่น่าลงตีพิมพ์ เพื่อเป็นอีกช่องทางในการเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการให้แผ่ออกไปเป็นวงกว้างสู่สาธารณะ รองรับ สนับสนุนและเกื้อกูลต่อการพัฒนาภาคการเกษตรของประเทศ

นอกจากนี้วารสาร ฉบับที่ 1 ปีที่ 21(2548) นี้ ยังได้ปรับปรุงรูปแบบและการพิมพ์ใหม่ให้เป็นระบบตามมาตรฐาน จึงใคร่ขอถือโอกาสนี้เรียนเชิญชวนอาจารย์และนักวิชาการทั้งจากภาครัฐบาลและภาคเอกชนอีกครั้งหนึ่งให้ร่วมส่งบทความวิชาการเพื่อการตีพิมพ์เผยแพร่ลงในวารสารเกษตร ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ในการจัดทำวารสารเกษตรและการพัฒนาภาคการเกษตรของประเทศ

การศึกษาโครโมโซมของลำไย

Longan Chromosome Investigation

เกศินี ระมิงค์วงศ์^{1/} สลิลรัตน์ วิชัยพานิช^{1/} วงเดือน สุนทรวิภาต^{1/} และ อาทิตยา เป็งนวล^{1/}
Ramingwong, K.^{1/}, S. Wichaipanich^{1/}, W. Soonthornvipat^{1/} and A. Pengnual^{1/}

Abstract : The chromosomes of longan were investigated through root tips and shoot tips by Fuelgen Squash method. Different time of sample collection were taken between 07:00 to 12:00 hr. The results showed that (a) chromosome number examined from both tissues appeared to be identical ($2n = 30$), (b) chromosomes from root tips showed better morphology than those from shoot tips and (c) the best time for sample collection was between 09:00 to 10:00 hr.

Keywords : longan (*Dimocarpus longan* Lour), chromosome, metaphase

บทคัดย่อ : ได้ทำการศึกษาโครโมโซมจากเนื้อเยื่อปลายรากและปลายยอดของลำไย โดยวิธีฟูลเจนสแควช โดยเก็บตัวอย่างที่เวลาต่างกันระหว่าง 07:00 ถึง 12:00 นาฬิกา พบว่า (ก) โครโมโซมที่นับได้จากเนื้อเยื่อปลายรากและปลายยอดมีจำนวนเท่ากัน คือ 30 แท่ง ($2n = 30$) (ข) โครโมโซมจากปลายรากมองเห็นได้ชัดเจนกว่าจากปลายยอด และ (ค) เวลาที่ดีที่สุดสำหรับการเก็บตัวอย่าง คือ ระหว่าง 09:00 ถึง 10:00 นาฬิกา

คำสำคัญ : ลำไย โครโมโซม เมทาเฟส

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

Introduction

Longan (*Dimocarpus longan* Lour) is a subtropical fruit crop that is originated in southern China as well as lowlands in India, Sri Lanka and Myanmar. It is distributed in tropical and subtropical regions of the world. Ministry of Agriculture and Cooperatives and Ministry of Commerce regard that longan is one of the 'Product Champion' of Thailand (Angkasit *et al.*, 2000). Longan plantation face many problems e.g. alternate bearing, high genetic diversity and low uniformity of fruit quality. Improvement of new varieties to overcome the problems is essential.

In breeding programme, it is necessary to know the chromosome number of a plant species as it is a part of breeding system. Kanjana (1998) reported that the chromosome number from the root tips of longan was 30. This study is carried out in order to find out the appropriate time and tissues suitable for the investigation of longan chromosome number.

Materials and Methods

Two different tissues of longan were selected including root tips and shoot tips. The collection time were at 07:00, 08:00, 09:00, 10:00, 11:00 and 12:00 hours.

Chromosome investigation followed Fuelgen Squash method as described in Dyer (1979). Pretreatment of the plant tissues was done in paradichlorobenzene solution for 6 hours. The tissues were then fixed in solutions of ethyl alcohol and glacial acetic acid at 3:1 (v/v) for 5 minutes and

hydrolysed in hydrochloric acid (1N HCl) at 60 degree Celcius for 10 minutes. The samples were then stained in carbol fuchsin for at least 3 hours. Chromosome number was counted under microscope at 100 times magnifier.

Results and Discussions

By Fuelgen Squash method, chromosome investigation of longan showed that :

A. The suitable time was between 09:00 to 10:00 hr. Chromosomes from root tips taken at one hour interval, from 07:00 to 12:00 hr., were examined. At 06:00 hr. or late prophase, nuclear membrane degenerated and a chromosome divided into two chromatids. These chromatids entangled and could not be counted. At 07:00 and 08:00 hr. or early metaphase, chromosomes started to shrink and separate. However, some of the chromosomes were closed together or even partly coincided (Figure 1a and 1b). At 09:00 and 10:00 hr. or metaphase, chromosomes shrank, separated and perfectly stained. The chromosomes distributed in the middle of the cells and were easily counted (Figure 1c and 1d). At 11:00 hr. or late metaphase, the chromosomes were not as clear as the earlier times (Figure 1e). At 12:00 hr. or anaphase, the chromosomes could not be counted as they separated and moved to the opposite ends to form two daughter cells (Figure 1f). The appropriate time is, therefore, from 09:00 to 10:00 hr. and which agreed with the experiments on longan (Kanjana, 1998), marigold (Gnoksamoe, 1998) and guava (Nualkaew, 2000).

B. Appropriate tissues were root tips. Chromosomes from root tips and shoot tips at 09:00 and 09:30 hr. were examined. Tissue from root tips clearly showed $2n = 30$ both at 09:00 hr. (Figure 2a) and 09:30 hr. (Figure 2b). Tissue from shoot tips also showed $2n = 30$ both at 09:00 hr. (Figure 2 c) and 09:30 hr. (Figure 2 d), but it was better at 09:00 hr.

than at 09:30 hr. Tissues from root tips were more suitable than from shoot tips in chromosome investigation. This may be due to the appropriate time was shorter at the shoot tips. It is observed that there were some fatty suspensions that might cause some problem in investigation at the shoot tip samples.

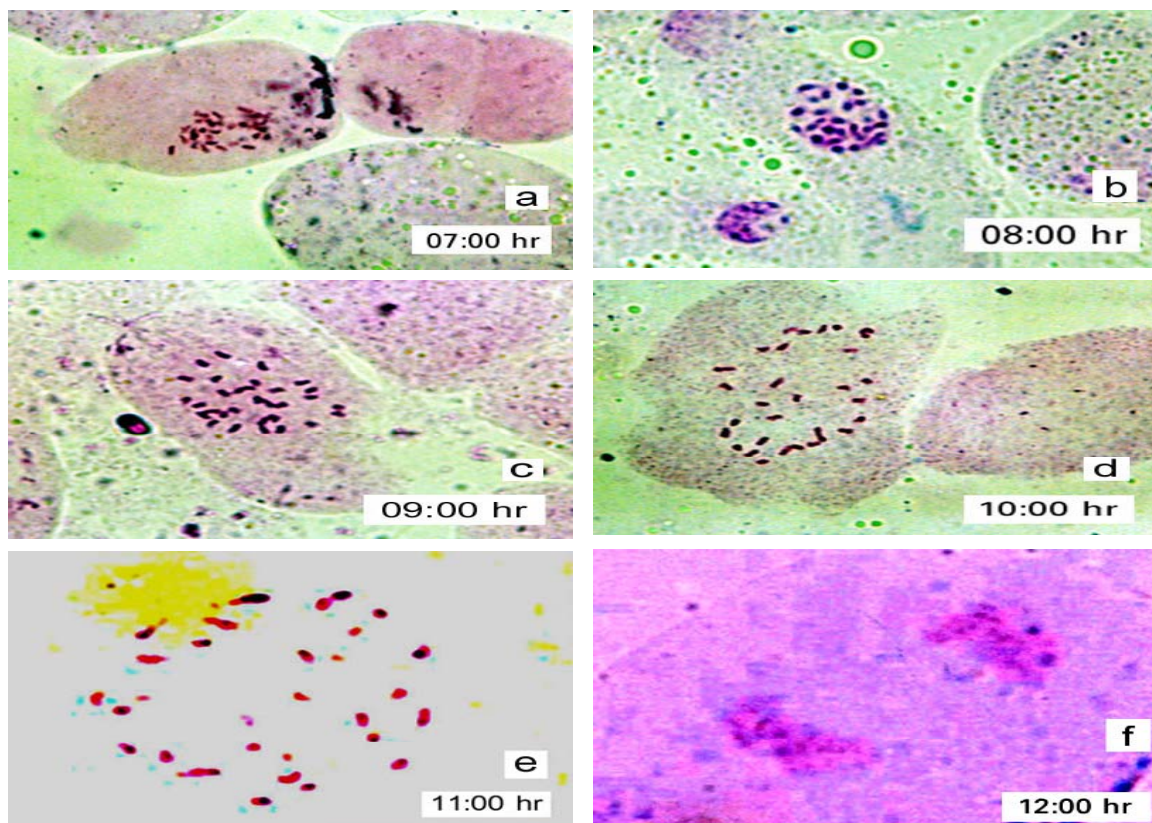


Figure 1 Different time in longan chromosome investigation.

- (a) 07:00 hr. (b) 08:00 hr. (c) 09:00 hr.
(d) 10:00 hr. (e) 11:00 hr. (f) 12:00 hr.

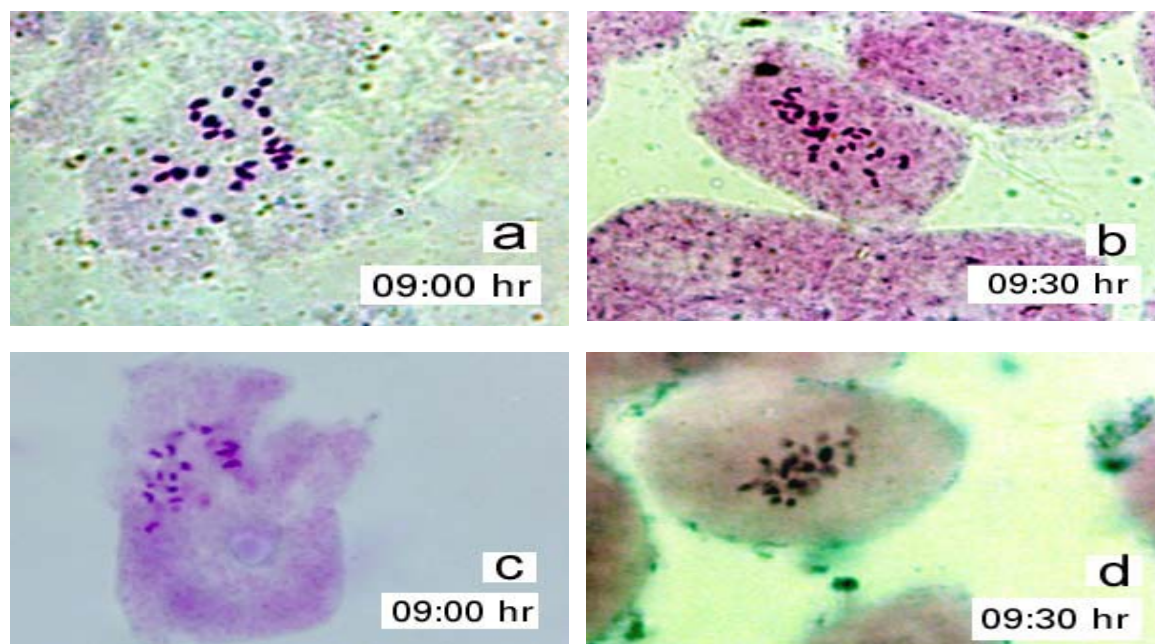


Figure 2 Different tissues and time in longan chromosome investigation.

- (a) root tip at 09:00 hr. (b) root tip at 09:30 hr.
(c) shoot tip at 09:00 hr. (d) shoot tip at 09:30 hr.

Conclusions

Using Fuelgen Squash method, the chromosomes of longan were investigated. Different tissues including root tips and shoot tips as well as different time of sample collection between 07:00 to 12:00 hr. were studied. It is found that (a) chromosome number of longan tissues is 30 ($2n = 30$), (b) it is recommended to examine chromosomes from root tips than from shoot tips and (c) during 09:00 to 10:00 hr. was the best time for sample collection.

References

- Angkasit, P., V. Hengsawat, T. Tunsuwan, K. Ramingwong, D. Manajuti, S. Nilsamranjit, K. Chiewsilp and C. Chaimongkol. 2000. Longan Production Industry for Export. Report on Research and Development submitted to the Ministry of University Affairs. 214 p. (in Thai).
- Dryer, A.F. 1979. Investigating Chromosome. Edward Arnold Ltd., London. 138 p.
- Gnoksamoe, A. 1998. Chromosome Investigation of Marigold. B.S. Special Problem, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 13 p. (in Thai).

Kanjana, P. 1998. Identification of Longan by Electrophoretic and Cytogenetic Methods. M.S. Thesis in Horticulture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 122 p. (in Thai).

Nualkaew, M. 2000. Chromosome Investigation of Guava. B.S. Special Problem, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 23 p. (in Thai).

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่สัมพันธ์กับ ลักษณะดอกของกล้วยไม้สกุลช้าง

Analysis of Genetic Variation Associated with Flower Characteristics of Genus *Rhynchosstylis*

สุพัตรา เจริญภักดี^{1/} และ วีณัน บัณฑิตย์^{1/}

Supattra Charoenpakdee^{1/} and Weenun Bundithya^{1/}

Abstract : Genetic variation associated with flower characteristics of *Rhynchosstylis coelestis* Rchb.f. and *Rhynchosstylis gigantea* Ridl. were studied by RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNA) technique using 24 primers. It was found that primers: OPAK01, OPAK11, OPD16, OPF10, OPF12 and OPF16 for *Rhynchosstylis coelestis*; OPAK10, OPD05, OPD10 , OPF07 and OPF10 for *Rhynchosstylis gigantea* were able to show genetic relationships. This RAPD technique has potentials for identification of genetic variation associated with flower characteristics of Genus *Rhynchosstylis*.

Keywords : *Rhynchosstylis*, genetic variation, RAPD

บทคัดย่อ : การนำเทคนิคอาร์เอพีดีมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่สัมพันธ์กับลักษณะสีดอกของกล้วยไม้สกุลช้าง 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มเขาแกะ (*Rhynchosstylis coelestis* Rchb.f.) ได้แก่ เขาแกะเผือก และเขาแกะธรรมดา 2) กลุ่มช้าง (*Rhynchosstylis gigantea* Ridl.) ได้แก่ ช้างแดง ช้างเผือก ช้างกระ และช้างประหลาด เมื่อนำดีเอ็นเอไปเพิ่มปริมาณ โดยใช้ไพรเมอร์ 24 ชนิด พบว่า ไพรเมอร์ที่สามารถนำมาจัดกลุ่มแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกลุ่มเขาแกะได้ คือ ไพรเมอร์ OPAK01, OPAK11, OPD16, OPF10, OPF12 และ OPF16 ส่วนกลุ่มช้าง คือ ไพรเมอร์ OPAK10, OPD05, OPD10 , OPF07 และ OPF10 เทคนิคอาร์เอพีดีนี้มีศักยภาพในการบ่งชี้ความแตกต่างทางพันธุกรรมที่สัมพันธ์กับลักษณะสีดอกของกล้วยไม้สกุลช้างได้

คำสำคัญ : กล้วยไม้สกุลช้าง ความแปรปรวนทางพันธุกรรม อาร์เอพีดี

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

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

คำนำ

กล้วยไม้เป็นไม้ดอกไม้ประดับที่มีการส่งออกมากที่สุดของไทย โดยมีการส่งออกมากกว่า 35 ปี ในปัจจุบันมีการส่งออกทั้งในลักษณะต้น และตัดดอก เป็นมูลค่าไม่น้อยกว่า 1,200 ล้านบาทต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 85 ของการส่งออกไม้ดอกไม้ประดับทั้งหมด ปริมาณ และมูลค่าการส่งออกกล้วยไม้ของไทยเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง คาดว่าในอนาคตจะเป็นพืชที่นำรายได้จำนวนมากมาสู่ประเทศไทย (อานนท์, 2547)

กล้วยไม้สกุลช้าง (*Rhynchostylis*) อยู่ในวงศ์ Orchidaceae เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (กลุ่มเกษตรสังวณ, 2541) พบในเอเชีย จากอินเดีย พม่า ไทย ลาว บอร์เนียว และฟิลิปปินส์ มีการเจริญเติบโตแบบโมโนโพเดียล (monopodial) คล้ายแวนด้า (ชวลิต, 2542) จัดเป็นกล้วยไม้ที่มีช่อดอก ดอกมีกลิ่นหอม ซึ่งได้รับความสนใจนำมาปลูกเลี้ยง ตลอดจนทำการผสมพันธุ์ เพื่อให้ได้กล้วยไม้ลูกผสมที่มีลักษณะดีเด่นยิ่งขึ้นไป กล้วยไม้สกุลช้างที่น่าสนใจคือ

Rhynchostylis gigantea Ridl. หรือช้าง แบ่งเป็นพันธุ์ต่าง ๆ ตามสีของดอก คือ ช้างเผือก มีกลีบดอกและปากมีสีขาวล้วน ช้างแดง มีกลีบดอกและปากมีสีแดงอมม่วง ช้างกระ หรือ ช้างค่อม มีกลีบดอกพื้นสีขาว มีจุดสีแดงอมม่วงขนาดสม่ำเสมอกระจายทั้งดอก และช้างประหลาด ซึ่งเกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างช้างแดงกับช้างกระ (อานนท์, 2547) บางต้นมีจุดกระเพียงเล็กน้อยเกือบเป็นช้างเผือก หรือมีจุดกระมากมาย เป็นปื้นโต ๆ (ไพบูลย์, 2521)

Rhynchostylis coelestis Rchb.f. หรือเขาแกะ แบ่งเป็นพันธุ์ต่าง ๆ ตามสีของดอก คือ เขาแกะธรรมดา กลีบดอกสีขาว มีแต้มสีม่วงครามที่ปลายกลีบทุกกลีบ ปากมีสีม่วงครามมากกว่าที่กลีบ และเขาแกะเผือก มีดอกสีขาวบริสุทธิ์

การนำเทคนิคทางชีวโมเลกุลเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของพืช ช่วยลดปัญหาในการจำแนกสายพันธุ์ที่สับสน ให้ถูกต้องแม่นยำขึ้น เป็นการสนับสนุนงานทางด้านการปรับปรุงพันธุ์ การผลิตเมล็ดพันธุ์พืชให้ตรงตามพันธุ์ และการคัดเลือกลายพันธุ์

พืชในขณะที่ยังเล็กไม่สามารถเห็นลักษณะที่สนใจ อีกทั้งยังช่วยจำแนกต้นที่เกิดการกลายพันธุ์ได้เร็วขึ้น สามารถตรวจสอบความแตกต่างของพันธุ์ (cultivar) และชนิด (species) พืช ซึ่งเทคนิคอาร์เอพีดี (RAPD, Randomly Amplified Polymorphic DNA) เป็นเทคนิคทางชีวโมเลกุลวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกพันธุ์พืชในระดับจีโนมไทป์ (Yu and Nguyen, 1994) การศึกษาครั้งนี้จึงได้นำเทคนิคอาร์เอพีดีมาใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอของกล้วยไม้สกุลช้าง

วิธีการทดลอง

ตัวอย่างพืช

กล้วยไม้สกุลช้าง 2 ชนิด คือ 1) เขาแกะ (*R. coelestis* Rchb.f.) ได้แก่ เขาแกะธรรมดา และเขาแกะเผือก ชนิดละ 10 ต้น และ 2) ช้าง (*R. gigantea* Ridl.) ได้แก่ ช้างกระ ช้างแดง ช้างเผือก และช้างประหลาด ชนิดละ 5 ต้น

การสกัดดีเอ็นเอ

นำใบที่สมบูรณ์จากตำแหน่งที่ 3-4 นับจากยอดของกล้วยไม้สกุลช้าง 1 กรัม มาบดให้ละเอียด สกัดดีเอ็นเอโดยวิธีการของ Doyle and Doyle (1990) แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C ตรวจสอบคุณภาพ และความเข้มข้นของดีเอ็นเอด้วยเจลอะกาโรส 1.5% ใน 1× TAE buffer

ปฏิกิริยาพีซีอาร์

ดีเอ็นเอถูกเพิ่มปริมาณใน reaction mixture ปริมาตร 25 ไมโครลิตร ประกอบด้วย 1× PCR buffer, 1.5 mM MgCl₂, 100 μM dNTPs (dATP, dTTP, dCTP, dGTP), 1.0 Unit Taq DNA Polymerase (INVITROGEN), 100 ng. ไพรมอร์ 10-20 ng. DNA template และ deionized water ปฏิกิริยาพีซีอาร์มีขั้นตอนดังนี้ 94 °C-180 วินาที, 45 รอบ 94 °C-45 วินาที 40 °C-45 วินาที 72 °C-60 วินาที, 72 °C-180 วินาที แล้วนำดีเอ็นเอที่ได้ไปแยกในเจลอะกาโรส 1.5% ใช้ความต่าง

ศักยภาพ 50 โวลต์ นาน 150 นาที บันทึกภาพด้วยโปรแกรม Gene Snap

ไพรเมอร์ที่ใช้ในการศึกษา (Operon Technology Alamada, USA) จำนวน 24 ชนิด คือ OPAK01, OPAK05, OPAK06, OPAK10, OPAK11, OPAK17, OPAK20, OPD05, OPD10, OPD11, OPD16, OPD17, OPD18, OPD19, OPD20, OPF03, OPF07, OPF08, OPF10, OPF11, OPF12, OPF13, OPF16 และ OPF17

การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณขนาดโมเลกุลด้วยโปรแกรม Gene Tool ประมวลผลความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอ ด้วย Gene Directory โดยใช้ UPGMA cluster analysis

ผลการทดลอง

การใช้เทคนิคอาร์เอพีดีในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกล้วยไม้สกุลช้าง สามารถให้แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลแตกต่างกัน เกิดเป็นแถบเครื่องหมายดีเอ็นเอเฉพาะตัวในแต่ละกลุ่มสี (ไม่ได้แสดงข้อมูล) เมื่อนำการปรากฏ หรือไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอในแต่ละตำแหน่งมาพิจารณาความสัมพันธ์ด้วย UPGMA cluster analysis จากไพรเมอร์ที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอชัดเจน

เลือกจัดกลุ่มที่เปอร์เซ็นต์ความเหมือนทางพันธุกรรม ซึ่งมีแนวโน้มที่การแสดงออกของแถบมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางฟีโนไทป์ที่สนใจ คือ ลักษณะสีของดอก ดังนี้

แบบแผนลายพิมพ์ดีเอ็นเอภายในกลุ่มกล้วยไม้ เขาแกะ (*Rhynchostylis coelestis* Rchb.f.)

การศึกษาค้นหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกล้วยไม้กลุ่มเขาแกะธรรมดาที่มีปลายกลีบดอก และปากสีม่วง กับกล้วยไม้เขาแกะเผือกที่มีกลีบดอก และปากสีขาวทั้งหมด ด้วยเทคนิคอาร์เอพีดีโดยใช้ 15 ไพรเมอร์ คือ OPAK01, OPAK05, OPAK06, OPAK11, OPD16, OPD17, OPD18, OPD19, OPD20, OPF03, OPF10, OPF11, OPF12, OPF16 และ OPF17 ผลที่ได้สามารถจัดเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอไม่ชัดเจน ได้แก่ OPD18 และกลุ่มที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอชัดเจน ได้แก่ OPAK01, OPAK05, OPAK06, OPAK11, OPD16, OPD17, OPD19, OPD20, OPF03, OPF10, OPF11, OPF12, OPF16 และ OPF17 โดยแสดงผลตัวอย่างลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (ภาพที่ 1) และเดนโดรแกรม (ภาพที่ 2) ที่ได้จากไพรเมอร์ OPD16 ซึ่งที่ความเหมือนทางพันธุกรรม 66 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งตัวอย่างพืชเป็น 2 กลุ่ม โดยเขาแกะเผือกทั้งหมดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ส่วนเขาแกะธรรมดา 8 ตัวอย่างถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

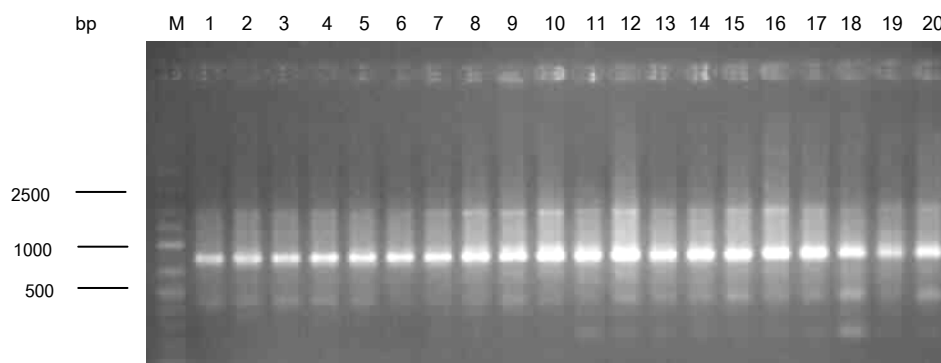


Figure 1 DNA fingerprint of *Rhynchostylis coelestis* alba (1-10) and normal (11-20) by primer OPD16, M = standard marker.

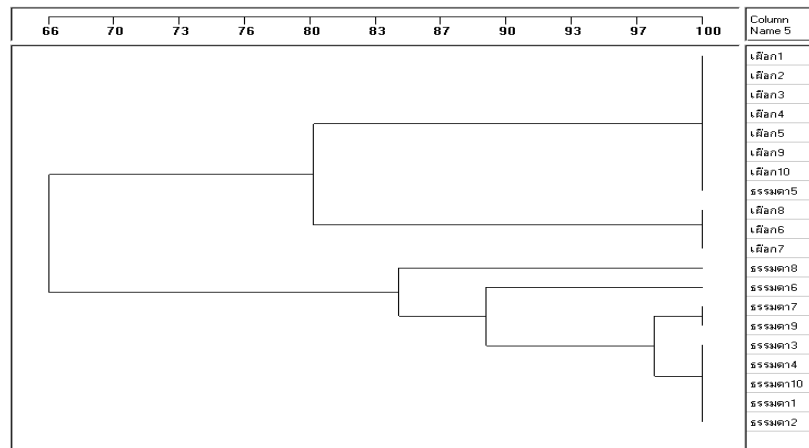


Figure 2 Dendrogram based on RAPD data of *Rhynchosstylis coelestis* alba and normal as analyzed by UPGMA (primer OPD16).

แบบแผนลายพิมพ์ดีเอ็นเอภายในกลุ่มกล้วยไม้ช้าง (*Rhynchosstylis gigantea* Ridl.)

การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกล้วยไม้ช้าง 4 ชนิด คือ 1) ช้างแดงมีดอกสีแดง (สีแดงอมม่วง) ทั้งดอก 2) ช้างเผือกมีดอกสีขาวทั้งดอก 3) ช้างกระบังต้นพื้นดอกสีขาวมีประจุดสีม่วงแดง โดยขนาด และจำนวนของความหนาแน่นของจุดก่อนช้างสม้าเสมอ และ 4) ช้างประหลาดมีจุดสีม่วงแดง โดยขนาด และจำนวนของความหนาแน่นของจุดไม่สม่ำเสมอแตกต่างกันไป โดยใช้ไพรเมอร์ 14 ชนิด คือ OPAK01, OPAK06, OPAK10, OPAK17, OPAK20, OPD05, OPD10, OPD11, OPD18, OPD20, OPF07, OPF08, OPF10, และ OPF13 ผลที่ได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ได้แก่ OPAK17 และกลุ่มที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

ได้แก่ OPAK01, OPAK06, OPAK10, OPAK20, OPD05, OPD10, OPD11, OPD18, OPD20, OPF07, OPF08, OPF10 และ OPF13 โดยแสดงผลตัวอย่างลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (ภาพที่ 3) และเดนโดแกรม (ภาพที่ 4) ที่ได้จากไพรเมอร์ OPF10 ซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างช้างแดงออกจากกลุ่มอื่นได้ และมีความเหมือนทางพันธุกรรมภายในกลุ่มที่ระดับ 37% ภายในกลุ่มช้างกระมีความเหมือนทางพันธุกรรมประมาณ 34% โดยมีช้างเผือกปน 1 ตัวอย่าง และสามารถแยกจากกลุ่มอื่น ๆ ได้ โดยมีความเหมือนทางพันธุกรรมกับกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ เพียง 8% อย่างไรก็ตามไพรเมอร์ OPF10 ไม่เหมาะสมในการจัดกลุ่มช้างเผือกและช้างประหลาด เนื่องจากแถบดีเอ็นเอมีการกระจายตัวมาก จำแนกได้ไม่ชัดเจน

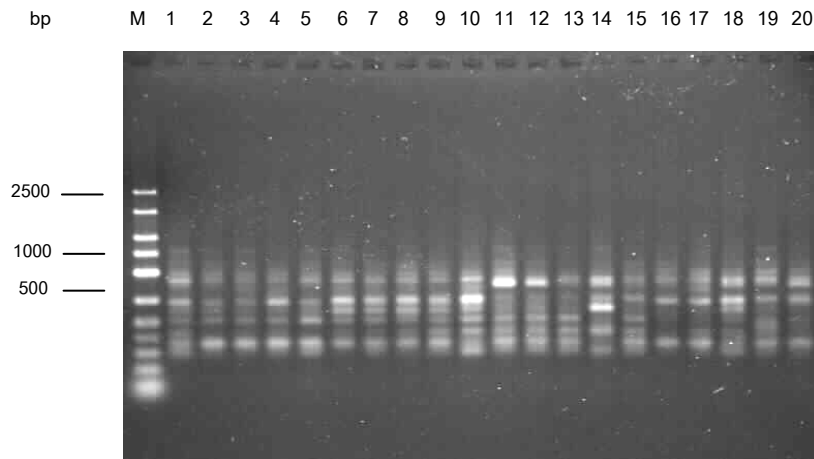


Figure 3 DNA fingerprint of *Rhynchosstylis gigantea* var. *rubum* (1-5), *alba* (6-10), *illustre* (11-15), and *strange* (16-20) by primer OPF10, M = standard marker.

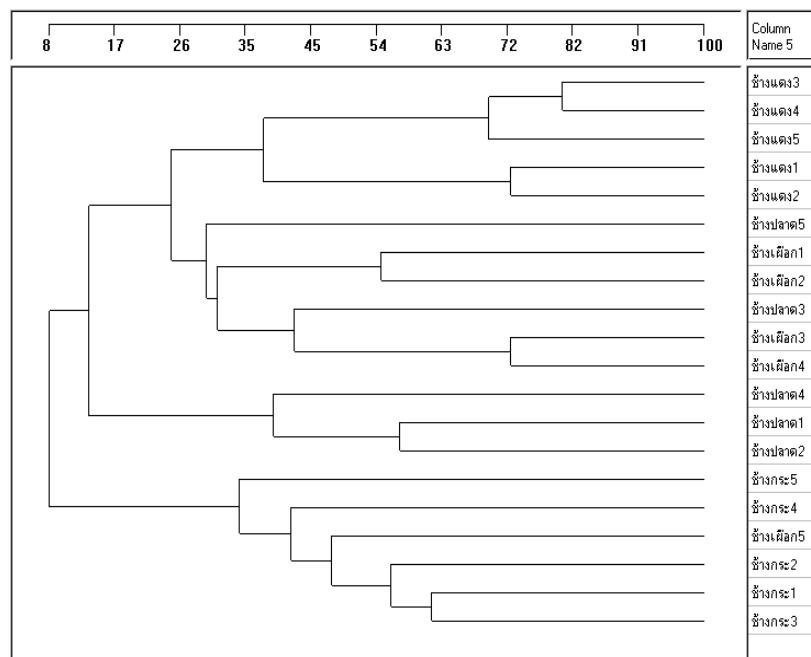


Figure 4 Dendrogram based on RAPD data of *Rhynchosstylis gigantea* var. *rubum*, *alba*, *illustre*, and *strange*, as analyzed by UPGMA (primer OPF10).

วิจารณ์ผลการทดลอง

แบบแผนลายพิมพ์ดีเอ็นเอภายในกลุ่มกล้วยไม้ เขาแกะ (*Rhynchostylis coelestis* Rchb.f.)

การใช้เทคนิคอาร์เอพีดี เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของกลุ่มกล้วยไม้เขาแกะ ปรากฏลักษณะของลายพิมพ์ดีเอ็นเอเป็นแบบ polymorphic band ในทุกไพรเมอร์ แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอไม่ชัดเจน เป็นปื้นไม่สามารถแยกแถบแต่ละแถบออกจากกัน ได้แก่ ไพรเมอร์ OPD18

2) กลุ่มที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอได้ชัดเจน แต่ไม่เหมาะสมต่อการนำมาจัดกลุ่มทางพันธุกรรม ได้แก่ กลุ่มที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมมาก พบเปอร์เซ็นต์ความเหมือนกันทางพันธุกรรมต่ำ เนื่องจากเป็นกลุ่มไพรเมอร์ที่เข้าไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในบริเวณที่มีความหลากหลายในจีโนม ได้ polymorphic band จำนวนมาก แม้จะเป็นกลุ่มกล้วยไม้เขาแกะธรรมดา หรือกลุ่มกล้วยไม้เขาแกะเผือกเหมือนกัน ได้แก่ OPAK05, OPAK06, OPD19, OPD20, OPF03, OPF11 และ OPF17 ส่วน OPD17 นั้นเกิด polymorphic band เพียงเล็กน้อย อาจเนื่องจากไพรเมอร์เข้าไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในส่วนที่ไม่แตกต่างกันในจีโนม หรือ PCR product จากต่างบริเวณในจีโนมมีขนาดเท่ากัน นอกจากนั้นแล้วการใช้ไพรเมอร์ที่มีความยาวน้อยเพียง 10 นิวคลีโอไทด์ ทำให้ไม่จำเพาะเจาะจงกับลักษณะสีของดอก เนื่องจากไพรเมอร์สามารถเข้าจับกับดีเอ็นเอต้นแบบได้หลายตำแหน่ง ซึ่งอาจปรับการทดลองโดยเพิ่มความยาวของไพรเมอร์

3) กลุ่มที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอได้ชัดเจน สามารถนำมาจัดกลุ่มแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้ ได้แก่ ไพรเมอร์ OPAK01, OPAK11, OPD16, OPF10, OPF12 และ OPF16 สามารถแยกเขาแกะธรรมดาออกจากเขาแกะเผือกได้ โดยแต่ละไพรเมอร์มีเปอร์เซ็นต์ความเหมือนทางพันธุกรรมแตกต่างกันไป เนื่องจากเข้าไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในตำแหน่งที่แตกต่างกันในจีโนม

แบบแผนลายพิมพ์ดีเอ็นเอภายในกลุ่มกล้วยไม้ช้าง (*Rhynchostylis gigantea* Ridl.)

จากการใช้ไพรเมอร์ 14 ชนิด เข้าสู่จับกับดีเอ็นเอต้นแบบของกลุ่มกล้วยไม้ช้างแดง ช้างเผือก ช้างกระ และช้างเผือก ส่วนใหญ่ปรากฏลักษณะของลายพิมพ์ดีเอ็นเอเป็นแบบ polymorphic band ผลที่ได้พิจารณาเป็น 3 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มที่ไม่สามารถเกิด PCR product ได้แก่ ไพรเมอร์ OPAK17

2) กลุ่มที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอได้ชัดเจน แต่ไม่เหมาะสมต่อการนำมาจัดกลุ่มทางพันธุกรรมตามลักษณะสีของดอก ได้แก่ กลุ่มที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมมาก เป็นกลุ่มไพรเมอร์ที่เข้าไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในบริเวณที่มีความหลากหลายในจีโนม จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ความเหมือนกันทางพันธุกรรมต่ำ แม้จะเป็นกลุ่มกล้วยไม้ช้างแดง ช้างเผือก ช้างกระ หรือช้างประหลาดเหมือนกัน ได้แก่ OPAK06 และ OPD18 ส่วน OPAK01, OPAK20, OPD11, OPD20 และ OPF13 นั้นเกิด polymorphic band เพียงเล็กน้อย เนื่องจากไพรเมอร์เข้าไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในส่วนที่มีลำดับเบส หรือขนาดของดีเอ็นเอต้นแบบไม่แตกต่างกันในจีโนม จึงทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุลไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการกระจายตัวของแถบดีเอ็นเอที่พบในช้างประหลาดในกลุ่มตัวอย่างช้างแดง และช้างกระ เนื่องมาจากกล้วยไม้กลุ่มช้างประหลาดนั้น เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างกลุ่มช้างแดง และช้างกระ (อานนท์, 2547) เหตุผลส่วนหนึ่งของความยากในการจำแนกกลุ่มกล้วยไม้ช้างตามลักษณะสีดอกนั้นอาจเนื่องมาจากธรรมชาติของพืช โดยกล้วยไม้เป็นพืชที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูงมาก สามารถผสมพันธุ์กันได้ในสกุลเดียวกัน หรือข้ามสกุลก็ได้ คือ จัดเป็นพวก highly heterozygous (ณัฐา, 2545) ซึ่งต้นกล้วยไม้ที่ใช้ในการศึกษานั้นมีแหล่งที่มาต่างกัน และล้วนเป็นต้นที่เกิดจากเมล็ด ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะแยกกลุ่มกล้วยไม้ช้างออกจากกัน ซึ่งการสุ่มตัวอย่าง และความสม่ำเสมอของประชากรเป็นปัจจัยสำคัญในการตรวจสอบ

3) กลุ่มที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอได้ชัดเจน สามารถนำมาจัดกลุ่มแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้ตามลักษณะสีของดอก ได้แก่ ไพรเมอร์ OPAK10 สามารถจำแนกข้างกระออกจากกลุ่มอื่นได้ ไพรเมอร์ OPD05, OPD10, OPF07 และ OPF10 สามารถจำแนกข้างแดงออกจากกลุ่มอื่นได้ โดยแต่ละไพรเมอร์มีเปอร์เซ็นต์ความเหมือนทางพันธุกรรมแตกต่างกันไป เนื่องจากเข้าไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในตำแหน่งที่แตกต่างกันในจีโนม

สรุปผลการทดลอง

การนำเทคนิคอาร์เอฟดีมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของกล้วยไม้สกุลช้างใช้ ไพรเมอร์ขนาด 10 นิวคลีโอไทด์ จำนวน 24 ไพรเมอร์ สุ่มจับกับดีเอ็นเอต้นแบบในกลุ่มกล้วยไม้เขาแกะ และกลุ่มกล้วยไม้ช้างแบ่งไพรเมอร์ที่ใช้ได้ 3 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอไม่ชัดเจน ในกลุ่มกล้วยไม้เขาแกะ คือ ไพรเมอร์ OPD18 หรือกลุ่มที่ไม่สามารถเกิด PCR product ได้ ในกลุ่มกล้วยไม้ช้าง คือ ไพรเมอร์ OPAK17

2) กลุ่มที่กลุ่มที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอได้ชัดเจน แต่ไม่เหมาะสมต่อการนำมาจัดกลุ่มทางพันธุกรรมในกลุ่มกล้วยไม้เขาแกะ คือ ไพรเมอร์ OPAK05, OPAK06, OPD17, OPD19, OPD20, OPF03, OPF11 และ OPF17 ในกลุ่มกล้วยไม้ช้าง คือ ไพรเมอร์ OPAK01, OPAK06, OPAK20, OPD11, OPD18, OPD20 และ OPF13

3) กลุ่มที่แสดงลายพิมพ์ดีเอ็นเอได้ชัดเจน สามารถนำมาจัดกลุ่มแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้ คือ ในกลุ่มกล้วยไม้เขาแกะ คือ ไพรเมอร์ OPAK01, OPAK11, OPD16, OPF10, OPF12 และ OPF16 ในกลุ่มกล้วยไม้ช้าง คือ ไพรเมอร์ OPAK10, OPD05, OPD10, OPF07 และ OPF10

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำ ขอขอบคุณ ดร. พิมพ์ใจ อามาวัชรุตม์ ดร. ณัฐา ควรประเสริฐ โครงการพัฒนาคุณภาพไม้ดอกทางเศรษฐกิจ (กล้วยไม้) และโครงการยอยบัณฑิตศึกษาและวิจัย (Ag-biotech) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มเกษตรสัญจร. 2541. กล้วยไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, นนทบุรี. 62 หน้า.
- ชวลิต ดาบแก้ว. 2542. การปลูกเลี้ยงกล้วยไม้สำหรับผู้แรกเริ่ม. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 75 หน้า.
- ณัฐา ควรประเสริฐ. 2545. กล้วยไม้วิทยา 1. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 76 หน้า.
- ไพบูลย์ไพรีพ่ายฤทธิ์. 2521. ตำรากล้วยไม้สำหรับผู้เริ่มต้น. ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล อาหารการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 112 หน้า.
- อานนท์ เขยจำรูญ. 2547. คู่มือการเพาะขยายพันธุ์กล้วยไม้ตัดดอกเพื่อการส่งออก. นิตยสารยิ้มเศรษฐกิจ. นานาสาส์น, นนทบุรี. 96 หน้า.
- Doyle, L.J. and J.J. Doyle. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12: 13-14.
- Yu, L.X. and H.T. Nguyen. 1994. Genetic variation detected with RAPD markers among upland and lowland rice cultivars (*Oryza sativa* L.). Theoretical and Applied Genetics 87: 668-672.

กายวิภาคศาสตร์ของเม็ดแป้งของสาकुในประเทศไทย

Anatomy of Starch Granules of Arrowroot in Thailand

อัปสร วิทยาประภารัตน์^{1/} และ เกศินี ระมิงค์วงศ์^{1/}

Absorn Wittayapraparat^{1/} and Kesinee Ramingwong^{1/}

Abstract : Thirteen accessions of arrowroots, i.e. Sakhu Wilat 1-9 (*Maranta arundinacea* L.), Sakhu Dang (variegated Sakhu) (*Maranta arundinacea variegata* Hort.) of Marantaceae and Sakhu Chin 1-3 (*Canna edulis* Ker-Gawler) of Cannaceae were studied. Anatomy of starch granules showed 2 different groups. The granules with oval-shaped, centric hilum and size of 6-250 micrometres were found in Sakhu Wilat 1-9 and Sakhu Dang while the granules with wedge-shaped, eccentric hilum and sizes of 12-325 micrometres were found in Sakhu Chin 1-3.

Keywords : arrowroot, starch granule, anatomy of starch granule

บทคัดย่อ : ทำการศึกษาสาकु 13 ตัวอย่าง คือ สาकुวิลาส 1-9 (*Maranta arundinacea* L.) สาकुต่าง (*Maranta arundinacea variegata* Hort.) ในวงศ์ Marantaceae และสาकुจีน 1-3 (*Canna edulis* Ker-Gawler) ในวงศ์ Cannaceae พบว่า กายวิภาคศาสตร์ของเม็ดแป้งแตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สาकुวิลาส 1-9 และสาकुต่าง เม็ดแป้งรูปไตหรือรีแกมไข่ ศูนย์กลางการเจริญอยู่เกือบกึ่งกลาง มีความยาวเฉลี่ย 6-250 ไมโครเมตร กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สาकुจีน 1-3 เม็ดแป้งรูปร่างคล้ายเกล็ดหรือลิ้ม ศูนย์กลางการเจริญอยู่ริมของปลายด้านหนึ่ง มีความยาวเฉลี่ย 12-325 ไมโครเมตร

คำสำคัญ : สาकु เม็ดแป้ง กายวิภาคศาสตร์ของเม็ดแป้ง

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

คำนำ

สาหร่าย หรือต้นรากสาหร่าย (arrowroot) เป็นพืชล้มลุกประเภทหัว พบทั่วไปตามเขตร้อน และเขตอบอุ่นของโลก ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีปลูกอยู่ทั่วไป สำหรับประเทศไทย เป็นพืชป่าที่นำมาปลูกเป็นผักพื้นบ้านในลักษณะผักสวนครัว (นายเกษตร, 2544) เป็นพืชระดับล่างที่สามารถปลูกร่วมกับพืชอื่นได้ เจริญเติบโตรวดเร็ว มีอายุปลูกสั้น สามารถเจริญเติบโตได้ตลอดทั้งปี ปลูกเลี้ยงง่าย ปรับตัวเข้ากับดินและสภาพแวดล้อมต่างๆ และทนต่อร่มเงาได้ดี (พิมล และคณะ, 2542) เหน้าให้ผลผลิตคาร์โบไฮเดรตในรูปของแป้ง แป้งที่สกัดได้มีความบริสุทธิ์สูงและมีคุณภาพดี (Thai Junior Encyclopedia Project, 2000) จึงมีแนวโน้มในการผลิตเป็นอาหารสำรองได้ในอนาคต แต่ปัจจุบันการผลิตและการใช้ประโยชน์ยังมีค่อนข้างจำกัด พบเห็นและรู้จักน้อย ปลูกกันในวงแคบไม่แพร่หลาย ไม่นิยมนำมารับประทาน หรือใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ทำให้บทบาทของสาหร่ายในประเทศไทยมีน้อย การศึกษาข้อมูลจากพืชในกลุ่มสาหร่ายเพิ่มมากขึ้นจะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มศักยภาพ และได้ประโยชน์จากการใช้มากยิ่งขึ้น เพื่อให้เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการเกษตร และเป็นแนวทางในการศึกษาทบทวนพืชชนิดนี้ต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์ และวิธีการ

ศึกษาองค์ประกอบของเม็ดแป้ง (starch granule) ในเหง้าของสาหร่าย ในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่าง ๆ ทำการย่อยสลาย วัดขนาดเม็ดแป้ง เปรียบเทียบ และบันทึกภาพ โดยใช้ตัวอย่างพืชที่รวบรวมมาจากพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย และนำไปปลูกรวบรวมในกระถาง รวม 13 ตัวอย่าง (accession) ได้แก่ สาหร่ายวิลาส 4 ตัวอย่าง สาหร่ายต่าง 1 ตัวอย่าง และสาหร่ายจีน 1 ตัวอย่าง จากจังหวัดเชียงใหม่ สาหร่ายวิลาส 1 ตัวอย่าง และสาหร่ายจีน 2 ตัวอย่าง จากจังหวัดจันทบุรี สาหร่ายวิลาส 2 ตัวอย่าง จากจังหวัดชลบุรี สาหร่ายวิลาส 1 ตัวอย่าง จากจังหวัดสระแก้ว และสาหร่ายวิลาส 1 ตัวอย่าง

จากจังหวัดนครนายก ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 1 จังหวัดภาคเหนือ 3 จังหวัดภาคตะวันออก และ 1 จังหวัดภาคกลาง

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมตัวอย่างเหง้า

ขุดและตัดเก็บเอาเฉพาะส่วนเหง้าของสาหร่าย จากกระถางหลังปลูกทุกๆ สัปดาห์ จนกระทั่งเหง้าเจริญเติบโต และมีการพัฒนาเต็มที่ ล้างน้ำทำความสะอาดเอาเศษดินออก ผ่าเหง้าสาหร่ายออกตามยาว แล้วบันทึกภาพไว้

2. การเตรียมสไลด์เม็ดแป้ง

ใช้ปลายมีดขูดเนื้อเยื่อบริเวณกึ่งกลางของเหง้า ไล่จากปลายถึงโคนที่ละน้อย นำเนื้อเยื่อที่ได้มาวางบนแผ่นสไลด์ที่สะอาด หยดสารละลายไอโอดีน (คณาจารย์ภาควิชาเคมี, 2523) เข้มข้น 2% ลงบนเนื้อเยื่อ 1-2 หยด ใช้ด้ามเข็มเย็บเย็บให้เม็ดแป้งหลุดออกจากเนื้อเยื่อ คีบเอาเศษเนื้อเยื่อที่เหลือทิ้งไป วางแผ่นปิดสไลด์ปิดทับลงไป

3. การบันทึกข้อมูล

นำแผ่นสไลด์ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้ง บันทึกข้อมูลลักษณะ และวัดขนาดของเม็ดแป้งเป็นค่าเฉลี่ยความยาว (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) เปรียบเทียบความแตกต่าง โดยไล่ตำแหน่งของเนื้อเยื่อในเหง้า บันทึกภาพ และเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากทุกระยะการเจริญเติบโต

ผลการทดลอง

การศึกษาพบว่าโครงสร้างภายในเหง้าสาหร่าย มีเม็ดแป้งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ โดยเม็ดแป้งสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (ภาพที่ 1) มีลักษณะ และขนาดแตกต่างกันอย่างชัดเจน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สาหร่ายวิลาส 1-9 และสาหร่ายต่าง ในวงศ์ Marantaceae มีลักษณะและขนาดของเม็ดแป้งคล้ายคลึงกันแบบหนึ่ง และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ สาหร่ายจีน 1-3 ในวงศ์ Cannaceae มีลักษณะ และขนาดของเม็ดแป้งคล้ายคลึงกันเช่นกันอีกแบบหนึ่ง จึงเสนอผลการศึกษาไว้ร่วมกัน ผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

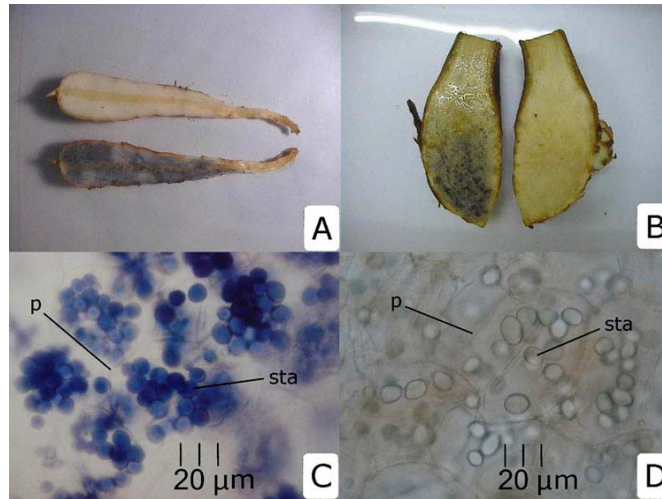


Figure 1 Internal structure of arrowroot rhizome.

- A = Arrowroot rhizome of Marantaceae
 B = Arrowroot rhizome of Cannaceae
 C = Starch granules in parenchyma of arrowroot in Marantaceae
 D = Starch granules in parenchyma of arrowroot in Cannaceae
 p = parenchyma, sta = starch granule

1. สาขวงศ์ Marantaceae

เม็ดแป้งมีลักษณะเป็นเม็ดเดี่ยว ๆ รูปร่างไม่แน่นอน ส่วนมากเป็นรูปไต หรือรูปรีแกมไข่ มีศูนย์กลางการเจริญ (hilum) เป็นจุดคล้ายดาว อยู่ประมาณเกือบกึ่งกลาง ผิวเม็ดไม่เรียบมีรอยเป็นชั้น ๆ (lamella) การทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนให้สีน้ำเงิน ดังภาพที่ 2

ในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่าง ๆ เม็ดแป้งภายในเหง้ามีการเปลี่ยนแปลงควบคู่ไปกับการเจริญเติบโตของเหง้า โดยจะมีขนาดใหญ่มากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเหง้าเพิ่มการเจริญเติบโต และเมื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบขนาด พบว่า สามารถแบ่งระยะการเปลี่ยนแปลงของขนาดเม็ดแป้งโดยรวมได้ 8 ระยะด้วยกัน (ภาพที่ 3) คือ

ระยะที่ 1 เม็ดแป้งมีลักษณะเป็นจุดขนาดเล็ก มีความยาวเฉลี่ย 8.67 (6-12) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อเจริญส่วนที่เริ่มพัฒนาของเหง้า

ระยะที่ 2 เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่มากขึ้น ความยาวเฉลี่ย 13.93 (10-25) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อส่วนที่ยังอ่อนของเหง้า

ระยะที่ 3 เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่มากขึ้น ความยาวเฉลี่ย 36.67 (25-50) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อส่วนที่ยังอ่อนของเหง้า

ระยะที่ 4 เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่มากขึ้น ความยาวเฉลี่ย 58.27 (38-100) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อที่ยังมีเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเหง้า

ระยะที่ 5 เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ ความยาวเฉลี่ย 73.53 (50-112) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อที่ยังมีเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเหง้า

ระยะที่ 6 เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ ความยาวเฉลี่ย 96.33 (65-125) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อที่ยังมีการเจริญเติบโตของเหง้า

ระยะที่ 7 เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ ความยาวเฉลี่ย 116.87 (60-150) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อที่ยังมีการเจริญเติบโตของเหง้า

ระยะที่ 8 เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ ความยาวเฉลี่ย 159.27 (75-250) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อที่หยุดการเจริญเติบโตแล้ว

เหง้าในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่างๆ มักมีระยะการเปลี่ยนแปลงของขนาดเม็ดแป้งมากกว่าหนึ่งระยะ จากการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อภายในเหง้าที่ไม่พร้อมกัน (ภาพที่ 4) และพบว่า มีเม็ดแป้งระยะที่ 1 ในเหง้าที่เริ่มพัฒนาขึ้นหลังปลูก 10-26 สัปดาห์ ที่บริเวณปลายของ

เหง้า และเม็ดแป้งมีการสร้างขยายขนาดไปเรื่อยๆ จนสัปดาห์ที่ 30 เม็ดแป้งเริ่มมีขนาดใหญ่เต็มที่ และไม่มีการสร้างเม็ดแป้งที่ปลายเหง้าเพิ่มอีก ในสัปดาห์ที่ 34 เม็ดแป้งภายในเหง้าจึงเจริญเติบโตเต็มที่ทั้งเหง้า และมีขนาดไม่เปลี่ยนแปลงจนกระทั่งที่ปลายเหง้าสร้างยอดต้นใหม่

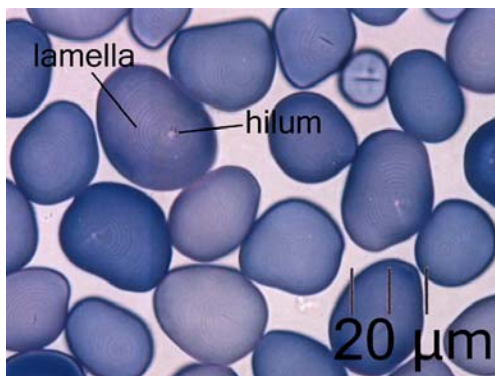


Figure 2 Characteristics of starch granules in arrowroot (Marantaceae).

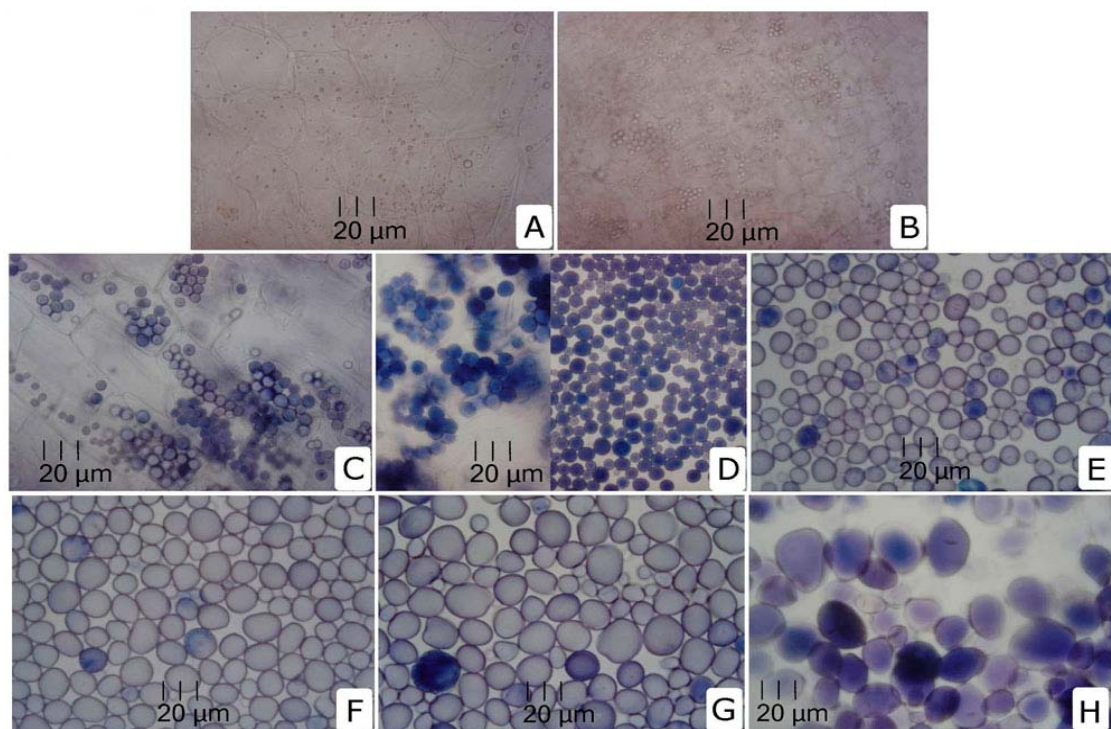
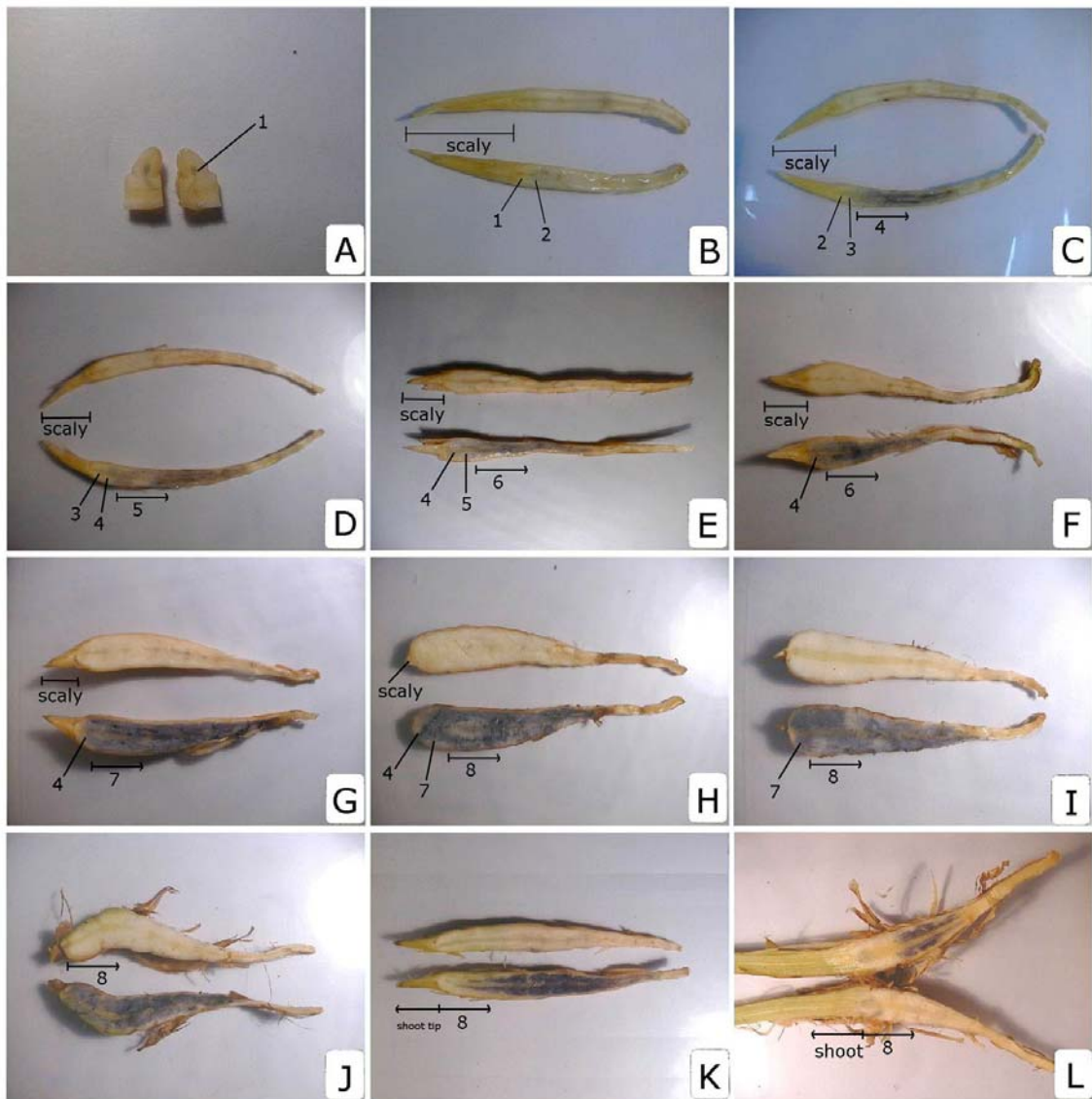


Figure 3 Transformation size of starch granules in arrowroot (Marantaceae).

A= stage 1 B= stage 2 C= stage 3 D= stage 4 E= stage 5 F= stage 6 G= stage 7 H= stage 8



stage of growth A = 10 weeks B = 14 weeks C = 16 weeks D = 18 weeks E = 20 weeks F = 22 weeks G = 24 weeks
H = 26 weeks I = 30 weeks J = 34 weeks K = 40 weeks L = 44 weeks Position of starch granules 1 = stage 1
2 = stage 2 3 = stage 3 4 = stage 4 5 = stage 5 6 = stage 6 7 = stage 7 8 = stage 8

Figure 4 Position of starch granules in different stage of growth in arrowroot (Marantaceae).

2. สาควงศ์ Cannaceae

เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับเม็ดแป้งในสาควงศ์ Marantaceae ลักษณะเป็นเม็ดเดี่ยว ๆ รูปร่างคล้ายเกล็ด หรือรูปลิ้ม มีศูนย์กลางการเจริญ (hilum) เป็นจุดเล็กๆ อยู่ริมของปลายด้านหนึ่ง ผิวเม็ดไม่เรียบ และมีรอยเป็นชั้นๆ (lamella) การทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนให้สีน้ำเงิน แต่ติดสีจางกว่าเม็ดแป้งในสาควงศ์ Marantaceae ดังภาพที่ 5

ในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่าง ๆ เม็ดแป้งภายในเหง้ามีการเปลี่ยนแปลงควบคู่ไปกับการเจริญเติบโตของเหง้า โดยจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเหง้าเพิ่มการเจริญเติบโต และเมื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบขนาดพบว่า สามารถแบ่งระยะการเปลี่ยนแปลงของขนาดเม็ดแป้งโดยรวมได้ 8 ระยะด้วยกัน (ภาพที่ 6) คือ

ระยะที่ 1 เม็ดแป้งมีลักษณะเป็นจุดขนาดเล็ก มีความยาวเฉลี่ย 25.47 (12-50) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อเจริญส่วนที่เริ่มพัฒนาของเหง้า

ระยะที่ 2 เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ขึ้น ความยาวเฉลี่ย 79.33 (45-125) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อส่วนที่ยังอ่อนของเหง้า

ระยะที่ 3 เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ขึ้น ความยาวเฉลี่ย 159.00 (100-225) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อส่วนที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเหง้า

ระยะที่ 4 เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ ความยาวเฉลี่ย 263.33 (175-335) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อที่ยัง

มีเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเหง้า

ระยะที่ 5 เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ ความยาวเฉลี่ย 379.67 (200-525) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อที่ยังมีการเจริญเติบโตของเหง้า

ระยะที่ 6 เม็ดแป้งมีขนาดไม่เปลี่ยนแปลงขนาดมากนัก ความยาวเฉลี่ย 372.73 (175-525) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อที่หยุดการเจริญเติบโตแล้ว

ระยะที่ 7 เม็ดแป้งมีขนาดเล็กลง และเริ่มเหี่ยว ความยาวเฉลี่ย 228.80 (115-375) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อที่เริ่มแก่

ระยะที่ 8 เม็ดแป้งมีขนาดเล็กลง และเหี่ยวมากขึ้น ความยาวเฉลี่ย 217.33 (125-325) ไมโครเมตร เป็นเม็ดแป้งในเนื้อเยื่อที่แก่มากแล้ว เหง้าในช่วงระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ มักมีระยะการเปลี่ยนแปลงของขนาดเม็ดแป้งมากกว่าหนึ่งระยะ จากการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อภายในเหง้าที่ไม่พร้อมกัน (ภาพที่ 7) และพบว่า มีเม็ดแป้งระยะที่ 1 เหง้าที่เริ่มพัฒนาขึ้นหลังปลูก 2-6 สัปดาห์ เป็นช่วงก่อนการสร้างใบ ซึ่งน่าจะมีการสร้างเนื้อเยื่อเจริญ และเม็ดแป้งขึ้นเพียงในช่วงเวลา 4 สัปดาห์นี้เท่านั้น หลังจากสัปดาห์ที่ 6 เป็นระยะการขยายขนาดของเม็ดแป้ง จนถึงสัปดาห์ที่ 18 เม็ดแป้งภายในเหง้าเป็นระยะที่ 6 คือ หยุดขยายขนาด และโตเต็มที่ ซึ่งเป็นการสร้างช่อดอก เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 32 เม็ดแป้งเข้าสู่ระยะที่ 7 คือเริ่มแก่และเหี่ยวแล้ว

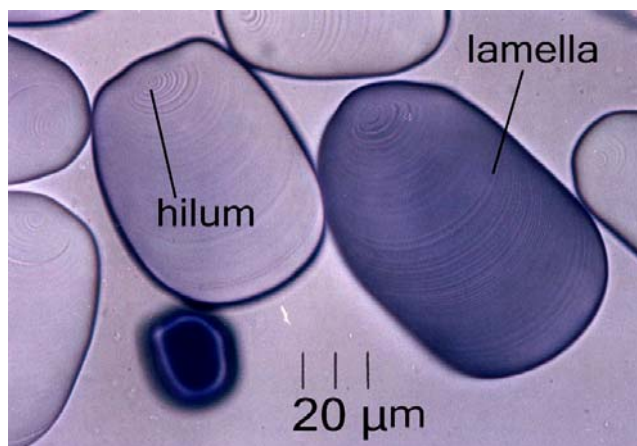


Figure 5 Characteristics of starch granules in arrowroot (Cannaceae).

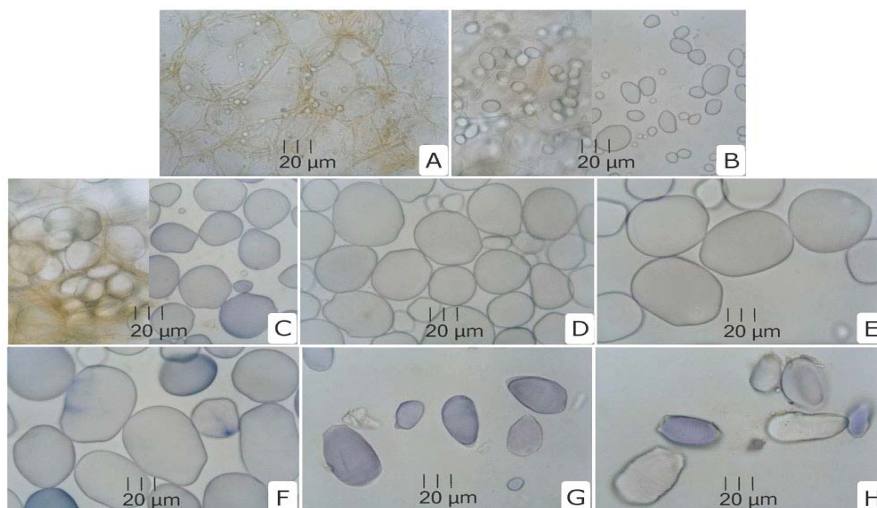
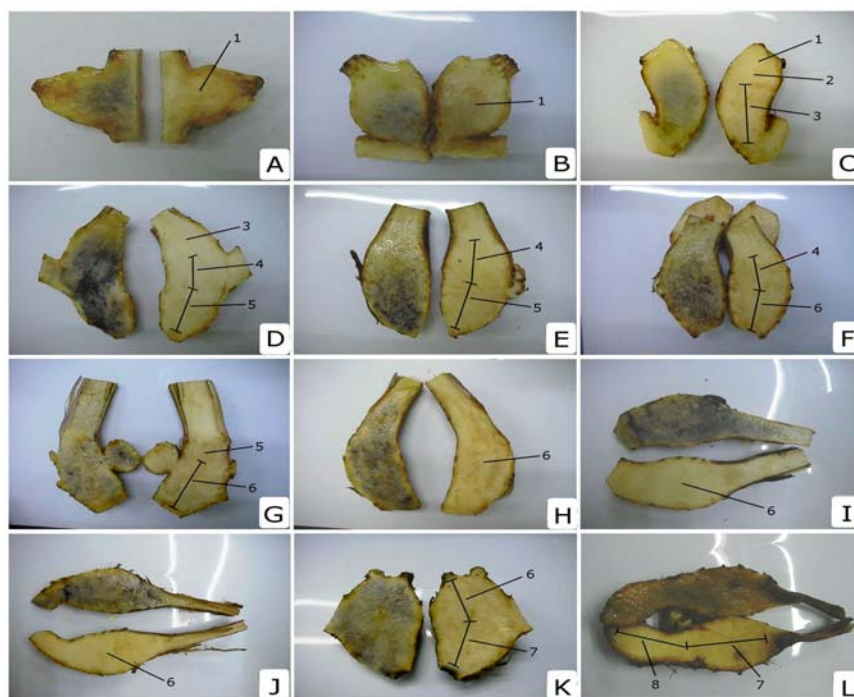


Figure 6 Transformation size of starch granules in arrowroot (Cannaceae).

A= stage 1 B= stage 2 C= stage 3 D= stage 4 E= stage 5 F= stage 6

G= stage 7 H= stage 8



stage of growth A = 2 weeks B = 4 weeks C = 6 weeks D = 8 weeks E = 10 weeks F =

12 weeks G = 14 weeks H = 18 weeks I = 24 weeks J = 28 weeks K = 32 weeks L =

40 weeks Position of starch granules 1 = stage 1 2 = stage 2 3 = stage 3 4 =

stage 4 5 = stage 5 6 = stage 6 7 = stage 7 8 = stage 8

Figure 7 Position of starch granules in different stage of growth in arrowroot (Cannaceae).

วิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อพิจารณากายวิภาคศาสตร์ของเมล็ดแบ่งร่วมกับการเจริญเติบโต พบว่า ในสาकुวงศ์ Marantaceae เมล็ดแบ่งมีขนาดโตเต็มที่ทั้งเหง้า ในช่วงอายุ 34 สัปดาห์ หรือ 8 เดือนครึ่ง และในสาकुวงศ์ Cannaceae เมล็ดแบ่งมีขนาดโตเต็มที่ทั้งเหง้า ในช่วงอายุ 18 สัปดาห์ หรือ 4 เดือนครึ่ง ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวเหง้าที่สุด ควรเป็นช่วงอายุนี้ด้วยจึงจะได้เมล็ดแบ่งสาकुที่มีคุณภาพทั้งเหง้า ซึ่งใกล้เคียงกับที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544) ที่รายงานว่า สาकुวงศ์ Marantaceae พร้อมเก็บเกี่ยวหลังปลูก 8-12 เดือน สาकुวงศ์ Cannaceae สามารถเก็บเกี่ยวเมื่อต้นมีอายุ 6-8 เดือน หรือขึ้นกับสภาพแวดล้อม ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจึงน่าจะเป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกรที่เพาะปลูก และเก็บเกี่ยวผลผลิต

สรุปผลการทดลอง

กายวิภาคศาสตร์ของเมล็ดแบ่ง แตกต่างกัน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สาकुวิลาส และสาकुต่าง เมล็ดแบ่งรูปไตหรือรีแกมไข่ ศูนย์กลางการเจริญอยู่เกือบกึ่งกลาง มีความยาวเฉลี่ย 6-250 ไมโครเมตร กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สาकुจีน เมล็ดแบ่งรูปร่างคล้ายเกล็ดหรือลิ้ม ศูนย์กลางการเจริญอยู่ริมของปลายด้านหนึ่ง มีความยาวเฉลี่ย 12-325 ไมโครเมตร

เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาเคมี. 2523. คู่มือเตรียมปฏิบัติการเคมี. หน่วยพิมพ์ออฟเซต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 373 น.
- นายเกษตร. 2544. สมุนไพรไม้ประดับหายาก เล่ม 3. แปลน ฟรุ๊ตติ้ง, กรุงเทพฯ. 255 น.
- พิมล เทียงธรรม, สุदारัตน์ ตรีเพชรกุล และผ่องเพ็ญ จิตอารีรัตน์. 2542. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เหง้าของพุทธรักษากินได้ (*Canna edulis* Ker.) เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้ง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.kmutt.ac.th/organization/Research/Intellect/pro419.htm> (11 กรกฎาคม 2546).
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2544. ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ลำดับที่ 9 พืชที่ให้คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เมล็ด. สหมิตรฟรุ๊ตติ้ง, นนทบุรี. 301 น. แปลจาก Flach, M. and F. Rumawas (ed.). 1996. Plant Resources of South-East Asia 9 : Plants Yielding Non-seed Carbohydrates. Backhuys Publishers, Leiden. 237 p.
- Thai Junior Encyclopedia Project. 2000. พืชหัว. [Online]. Available <http://kanchanapisak.or.th/kp6/Book5/Chapter5/t5-5-16.htm>. (28 May 2003).

การจำแนกพันธุ์บัวอุบลชาติโดยการวิเคราะห์ไอโซไซม์

Varietal Identification of Water Lily by Isozyme Analysis

สุพัตรา ปทุมเมือง^{1/} และ วีณัน บัณฑิตย์^{1/}
Supatra Pathummuang^{1/} and Veenan Bandit^{1/}

Abstract : Water lilies are open-pollinated plants, and therefore, characteristics of hybrids are varied. Identification of genetic variation was carried out on 10 species of *Nymphaea* sp. Electrophoretic method was used to determine isozyme patterns from mature and young leaves. Four enzyme systems; EST, SKD, GOT and POX were tested and applied for genetic identification of selected *Nymphaea* sp. They were able to identify the varieties. Unknown samples were tested using these 4 enzyme systems, some common bands from isozyme could be used as marker for identification of *Nymphaea* subgroups that were classified based on leaf characteristics.

Keywords: isozyme, electrophoresis, water lily

บทคัดย่อ : อุบลชาติเป็นบัวในสกุล *Nymphaea* เป็นพืชที่มีการผสมพันธุ์แบบเปิด จึงมีลูกผสมพันธุ์ใหม่ๆ เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีลักษณะและสีสันท่างต่างกันไป ในการทดลองเพื่อศึกษารูปแบบของไอโซไซม์จากใบอ่อนและใบที่เจริญเต็มที่ของ *Nymphaea* spp. เพื่อใช้ในการจำแนกพันธุ์อุบลชาติ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์ โดยใช้เทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส นำตัวอย่างจำนวน 10 พันธุ์ มาศึกษารูปแบบไอโซไซม์ 4 ระบบ ได้แก่ EST, SKD, GOT และ POX และเมื่อนำระบบเอนไซม์ไปวิเคราะห์ตัวอย่างที่ไม่ทราบชื่อในแต่ละกลุ่มของบัวพันธุ์ บัวฝรั่ง และบัวสาย พบแถบร่วมที่อาจนำไปใช้เป็น เครื่องหมายสำหรับการจำแนกกลุ่มได้

คำสำคัญ : ไอโซไซม์ อิเล็กโตรโฟรีซิส อุบลชาติ

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

คำนำ

บัว เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ อยู่ในวงศ์ Nymphaeaceae โดยกลุ่มอุบลชาติอยู่ในสกุล *Nymphaea* ประกอบด้วย บัวสาย บัวผัน บัวเผื่อน และบัวฝรั่ง Pagels (2000) ได้ศึกษาจำนวนโครโมโซมของบัวในสกุล *Nymphaea* พบว่ามีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน เนื่องจากมีความหลากหลายจากการกลายพันธุ์และลูกผสมใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น บัวอุบลชาติเป็นพืชล้มลุกมีอายุหลายปี พบได้ทั่วไปทั้งในเขตร้อน เขตอบอุ่นและเขตหนาว มีความหลากหลายทั้งในเรื่องสีสันของดอกและรูปร่างใบ เวลาในการบาน และลักษณะทางสรีรวิทยาต่างๆ บัวอุบลชาติที่ปลูกในประเทศไทยมีทั้งแบบที่เป็นชนิดยืนต้น (Hardy type) และชนิดล้มลุก (Tropical type) (เสริมลาภ, 2540) เนื่องจากประเทศไทยมีความเหมาะสมทางด้านสภาพแวดล้อมในการปลูกบัว ซึ่งสามารถปลูกได้ทั่วประเทศ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดปี และมีต้นทุนในการผลิตต่ำ จึงมีการพัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจของชาติ (เสริมลาภ, 2546) อย่างไรก็ตาม ยังมีบัวลูกผสมในท้องตลาดจำนวนมากที่มีลักษณะคล้ายกัน แต่มีชื่อเรียกแตกต่างกัน หรือบางกรณีอาจมีชื่อเรียกเดียวกันแต่ลักษณะดอกและใบต่างกันออกไปทำให้ยากต่อการจำแนกพันธุ์

ไอโซไซม์ (isozyme) หมายถึงเอนไซม์ที่มีโครงสร้างได้หลายแบบในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ในเซลล์ หรือในเนื้อเยื่อชนิดเดียวกัน และเร่งปฏิกิริยาเดียวกัน แต่มีโครงสร้างของโมเลกุล สมบัติทางเคมี ทางฟิสิกส์ และการเคลื่อนที่ในสนามไฟฟ้าแตกต่างกัน จึงสามารถใช้เทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิสในการแยกโครงสร้างแบบต่างๆ ได้ (อาภัสสรา, 2537) และการย้อมเอนไซม์ที่ดี ช่วยให้เกิดรูปแบบของแถบที่ง่ายต่อการวิเคราะห์ ซึ่งรูปแบบของแถบจำนวน และค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ที่มีความแปรปรวนระหว่างต้นพืชสามารถนำไปใช้จำแนกพันธุ์หรือชี้บ่งความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Shields *et al.*, 1983)

การประยุกต์ใช้ไอโซไซม์พบในงานทดลองหลายลักษณะ Protopapadakis and Yannitsaros (1994) ศึกษาทิวลิป 9 กลุ่มที่รวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ ทั่วประเทศกรีซ พบว่า การใช้ระบบเอนไซม์ EST ให้รูปแบบของแถบดีกว่า MDH ในการแสดงความแตกต่างของ

ประชากร การใช้ไอโซไซม์เพื่อสนับสนุนงานอนุกรมวิธาน Apavatjirut *et al.* (1999) พบว่า การใช้รูปแบบของไอโซไซม์ 8 ระบบสามารถแสดงความใกล้ชิดของกลุ่มปทุมมาพันธุ์เบาได้ Kumar *et al.* (1995) สามารถจำแนก Ber (*Zizyphus mauritiana* Lam.) 42 สายพันธุ์โดยใช้ไอโซไซม์ POX, α -amylase และ ACP ออกเป็น 15, 18 และ 18 กลุ่ม ตามลำดับ Vanijajiva *et al.* (2003) ศึกษา รูปแบบไอโซไซม์ POX, SOD, GDH และ MDH ใน *Boesenbergia* จากภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า สามารถนำมาใช้เป็น molecular marker ในการจำแนกลักษณะพันธุ์ได้ อริยา และคณะ (2539) พบว่าสารสกัดจากใบที่ได้จากต้นอ่อนของมะนาวและมะกรูด อายุ 3 เดือนและต้นอายุ 1 ปีมีแถบสีของไอโซไซม์เหมือนกัน แถบสีของ POX ในมะนาวทุกสายพันธุ์ที่นำมาทดสอบและมะกรูดไม่แตกต่างกัน ส่วนแถบสีของ EST ให้ผลในการจำแนกที่ดีกว่าจึงใช้ในการจำแนกพันธุ์และตรวจสอบลูกผสม หรือสามารถนำไอโซไซม์ไปใช้ศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม Aradhya *et al.* (1995) ศึกษาความหลากหลายของไอโซไซม์ในลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) 49 พันธุ์โดยใช้ 8 ระบบเอนไซม์ โดยพบว่าที่ระดับความเหมือนทางพันธุกรรม 50% แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ และการเปรียบเทียบรูปแบบไอโซไซม์แสดงให้เห็นว่า พันธุ์ที่มีชื่อเฉพาะต่างๆ มีรูปแบบไอโซไซม์ที่แสดงออกของยีนต่างกัน และพันธุ์ที่เรียกชื่อต่างกันมีรูปแบบไอโซไซม์ที่มีลักษณะเฉพาะเหมือนกัน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและจำแนกพันธุ์ บัวอุบลชาติโดยการวิเคราะห์ไอโซไซม์

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของบัวอุบลชาติโดยใช้รูปแบบไอโซไซม์

เตรียมตัวอย่างใบอ่อนและใบเจริญเต็มที่ของบัวในกลุ่มอุบลชาติ 10 พันธุ์ ได้แก่ Colorado (C), Maroon Beauty (M), บัวสายไทยสีขาว (W), ชมพูชิลอน (CI),

Dauben (D), Sir Galahad (S), Sheryl Bryne (Sh), บัวผัน สีชมพู (P), นางกวัก (K) และ จงกลนี (J) สกัดเอนไซม์ด้วย น้ำยาสกัดสูตร 1 (1 M Tris-HCl Buffer pH 7.5, 0.5 M EDTA, 1 M $MgCl_2$, 2-mercaptoethanol และ PVP-40) และสูตร 2 (1 M Tris- HCl Buffer pH 8.5, sucrose และ 2-mercaptoethanol) และแยกขนาดโมเลกุลด้วยเทคนิค อิเล็กโตรโฟรีซิส นำเจลมาทำปฏิกิริยาจำเพาะต่อเอนไซม์ EST, SKD, GOT และ POX คัดเลือกเจลที่แสดงแถบได้ดีที่สุดของแต่ละเอนไซม์เพื่อศึกษารูปแบบจากจำนวนและ ตำแหน่งของแถบ คำนวณค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) เพื่อทำไซโมแกรม และนำค่าการมีแถบสีและไม่มีแถบสีมา วิเคราะห์ผลด้วย UPGMA cluster โดยใช้โปรแกรมสำเร็จ รูปทางสถิติ SPSS release 6.0

การทดลองที่ 2 การศึกษารูปแบบจำเพาะที่แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมภายในกลุ่มของบัวอุบลชาติ

จัดกลุ่มใบอ่อนของบัวในกลุ่มอุบลชาติที่ไม่ทราบชื่อพันธุ์เป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัวอย่างตามลักษณะ

ของใบร่วมกับการบานของดอก คือ กลุ่มบานกลางวัน ดอกชูพื้นน้ำ ขอบใบจักมนไม่เป็นระเบียบ (บัวผัน) กลุ่ม ดอกบานกลางวัน ดอกลอยน้ำ ใบกลม ขอบใบเรียบ (บัวฝรั่ง) และกลุ่มดอกบานกลางคืน ขอบใบจักแหลม (บัวสาย) นำไปสกัดโดยใช้น้ำยาสกัดสูตร 1 และนำไปทำ อิเล็กโตรโฟรีซิสแล้วคำนวณค่า Rf เพื่อทำไซโมแกรม

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

รูปแบบของไอโซไซม์ EST

เมื่อใช้น้ำยาสกัดสูตร 1 ในใบอ่อน ปรากฏแถบสี ม่วงแดงจำนวนมากมีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.57-0.77 แต่ใน พันธุ์ Colorado มีค่า Rf = 0.44 แยกออกไปอีกค่าหนึ่ง และเมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่า มีรูปแบบที่ต่างกัน 10 รูปแบบ (ภาพที่ 1) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทาง พันธุกรรมที่ความต่าง 25% พบว่าสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (ภาพที่ 2)

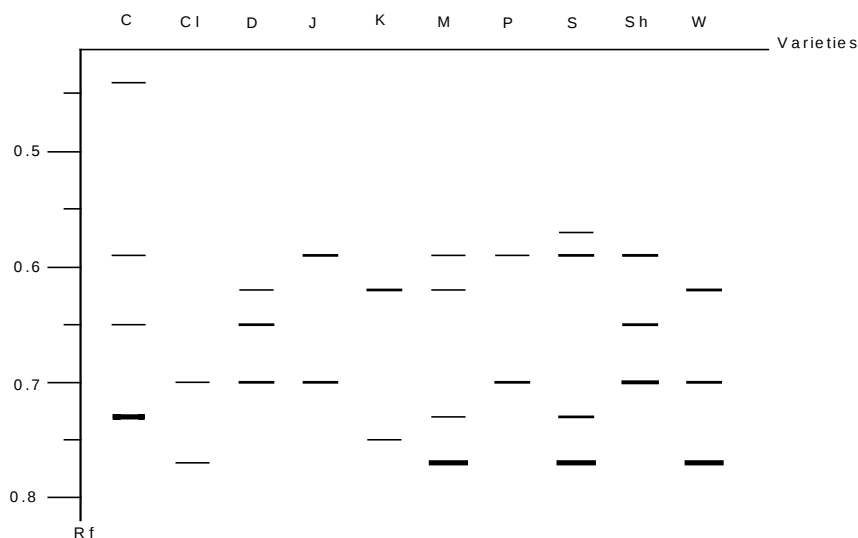


Figure 1 Zymogram of EST from young Leaf, extraction solution #1.

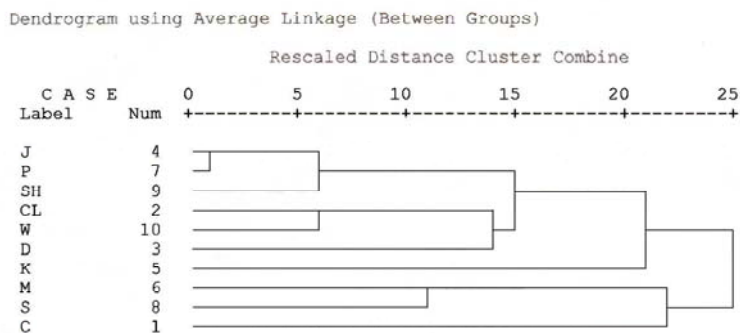


Figure 2 Dendrogram of EST from young leaf, extraction solution #1.

รูปแบบของไอโซไซม์ SKD

เมื่อใช้น้ำยาสกัดสูตร 2 ในใบอ่อน ปรากฏแถบที่มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.51-0.78 และเมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่า มีรูปแบบที่ต่างกัน 9 รูปแบบ โดย CI และ S มีรูปแบบ

ของแถบเหมือนกัน (ภาพที่ 3) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่ความต่าง 25% พบว่าสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (ภาพที่ 4)

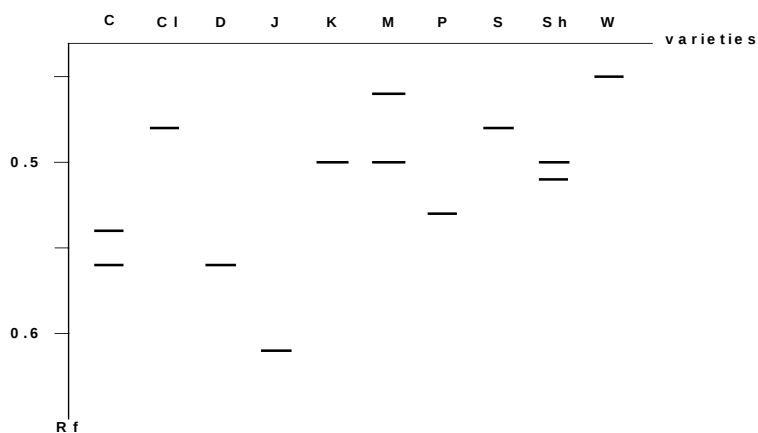


Figure 3 Zymogram of SKD from young Leaf, extraction solution #2.

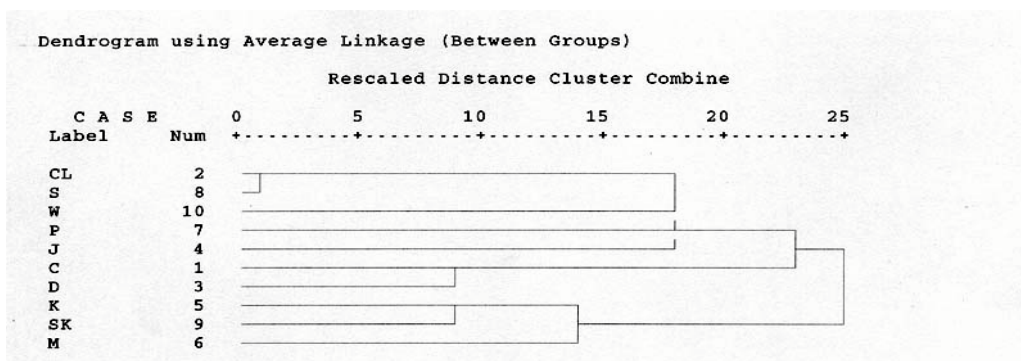


Figure 4 Dendrogram of SKD from young leaf, extraction solution #2.

รูปแบบของไอโซไซม์ GOT

เมื่อใช้น้ำยาสกัดสูตร 1 ในใบเจริญเต็มที่ปรากฏแถบเฉพาะพันธุ์ K 3 แถบ และพันธุ์ M 1 แถบ มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.17-0.31 ส่วนพันธุ์อื่นๆและในใบอ่อนไม่ปรากฏแถบ และเมื่อนำไปทำไซโมแกรม พบว่า มีรูปแบบที่ต่างกัน 2 รูปแบบ (ภาพที่ 5) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่ความต่าง 25% พบว่าสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (ภาพที่ 6)

รูปแบบของไอโซไซม์ POX

เมื่อใช้น้ำยาสกัดสูตร 1 ในใบเจริญเต็มที่ปรากฏแถบที่มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.1-0.78 แต่ในบัวพันธุ์ C ปรากฏแถบเพิ่มเติม มีค่า Rf เท่ากับ 1 และ 1.2 และเมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่ามีรูปแบบที่ต่างกัน 10 รูปแบบ (ภาพที่ 7) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่ความต่าง 25% พบว่าสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (ภาพที่ 8)

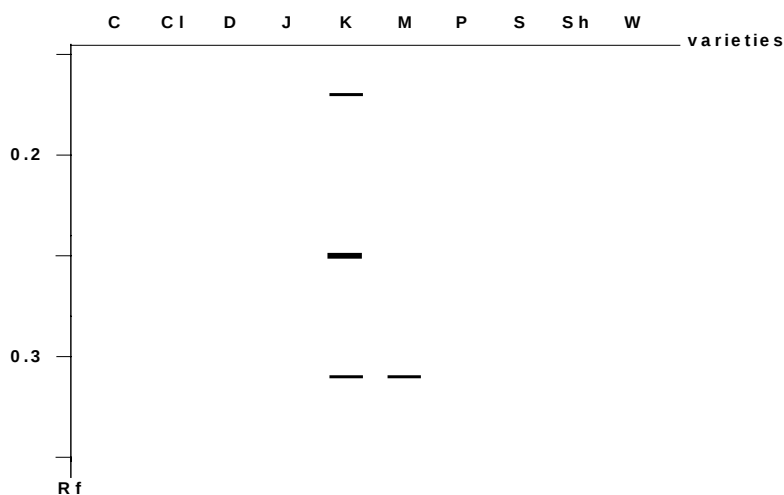


Figure 5 Zymogram of GOT from mature Leaf, extraction solution #1.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

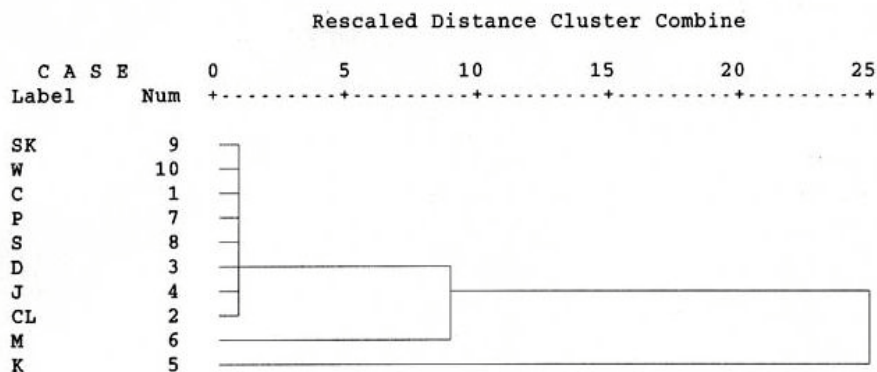


Figure 6 Dendrogram of GOT from mature leaf, extraction solution #1.

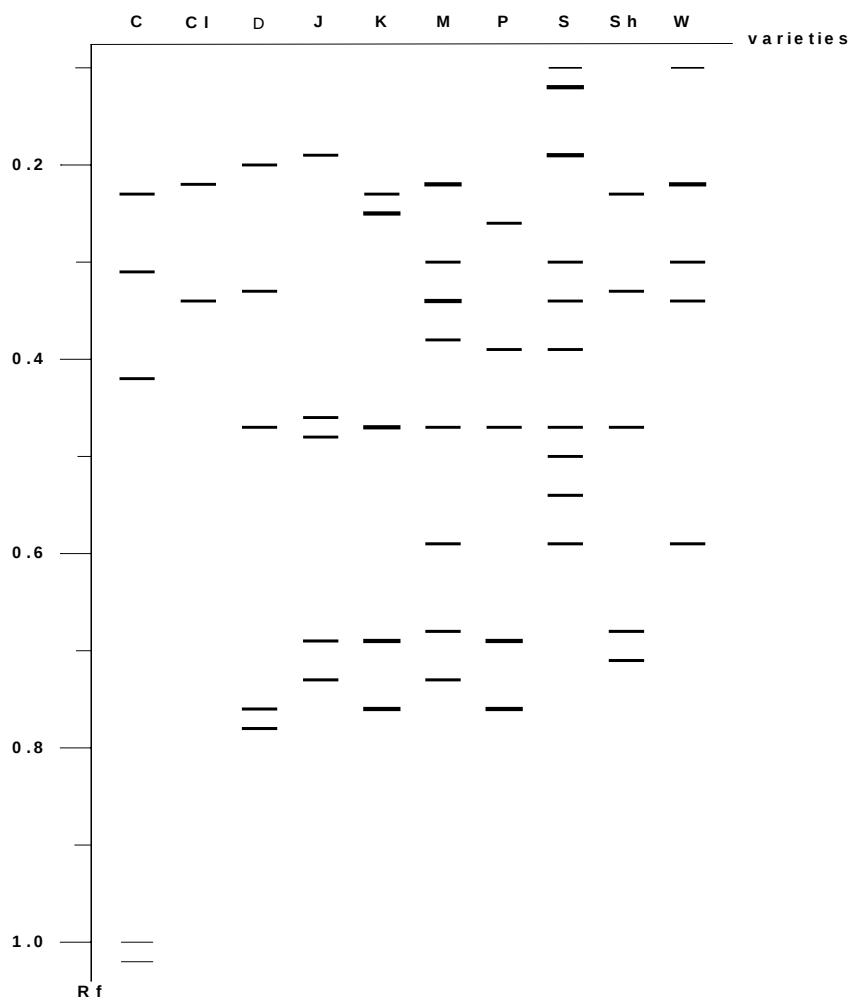


Figure 7 Zymogram of POX from mature Leaf, extraction solution #1.

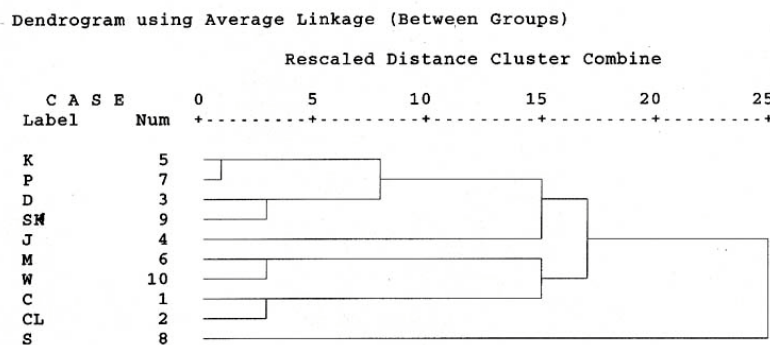


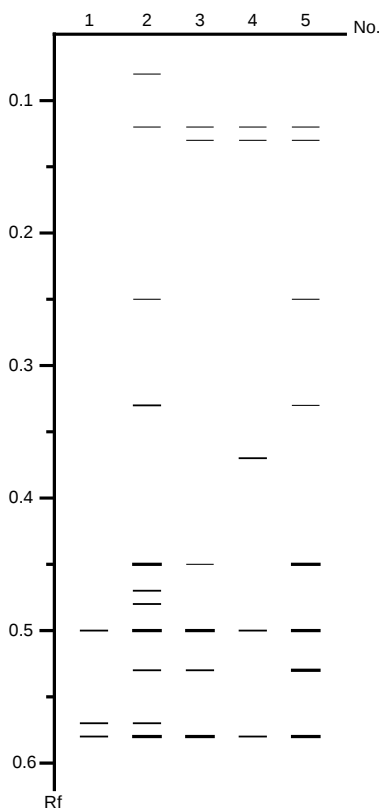
Figure 8 Dendrogram of POX from mature leaf, extraction solution #1.

การทดลองที่ 2

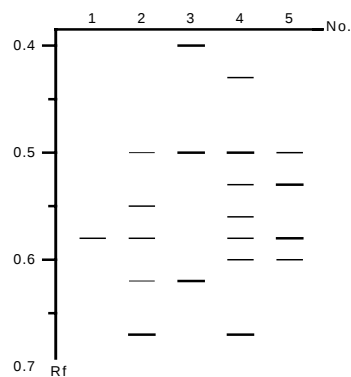
รูปแบบของไอโซไซม์ EST

กลุ่มบัวผัน ปรากฏแถบที่มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.08-0.58 เมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่า มีรูปแบบแตกต่างกัน 5 รูปแบบ (ภาพที่ 9A) กลุ่มบัวฝรั่ง ปรากฏแถบที่มีค่า Rf

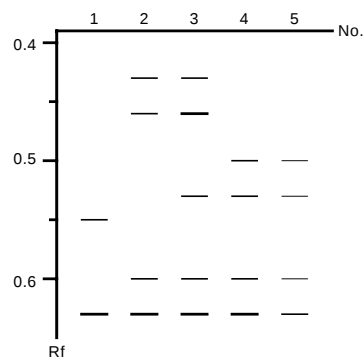
อยู่ในช่วง 0.4-0.67 เมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่า มีรูปแบบแตกต่างกัน 5 รูปแบบ (ภาพที่ 9B) กลุ่มบัวสาย ปรากฏแถบที่มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.43-0.63 เมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่า มีรูปแบบแตกต่างกัน 4 รูปแบบ (ภาพที่ 9C)



A.1



B.1



C.1

Figure 9 Zymogram of EST from young leaf of (A.) 'Bua Phun' group
(B.) 'Bua Fa-Rang' group and (C.) 'Bua Sai' group.

รูปแบบของไอโซไซม์ SKD

กลุ่มบัวผัน ปรากฏแถบจำนวน 1-3 แถบ ที่มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.4-0.45 เมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่า มีรูปแบบแตกต่างกัน 5 รูปแบบ (ภาพที่ 10A) กลุ่มบัวฝรั่ง ปรากฏแถบในตัวอย่างที่ 3 และ 4 มีจำนวน 2 แถบ และ 1 แถบ ตามลำดับ มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.42-0.45 และในตัวอย่างที่ 1, 2 และ 5 ไม่ปรากฏแถบ เมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่า มีรูปแบบแตกต่างกัน 2 รูปแบบในตัวอย่างที่ 3 และ 4 (ภาพที่ 10B) กลุ่มบัวสาย ปรากฏแถบที่มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.35-0.37 เมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่า มีรูปแบบแตกต่างกัน 4 รูปแบบ (ภาพที่ 10C)

รูปแบบของไอโซไซม์ GOT

กลุ่มบัวผัน ปรากฏแถบที่มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.19-0.33 เมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่า มีรูปแบบต่างกัน (ภาพที่ 11A) กลุ่มบัวฝรั่ง ปรากฏแถบที่มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.22-0.33 เมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่า มีรูปแบบแตกต่างกัน 3 รูปแบบ (ภาพที่ 11B) กลุ่มบัวสาย ปรากฏแถบที่มีรูปแบบใกล้เคียงกันทั้ง 5 ตัวอย่าง มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.19-0.28 เมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่า มีรูปแบบที่ต่างกัน 2 รูปแบบ (ภาพที่ 11C)

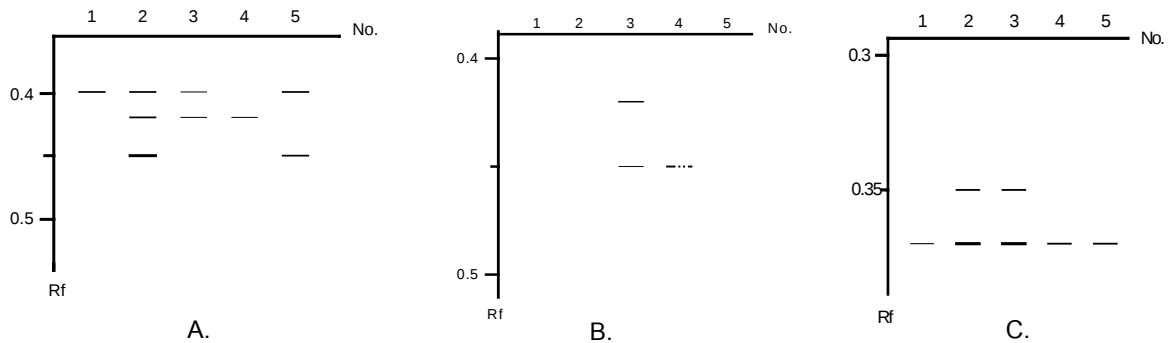


Figure 10 Zymogram of SKD from young leaf of (A.) 'Bua Phun' group (B.) 'Bua Fa-Rang' group and (C.) 'Bua Sai' group.

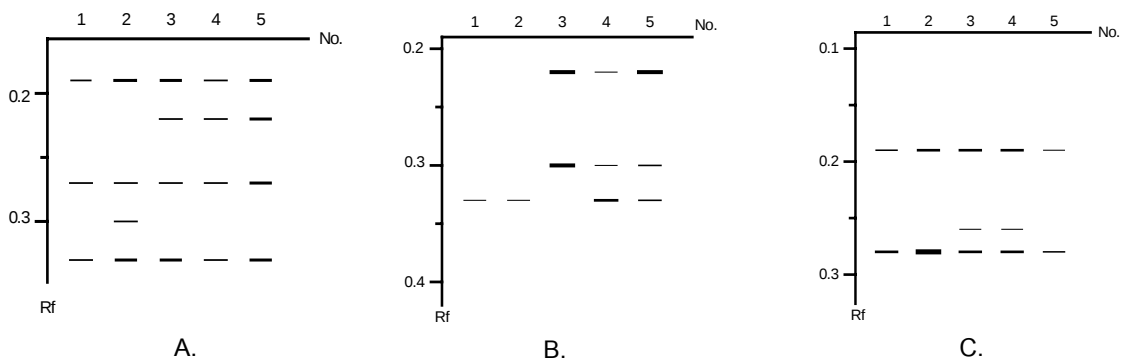


Figure 11 Zymogram of GOT from young leaf of (A.) 'Bua Phun' group (B.) 'Bua Fa-Rang' group and (C.) 'Bua Sai' group.

รูปแบบของไอโซไซม์ POX

กลุ่มบัวผัน ปรากฏแถบที่มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.21-0.62 เมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่ารูปแบบแตกต่างกัน 5 รูปแบบ (ภาพที่ 12A) กลุ่มบัวฝรั่ง ปรากฏแถบที่มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.17-0.8 เมื่อนำไปทำไซโมแกรมพบว่ารูปแบบแตกต่างกัน 5 รูปแบบ (ภาพที่ 12B) กลุ่มบัวสาย ปรากฏแถบที่มีค่า Rf อยู่ในช่วง 0.24-0.65 เมื่อ

นำไปทำไซโมแกรมพบว่ารูปแบบแตกต่างกัน 5 รูปแบบ (ภาพที่ 12C)

จากการทดสอบด้วยเอนไซม์ทั้ง 4 ระบบ สามารถรวบรวมแถบร่วมที่เกิดในกลุ่มตั้งแต่ 3 ตัวอย่างขึ้นไป (60%) โดยพิจารณาจากค่า Rf ที่เท่ากันภายในกลุ่มดังตารางที่ 1

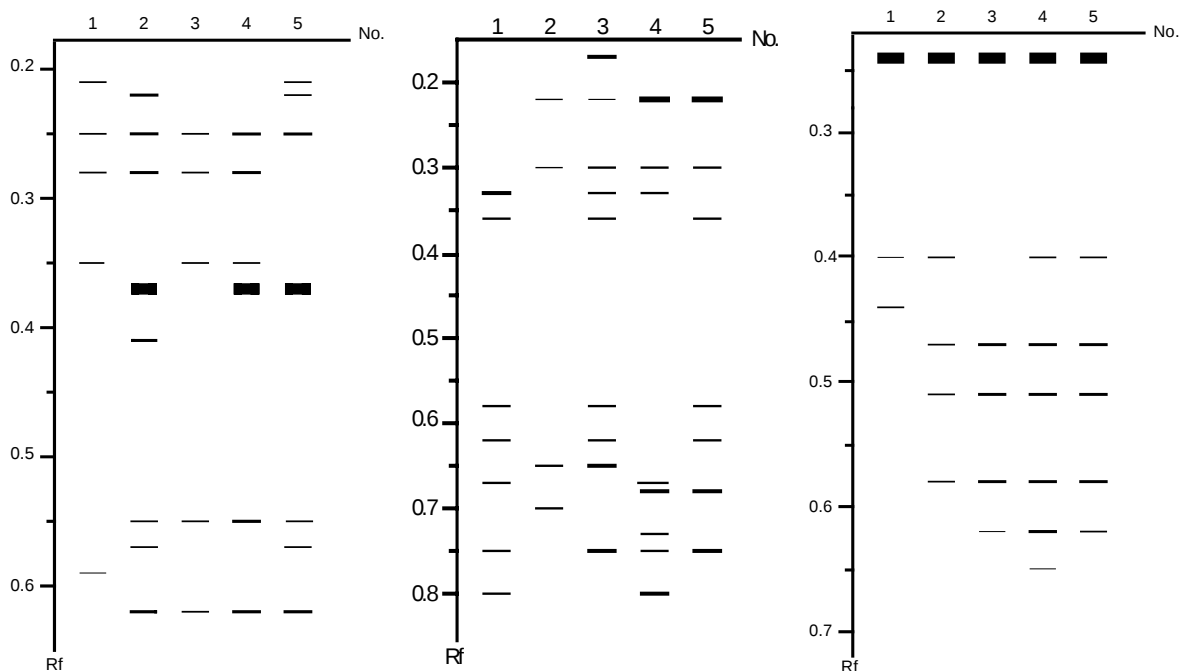


Figure 12 Zymogram of POX from young leaf extraction in 3 groups; (A.) 'Bua Phun' group (B.) 'Bua Fa-Rang' group and (C.) 'Bua Sai' group.

Table 1 Common bands from isozymes within *Nymphaea* subgroups.

Isozyme	Common Rf within subgroup		
	Bua Phun	Bua Fa-Rang	Bua Sai
EST	0.12	0.50	0.53
	0.13	0.58	0.60
	0.45		
	0.50		
	0.53		
	0.58		
SKD	0.40	no common band	0.37
	0.42		
GOT	0.19	0.22	0.19
	0.22	0.30	0.28
	0.27	0.33	
	0.33		
POX	0.25	0.22	0.24
	0.28	0.30	0.40
	0.35	0.33	0.47
	0.37	0.36	0.51
	0.55	0.58	0.58
	0.62	0.62	0.62
		0.75	

สรุปและวิจารณ์

ระบบเอนไซม์ EST, SKD, GOT และ POX แสดงรูปแบบของแถบในแต่ละระบบแตกต่างกัน สามารถนำไปใช้ในจำแนกความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมบัวได้ สำหรับแถบร่วมภายในกลุ่ม (monomorphic band) มีประโยชน์ในการจัดกลุ่มบัว แต่ละระบบเอนไซม์แสดงออกได้ดีในน้ำยาสกัดและตัวอย่างพืชที่ต่างกัน ระบบเอนไซม์ที่แสดงแถบได้ไม่ครบทุกพันธุ์ อาจเนื่องจากไม่มีกิจกรรมของเอนไซม์นั้น (Jaaska, 1983) เมื่อนำลักษณะแถบที่ได้ไปจัดความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยการทำไฮโมแกรมและเดนไดรแกรม พบว่า แม้ยังไม่สามารถแยกกลุ่ม

อุบลชาติเป็น 3 กลุ่มย่อยตามลักษณะใบและการออกดอก ได้อย่างชัดเจนที่ระยะความต่างทางพันธุกรรม 25% แต่พบว่า บางระบบเอนไซม์มีแนวโน้มที่ดีในการจำแนกกลุ่มย่อย เช่น เมื่อใช้ EST พบว่า บัวสายทั้งหมดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน หรือเมื่อใช้ POX พบว่า บัวผันและบัวสายแยกกลุ่มจากกันชัดเจน

การศึกษารูปแบบจำเพาะที่แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของบัวอุบลชาติภายในกลุ่มของบัวผัน บัวฝรั่ง และบัวสาย แต่ละระบบเอนไซม์มีรูปแบบของแถบใกล้เคียงกันภายในกลุ่ม และพบว่า ส่วนใหญ่มีแถบร่วมที่อาจนำไปใช้เป็น marker ในการจำแนกกลุ่มได้

เอกสารอ้างอิง

- เสริมลาภ วสุวัต. 2540. บัว: ไม้ดอกไม้ประดับ. บ้านและสวน. กรุงเทพฯ. 227 น.
- เสริมลาภ วสุวัต. 2546. พัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจของชาติ. 35 น. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง พัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจของชาติ 16-22 กรกฎาคม 2546. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อริยา สาดรพันธุ์ อรดี สหวัชรินทร์ วิจิตร วังโน รวี เสริมภักดี และประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. 2539. การใช้ไอโซไซม์ในการจำแนกสายพันธุ์และคัดเลือกลูกผสมในมะนาว. น 8-13. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34 30 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ 2539.
- อาภัสสรา ชมิดท์. 2537. เทคนิคอิเล็กทรอนิกส์. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 86 น.
- Apavatjirut, P., S. Anuntalabhochai, P. Sirirugsa and C. Alisi. 1999. Molecular markers in the identification of some early flowering *Curcuma* L. (Zingiberaceae) species. Ann. Bot. 84: 529-534.
- Aradhya, M. K., F. T. Zee and R. M. Manshardt. 1995. Isozyme Variation in Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). Scientia Horticulturae 63: 21-35. [Online]. Available <http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp> (19 February 2004).
- Jaaska, V. 1983. Rye and triticale. p. 79-101. In S. D. Tanksley and T. J. Orton (eds.). Isozymes in Plant Genetics and Breeding Part B. Elsevier Science Pub. B. V., Amsterdam.
- Kumar, S., V. P. Sharma and H. C. Kapoor. 1995. Isozymic identification of cultivars of ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk. Hort. Sci. 70(2): 303-306.
- Pagels, W. 2000. Chromosome Counts of Waterlilies and Other *Nymphaeaceae*. [Online]. Available http://www.victoria-adventure.org/waterlilies/walter_chromosome_counts.html (19 February 2004).
- Protopapadakis. E. E., and A. Yannitsaros. 1994. Identification by isozymes of nine populations of *Tulipa* from Greece. Hort. Sci. 69(1): 11-14.
- Shields, C. R., T. J. Orton and C. W. Stuber. 1983. An outline of general resource needs and procedures for the electrophoretic separation of active enzymes from plant tissue. p. 443 – 468. In S. D. Tanksley and T. J. Orton (eds.). Isozymes in Plant Genetics and Breeding Part A. Elsevier Science Pub. B. V., Amsterdam.
- Vanijajiva, O., W. Suvachittanont and P. Sirirugsa. 2003. Isozyme analysis of relationships among *Boesenbergia* (Zingiberaceae) and related genera in Southern Thailand. Biochemical systematics and ecology 31(5): 499-511.

ผลของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมต่อความเข้มข้นของ ธาตุอาหารในใบกาแฟอาราบิก้าที่กำลังติดผล

Effect of Potassium and Magnesium on Leaf Nutrients Concentration of Fruiting Arabica Coffee

ชวลิต กอสัมพันธ์^{1/} และ นริศ ยิ้มแย้ม^{1/}
Chawlit Korsamphan^{1/} and Narit Yimyam^{1/}

Abstract : The effects of potassium and magnesium on leaf nutrients concentration of arabica coffee var. Population#4 (POP4) and Population# 5 (POP5) were examined. Two leve of potassium 1) no potassium applied, 2) soil applied with 300 g of K/tree/year and magnesium i.e. 1) no magnesium applied , 2) 1 % of Mg_2SO_4 sprayed two week interval and 3) soil applied with 150 g/tree/year. The experimental design was Split-Plots in RCBD. It was found that the foliage sprayed and soil applied of magnesium showed magnesium content in the leaves were increased from the marginal point of deficient to adequate. There was no significant interaction between magnesium and potassium neither supplementary nor competitive effects. Other nutrients content also showed no significant difference from different fertilizer application treatments. For the balancing of potassium, calcium and magnesium, it was found that the milli equivalent per 100 grams of dried leaves ranging from 79.25-122.34 (adequate rang are 130-170) for potassium and calcium were in suitable range, while magnesium was lower than the standard, resulted in the low range for total aggregation.

Keywords: arabica coffee, leaf nutrient content, nutrient balance

^{1/} ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

^{1/} Highland Research and Training Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chaing Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : การศึกษาผลของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมต่อระดับธาตุอาหารไนโบกาแฟอราบิก้าสายพันธุ์สายพันธุ์คาติมอร์พันธุ์ Population#4 และ Population#5 (POP 4 and POP 5) ที่แสดงอาการขาดธาตุแมกนีเซียมในขณะที่กำลังติดผลช่วงกลางฤดูฝน โดยการใส่โพแทสเซียมทางดิน 2 ระดับ คือ 1)ไม่ให้โพแทสเซียม 2)ให้โพแทสเซียมทางดินอัตรา 300 กรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับการให้แมกนีเซียม 1) ไม่ให้แมกนีเซียม 2) พ่นทางใบความเข้มข้น 1 % ทุก 2 สัปดาห์ และ 3) ใส่ทางดินอัตรา 150 กรัมต่อต้นต่อปี ทั้งโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่ให้ทางดินให้ปีละ 3 ครั้ง ๆ ละ เท่ากัน วางแผนการทดลองแบบ Splits-Plots in Randomized Complete Block Design โดยให้ระดับของโพแทสเซียมเป็น Main-Plots และแมกนีเซียมเป็น Sub-plots เก็บข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ธาตุอาหารในดิน ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในใบและสมมูลของธาตุโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม พบว่าการพ่นแมกนีเซียมทางใบหรือใส่ทางดินช่วยเพิ่มความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ จากช่วงที่แสดงอาการขาดมาอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ไม่พบปฏิกิริยาร่วมเด่นชัดระหว่างแมกนีเซียมและโพแทสเซียมทั้งในทางเสริมกันหรือต่อต้านกัน ส่วนความเข้มข้นของธาตุอื่นๆ นั้นไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัดจากกรรมวิธีการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน ส่วนความสมดุลระหว่างธาตุโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม พบว่าค่า มิลลิเอควิวาเลนต์ต่อใบแห้ง 100 กรัมของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมอยู่ในช่วง 79.25-122.34 (ระดับเหมาะสม 130-170) ค่าที่ได้ของโพแทสเซียม แคลเซียม อยู่ในระดับที่เหมาะสม แต่ค่าของแมกนีเซียม ต่ำกว่าค่ามาตรฐานทำให้ได้ผลรวมจากธาตุทั้ง 3 ชนิดต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

คำสำคัญ : กาแฟอราบิก้า ธาตุอาหารไนโบกาแฟอราบิก้า ความสมดุลของธาตุอาหารไนโบ

คำนำ

กาแฟอราบิก้า (arabica coffee: *coffea arabica* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่โครงการพัฒนาที่สูงต่าง ๆ ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูกเป็นพืชทดแทนมานาน การปลูกในระยะแรกปลูกเป็นแปลงเชิงเดี่ยวกลางแจ้งในพื้นที่ที่เกษตรกรเคยใช้สำหรับทำเกษตรแบบตัดฟัน โคนเผา (slash and burn) มาก่อน ปัญหาสำคัญของกาแฟอราบิก้าที่ปลูกกลางแจ้งคือ ต้นกาแฟเสื่อมโทรมเร็ว ใบร่วงก่อนอายุขัย กิ่งหรือยอดแห้งตาย ซึ่งมักเกิดกับกิ่งที่กำลังติดผล ถ้าไม่ได้รับการจัดการดูแลที่ดีเพื่อฟื้นฟูดิน ต้นกาแฟอาจ ยืนต้นตาย ทำให้เกษตรกรขาดรายได้ สูญเสียต้นกาแฟก่อนเวลาอันควร หรือเสียเวลาในการตัดแต่งเพื่อฟื้นฟูปฐาพต้นให้มีความสมบูรณ์ดังเดิมอาการยอดแห้งตาย (die back) ของกาแฟอราบิก้ายังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด พิตยา (2536) สรุปว่าสาเหตุน่าจะเกิดจากต้นกาแฟขาดการดูแลรักษา

ที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใส่ปุ๋ย นอกจากนั้นยังอาจเกิดจากการขาดธาตุแมกนีเซียม (Mg) และความไม่สมดุลระหว่างธาตุโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม การขาดแมกนีเซียมอาจเกิดจากการแทนที่ของธาตุชนิดอื่นเช่น โพแทสเซียม หรืออาจเกิดจากค่า pH ของดินต่ำ ทำให้ความเป็นประโยชน์ของแมกนีเซียม ลดลง จากรายงานของดุสิตและคณะ (2528) และ Hovenkam (1990) พบว่าดินส่วนใหญ่บนพื้นที่สูงมีธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมอย่างพอเพียง แต่มีค่า pH ต่ำ Oruko and Gatitu (1979) รายงานว่าพื้นที่ปลูกกาแฟอราบิก้าของประเทศเคนยา (Kenya) ที่ใช้หญ้าเนเปียร์ (Napier grass; *Pennisetum purpureum* Schum.) ซึ่งเป็นหญ้าที่มีธาตุโพแทสเซียมสูงคลุมโคนต้น (mulching) ต้นกาแฟจะแสดงอาการขาดธาตุแมกนีเซียม และได้ทำการทดลองปลูกเลี้ยงต้นกาแฟในทราย (sand culture) โดยให้ธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียมกับต้นกาแฟที่ปลูกที่ระดับ 0.5, 1, 2 และ 4 มิลลิเอควิวาเลนต์ (m.e.) ต่อกระถาง พบว่าธาตุทั้ง 2 ชนิด

นี้มีผลต่อด้านกันอย่างชัดเจน เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่ให้ ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบลดลง และเมื่อเพิ่มถึง 4 m.e. แมกนีเซียมในใบลดลงจนต่ำกว่าจุดวิกฤตที่แสดงอาการขาด การให้แมกนีเซียมก็มีผลไปลดโพแทสเซียมเหมือนกัน แต่ความรุนแรงน้อยกว่า สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างธาตุโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม Wrigley (1988) สรุปว่าความสัมพันธ์ระหว่างธาตุทั้ง 3 ชนิดเมื่อนำค่ามิลลิกรัมวาล์วต่อ 100 กรัมใบแห้งมารวมกัน ค่าที่ได้ควรอยู่ในช่วง 130-170 โดยค่าของโพแทสเซียมควรอยู่ในช่วง 30-50 แคลเซียม 30-50 และแมกนีเซียม 15-30 ถ้าค่าที่ได้มากหรือน้อยกว่าช่วงดังกล่าวอาจทำให้ขาดความสัมพันธ์ และต้นกาแฟแสดงอาการผิดปกติ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมต่อการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในใบกาแฟอราบิก้าขณะกำลังติดผล เพื่อหาแนวทางในการใช้ปุ๋ยให้ถูกต้องทั้งชนิดและช่วงเวลา

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองทำที่สถานีวิจัยและศูนย์ฝึก อบรมเกษตรกรที่สูงขุนช่างเคี่ยน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,200 เมตร ต้นกาแฟที่ใช้ทดลองเป็นสายพันธุ์คาติมอร์พันธุ์ Population#4 (POP4) และ Population#5 (POP5) อายุ 10 ปี ปลูกในดิน Sandy Clay Loam ค่า pH ดินก่อนการทดลอง วัดได้ 5.2-5.8 กรรมวิธีที่ทดลองประกอบด้วย โพแทสเซียม 2 ระดับคือไม่ให้โพแทสเซียมและให้ทางดิน อัตรา 300 กรัมของ K_2SO_4 ร่วมกับการไม่ให้แมกนีเซียม พ่นแมกนีเซียม (Mg_2SO_4) ทางใบความเข้มข้น 1 % ทุก 2 สัปดาห์และให้ทางดิน 150 กรัม ของ Mg_2SO_4 ต่อต้นต่อปี วางแผนการทดลองแบบ Split-Plots in Randomized Complete Block Design ให้แถวของกาแฟซึ่งเป็นแปลงแบบขั้นบันไดเป็นซ้ำ (block) และจัดให้ระดับของโพแทสเซียมเป็น Main-plot และแมกนีเซียมเป็น Sub-plots ทำการทดลองระหว่างเดือนพฤษภาคม 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2543

ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของดินและธาตุอาหารในดิน

ค่า pH ของดินก่อนทำการทดลองเฉลี่ย 5.25 (พ.ค. 41 ตัวเลขไม่ได้แสดง) ในเดือนสิงหาคมซึ่งเป็นช่วงกลางฤดูฝน ค่า pH ลดลงต่ำกว่า 5 ในปีที่ 1 ส่วนปีที่ 2 นั้นค่า pH ในเดือนสิงหาคม (กลางฤดูฝน) และพฤศจิกายน (ปลายฤดูฝน) มีค่าไม่ต่างกันมาก แต่พบว่าการใช้ปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟตทางดิน ทำให้ดินมีความเป็นกรดมากขึ้น (ตารางที่ 1) ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ไม่มีความแตกต่างกันมากระหว่างกรรมวิธีและในช่วงเวลาที่ต่างกัน ยกเว้นในเดือนพฤศจิกายน 2542 ที่พบว่ามีความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสสูงกว่าช่วงอื่นๆ (ตารางที่ 1)

การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบในช่วงที่กำลังติดผล

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารบางชนิดได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม พบว่าค่าเฉลี่ยจากทุกกรรมวิธีมีธาตุไนโตรเจนมากในช่วงแรกของการติดผล (พฤษภาคม) และลดลงต่ำสุดเมื่อผลเริ่มสุก (พฤศจิกายน) การลดลงนี้ทำให้ความเข้มข้นน้อยกว่าจุดวิกฤตที่แสดงอาการขาดเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งสรุปโดย Reuter *et al.* (1997) สำหรับโพแทสเซียมพบว่ามีมากในช่วงแรกเช่นเดียวกับไนโตรเจนและลดลง เมื่อผลกาแฟมีขนาดเพิ่มขึ้น จนกระทั่งลดลงจนต่ำกว่าจุดวิกฤตที่แสดงอาการขาดในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน แมกนีเซียมมีความเข้มข้นน้อยแม้จะไม่ถึงกับขาด แต่ความเข้มข้นในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมอยู่ในระดับคาบเกี่ยวที่เกือบจะขาด (marginal) และต่ำกว่าจุดวิกฤตที่แสดงอาการขาดในเดือนพฤศจิกายน ส่วนธาตุฟอสฟอรัส และแคลเซียมมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอยู่ในช่วงแคบ ๆ ตลอดอายุการติดผล แม้ว่าในระยะผลสุกความเข้มข้นในใบจะลดลงแต่ก็ไม่ถึงจุดวิกฤตที่แสดงอาการขาด และหลังจากเก็บเกี่ยว ผลผลิต ต้นกาแฟได้พักตัวและพร้อมที่จะ

ออกดอกครั้งใหม่ ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบทุก
ธาตุกลับสู่ภาวะปกติ (ภาพที่ 1)

ผลของระดับโพแทสเซียมและแมกนีเซียมต่อธาตุ อาหารไนโบ

โพแทสเซียม

การใส่โพแทสเซียมทางดิน ช่วยเพิ่มความเข้มข้น

ของโพแทสเซียมไนโบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่ความ
เข้มข้นของโพแทสเซียมไนโบลดลงจนถึงจุดวิกฤตที่จะ
แสดงอาการขาด ส่วนการให้แมกนีเซียมทั้งทางใบและ
ทางดินโดยรวมแล้วไม่มีผลต่อปริมาณของโพแทสเซียมไน
โบยกเว้นในเดือนตุลาคม 2542 และไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วม
(interaction) ระหว่างโพแทสเซียมและแมกนีเซียม ยกเว้น
ในเดือนตุลาคม 2542 (ตารางที่ 2)

Table 1 Effect of potassium and magnesium on average soil pH, organic matter (OM), nitrogen (N),
phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), and magnesium (Mg).

¹ Treatments	pH				N (%)				P (ppm)			
	1998		1999		1998		1999		1998		1999	
	Aug	Nov	Aug	Nov	Aug	Nov	Nov	Aug	Nov	Aug	Nov	Nov
Mg ₀	4.64	5.56	5.90	5.83	0.298	0.347	0.292	83.13	82.08	39.67	140.00	
K ₀ Mg ₁	4.61	5.59	5.83	5.82	0.349	0.368	0.318	84.06	72.08	39.83	136.25	
Mg ₂			5.63	5.47			0.297			40.00	112.67	
Average K ₀	4.63	5.58	5.79	5.71	0.324	0.358	0.302	83.60	77.08	39.83	129.64	
Mg ₀	4.84	5.45	5.97	5.80	0.358	0.416	0.342	70.94	82.83	41.08	131.58	
K ₁ Mg ₁	4.84	5.52	5.96	5.83	0.344	0.412	0.308	66.56	70.00	42.75	118.75	
Mg ₂			5.58	5.48			0.343			40.42	108.67	
Average K ₁	4.84	5.49	5.84	5.70	0.351	0.414	0.331	68.75	76.42	41.42	119.67	
K	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.024	NS	NS	NS	9.024	
LSD ₀₅ Mg	NS	NS	0.123	0.185	NS	NS	NS	NS	6.029	NS	12.419	
KxMg	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	NS	NS	
C.V. (%)	6.21	5.60	5.53	6.21	12.01	14.12	10.60	21.04	18.67	11.13	17.17	

¹ Treatments	K (ppm)				Ca (ppm)				Mg (ppm)			
	1998		1999		1998		1999		1998		1999	
	Aug	Nov	Aug	Nov	Aug	Nov	Aug	Nov	Aug	Nov	Aug	Nov
Mg ₀	273.28	282.08	169.68	163.08	407.71	1031.4	777.08	618.33	32.97	40.69	36.88	38.96
K ₀ Mg ₁	290.36	315.83	241.08	219.58	462.50	1151.0	795.83	584.58	32.19	46.43	42.50	46.67
Mg ₂			157.92	180.42			510.42	276.67			39.38	44.17
Average K ₀	281.82	298.96	189.56	187.69	435.11	1091.20	493.19	32.58	43.56	39.59	43.27	
Mg ₀	352.58	380.75	264.59	297.08	421.88	1411.5	918.75	576.25	31.41	60.51	48.54	43.75
K ₁ Mg ₁	334.28	328.33	240.24	261.42	443.75	1255.2	751.83	636.25	34.69	61.56	48.96	52.08
Mg ₂			199.50	222.92			539.58	352.08			47.08	54.58
Average K ₁	343.43	354.54	234.78	260.47	432.82	1333.35	736.72	521.53	33.05	61.035	48.19	50.14
K	NS	NS	NS	18.581	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	5.598
LSD ₀₅ Mg	NS	NS	NS	28.433	NS	NS	161.77	NS	NS	NS	NS	NS
KxMg	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	25.86	20.91	31.80	26.86	25.11	47.70	47.81					

¹ Treatments ; K₀ = No K added, K₁ = added with 100 grams of K₂SO₄ per tree three times a year, Mg₀ = no Mg added, Mg₁ = 1% W/V of Mg₂SO₄ foliage sprayed 2 week interval and Mg₂ = added with 50 grams per tree of Mg₂SO₄ three times a year.

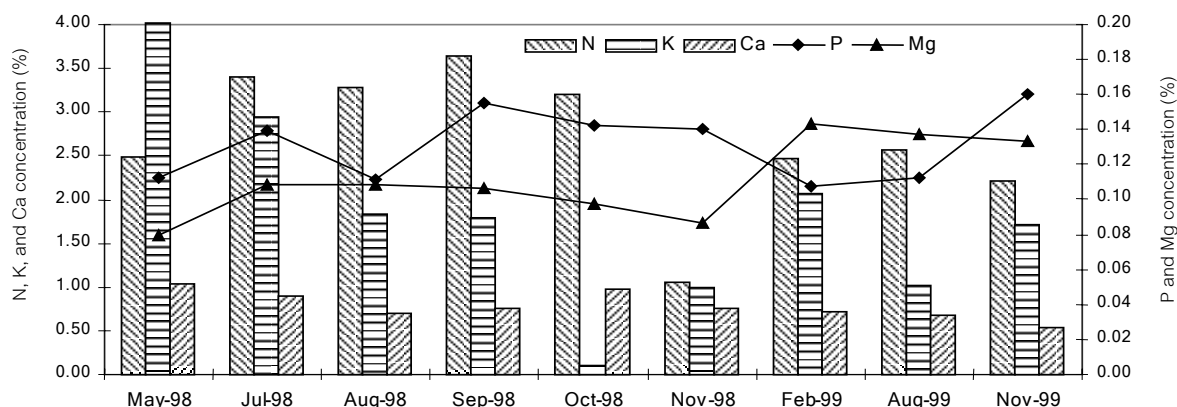


Figure 1 Nutrients concentration in arabica coffee leaf from May 98 – February 99. May to November was bearing period and February was non-bearing period. Each point was from the average of 6 treatments and 4 replicates.

Table 2 Effect of potassium and magnesium on % K concentration in arabica coffee leaf.

Treatment	Jul-98	Aug-98	Sep-98	Oct-98	Nov-98	Feb-99	Aug-99	Nov-99	
K ₀	Mg ₀	2.95	1.84	1.80	0.095	1.00	2.07	1.02	1.71
	Mg ₁	2.73	1.96	1.85	1.10	1.08	2.21	1.19	1.59
	Mg ₂							1.21	1.63
	Average K ₀	2.84	1.90	1.83	0.60	1.04	2.14	1.14	1.64
K ₁	Mg ₀	2.49	1.99	2.10	1.08	1.27	1.98	2.19	1.69
	Mg ₁	2.58	1.93	2.10	1.68	1.33	2.63	2.09	1.86
	Mg ₂							2.18	1.84
	Average K ₁	2.54	1.96	2.10	1.38	1.30	2.31	2.15	1.80
LSD _{.05}	K	NS	NS	0.109	0.294	0.175	NS	NS	NS
	Mg	NS	NS	NS	0.198	NS	NS	NS	NS
	KxMg	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	15.22	13.24	21.62	43.06	25.15	33.55	39.26	24.94	

Range of Potassium concentration in coffee leaf

Deficient < 1.50

Marginal 0.15-0.20

Adequate 2.10-2.60

แคลเซียม

ในขณะที่ยอดต้นกาแฟกำลังติดผลในฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2541 และ 2542 ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบโดยเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลงน้อย และอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (adequate) เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน การให้โพแทสเซียมและแมกนีเซียมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของแคลเซียมในใบ และไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างโพแทสเซียมและแมกนีเซียมต่อความเข้มข้นของแคลเซียม (ตารางที่ 3)

แมกนีเซียม

จากตารางที่ 4 การให้โพแทสเซียมทางดินไม่มีผลต่อความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบ และไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมที่ชัดเจนระหว่างโพแทสเซียมและแมกนีเซียม การให้แมกนีเซียมทั้งทางใบและทางดินทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ให้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นยังไม่พบนัยสำคัญที่แสดงอาการขาด และพบว่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบจากกรรมวิธีที่ให้แมกนีเซียมทางดินมีมากกว่าความเข้มข้นที่ได้จากกรรมวิธีที่พ่นทางใบ (ตารางที่ 4)

การขาดธาตุแมกนีเซียมในพืชโดยทั่วไปจะแสดงอาการที่ใบแก่ สำหรับในกาแฟอาราบิก้าพบว่าใบที่แสดง

อาการขาดธาตุแมกนีเซียมมักจะร่วงก่อนอายุขัยของใบ ในขณะที่ยอดยังคงมีการแตกใบอ่อนและเจริญอย่างต่อเนื่อง จึงได้วิเคราะห์ธาตุอาหารในใบแก่เทียบกับใบอ่อนจากกิ่งที่กำลังติดผลกิ่งเดียวกัน พบว่าธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ซึ่งเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้มีที่ใบอ่อนมากกว่าใบแก่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ธาตุโพแทสเซียมนั้นพบในใบแก่มากกว่าใบอ่อน ส่วนแคลเซียมไม่มีความแตกต่างกันระหว่างอายุใบที่ต่างกัน (ตารางที่ 5)

ผลของการให้โพแทสเซียมและแมกนีเซียมต่อความสมดุลของโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในใบ

ความสมดุลของธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบเมื่อคำนวณในรูปของ milli equivalent/100 g dried leaf พบว่าเมื่อเทียบกับค่าที่สรุปโดย Wrigley (1988) มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานอยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าของแมกนีเซียมที่ Wrigley (1988) เสนอว่าควรอยู่ในช่วง 15-30 นั้น ค่าที่คำนวณได้จริงมีค่าอยู่ระหว่าง 6.73-13.42 ส่วนโพแทสเซียมและแคลเซียมส่วนใหญ่มีอยู่น้อยแต่ไม่ถึงกับขาด (ภาพที่ 2)

Table 3 Effect of potassium and magnesium on % Ca concentration in arabica coffee leaf.

Treatment	Jul-98	Aug-98	Sep-98	Oct-98	Nov-98	Feb-99	Aug-99	Nov-99	
K0	Mg0	0.890	0.704	0.750	0.978	0.763	0.722	0.672	0.543
	Mg1	0.899	0.760	0.775	0.968	0.877	0.780	0.607	0.538
	Mg2							0.577	0.533
Average K ₀		0.895	0.732	0.763	0.973	0.820	0.751	0.619	0.538
K1	Mg0	0.824	0.704	0.749	0.911	0.873	0.772	0.618	0.655
	Mg1	0.861	0.770	0.848	1.054	0.743	0.920	0.605	0.510
	Mg2	-	-	-	-	-	-	0.618	0.593
Average K ₁		0.843	0.737	0.799	0.983	0.808	0.846	0.614	0.586
LSD _{.05}	K	NS	NS	NS	NS	0.054	NS	NS	NS
	Mg	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	KxMg	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)		18.6	16.02	20.02	21.1	18.2	24.34	13.77	24.2

Range of calcium concentration in coffee leaf

Deficient	< 0.40
Marginal	0.40-0.70
Adequate	0.75-1.50

Table 4 Effect of potassium and magnesium on % Mg concentration in arabica coffee leaf.

Treatment		Jul-98	Aug-98	Sep-98	Oct-98	Nov-98	Feb-99	Aug-99	Nov-99
K ₀	Mg ₀	0.108	0.108	0.106	0.098	0.087	0.143	0.137	0.133
	Mg ₁	0.123	0.121	0.116	0.108	0.115	0.188	0.132	0.142
	Mg ₂							0.170	0.183
Average K ₀		0.116	0.115	0.111	0.103	0.101	0.166	0.146	0.153
K ₁	Mg ₀	0.125	0.118	0.123	0.101	0.102	0.130	0.110	0.123
	Mg ₁	0.123	0.126	0.141	0.125	0.118	0.182	0.120	0.123
	Mg ₂							0.143	0.175
Average K ₁		0.124	0.122	0.132	0.113	0.110	0.156	0.124	0.140
LSD _{.05}	K	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Mg	NS	0.048	0.091	0.063	0.087	NS	0.015	0.023
	KxMg	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)		14.73	13.12	18.93	15.58	15.82	36.02	13.74	24.17

Range of Magnesium concentration in coffee leaf

Deficient < 0.10

Marginal 0.10-0.24

Adequate 0.25-0.40

Table 5 Leaf nutrient concentration of bearing arabica coffee, comparing between young fully expanded and old leaf from the same branch.

Treatment	N	P	K	Ca	Mg
Fully expanded leaf	2.45	0.102	2.083	1.300	0.178
Old leaf	1.84	0.096	2.743	1.123	0.039
LSD _{.05}	0.355	NS	0.653	NS	0.023

Standard leaf nutrients of arabica coffee

Defficient	< 2.2	< 0.1	< 0.15	< 0.4	< 0.1
Marginal	2.2-2.4	0.1-0.14	1.5-2.0	0.4-0.7	0.1-0.24
Adequate	2.5-3.0	0.15-0.2	2.1-2.6	0.75-1.5	0.25-0.40
High	> 3	> 0.2	> 2.6	> 1.5	> 0.4

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองนี้ไม่พบปฏิสัมพันธ์ (interaction) ที่ชัดเจนระหว่างการให้โพแทสเซียมและแมกนีเซียมต่อความเข้มข้นของธาตุทั้งสองในใบ ไม่สอดคล้องกับการทดลองปลูกในวัสดุปลูกที่เป็นทรายโดย Oruko and Gatitu (1979) ที่พบว่า การให้โพแทสเซียมทางระบบรากมากเกินไปจนความจำเป็นจะไปลดปริมาณแมกนีเซียมในใบ จนอยู่ในสภาวะที่ขาด การแสดงอาการขาดธาตุแมกนีเซียมทั้งจากการดูด้วยตาเปล่าและการวิเคราะห์ใบ คาดว่าเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน การแสดงอาการขาดแมกนีเซียมที่แสดงอาการอย่างชัดเจนในช่วงกลางฝน (กรกฎาคม-กันยายน) น่าจะมีสาเหตุหลักมาจากการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในช่วงที่ฝนตกชุก ซึ่งจากการทดลองนี้

พบว่าในปีที่ 1 ของการทดลองค่า pH ของดินในเดือนสิงหาคมลดลงมาอยู่ที่ระดับต่ำกว่า 5 ซึ่งต่ำกว่าในแปลงเดียวกันในเดือน พฤษภาคม กันยายนและพฤศจิกายน นอกจากนั้นปริมาณโพแทสเซียมในดินแม้จะมีอยู่อย่างพอเพียง แต่ไม่ถึงกับเกิน (access) จนเป็นพิษ ไม่พบการแสดงผลต้านกัน (antagonistic) แต่พบว่าแนวโน้มอัตราการเพิ่มขึ้นของธาตุทั้งสองชนิดแสดงผลตอบสนองแบบเสริมกัน

ธาตุแมกนีเซียมซึ่งเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ง่าย อาจเคลื่อนย้ายจากใบแก่ไปสู่ยอดเจริญ ทำให้มีอาการขาดที่ใบแก่และใบร่วง แต่ผลวิเคราะห์ตัวอย่างใบที่ใช้ใบคู่ที่ 3-4 จากปลายกิ่งซึ่งเป็นใบที่มีอายุน้อยจึงทำให้ไม่เห็นผลความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่ให้แมกนีเซียม

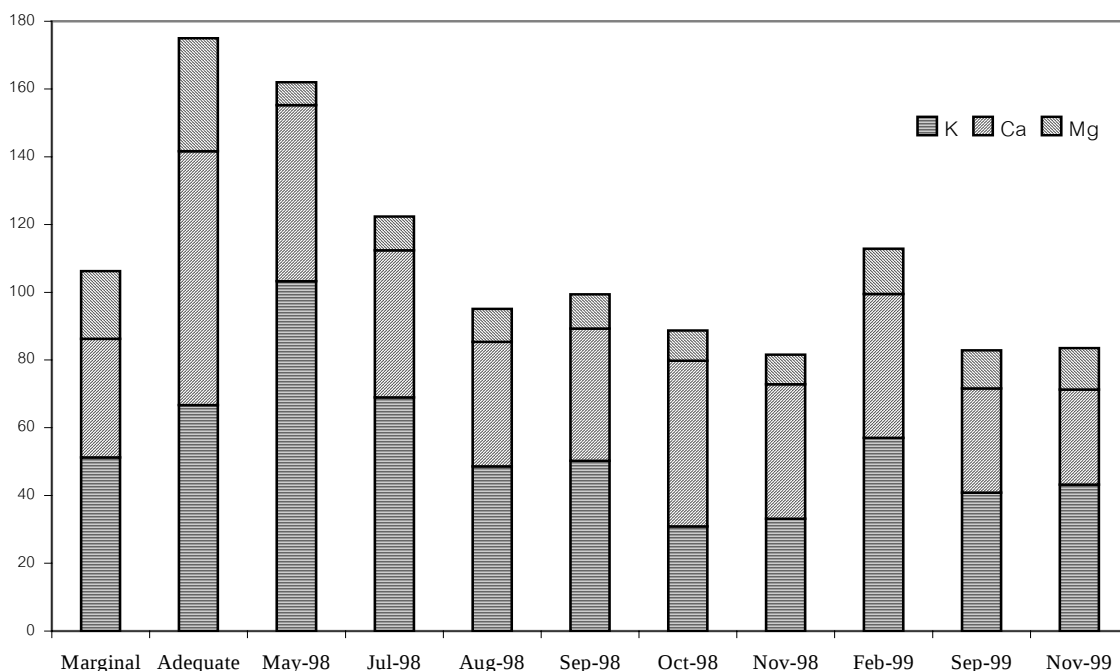


Figure 2 Milli-equivalent /100 g dried leaf, marginal and adequate by Wrigley (1988) and from leaf analysis between May, 1998 to Nov, 1999.

Table 6 Effect of K and Mg on milli equivalent per 100 g dried leaf of arabica coffee.

Treatment	Jul-98	Aug -98	Sep-98	Oct-98	Nov-98	Feb-99	Sep-99	Nov-99
K ₀ Mg ₀	128.97	91.20	92.37	81.39	79.45	111.11	72.88	74.89
K ₀ Mg ₁	125.21	97.88	95.84	85.60	82.78	111.36	76.01	74.68
K ₀ Mg ₂							80.35	83.70
K ₁ Mg ₀	115.55	95.97	101.46	78.39	73.54	100.27	94.19	86.40
K ₁ Mg ₁	119.65	98.51	108.02	102.98	81.22	128.49	84.01	83.51
K ₁ Mg ₂							89.91	91.52
Grand mean	122.34	95.89	99.43	87.09	79.25	112.81	82.89	82.45
Between								
K ₁ -K ₀	¹ 9.49	2.70	10.64	7.19	-3.74	3.16	12.96	9.39
Mg ₁ -Mg ₀	-1.71	7.95	6.75	16.51	7.17	14.36	-1.96	-1.66
Mg ₂ -Mg ₀							5.33	11.37
Mg ₂ -Mg ₁							7.29	13.03

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบที่วิเคราะห์ได้มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.1 % ไม่ถึงระดับขาดเมื่อเทียบกับ Reuter *et al.* (1997) แต่ก็อยู่ในขอบที่เกือบขาด (marginal) ที่น่าสนใจคือการพ่นแมกนีเซียมทางใบหรือการใส่ทางดินทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในใบมีมากขึ้น แม้ในบางช่วงจะไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมที่อยู่ในภาวะที่ขาด (deficient) มาอยู่ในภาวะที่เหมาะสม (adequate)

การขาด Mg ที่แสดงอาการออกอย่างชัดเจนที่ใบแก่คาดว่าจะเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน ทั้งความเข้มข้นของปริมาณโพแทสเซียมในดิน ค่าความเป็นกรดด่างของดินและปริมาณน้ำฝน ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าในขณะที่ยฝนตกอย่างมากในช่วงฤดูฝนมีผลต่อการละลายแร่ธาตุในดิน ทำให้ค่า pH ของดินลดลงมาต่ำในช่วงสั้นๆ ทำให้เกิดการแทนที่แมกนีเซียมโดยธาตุชนิดอื่น ทำให้การดูดซับธาตุแมกนีเซียมจากดินมีน้อย จึงเกิดการเคลื่อนย้ายจากใบแก่ไปยังจุดเจริญที่ใบอ่อน ทำให้ใบแก่ขาดและร่วง ในขณะที่ใบอ่อนยังคงเจริญเติบโตต่อไปได้

การให้แมกนีเซียมทางดิน ทำให้เพิ่มความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบอย่างชัดเจน ดังนั้นการจะลดการขาดแมกนีเซียมในกาแฟอาราบิก้าต้องคำนึงถึงวิธีการให้ ชนิดของปุ๋ยและรูปแบบพันธะทางเคมี ที่ไม่ส่งเสริมให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ดุสิต มานะจุติ บุญยวาทย์ ลำเพาพงศ์ และจรรยา สุขเกษม. 2528. การศึกษาคุณสมบัติของดินที่ใช้ปลูกกาแฟในภาคเหนือของประเทศไทย. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 86 หน้า.
- พิทยา สรวมศิริ. 2536. ธาตุอาหารพืชกับคุณภาพของกาแฟอาราบิก้า 1. ปัญหาในการแปลงปลูกและแนวทางการแก้ไข. วารสารเกษตร 9(3) 274-280.
- Hovenkamp, C. 1991. Results of Soil - and Leaf Analysis; a survey conducted at the HCRDC station. LarenStein International Aricultural College, Deventer. Natherlands. 21 pp.
- Oruko, B.A. and G.M. Gatitu. 1979. The role of potassium and magnesium in the nutrition and yield of *Coffea arabica* L. Kenya coffee 44(515) : 15-24.
- Reuter, D.J. ; (ed.), 1997. Plant analysis an Interpretation Manual. P.359-360.
- Wrigley, G. 1988. Coffee. Longman Scientific & Technical. New York. 639 pp.

ผลของการให้น้ำต่อการบานของดอก องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพของกาแฟอาราบิก้า

Effects of Water Regimes on Flowering, Yield Components and Quality of Arabica Coffee

พริมลักษ์ณ์ ประพุดพิทยา^{1/} ชวลิต กอสมพันธ์^{2/} และบันฑูรย์ วาฤทธิ์^{2/}
Primluck Praphutphitthaya^{1/}, Chawalit Korsamphan^{2/} and Bantoone Warrit^{2/}

Abstract : The study emphasized on the effects of water regimes on flowering and yield components of arabica coffee (*Coffea arabica* L.). Five years old coffee trees were planted in 20 gallons plastic containers under greenhouse condition. Soil water was kept at moisture content of 100%FC, 75%FC, 50%FC, 25%FC and at the first sign of wilting (FSW). The watering were calculated from water balance of the soil programme. No effect of water stress on vegetative growth was found on all treatments. However, in term of physiology, the water regime of 100%FC resulted higher leaf water potential, high number of stomata and total chlorophyll content. Trees that experienced to soil moisture content at FSW flowered more time than that of 75, 100, 50 and 25%FC respectively. Water regimes also had effect on duration of fruiting. Watering at 50%FC, the time from first re-watering to fruit setting and ripening were longer than other treatments. Several set of fruit ripening occurred during the 11 weeks. At 25%FC and FSW treatments, harvesting finished within, 5.37 and 5.56 times which were higher that of the other treatments. Moreover, the highest number of cherries per branch and number of cherries per node were shown in the last treatment. Yield component showed no significant difference in term of number of node and number of bearing node per branch. However, the highest 100 cherry weight was achieved from the 100%FC treatment. The trees irrigated at the first sign of wilting showed the highest number of fresh fruit per tree, but irregular ripening was observed. Harvesting

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

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

^{2/} Highland Research and Training Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

therefore regimed more labor, which attributed to high cost of production. In contrast, watering at 75 and 100%FC significantly reduced number of flowering cycles, whereas the number of fresh fruit per tree was also reduced. However, these treatments showed the highest fresh fruit weight per 100 fruits, green bean weight per 100 beans and percent A grade of green bean. Finally, 75%FC watering is recommended because it reduces water consumption and lower harvesting cost by reducing the number of harvesting cycle.

Keywords : arabica coffee, water regime, flowering

บทคัดย่อ : การศึกษาครั้งนี้เน้นถึงผลของการให้น้ำต่อการบานของดอก องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของกาแฟอาราบิก้า (*Coffea arabica* L.) โดยศึกษาจากต้นกาแฟอายุ 5 ปี ปลูกลงในกระถางพลาสติกขนาด 20 แกลลอน ในสภาพโรงเรือน การทดลองประกอบด้วยการให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ระดับ 100, 75, 50, 25%FC และให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ใกล้จุดเหี่ยวถาวร (เมื่อใบเริ่มเหี่ยว) ปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกาแฟคำนวณจากโปรแกรมดุลยภาพของน้ำในดิน จากการศึกษาพบว่า การให้น้ำแก่ต้นกาแฟในทุกๆระดับไม่มีผลต่อการเจริญทางด้านกิ่งก้านสาขาของต้นกาแฟ แต่มีความแตกต่างกันทางด้านสรีรวิทยาในส่วนของการคายน้ำในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและจำนวนปากใบต่อตารางมิลลิเมตร โดยการให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ระดับ 100%FC มีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่น มีการพบว่า การให้น้ำในทุกๆระดับมีผลต่อจำนวนวันนับจากการให้น้ำครั้งแรกจนถึงดอกบาน โดยเฉพาะการให้น้ำเมื่อใกล้จุดเหี่ยวถาวร มีจำนวนชุดที่ดอกบานมากที่สุดคือ 5.37 ชุด รองลงมาคือการให้น้ำที่ 25%FC 3.93 ชุด ส่วนการให้น้ำที่ระดับ 50, 75 และ 100%FC มีค่าอยู่ระหว่าง 2.31 ถึง 2.43 ชุด ส่วนทางด้านการติดผล การให้น้ำแก่ต้นกาแฟในทุกๆระดับมีผลต่อจำนวนวันนับจากการให้น้ำครั้งแรกถึงติดผลและผลสุก โดยต้นที่ให้น้ำ 50%FC ใช้เวลามากกว่ากรรมวิธีอื่น ต้นกาแฟที่มีการให้น้ำ 25%FC และการให้น้ำเมื่อใกล้จุดเหี่ยวถาวร มีจำนวนชุดที่ผลสุกมากที่สุดคือ 5.37 และ 5.56 ชุด ตามลำดับ ซึ่งต้นที่ให้น้ำ 100, 75 และ 50%FC มีจำนวนชุดที่ผลสุกเพียง 3.37, 3.37 และ 3.12 ชุด ตามลำดับ นอกจากนั้นการให้น้ำเมื่อเหี่ยวมีจำนวนผลสุกต่อกิ่งและจำนวนผลสุกต่อช่อมากที่สุด การให้น้ำแก่ต้นกาแฟในทุกๆระดับไม่มีผลต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ในด้านของจำนวนช่อต่อกิ่ง จำนวนช่อที่ติดผล แต่พบว่าการให้น้ำที่ 100%FC ทำให้น้ำหนักผลกาแฟสุกเฉลี่ย 100 ผล มีค่ามากที่สุด 204.42 กรัม การให้น้ำเมื่อเหี่ยวให้ผลผลิตต่อต้นมากที่สุด แต่ผลผลิตสุกไม่พร้อมกันต้องเก็บเกี่ยวหลายครั้งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ในขณะที่การให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ระดับ 50%FC ขึ้นไป มีจำนวนชุดดอกบานน้อยกว่า ผลผลิตที่ได้จึงมีจำนวนน้อยตามไปด้วย แต่ผลผลิตสุกสม่ำเสมอว่าจึงช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านแรงงานและเก็บเกี่ยวง่ายขึ้น นอกจากนั้นผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดีในด้านน้ำหนักผลกาแฟสุก น้ำหนักสารกาแฟเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์เกรดสารกาแฟ ดีกว่า ทำให้ผลผลิตมีราคาสูงขึ้น ดังนั้นการให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ระดับ 75%FC ขึ้นไป ดีกว่าการให้น้ำที่ระดับ 25, 50%FC และให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ใกล้จุดเหี่ยวถาวร และการให้น้ำที่ระดับ 75%FC เหมาะสมที่สุดเนื่องจากใช้ปริมาณน้ำน้อยกว่า ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงและคุณภาพผลผลิตที่ได้ไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับระดับ 100%FC มากนัก

คำสำคัญ : กาแฟอาราบิก้า การให้น้ำ การออกดอก

คำนำ

หลายประเทศทั่วโลกที่ปลูกกาแฟในเชิงการค้า มักพบปัญหาเนื่องจากกาแฟออกดอกเป็น ระยะ ๆ ต่อเนื่องกันนับเดือน การออกดอกหลาย ๆ ครั้งของต้นกาแฟเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำที่ต้นได้รับในแต่ละครั้งหลังจากที่ต้นกาแฟได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ทำให้ตาดอกที่แก่เต็มที่พร้อมจะพักตัวมีการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยา ดอกบานในแต่ละรุ่นไม่พร้อมกัน ทำให้ผลสุกแก่ไม่พร้อมกัน (Drinnan and Menzel, 1995) แม้การใช้สารเคมีเพื่อเร่งการสุกของผลกาแฟ มีผลเพียงทำให้เปลือกเปลี่ยนสี แต่สารเคมีไม่สามารถทำให้เกิดการสุกแก่ทางสรีรวิทยา ทำให้คุณภาพของสารกาแฟมีคุณภาพไม่ดีตามต้องการ (คณาวุฒิ, 2540) จากการรายงานของ Browning (1975) ที่พบว่าเมื่อต้นกาแฟได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ตาดอกจะเข้าสู่การพักตัว และหากต้นกาแฟได้รับน้ำอย่างเพียงพออีกครั้ง ตาดอกพ้นจากระยะพักตัวและดอกบานภายใน 8-12 วัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาผลของการให้น้ำที่มีต่อการบานของดอก ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต โดยมีแนวคิดที่ว่าหากต้นกาแฟได้รับช่วงสภาพแห้งแล้งแล้วตามด้วยการให้น้ำแก่ต้นกาแฟภายหลังจากนั้น อาจเป็นวิธีการที่ใช้ในการทำให้ดอกกาแฟบานพร้อมกัน ทำให้ผลกาแฟสุกแก่พร้อมกัน จึงสามารถกำหนดระยะเวลาและปริมาณน้ำที่เหมาะสมสำหรับกระตุ้นการบานของดอกกาแฟให้สม่ำเสมอขึ้นเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลผลิตต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการให้น้ำที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกดอก องค์ประกอบผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตของกาแฟอาราบิก้า

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกต้นกาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์คาติมอร์ จำนวน 20 ต้น ในกระถางพลาสติก ขนาดความจุ 20 แกลลอน ใน

สภาพโรงเรือน ณ สถานีวิจัยและฝึกอบรมที่สูงช่วงเคียน (Site B) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ต. แม่สาใหม่ อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่ ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) มี 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 16 ซ้ำ ต้นละ 4 กิ่ง รักษาให้น้ำในดินตามกรรมวิธี 5 ระดับ ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 ให้น้ำอย่างเพียงพอและรักษาระดับอยู่ที่ระดับ field capacity

กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำที่ 75 เปอร์เซ็นต์ของระดับ field capacity

กรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ของระดับ field capacity

กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำที่ 25 เปอร์เซ็นต์ ของระดับ field capacity

กรรมวิธีที่ 5 ให้น้ำเมื่อใบกาแฟเริ่มเหี่ยว

ปริมาณน้ำที่ต้องให้แก่ต้นกาแฟคำนวณจากโปรแกรมดุลยภาพของน้ำ (บัณฑูรย์, 2541) แล้วให้น้ำแก่ต้นกาแฟเมื่อปริมาณน้ำในดินลดลงต่ำกว่าระดับที่กำหนดในแต่ละกรรมวิธี ระยะเวลาในการทดลองตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2546 ถึงสิ้นสุดเดือนธันวาคม 2546

วิธีการทดลอง

1. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

บันทึกการเจริญเติบโตทุก 4 สัปดาห์ได้แก่ ความสูงของต้นกาแฟ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่งทั้งหมดต่อต้น จำนวนใบ และดัชนีพื้นที่ใบ ส่วนผลทางด้านสรีรวิทยานับที่ข้อมูลทุก 3 เดือน ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมวัดจากวิธีการของ Proctor (1981) ค่าศักยภาพของน้ำในใบ และจำนวนปากใบต่อตารางมิลลิเมตร

2. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการบานของดอกกาแฟ

บันทึกจำนวนวันที่ดอกบานนับจากให้น้ำครั้งแรก จำนวนดอกบานทุกสัปดาห์ จำนวนชูดของดอกกาแฟ จำนวนดอกต่อข้อ จำนวนดอกบานต่อกิ่ง และเปอร์เซ็นต์ดอกที่บาน

3. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการติดผล

บันทึกจำนวนวันที่มีการติดผลนับจากให้น้ำครั้งแรก และบันทึกเปอร์เซ็นต์การติดผลโดยคำนวณจากจำนวนดอกที่บาน

4. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการสุกของผล

บันทึกจำนวนวันที่ผลสุกครั้งแรกนับจากการให้น้ำครั้งแรก จำนวนผลสุกทุกสัปดาห์ จำนวนชดของผลสุก และเปอร์เซ็นต์การสุกของผลโดยคำนวณจากจำนวนผลกาแฟทั้งหมด

5. ผลของการให้น้ำที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต

บันทึกจำนวนข้อทั้งหมด จำนวนข้อที่มีการติดผล จำนวนผลต่อข้อ จำนวนผลต่อกิ่ง จำนวนผลทั้งต้น น้ำหนักผลสุกทั้งต้นและเฉลี่ย 100 ผล น้ำหนักสารกาแฟทั้งต้นและเฉลี่ยจาก 100 เมล็ด

6. ผลของการให้น้ำที่มีต่อคุณภาพสารกาแฟ

หาเปอร์เซ็นต์เกรดกาแฟโดยวิธีมาตรฐานการแบ่งเกรดของสารกาแฟอาราบิก้าของไทย (อักษร และ พงษ์ศักดิ์, 2537) และนำสารกาแฟเกรด A จากแต่ละกรรมวิธีมาทดสอบคุณภาพจากการชิม

ผลการทดลอง

1. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

จากการวัดการเจริญของต้นกาแฟทุก ๆ เดือนแล้ว

นำค่าที่ได้มาหาอัตราการเพิ่มสะสมของการเจริญเติบโต เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าการให้จากการวัดการเจริญของต้นกาแฟทุก ๆ เดือนแล้วนำค่าที่ได้มาหาอัตราการเพิ่มสะสมของการเจริญน้ำแก่ต้นกาแฟในทุกระดับไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเจริญในทุกด้านได้แก่ ความสูงของต้นกาแฟ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่งทั้งต้น จำนวนใบทั้งต้น และดัชนีพื้นที่ใบส่วนค่าศักยภาพของน้ำในใบและค่าปริมาณคลอโรฟิลล์รวมกาแฟของต้นกาแฟที่ให้น้ำในระดับ 100%FC มีค่ามากกว่าต้นที่ได้รับน้ำในระดับ 75, 50, 25%FC และต้นที่ได้รับน้ำเมื่อใบเหี่ยว ตามลำดับ

2. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการบานของดอกกาแฟ

พบว่าเมื่อให้น้ำแก่ตาดอกที่พักตัวภายใต้ความเครียดจากการขาดน้ำ ทำให้ดอกนั้นบานออกได้ โดยต้นที่ให้น้ำ 100, 75%FC และให้น้ำเมื่อเหี่ยว ดอกบานเร็วที่สุด 8.00, 8.43 และ 9.75 วันหลังการให้น้ำครั้งแรก โดยเปอร์เซ็นต์ดอกกาแฟที่บานเมื่อเทียบกับจำนวนตาดอกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทยอยบานของดอกกาแฟทั้ง 11 สัปดาห์ ต้นกาแฟในกรรมวิธีที่มีการให้น้ำเมื่อใบเริ่มเหี่ยว มีจำนวนชดของดอกมากที่สุดคือ 5.37 ชด รองลงมาคือ 3.93 ชด (25%FC) และน้อยที่สุด 2.31, 2.31 และ 2.43 ชด เมื่อให้น้ำ 50, 75 และ 100%FC ตามลำดับ ส่วนจำนวนดอกที่บานต่อข้อและจำนวนดอก ที่บานต่อกิ่งมีค่ามากที่สุดต้นที่ให้น้ำเมื่อเริ่มเหี่ยว (15.66 ดอก/ข้อ และ 128.43 ดอก/กิ่ง)

Table 1 Effects of water regimes on growth of arabica coffee.

Treatment	Total rate of cumulative growth		
	Stem height (cm.)	Stem diameter (cm.)	No. of branch/tree
100%FC	38.00	1.16	15.50
75%FC	35.88	0.92	15.00
50%FC	26.63	0.75	13.50
25%FC	31.00	0.95	16.00
FSW	25.00	0.97	14.25
LSD _{0.05}	NS	NS	NS
CV(%)	41.85	21.45	21.90

NS = non significant

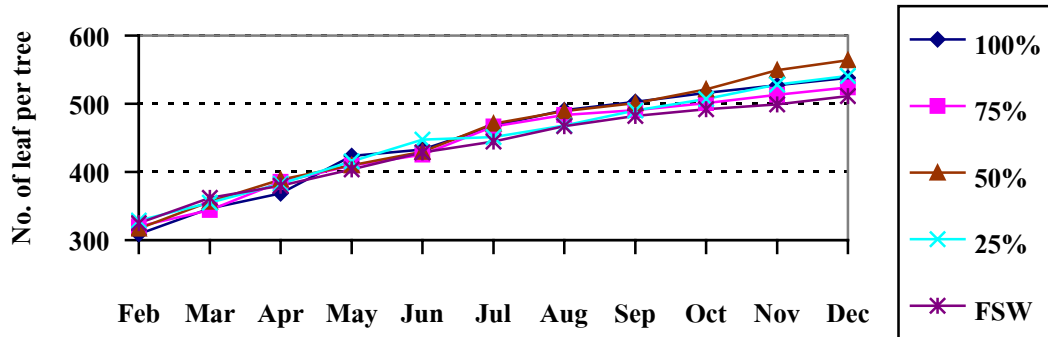


Figure 1 Effects of water regimes on number of leave/tree.

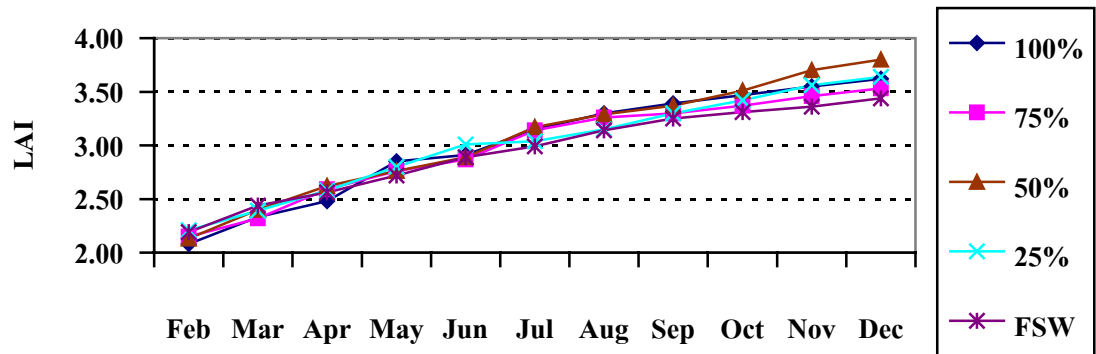


Figure 2 Effects of water regimes on LAI.

Table 2 Effects of water regimes on physiology of arabica coffee.

Treatment	Total chlorophyll (mg.m ⁻²)			No. of stomata/mm ²		
	May	Aug	Nov	May	Aug	Nov
100%FC	508.77 ^a	517.28	526.26	128.50 ^a	126.00	124.69
75%FC	483.61 ^a	485.50	487.73	118.56 ^a	125.63	124.38
50%FC	481.11 ^a	484.22	486.46	104.06 ^b	121.69	124.69
25%FC	413.04 ^{ab}	432.38	443.17	100.44 ^b	123.13	121.50
FSW	340.87 ^b	438.97	366.42	103.06 ^b	123.31	122.38
LSD _{0.05}	111.37	NS	NS	12.76	NS	NS
CV(%)	34.66	44.51	34.09	16.32	5.21	7.74

Mean within a column followed by a different letters represent significant at P=0.05 by LSD test

NS = non significant

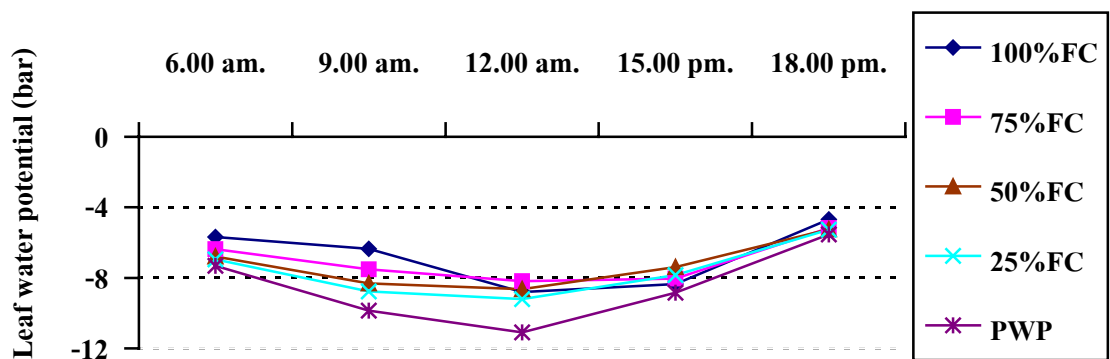


Figure 3 Effects of water regimes on leaf water potential (bar).

Table 3 Effects of water regimes on flowering of Arabica Coffee.

Treatment	Days after re-watering	Flush	No. of flower/branch	No. of flower/node	%flowering
100%FC	8.00 ^c	2.43 ^c	68.87 ^{bc}	7.44 ^{bc}	95.69
75%FC	8.43 ^c	2.31 ^c	56.12 ^c	6.31 ^c	95.33
50%FC	30.31 ^a	2.31 ^c	45.12 ^c	5.13 ^c	95.31
25%FC	19.81 ^b	3.93 ^b	88.06 ^b	9.91 ^b	97.46
FSW	9.75 ^c	5.37 ^a	128.43 ^a	15.66 ^a	97.98
LSD _{0.05}	2.26	0.70	27.69	3.02	NS
CV(%)	21.05	4.58	50.80	48.17	30.63

Mean within a column followed by a different letters represent significant at P=0.05 by LSD test

NS = non significant

3. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการติดผล

การให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ 50%FC ทำให้ติดผลช้าที่สุดเมื่อนับจากการให้น้ำครั้งแรก 39.87 วัน ส่วนเปอร์เซ็นต์การติดผลเมื่อเทียบกับจำนวนดอกที่บานไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกระดับการให้น้ำ

4. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการสุกของผล

จากการศึกษาพบว่า การให้น้ำที่ 100, 75%FC และให้น้ำเมื่อเหี่ยว เมื่อนับจากการให้น้ำครั้งแรก (244.37,

245.68 และ 246.12 วัน) ผลสุกเร็วกว่าต้นที่ให้น้ำที่ 25%FC (254.00 วัน) และช้าที่สุดในต้นที่ให้น้ำ 50%FC โดยเปอร์เซ็นต์การสุกของผลเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนการติดผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกระดับการให้น้ำ แต่การให้น้ำที่ 25%FC และให้น้ำเมื่อเหี่ยว (5.37 และ 5.56 ชุด) มีจำนวนชุดที่ผลสุกมากกว่าต้นที่ให้น้ำ 50, 75 และ 100%FC (3.12, 3.37 และ 3.37 ชุด ตามลำดับ) ส่วนจำนวนผลกาแฟสุกต่อกิ่งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 120.31 ผลต่อกิ่ง ในต้นที่ให้น้ำเมื่อเหี่ยว

Table 4 Effects of water regimes on ripening of arabica coffee.

Treatment	Days after re-watering	Set	No. of cherries/branch	%Ripening
100%FC	244.37 ^c	3.37 ^b	63.13 ^{bc}	96.25
75%FC	245.68 ^c	3.37 ^b	53.25 ^c	96.67
50%FC	263.56 ^a	3.12 ^b	38.63 ^c	88.87
25%FC	254.00 ^b	5.37 ^a	82.25 ^b	95.81
FSW	246.12 ^c	5.56 ^a	120.31 ^a	96.14
LSD _{0.05}	4.57	0.95	26.87	NS
CV(%)	2.58	32.46	53.30	5.22

Mean within a column followed by a different letters represent significant at P=0.05 by LSD test

NS = non significant

5. ผลของการให้น้ำที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต

การให้น้ำทั้ง 5 ระดับไม่มีผลต่อจำนวนข้อต่อกิ่ง จำนวนข้อที่ติดผล และน้ำหนักกาแฟกะลาแห้ง 100 เมล็ด แต่พบว่าการให้น้ำเมื่อเหี่ยวมีผลทำให้จำนวนผลต่อข้อ

จำนวนผลต่อกิ่ง จำนวนผลที่สูงที่สุดทั้งต้น น้ำหนักผลสุกทั้งต้น น้ำหนักกาแฟกะลาแห้งทั้งต้น และน้ำหนักสารกาแฟทั้งต้นมีค่ามากที่สุด นอกจากนั้น พบว่าการให้น้ำที่ 100%FC ทำให้น้ำหนักผลกาแฟสุก 100 ผล และน้ำหนักสารกาแฟ 100 เมล็ดมีค่ามากที่สุด

Table 5 Effects of water regimes on yield components of arabica coffee.

Treatment	No. of				Weight of		
	Node/ branch	Bearing node/branch	Cherries/ branch	Cherries/tree	Cherries/tr ee (g.)	100 cherries (g.)	100 green bean (g)
100%FC	13.37	8.75	63.12 ^{bc}	860.25 ^c	1747.17 ^c	204.42 ^a	24.20 ^a
75%FC	13.25	8.68	53.25 ^c	967.00 ^c	1707.72 ^c	180.01 ^b	23.00 ^{ab}
50%FC	12.68	8.75	38.62 ^c	1169.25 ^b	2094.13 ^b	179.85 ^b	22.51 ^b
25%FC	12.68	8.75	82.25 ^b	1115.00 ^b	1860.94 ^b	167.49 ^c	21.99 ^b
FSW	12.25	8.06	120.31 ^a	1599.00 ^a	2758.28 ^a	172.92 ^{bc}	23.17 ^{ab}
LSD _{0.05}	NS	NS	26.87	136.50	240.22	10.13	1.21
CV(%)	11.45	10.17	31.68	7.94	7.84	7.94	7.51

Mean within a column followed by a different letters represent significant at P=0.05 by LSD test

NS = non significant

6. ผลของการให้น้ำที่มีต่อคุณภาพผลผลิต

การให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ 75%FC มีเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A มากกว่าต้นที่ให้น้ำในกรรมวิธีอื่น ส่วนคะแนนการทดสอบคุณภาพสารกาแฟโดยการชิม ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติทุกระดับการให้น้ำ

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การให้น้ำแก่ต้นกาแฟในทุกระดับไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ ซึ่งได้แก่อัตราการเพิ่มสะสมของความสูงลำต้น อัตราการเพิ่มสะสมของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อัตราการเพิ่มสะสมของจำนวนกิ่งแขนงที่หนึ่งทั้งต้น จำนวนใบทั้งต้น และค่าดัชนีพื้นที่ใบ แต่มีความแตกต่างกันทางด้าน สรีรวิทยาในส่วนของค่าศักย์ของน้ำในใบปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและจำนวนปากต่อตารางมิลลิเมตรโดยการให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ระดับ 100%FC มีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Slatyer (1969) ที่กล่าวว่าพืชที่อยู่ในสภาวะที่เกิดความเครียดจากการขาดน้ำในดินนาน ๆ จะมีผลทำให้อายุของใบลดลง ทำให้เกิดการร่วงของใบและเข้าสู่ระยะแก่ตัวเร็วขึ้นทำให้ใบเหลืองเร็วขึ้น เพราะพืชได้รับน้ำไม่เพียงพอและรากดูดธาตุอาหารพวกไนโตรเจนน้อยลงทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบลดลง (Thymms and Gaff, 1979) ส่วน

Warrit (1977) ได้แสดงให้เห็นว่าค่าศักย์ของน้ำในใบจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับน้ำในดิน (soil water content) หากระดับความชื้นในดินลดลง ค่าศักย์ของน้ำในใบจะลดต่ำลงด้วย Bayan and Bora (1997) กล่าวว่าจำนวนปากใบกาแฟที่จุดเหี่ยวถาวร จะมีความแตกต่างกับต้นกาแฟที่อยู่ในสภาพได้รับน้ำตามปกติ

หลังจากที่ตัดดอกกาแฟพักตัวเนื่องจากการขาดน้ำ การให้น้ำแก่ต้นกาแฟ 100, 75%FC, และให้น้ำเมื่อเหี่ยว ทำให้ดอกกาแฟบานเร็วที่สุด 8.00 ถึง 9.75 วัน สอดคล้องกับ Crisoto *et al.* (1992) ซึ่งกล่าวว่า การที่ต้นกาแฟมีการทยอยออกดอกหลาย ๆ ครั้งนั้นมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกาแฟหลังจากที่ได้รับสภาพเครียด ที่ไปมีผลทำให้ตัดดอกกาแฟพ้นจากการพักตัวและบานออกได้ภายใน 8 ถึง 12 วัน จากการที่ดอกกาแฟนั้นบานออกก่อน ทำให้ดอกกาแฟนั้นติดผลและสุกแก่เร็วกว่าในกรรมวิธีอื่น การทยอยบานของดอกกาแฟทั้ง 11 สัปดาห์ พบว่าต้นที่ให้น้ำ 100, 75 และ 50%FC มีจำนวนชุดที่ดอกบานน้อยที่สุด 2.31 ถึง 2.43 ชุด จึงทำให้จำนวนดอกต่อกิ่ง และจำนวนดอกต่อข้อมีค่าน้อยกว่าต้นที่ให้น้ำเมื่อเหี่ยว ที่มีการบานของดอกหลายชุด แต่อย่างไรก็ตามการให้น้ำในแต่ละกรรมวิธีไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การติดผลเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนตาดอกเปอร์เซ็นต์การติดผลเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนดอกที่บานเปอร์เซ็นต์

Table 6 Effects of water regimes on quality of Arabica Coffee.

Treatment	%Grade				Cup testing
	A	X	Y	P	
100%FC	63.61 ^b	22.82 ^{ab}	7.01	6.57 ^b	120.00
75%FC	77.84 ^a	7.17 ^c	6.21	8.78 ^{ab}	109.00
50%FC	55.56 ^b	28.10 ^a	7.11	9.23 ^a	103.00
25%FC	61.36 ^b	20.98 ^b	8.68	8.97 ^a	112.00
FSW	53.22 ^b	19.37 ^b	17.14	10.27 ^a	103.00
LSD _{0.05}	10.70	5.67	NS	2.20	NS
CV(%)	11.41	16.75	19.14	67.11	21.60

Mean within a column followed by a different letters represent significant at P=0.05 by LSD test

NS = non significant

การติดผลเมื่อเปรียบเทียบกับจากจำนวนผลทั้งหมด และคะแนนคุณภาพการชิม

การให้น้ำแก่ต้นกาแฟทั้ง 5 กรรมวิธีไม่มีผลต่อองค์ประกอบผลผลิตกาแฟทั้งจำนวนข้อต่อกิ่ง และจำนวนข้อที่ติดผล แต่หากมองในแง่ผลการทดลองแล้วการให้น้ำเมื่อเหี่ยว ให้ผลผลิตต่อต้นมากที่สุด ทั้งทางด้านน้ำหนักผลสุกต่อต้นและน้ำหนักสารกาแฟต่อต้น แต่เนื่องจากมีจำนวนชุดที่ติดดอกบานมากที่สุด จึงส่งผลให้การเจริญของผลกาแฟเกิดขึ้นอย่างไม่พร้อมเพรียงกัน ทำให้ผลกาแฟสุกไม่พร้อมกัน โดยมีจำนวนชุดที่ผลสุกมากที่สุดถึง 5.56 ชุด ซึ่งหมายถึงจำนวนครั้งที่ต้องทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำหนักผลกาแฟสุกเฉลี่ยจาก 100 ผล และน้ำหนักสารกาแฟเฉลี่ย 100 เมล็ด มีค่าน้อยที่สุด จากการทดลองครั้งนี้หากมองในแง่ของการลงทุนจึงขอแนะนำให้มีการให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ 75%FC เนื่องจากมีจำนวนชุดที่ติดดอกบาน และจำนวนชุดที่ผลสุกแก่น้อยครั้ง ทำให้สะดวกต่อการจัดการแรงงานในการเก็บเกี่ยว ประหยัดน้ำ และช่วยลดต้นทุนการผลิต อีกทั้งเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรดเอมีค่ามากที่สุด น้ำหนักผลกาแฟสุกเฉลี่ย 100 ผล และน้ำหนักสารกาแฟเฉลี่ย 100 เมล็ด มีค่ามากกว่าต้นที่ให้น้ำเมื่อเหี่ยวและค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกับต้นที่ให้น้ำที่ 100%FC

เอกสารอ้างอิง

คณาวุฒิ สันติพงศ์. 2540. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อการบานของดอก การเจริญเติบโต และการแก่ของผลกาแฟอราบิก้าพันธุ์คาติมอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทสาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 183 น.

บัณชูรีย์ วาฤทธิ์. 2541. วิธีหาความสมดุลของน้ำในดินโดยใช้เทคนิคจากการใช้โปรแกรม Basic. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 73 น.

อักษร เสกธีระ และพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์. 2537. การปลูกและผลิตกาแฟบนที่สูง. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 215 น.

Bayan, H.C. and P. Bora. 1997. A Study on permanent wilting point in some coffee selections. Ann. Biol. (Ludhiana) (1): 107-110.

Browning, G. 1975. Shoot growth in *Coffea arabica* L. I. Responses to rain fall when the soil moisture status and gibberellin supply are not limiting. J. hort. Sci., 3:1-11.

Crisosto, C.H., D.A. Grantz, and F.C. Meinzer. 1992. Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica* L.). Tree physiology. 10(2): 127-139.

Drinnan, J.E., and C.M. Menzel, 1995. Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea arabica* L.). Journal of horticultural Science 70(1): 25-34.

Procter, J.T.A. 1981. Stomata conductance change in leaves of McIntosh apple tree before and after fruit removal. Can. J. Bot. 59: 50-53.

Slatyer, R.O. 1967. Plant-Water Relationships. Academic Press, Inc., New York. 362 p.

Thymms, M.J. and D.F. Gaff. 1979. Proline accumulation during water stress in resurrection plants. J. Exp. Bot. 30: 165-168.

Warrit, B. 1977. Studies on Stomatal Behavior in Apple Leaves. Ph. D. Thesis. Univ. of Bristol, U.K.

ผลของการให้น้ำต่อการบานของดอก องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพของกาแฟอาราบิก้า

Effects of Water Regimes on Flowering, Yield Components and Quality of Arabica Coffee

พริมลักษ์ณ์ ประพุดพิทยา^{1/} ชวลิต กอสมพันธ์^{2/} และบันฑูรย์ วาฤทธิ์^{2/}
Primluck Praphutphitthaya^{1/}, Chawalit Korsamphan^{2/} and Bantoone Warrit^{2/}

Abstract : The study emphasized on the effects of water regimes on flowering and yield components of arabica coffee (*Coffea arabica* L.). Five years old coffee trees were planted in 20 gallons plastic containers under greenhouse condition. Soil water was kept at moisture content of 100%FC, 75%FC, 50%FC, 25%FC and at the first sign of wilting (FSW). The watering were calculated from water balance of the soil programme. No effect of water stress on vegetative growth was found on all treatments. However, in term of physiology, the water regime of 100%FC resulted higher leaf water potential, high number of stomata and total chlorophyll content. Trees that experienced to soil moisture content at FSW flowered more time than that of 75, 100, 50 and 25%FC respectively. Water regimes also had effect on duration of fruiting. Watering at 50%FC, the time from first re-watering to fruit setting and ripening were longer than other treatments. Several set of fruit ripening occurred during the 11 weeks. At 25%FC and FSW treatments, harvesting finished within, 5.37 and 5.56 times which were higher that of the other treatments. Moreover, the highest number of cherries per branch and number of cherries per node were shown in the last treatment. Yield component showed no significant difference in term of number of node and number of bearing node per branch. However, the highest 100 cherry weight was achieved from the 100%FC treatment. The trees irrigated at the first sign of wilting showed the highest number of fresh fruit per tree, but irregular ripening was observed. Harvesting

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

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

^{2/} Highland Research and Training Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

therefore regimed more labor, which attributed to high cost of production. In contrast, watering at 75 and 100%FC significantly reduced number of flowering cycles, whereas the number of fresh fruit per tree was also reduced. However, these treatments showed the highest fresh fruit weight per 100 fruits, green bean weight per 100 beans and percent A grade of green bean. Finally, 75%FC watering is recommended because it reduces water consumption and lower harvesting cost by reducing the number of harvesting cycle.

Keywords : arabica coffee, water regime, flowering

บทคัดย่อ : การศึกษาครั้งนี้เน้นถึงผลของการให้น้ำต่อการบานของดอก องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของกาแฟอาราบิก้า (*Coffea arabica* L.) โดยศึกษาจากต้นกาแฟอายุ 5 ปี ปลูกลงในกระถางพลาสติกขนาด 20 แกลลอน ในสภาพโรงเรือน การทดลองประกอบด้วยการให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ระดับ 100, 75, 50, 25%FC และให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ใกล้จุดเหี่ยวถาวร (เมื่อใบเริ่มเหี่ยว) ปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกาแฟคำนวณจากโปรแกรมดุลยภาพของน้ำในดิน จากการศึกษาพบว่า การให้น้ำแก่ต้นกาแฟในทุกๆระดับไม่มีผลต่อการเจริญทางด้านกิ่งก้านสาขาของต้นกาแฟ แต่มีความแตกต่างกันทางด้านสรีรวิทยาในส่วนของการคายน้ำในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและจำนวนปากใบต่อตารางมิลลิเมตร โดยการให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ระดับ 100%FC มีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่น มีการพบว่า การให้น้ำในทุกๆระดับมีผลต่อจำนวนวันนับจากการให้น้ำครั้งแรกจนถึงดอกบาน โดยเฉพาะการให้น้ำเมื่อใกล้จุดเหี่ยวถาวร มีจำนวนชุดที่ดอกบานมากที่สุดคือ 5.37 ชุด รองลงมาคือการให้น้ำที่ 25%FC 3.93 ชุด ส่วนการให้น้ำที่ระดับ 50, 75 และ 100%FC มีค่าอยู่ระหว่าง 2.31 ถึง 2.43 ชุด ส่วนทางด้านการติดผล การให้น้ำแก่ต้นกาแฟในทุกๆระดับมีผลต่อจำนวนวันนับจากการให้น้ำครั้งแรกถึงติดผลและผลสุก โดยต้นที่ให้น้ำ 50%FC ใช้เวลามากกว่ากรรมวิธีอื่น ต้นกาแฟที่มีการให้น้ำ 25%FC และการให้น้ำเมื่อใกล้จุดเหี่ยวถาวร มีจำนวนชุดที่ผลสุกมากที่สุดคือ 5.37 และ 5.56 ชุด ตามลำดับ ซึ่งต้นที่ให้น้ำ 100, 75 และ 50%FC มีจำนวนชุดที่ผลสุกเพียง 3.37, 3.37 และ 3.12 ชุด ตามลำดับ นอกจากนั้นการให้น้ำเมื่อเหี่ยวมีจำนวนผลสุกต่อกิ่งและจำนวนผลสุกต่อช่อมากที่สุด การให้น้ำแก่ต้นกาแฟในทุกๆระดับไม่มีผลต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ในด้านของจำนวนช่อต่อกิ่ง จำนวนช่อที่ติดผล แต่พบว่าการให้น้ำที่ 100%FC ทำให้น้ำหนักผลกาแฟสุกเฉลี่ย 100 ผล มีค่ามากที่สุด 204.42 กรัม การให้น้ำเมื่อเหี่ยวให้ผลผลิตต่อต้นมากที่สุด แต่ผลผลิตสุกไม่พร้อมกันต้องเก็บเกี่ยวหลายครั้งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ในขณะที่การให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ระดับ 50%FC ขึ้นไป มีจำนวนชุดดอกบานน้อยกว่า ผลผลิตที่ได้จึงมีจำนวนน้อยตามไปด้วย แต่ผลผลิตสุกสม่ำเสมอว่าจึงช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านแรงงานและเก็บเกี่ยวง่ายขึ้น นอกจากนั้นผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดีในด้านน้ำหนักผลกาแฟสุก น้ำหนักสารกาแฟเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์เกรดสารกาแฟ ดีกว่า ทำให้ผลผลิตมีราคาสูงขึ้น ดังนั้นการให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ระดับ 75%FC ขึ้นไป ดีกว่าการให้น้ำที่ระดับ 25, 50%FC และให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ใกล้จุดเหี่ยวถาวร และการให้น้ำที่ระดับ 75%FC เหมาะสมที่สุดเนื่องจากใช้ปริมาณน้ำน้อยกว่า ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงและคุณภาพผลผลิตที่ได้ไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับระดับ 100%FC มากนัก

คำสำคัญ : กาแฟอาราบิก้า การให้น้ำ การออกดอก

คำนำ

หลายประเทศทั่วโลกที่ปลูกกาแฟในเชิงการค้า มักพบปัญหาเนื่องจากกาแฟออกดอกเป็น ระยะ ๆ ต่อเนื่องกันนับเดือน การออกดอกหลาย ๆ ครั้งของต้นกาแฟเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำที่ต้นได้รับในแต่ละครั้งหลังจากที่ต้นกาแฟได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ทำให้ตาดอกที่แก่เต็มที่พร้อมจะพักตัวมีการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยา ดอกบานในแต่ละรุ่นไม่พร้อมกัน ทำให้ผลสุกแก่ไม่พร้อมกัน (Drinnan and Menzel, 1995) แม้การใช้สารเคมีเพื่อเร่งการสุกของผลกาแฟ มีผลเพียงทำให้เปลือกเปลี่ยนสี แต่สารเคมีไม่สามารถทำให้เกิดการสุกแก่ทางสรีรวิทยา ทำให้คุณภาพของสารกาแฟมีคุณภาพไม่ดีตามต้องการ (คณาวุฒิ, 2540) จากการรายงานของ Browning (1975) ที่พบว่าเมื่อต้นกาแฟได้รับความเครียดจากการขาดน้ำ ตาดอกจะเข้าสู่การพักตัว และหากต้นกาแฟได้รับน้ำอย่างเพียงพออีกครั้ง ตาดอกพ้นจากระยะพักตัวและดอกบานภายใน 8-12 วัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาผลของการให้น้ำที่มีต่อการบานของดอก ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต โดยมีแนวคิดที่ว่าหากต้นกาแฟได้รับช่วงสภาพแห้งแล้งแล้วตามด้วยการให้น้ำแก่ต้นกาแฟภายหลังจากนั้น อาจเป็นวิธีการที่ใช้ในการทำให้ดอกกาแฟบานพร้อมกัน ทำให้ผลกาแฟสุกแก่พร้อมกัน จึงสามารถกำหนดระยะเวลาและปริมาณน้ำที่เหมาะสมสำหรับกระตุ้นการบานของดอกกาแฟให้สม่ำเสมอขึ้นเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลผลิตต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการให้น้ำที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกดอก องค์ประกอบผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตของกาแฟอาราบิก้า

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกต้นกาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์คาติมอร์ จำนวน 20 ต้น ในกระถางพลาสติก ขนาดความจุ 20 แกลลอน ใน

สภาพโรงเรือน ณ สถานีวิจัยและฝึกอบรมที่สูงช่วงเคียน (Site B) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ต. แม่สาใหม่ อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่ ที่ระดับความสูง 1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) มี 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 16 ซ้ำ ต้นละ 4 กิ่ง รักษาน้ำในดินตามกรรมวิธี 5 ระดับ ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 ให้น้ำอย่างเพียงพอและรักษาระดับอยู่ที่ระดับ field capacity

กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำที่ 75 เปอร์เซ็นต์ของระดับ field capacity

กรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ของระดับ field capacity

กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำที่ 25 เปอร์เซ็นต์ ของระดับ field capacity

กรรมวิธีที่ 5 ให้น้ำเมื่อใบกาแฟเริ่มเหี่ยว

ปริมาณน้ำที่ต้องให้แก่ต้นกาแฟคำนวณจากโปรแกรมดุลยภาพของน้ำ (บัณฑูรย์, 2541) แล้วให้น้ำแก่ต้นกาแฟเมื่อปริมาณน้ำในดินลดลงต่ำกว่าระดับที่กำหนดในแต่ละกรรมวิธี ระยะเวลาในการทดลองตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2546 ถึงสิ้นสุดเดือนธันวาคม 2546

วิธีการทดลอง

1. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

บันทึกการเจริญเติบโตทุก 4 สัปดาห์ได้แก่ ความสูงของต้นกาแฟ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่งทั้งหมดต่อต้น จำนวนใบ และดัชนีพื้นที่ใบ ส่วนผลทางด้านสรีรวิทยานับที่ข้อมูลทุก 3 เดือน ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมวัดจากวิธีการของ Proctor (1981) ค่าศักยภาพของน้ำในใบ และจำนวนปากใบต่อตารางมิลลิเมตร

2. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการบานของดอกกาแฟ

บันทึกจำนวนวันที่ดอกบานนับจากให้น้ำครั้งแรก จำนวนดอกบานทุกสัปดาห์ จำนวนชุดของดอกกาแฟ จำนวนดอกต่อข้อ จำนวนดอกบานต่อกิ่ง และเปอร์เซ็นต์ดอกที่บาน

3. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการติดผล

บันทึกจำนวนวันที่มีการติดผลนับจากให้น้ำครั้งแรก และบันทึกเปอร์เซ็นต์การติดผลโดยคำนวณจากจำนวนดอกที่บาน

4. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการสุกของผล

บันทึกจำนวนวันที่ผลสุกครั้งแรกนับจากการให้น้ำครั้งแรก จำนวนผลสุกทุกสัปดาห์ จำนวนชุดของผลสุก และเปอร์เซ็นต์การสุกของผลโดยคำนวณจากจำนวนผลกาแฟทั้งหมด

5. ผลของการให้น้ำที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต

บันทึกจำนวนข้อทั้งหมด จำนวนข้อที่มีการติดผล จำนวนผลต่อข้อ จำนวนผลต่อกิ่ง จำนวนผลทั้งต้น น้ำหนักผลสุกทั้งต้นและเฉลี่ย 100 ผล น้ำหนักสารกาแฟทั้งต้นและเฉลี่ยจาก 100 เมล็ด

6. ผลของการให้น้ำที่มีต่อคุณภาพสารกาแฟ

หาเปอร์เซ็นต์เกรดกาแฟโดยวิธีมาตรฐานการแบ่งเกรดของสารกาแฟอาราบิก้าของไทย (อักษร และ พงษ์ศักดิ์, 2537) และนำสารกาแฟเกรด A จากแต่ละกรรมวิธีมาทดสอบคุณภาพจากการชิม

ผลการทดลอง

1. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

เติบโต เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าการให้จากการวัดการเจริญของต้นกาแฟทุก ๆ เดือนแล้วนำค่าที่ได้มาหาอัตราการเพิ่มสะสมของการเจริญน้ำแก่ต้นกาแฟในทุกระดับไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเจริญในทุกด้าน ได้แก่ ความสูงของต้นกาแฟ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่งทั้งต้น จำนวนใบทั้งต้น และดัชนีพื้นที่ใบ ส่วนค่าศักยภาพของน้ำในใบและค่าปริมาณคลอโรฟิลล์รวมกาแฟของต้นกาแฟที่ให้น้ำในระดับ 100%FC มีค่ามากกว่าต้นที่ได้รับน้ำในระดับ 75, 50, 25%FC และต้นที่ได้รับน้ำเมื่อใบเหี่ยว ตามลำดับ

2. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการบานของดอกกาแฟ

พบว่าเมื่อให้น้ำแก่ตาดอกที่พักตัวภายใต้ความเครียดจากการขาดน้ำ ทำให้ออกนั้นบานออกได้ โดยต้นที่ให้น้ำ 100, 75%FC และให้น้ำเมื่อเหี่ยว ดอกบานเร็วที่สุด 8.00, 8.43 และ 9.75 วันหลังการให้น้ำครั้งแรก โดยเปอร์เซ็นต์ดอกกาแฟที่บานเมื่อเทียบกับจำนวนตาดอกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทยอยบานของดอกกาแฟทั้ง 11 สัปดาห์ ต้นกาแฟในกรรมวิธีที่มีการให้น้ำเมื่อใบเริ่มเหี่ยว มีจำนวนชุดของดอกมากที่สุดคือ 5.37 ชุด รองลงมาคือ 3.93 ชุด (25%FC) และน้อยที่สุด 2.31, 2.31 และ 2.43 ชุด เมื่อให้น้ำ 50, 75 และ 100%FC ตามลำดับ ส่วนจำนวนดอกที่บานต่อข้อและจำนวนดอก ที่บานต่อกิ่งมีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดในต้นที่ให้น้ำเมื่อใบเริ่มเหี่ยว (15.66 ดอก/ข้อ และ 128.43 ดอก/กิ่ง)

Table 1 Effects of water regimes on growth of arabica coffee.

Treatment	Total rate of cumulative growth		
	Stem height (cm.)	Stem diameter (cm.)	No. of branch/tree
100%FC	38.00	1.16	15.50
75%FC	35.88	0.92	15.00
50%FC	26.63	0.75	13.50
25%FC	31.00	0.95	16.00
FSW	25.00	0.97	14.25
LSD _{0.05}	NS	NS	NS
CV(%)	41.85	21.45	21.90

NS = non significant

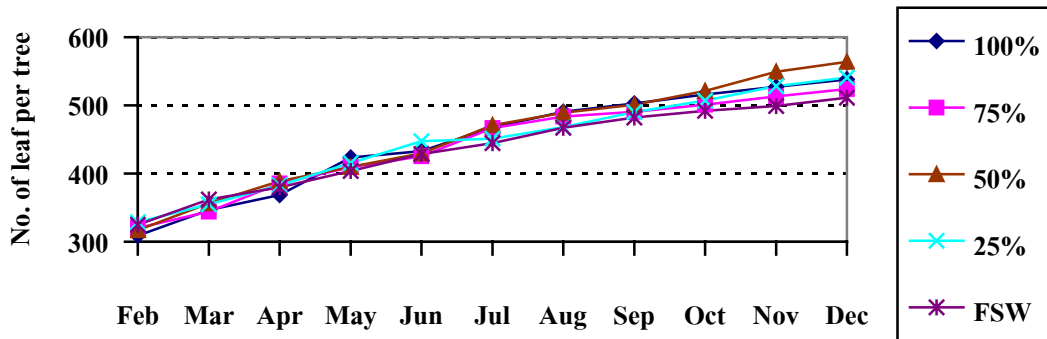


Figure 1 Effects of water regimes on number of leave/tree.

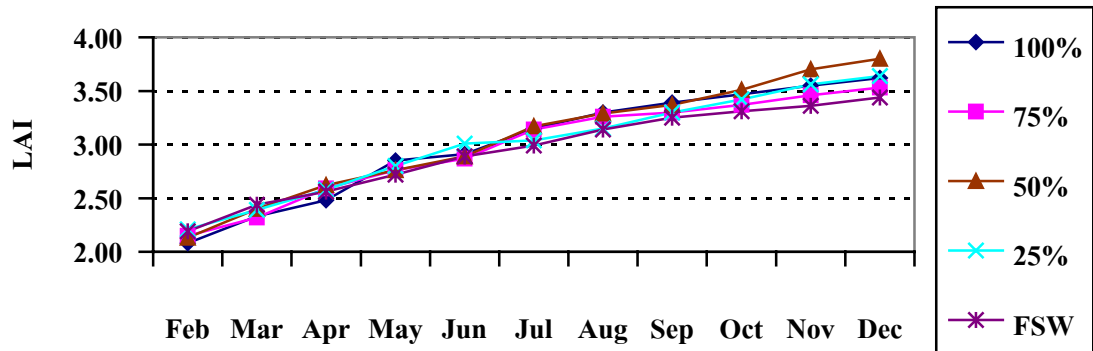


Figure 2 Effects of water regimes on LAI.

Table 2 Effects of water regimes on physiology of arabica coffee.

Treatment	Total chlorophyll (mg.m ⁻²)			No. of stomata/mm ²		
	May	Aug	Nov	May	Aug	Nov
100%FC	508.77 ^a	517.28	526.26	128.50 ^a	126.00	124.69
75%FC	483.61 ^a	485.50	487.73	118.56 ^a	125.63	124.38
50%FC	481.11 ^a	484.22	486.46	104.06 ^b	121.69	124.69
25%FC	413.04 ^{ab}	432.38	443.17	100.44 ^b	123.13	121.50
FSW	340.87 ^b	438.97	366.42	103.06 ^b	123.31	122.38
LSD _{0.05}	111.37	NS	NS	12.76	NS	NS
CV(%)	34.66	44.51	34.09	16.32	5.21	7.74

Mean within a column followed by a different letters represent significant at P=0.05 by LSD test

NS = non significant

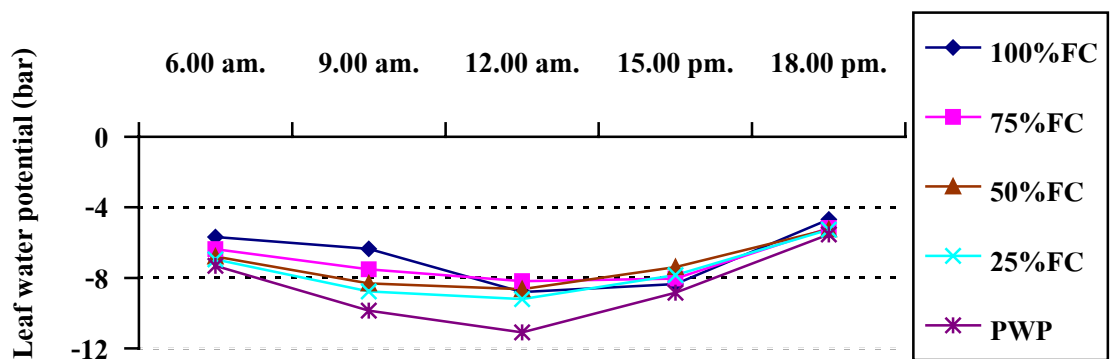


Figure 3 Effects of water regimes on leaf water potential (bar).

Table 3 Effects of water regimes on flowering of Arabica Coffee.

Treatment	Days after re-watering	Flush	No. of flower/branch	No. of flower/node	%flowering
100%FC	8.00 ^c	2.43 ^c	68.87 ^{bc}	7.44 ^{bc}	95.69
75%FC	8.43 ^c	2.31 ^c	56.12 ^c	6.31 ^c	95.33
50%FC	30.31 ^a	2.31 ^c	45.12 ^c	5.13 ^c	95.31
25%FC	19.81 ^b	3.93 ^b	88.06 ^b	9.91 ^b	97.46
FSW	9.75 ^c	5.37 ^a	128.43 ^a	15.66 ^a	97.98
LSD _{0.05}	2.26	0.70	27.69	3.02	NS
CV(%)	21.05	4.58	50.80	48.17	30.63

Mean within a column followed by a different letters represent significant at P=0.05 by LSD test

NS = non significant

3. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการติดผล

การให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ 50%FC ทำให้ติดผลช้าที่สุดเมื่อนับจากการให้น้ำครั้งแรก 39.87 วัน ส่วนเปอร์เซ็นต์การติดผลเมื่อเทียบกับจำนวนดอกที่บานไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกระดับการให้น้ำ

4. ผลของการให้น้ำที่มีต่อการสุกของผล

จากการศึกษาพบว่า การให้น้ำที่ 100, 75FC% และให้น้ำเมื่อเขียว เมื่อนับจากการให้น้ำครั้งแรก (244.37, 245.68 และ 246.12 วัน) ผลสุกเร็วกว่าต้นที่ให้น้ำที่ 25%FC

(254.00 วัน) และช้าที่สุดในต้นที่ให้น้ำ 50%FC โดยเปอร์เซ็นต์การสุกของผลเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนการติดผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกระดับการให้น้ำ แต่การให้น้ำที่ 25%FC และให้น้ำเมื่อเขียว (5.37 และ 5.56 ชุด) มีจำนวนชุดที่ผลสุกมากกว่าต้นที่ให้น้ำ 50, 75 และ 100%FC (3.12, 3.37 และ 3.37 ชุด ตามลำดับ) ส่วนจำนวนผลกาแฟสุกต่อกิ่งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 120.31 ผลต่อกิ่ง ในต้นที่ให้น้ำเมื่อเขียว

Table 4 Effects of water regimes on ripening of arabica coffee.

Treatment	Days after re-watering	Set	No. of cherries/branch	%Ripening
100%FC	244.37 ^c	3.37 ^b	63.13 ^{bc}	96.25
75%FC	245.68 ^c	3.37 ^b	53.25 ^c	96.67
50%FC	263.56 ^a	3.12 ^b	38.63 ^c	88.87
25%FC	254.00 ^b	5.37 ^a	82.25 ^b	95.81
FSW	246.12 ^c	5.56 ^a	120.31 ^a	96.14
LSD _{0.05}	4.57	0.95	26.87	NS
CV(%)	2.58	32.46	53.30	5.22

Mean within a column followed by a different letters represent significant at P=0.05 by LSD test

NS = non significant

5. ผลของการให้น้ำที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต

การให้น้ำทั้ง 5 ระดับไม่มีผลต่อจำนวนข้อต่อกิ่ง จำนวนข้อที่ติดผล และน้ำหนักกาแฟกะลาแห้ง 100 เมล็ด แต่พบว่าการให้น้ำเมื่อเหี่ยวมีผลทำให้จำนวนผลต่อข้อ

จำนวนผลต่อกิ่ง จำนวนผลที่สูงทั้งต้น น้ำหนักผลสุกทั้งต้น น้ำหนักกาแฟกะลาแห้งทั้งต้น และน้ำหนักสารกาแฟทั้งต้นมีค่ามากที่สุด นอกจากนั้น พบว่าการให้น้ำที่ 100%FC ทำให้น้ำหนักผลกาแฟสุก 100 ผล และน้ำหนักสารกาแฟ 100 เมล็ดมีค่ามากที่สุด

Table 5 Effects of water regimes on yield components of arabica coffee.

Treatment	No. of				Weight of		
	Node/ branch	Bearing node/branch	Cherries/ branch	Cherries/tree	Cherries/tr ee (g.)	100 cherries (g.)	100 green bean (g)
100%FC	13.37	8.75	63.12 ^{bc}	860.25 ^c	1747.17 ^c	204.42 ^a	24.20 ^a
75%FC	13.25	8.68	53.25 ^c	967.00 ^c	1707.72 ^c	180.01 ^b	23.00 ^{ab}
50%FC	12.68	8.75	38.62 ^c	1169.25 ^b	2094.13 ^b	179.85 ^b	22.51 ^b
25%FC	12.68	8.75	82.25 ^b	1115.00 ^b	1860.94 ^b	167.49 ^c	21.99 ^b
FSW	12.25	8.06	120.31 ^a	1599.00 ^a	2758.28 ^a	172.92 ^{bc}	23.17 ^{ab}
LSD _{0.05}	NS	NS	26.87	136.50	240.22	10.13	1.21
CV(%)	11.45	10.17	31.68	7.94	7.84	7.94	7.51

Mean within a column followed by a different letters represent significant at P=0.05 by LSD test

NS = non significant

6. ผลของการให้น้ำที่มีต่อคุณภาพผลผลิต

การให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ 75%FC มีเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรด A มากกว่าต้นที่ให้น้ำในกรรมวิธีอื่น ส่วนคะแนนการทดสอบคุณภาพสารกาแฟโดยการชิม ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติทุกระดับการให้น้ำ

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การให้น้ำแก่ต้นกาแฟในทุกระดับไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ ซึ่งได้แก่อัตราการเพิ่มสะสมของความสูงลำต้น อัตราการเพิ่มสะสมของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อัตราการเพิ่มสะสมของจำนวนกิ่งแขนงที่หนึ่งทั้งต้น จำนวนใบทั้งต้น และค่าดัชนีพื้นที่ใบ แต่มีความแตกต่างกันทางด้าน สรีรวิทยาในส่วนของค่าศักย์ของน้ำในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและจำนวนปากต่อตารางมิลลิเมตรโดยการให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ระดับ 100%FC มีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Slatyer (1969) ที่กล่าวว่าพืชที่อยู่ในสภาวะที่เกิดความเครียดจากการขาดน้ำในดินนาน ๆ จะมีผลทำให้อายุของใบลดลง ทำให้เกิดการร่วงของใบและเข้าสู่ระยะแก่ตัวเร็วขึ้นทำให้ใบเหลืองเร็วขึ้น เพราะพืชได้รับน้ำไม่เพียงพอและรากดูดธาตุอาหารพวกไนโตรเจนน้อยลงทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบลดลง (Thymms and Gaff, 1979) ส่วน

Warrit (1977) ได้แสดงให้เห็นว่าค่าศักย์ของน้ำในใบจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับน้ำในดิน (soil water content) หากระดับความชื้นในดินลดลง ค่าศักย์ของน้ำในใบจะลดต่ำลงด้วย Bayan and Bora (1997) กล่าวว่าจำนวนปากใบกาแฟที่จุดเหี่ยวถาวร จะมีความแตกต่างกับต้นกาแฟที่อยู่ในสภาพได้รับน้ำตามปกติ

หลังจากที่ตัดดอกกาแฟพักตัวเนื่องจากการขาดน้ำ การให้น้ำแก่ต้นกาแฟ 100, 75%FC, และให้น้ำเมื่อเหี่ยว ทำให้ดอกกาแฟบานเร็วที่สุด 8.00 ถึง 9.75 วัน สอดคล้องกับ Crisoto *et al.* (1992) ซึ่งกล่าวว่า การที่ต้นกาแฟมีการทยอยออกดอกหลาย ๆ ครั้งนั้นมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกาแฟหลังจากที่ได้รับสภาพเครียด ที่ไปมีผลทำให้ตัดดอกกาแฟพ้นจากการพักตัวและบานออกได้ภายใน 8 ถึง 12 วัน จากการที่ดอกกาแฟนั้นบานออกก่อน ทำให้ดอกกาแฟนั้นติดผลและสุกแก่เร็วกว่าในกรรมวิธีอื่น การทยอยบานของดอกกาแฟทั้ง 11 สัปดาห์ พบว่าต้นที่ให้น้ำ 100, 75 และ 50%FC มีจำนวนชุดที่ดอกบานน้อยที่สุด 2.31 ถึง 2.43 ชุด จึงทำให้จำนวนดอกต่อกิ่ง และจำนวนดอกต่อข้อมีค่าน้อยกว่าต้นที่ให้น้ำเมื่อเหี่ยว ที่มีการบานของดอกหลายชุด แต่อย่างไรก็ตามการให้น้ำในแต่ละกรรมวิธีไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การติดผลเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนตาดอกเปอร์เซ็นต์การติดผลเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนดอกที่บานเปอร์เซ็นต์

Table 6 Effects of water regimes on quality of Arabica Coffee.

Treatment	%Grade				Cup testing
	A	X	Y	P	
100%FC	63.61 ^b	22.82 ^{ab}	7.01	6.57 ^b	120.00
75%FC	77.84 ^a	7.17 ^c	6.21	8.78 ^{ab}	109.00
50%FC	55.56 ^b	28.10 ^a	7.11	9.23 ^a	103.00
25%FC	61.36 ^b	20.98 ^b	8.68	8.97 ^a	112.00
FSW	53.22 ^b	19.37 ^b	17.14	10.27 ^a	103.00
LSD _{0.05}	10.70	5.67	NS	2.20	NS
CV(%)	11.41	16.75	19.14	67.11	21.60

Mean within a column followed by a different letters represent significant at P=0.05 by LSD test

NS = non significant

การติดผลเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนผลทั้งหมด และคะแนนคุณภาพการชิม

การให้น้ำแก่ต้นกาแฟทั้ง 5 กรรมวิธีไม่มีผลต่อองค์ประกอบผลผลิตกาแฟทั้งจำนวนข้อต่อกิ่ง และจำนวนข้อที่ติดผล แต่หากมองในแง่ผลการทดลองแล้วการให้น้ำเมื่อเหี่ยว ให้ผลผลิตต่อต้นมากที่สุด ทั้งทางด้านน้ำหนักผลสุกต่อต้นและน้ำหนักสารกาแฟต่อต้น แต่เนื่องจากมีจำนวนชุดที่ติดดอกบานมากที่สุด จึงส่งผลให้การเจริญของผลกาแฟเกิดขึ้นอย่างไม่พร้อมเพรียงกัน ทำให้ผลกาแฟสุกไม่พร้อมกัน โดยมีจำนวนชุดที่ผลสุกมากที่สุดถึง 5.56 ชุด ซึ่งหมายถึงจำนวนครั้งที่ต้องทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำหนักผลกาแฟสุกเฉลี่ยจาก 100 ผล และน้ำหนักสารกาแฟเฉลี่ย 100 เมล็ด มีค่าน้อยที่สุด จากการทดลองครั้งนี้หากมองในแง่ของการลงทุนจึงขอแนะนำให้มีการให้น้ำแก่ต้นกาแฟที่ 75%FC เนื่องจากมีจำนวนชุดที่ติดดอกบาน และจำนวนชุดที่ผลสุกแก่น้อยครั้ง ทำให้สะดวกต่อการจัดการแรงงานในการเก็บเกี่ยว ประหยัดน้ำ และช่วยลดต้นทุนการผลิต อีกทั้งเปอร์เซ็นต์สารกาแฟเกรดเอมีค่ามากที่สุด น้ำหนักผลกาแฟสุกเฉลี่ย 100 ผล และน้ำหนักสารกาแฟเฉลี่ย 100 เมล็ด มีค่ามากกว่าต้นที่ให้น้ำเมื่อเหี่ยวและค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกับต้นที่ให้น้ำที่ 100%FC

เอกสารอ้างอิง

คณาภูมิ สันติพงศ์. 2540. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีต่อการบานของดอก การเจริญเติบโต และการแก่ของผลกาแฟอาราบิก้าพันธุ์คาติมอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทสาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 183 น.

บัณชูรีย์ วาฤทธิ์. 2541. วิธีหาความสมดุลของน้ำในดิน โดยใช้เทคนิคจากการใช้โปรแกรม Basic. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 73 น.

อักษร เสกธีระ และพงษ์ศักดิ์ อังกลสิทธิ์. 2537. การปลูกและผลิตกาแฟพันธุ์สูง. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟพันธุ์สูง. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 215 น.

Bayan, H.C. and P. Bora. 1997. A Study on permanent wilting point in some coffee selections. Ann. Biol. (Ludhiana) (1): 107-110.

Browning, G. 1975. Shoot growth in *Coffea arabica* L. I. Responses to rain fall when the soil moisture status and gibberellin supply are not limiting. J. hort. Sci., 3:1-11.

Crisosto, C.H., D.A. Grantz, and F.C. Meinzer. 1992. Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica* L.). Tree physiology. 10(2): 127-139.

Drinnan, J.E., and C.M. Menzel, 1995. Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea arabica* L.). Journal of horticultural Science 70(1): 25-34.

Procter, J.T.A. 1981. Stomata conductance change in leaves of McIntosh apple tree before and after fruit removal. Can. J. Bot. 59: 50-53.

Slatyer, R.O. 1967. Plant-Water Relationships. Academic Press, Inc., New York. 362 p.

Thymms, M.J. and D.F. Gaff. 1979. Proline accumulation during water stress in resurrection plants. J. Exp. Bot. 30: 165-168.

Warrit, B. 1977. Studies on Stomatal Behavior in Apple Leaves. Ph. D. Thesis. Univ. of Bristol, U.K.

ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ใน กล้วยไม้รองเท้านารีของไทย

Suitable Factors for Establishing Isozyme Patterns in Thai Lady's Slipper (*Paphiopedilum* Pfitzer)

พสุ สกุนารีวัฒนา^{1/} และ พิมพใจ อาภาวัชรุตม์^{1/}
Pasu Skunareewattana^{1/} and Pimchai Apavatjirut^{1/}

Abstract : A series of study to find suitable factors for establishing isozyme patterns in 10 Thai *Paphiopedilum* and 1 natural hybrid showed that 0.5 gram young leaf fresh weight, 0.1 M Tris-HCl pH 7, 1 mM EDTA, 1 % w/v PVP-360, 2 mM DTT, 10 mM β -mercaptoethanol and 11% separating gel are most suitable for polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE).

Keywords : *Paphiopedilum*, isozyme, electrophoresis

บทคัดย่อ : การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการทำให้เกิดรูปแบบไอโซไซม์ของกล้วยไม้รองเท้านารีของไทย 10 ชนิด และ ลูกผสมจากธรรมชาติ 1 ชนิด โดยวิธีโพลีอะคริลาไมด์เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส พบว่าการใช้ใบอ่อน 0.5 กรัม กับน้ำยา สกัดที่มีส่วนประกอบของ 0.1 M Tris-HCl pH 7, 1 mM EDTA, 1 % w/v PVP-360, 2 mM DTT, 10 mM β -mercaptoethanol และการใช้ separating gel 11% ให้ผลดีที่สุด

คำสำคัญ : กล้วยไม้รองเท้านารี ไอโซไซม์ อิเล็กโทรโฟรีซิส

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

คำนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งกล้วยไม้เขตร้อนที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก เฉพาะในประเทศไทยสามารถพบกล้วยไม้อยู่ประมาณ 167 สกุล 1,140 ชนิด (อบจันทร์, 2544) หนึ่งในสกุลของกล้วยไม้ที่พบในประเทศไทย และเป็นที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก คือ สกุลรองเท้านารี (*Paphiopedilum*) ซึ่งพบตามธรรมชาติของประเทศอย่างน้อย 14 ชนิด กล้วยไม้สกุลนี้ มีรูปทรง สี สันสวยแปลกตา บางชนิดมีลายที่ใบด้วย มีการนำกล้วยไม้รองเท้านารีมาปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ๆ และมีการขยายพันธุ์เพื่อการค้าอย่างแพร่หลาย ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ

กล้วยไม้รองเท้านารีที่พบในธรรมชาติ บางชนิดมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก จึงมีความสับสนในการจัดจำแนก นอกจากนั้นแล้วลูกผสมที่มนุษย์ได้ทำการผสมพันธุ์ขึ้นโดยเฉพาะลูกผสมชั่วแรกมีลักษณะคล้ายคลึงกับต้นพ่อ แม่ มาก การหาวิธีการที่นำมาใช้ช่วยจำแนกชนิดให้แม่นยำ เพื่อสนับสนุนงานด้านอนุกรมวิธาน และยืนยันการเป็นลูกผสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งลูกผสมชั่วแรกที่มีโอกาสมีการเรียกชื่อพันธุ์สับสนให้สามารถนำไปใช้งานอย่างถูกต้องต่อไปจึงมีความจำเป็นมากในด้านการพัฒนาพันธุ์ การวิเคราะห์ไอโซไซม์เป็นการวิเคราะห์ให้โปรตีนรูปแบบหนึ่งโดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟเรซิส ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่แพง ทั้งยังสามารถทำกับพืชได้จำนวนมากอย่างรวดเร็ว โดยการใช้น้ำส่วนพืชเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างชนิดตลอดจนหาความสัมพันธ์ใกล้ชิดระหว่างชนิดได้ (Moore and Collins, 1983)

การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการทำให้เกิดรูปแบบไอโซไซม์ของพืชกลุ่มนี้โดยวิธีโพลีอครีลาไมด์เจลอิเล็กโทรโฟเรซิส

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ แบ่งเป็นการทดลองย่อยดังต่อไปนี้

1. การศึกษาวิธีการสกัดเอนไซม์

เปรียบเทียบวิธีการสกัดเอนไซม์จากตัวอย่างพืช 2 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 นำใบที่หนึ่งจากยอดของกล้วยไม้รองเท้านารีซึ่งปลูกในโรงเรือนพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ มาทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น และแช่ให้แห้ง ซึ่งใบมา 0.5 กรัม หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ลงในโถงที่แช่เย็นจัด เติมนิโตรเจนเหลวแล้วบดตัวอย่างจนละเอียดเป็นผง จากนั้นเติมน้ำยาสกัดที่แช่เย็นจัดตามสูตรของ Apavatijrut *et al.* (1999) ซึ่งประกอบด้วย 0.1 M Tris-HCl pH 8, 1 mM EDTA, 0.5 % w/v PVP-10, 2 mM DTT, 10 mM β -mercaptoethanol 1.5 มิลลิลิตร แล้วบดจนตัวอย่างละลายเป็นเนื้อเดียวกัน เทสารของเหลวที่ได้ใส่ในหลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นด้วยความเร็วสูง 14,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที แล้วดูดส่วนที่เป็นของเหลวใส่ในหลอดทดลองอันใหม่ แช่น้ำแข็งระหว่างรอเพื่อทำโพลีอครีลาไมด์เจลอิเล็กโทรโฟเรซิส ทำกรรมวิธีละ 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น

กรรมวิธีที่ 2 ขั้นตอนการสกัดเหมือนกรรมวิธีที่ 1 แต่ดัดแปลงน้ำยาสกัดเป็น 0.1 M Tris-HCl pH 7, 1 mM EDTA, 1 % w/v PVP-360, 2 mM DTT, 10 mM β -mercaptoethanol ทำกรรมวิธีละ 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น การทดลองนี้ใช้ separating gel 10 %

2. pH ของน้ำยาสกัดเอนไซม์ที่เหมาะสมสำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์

เปรียบเทียบ pH น้ำยาสกัดเอนไซม์ที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ pH 6.5, 7.0, 7.5, 8.0 และ 8.5 ส่วนประกอบอื่นเหมือนกรรมวิธีที่ 2 ทำกรรมวิธีละ 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น

3. เนื้อเยื่อที่เหมาะสมสำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์

เปรียบเทียบเนื้อเยื่อจากส่วนต่างๆ ของต้น 5 ส่วน คือ ใบ (ตำแหน่งที่ 3 จากยอด) ใบอ่อน (ตำแหน่งที่ 1 จากยอด) ดอก (บานเต็มที่) ดอกอ่อน (ดอกตูม) และราก นำตัวอย่างของแต่ละส่วนมาล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด แล้วแช่ให้แห้ง ซึ่งแต่ละตัวอย่างมา 0.5 กรัม นำมาสกัดเอนไซม์ด้วยน้ำยาสกัดที่ได้จากการทดลองข้างต้น แล้วนำไปทำอิเล็กโทรโฟเรซิส ทำกรรมวิธีละ 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น

4. น้ำหนักชิ้นส่วนพืชที่เหมาะสมสำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์

เปรียบเทียบน้ำหนักสดจากเนื้อเยื่อใบอ่อน โดยเปรียบเทียบน้ำหนัก 0.25, 0.5 และ 0.75 กรัม นำมาสกัดด้วยน้ำยาสกัดที่ได้จากกรรมวิธีที่ 2 จากการทดลองที่ 1 แล้วนำไปทำอิเล็กโทรโฟรีซิส ทำกรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น

5. ความเข้มข้นของเจลที่เหมาะสมสำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์

เปรียบเทียบความเข้มข้นของ separating gel ที่ 3 ระดับความเข้มข้น คือ 10, 11 และ 12 % ทำกรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น

การทดลองที่ 1 ถึง 5 ใช้รองเท้านารีเหลือง-ปราจีน [*P. concolor* (Lindl.) Pfitzer] เป็นวัสดุทดลอง ย้อมสีเอนไซม์ 4 ชนิด คือ esterase (EST), glutamate oxaloacetate transaminase (GOT), leucine aminopeptidase (LAP) และ malate dehydrogenase (MDH) โดยทำการทดลอง 2 ครั้ง ทุกการทดลอง ดำเนินการบันทึกข้อมูลโดยเปรียบเทียบจำนวน ขนาด และความคมชัดของแถบสีในแต่ละกรรมวิธี

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาวิธีการสกัดเอนไซม์

จากการศึกษาการสกัดเอนไซม์จากใบอ่อนของกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนแล้วนำไปทำอิเล็กโทรโฟรีซิส และย้อมสีเอนไซม์ทั้ง 4 ชนิด พบว่า กรรมวิธีที่ 2 ซึ่งน้ำยาสกัดมีส่วนประกอบ 0.1 M Tris - HCl pH 7, 1 mM EDTA, 1 % w/v PVP-360, 2 mM DTT, 10 mM β -mercaptoethanol ให้ผลดีกว่ากรรมวิธีที่ 1 โดยให้แถบสีไอโซไซม์ที่คมชัดกว่า (ตารางที่ 1) และในระบบเอนไซม์ LAP พบว่า แสดงแถบสีเพียงแถบเดียวเมื่อใช้น้ำยาสกัดในกรรมวิธีที่ 2 แต่ไม่แสดงแถบสีเมื่อใช้น้ำยาสกัดกรรมวิธีที่ 1 แต่เมื่อเกิดแถบสีแล้วจำนวนแถบสี และค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (R_f) จากทั้ง 2 กรรมวิธีไม่แตกต่างกันในแต่ละเอนไซม์ สาเหตุที่ทำให้แถบสีแสดงความคมชัดไม่เท่ากัน อาจเป็นผลของ PVP ที่ใช้ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน และผลของ pH น่าจะมีส่วนร่วมด้วย

pH ของน้ำยาสกัดเอนไซม์

การเปรียบเทียบ pH 5 ระดับ พบว่า pH ของน้ำยาสกัดเอนไซม์ที่เหมาะสมสำหรับการศึกษารูปแบบ

Table 1 Effect of extraction buffer on 4 enzyme banding.

Enzyme system	Extraction buffer	Band appearance	Number of bands	R_f	Remarks
EST	1	+	4	0.15, 0.25, 0.36, 0.5	Smear band
	2	+	4	0.15, 0.25, 0.36, 0.5	Sharp band
GOT	1	+	3	0.20, 0.26, 0.35	Sharp band
	2	+	3	0.20, 0.26, 0.35	Very sharp band
LAP	1	-	-	-	-
	2	+	1	0.40	Sharp band
MDH	1	+	2	0.30, 0.36	Smear band
	2	+	2	0.30, 0.36	Sharp band

ไอโซไซม์กล้วยไม้รองเท้านารี คือ pH 7 ซึ่งให้แถบสีที่คมชัดกว่าที่ระดับ pH 6.5, 7.5, 8.0 และ 8.5 และเกิดแถบสีจากทุกเอนไซม์ที่ใช้ทดสอบ (ตารางที่ 2) โดยที่ระดับ pH 6.5 และ 8.5 เอนไซม์ EST ไม่เกิดแถบสี ส่วนเอนไซม์ GOT ที่ระดับ pH 6.5 ไม่เกิดแถบสี และเอนไซม์ LAP ที่ระดับ pH 6.5, 7.5, 8.0 และ 8.5 ไม่เกิดแถบสี สำหรับเอนไซม์ MDH ที่ระดับ pH 6.5 และ 8.5 ไม่เกิดแถบสี เช่นเดียวกับเอนไซม์ EST ในกรณีที่เกิดแถบสี จำนวนแถบสี และ ค่า R_f ที่เกิดจากการใช้ pH ต่างกันในแต่ละเอนไซม์ มีค่าไม่แตกต่างกัน การที่น้ำยาสกัด pH 7 ให้

แถบสีได้ดีที่สุด น่าจะเป็นดังที่ อากัสสรา (2537) ได้อธิบายไว้ว่า น้ำยาสกัดที่มี pH เหมาะสมทำให้เอนไซม์มีความเสถียรมากที่สุด แถบสีที่เกิดขึ้นจึงมีความคมชัด ผลของระดับ pH ที่เหมาะสมนี้เป็นไปในทำนองเดียวกับรายงานของ Durham *et al.* (1987) ที่ใช้สารสกัดที่มี pH 7 ในการศึกษาเอนไซม์ MDH, diaphorase (DIA), isocitrate dehydrogenase (IDH), phosphoglucumutase (PGM) และ phosphoglucisomerase (PGI) ในต้นท้อ และเช่นเดียวกับ Marquard (1987) ที่ใช้สารสกัด pH 7 ในการศึกษา ไอโซไซม์ PGI และ MDH ในต้น Pecan

Table 2 Effect of pH levels of extraction buffer on 4 enzyme banding.

Enzyme system	pH	Band appearance	Number of bands	R_f	Remarks
EST	6.5	-	-	-	-
	7.0	+	4	0.15, 0.25, 0.36, 0.5	Sharp band
	7.5	+	4	0.15, 0.25, 0.36, 0.5	Smear band
	8.0	+	4	0.15, 0.25, 0.36, 0.5	Smear band
	8.5	-	-	-	-
GOT	6.5	-	-	-	-
	7.0	+	3	0.22, 0.38, 0.46	Sharp band
	7.5	+	3	0.22, 0.38, 0.46	Sharp band
	8.0	+	3	0.22, 0.38, 0.46	Sharp band
	8.5	+	3	0.22, 0.38, 0.46	Smear band
LAP	6.5	-	-	-	-
	7.0	+	1	0.44	Sharp band
	7.5	-	-	-	-
	8.0	-	-	-	-
	8.5	-	-	-	-
MDH	6.5	-	-	-	-
	7.0	+	2	0.27, 0.39	Smear band
	7.5	+	2	0.27, 0.39	Smear band
	8.0	+	2	0.27, 0.39	Smear band
	8.5	-	-	-	-

เนื้อเยื่อที่เหมาะสม

การเปรียบเทียบส่วนต่างๆ ของต้น 5 ส่วนคือ ใบ (ตำแหน่งที่ 3 จากยอด) ใบอ่อน (ตำแหน่งที่ 1 จากยอด) ดอก (บานเต็มที่) ดอกอ่อน (ดอกตูม) และรากเพื่อสกัด เอนไซม์พบว่า ใบแสดงแถบสีคมชัดในเอนไซม์ LAP เท่านั้น ในขณะที่ใบอ่อนแสดงแถบสีคมชัดในเอนไซม์ EST, GOT และ LAP ดอกไม่มีเอนไซม์ใดที่แสดงแถบสีที่คมชัด ดอกอ่อนแสดงแถบสีคมชัดในเอนไซม์ GOT และ LAP รากแสดงแถบสีคมชัดในเอนไซม์ EST ส่วนในเอนไซม์ MDH ไม่มีเนื้อเยื่อใดที่แสดงแถบสีที่คมชัด โดยใบอ่อน

และดอกอ่อนให้แถบสีที่มีรอยป็นน้อยกว่าส่วนดอก ใบ และราก นอกจากนี้ พบว่าเอนไซม์ EST จากดอกให้ จำนวนแถบสีไอโซไซม์มากที่สุด (5 แถบ) และรากให้ แถบสีน้อยที่สุด (3 แถบ) ส่วนเอนไซม์ GOT, LAP และ MDH ไม่มีความแตกต่างของจำนวนแถบสีจากเนื้อเยื่อ ต่างชนิดกัน สำหรับค่า R_f มีค่าเท่ากันในแต่ละส่วนของพืช ที่ใช้เพื่อวิเคราะห์โดยใช้เอนไซม์ LAP และ MDH (ตารางที่ 3) แต่ค่า R_f ของแถบสีจากเอนไซม์ EST และ GOT จะแตกต่างกันไปตามเนื้อเยื่อที่ใช้การใ้ใบอ่อนให้ ความคมชัดของแถบสีที่ดีสาเหตุเป็นเพราะใบอ่อนเป็น

Table 3 Effect of plant tissues on 4 enzyme banding.

Enzyme system	Plant tissue	Band appearance	Number of bands	R_f	Remarks
EST	Young flower	+	4	0.12, 0.16, 0.25, 0.51	Smear band
	Flower	+	5	0.15, 0.28, 0.33, 0.36, 0.5	Smear band
	Leaf	+	4	0.15, 0.25, 0.36, 0.5	Smear band
	Young leaf	+	4	0.15, 0.3, 0.46, 0.53	Sharp band
	Root	+	3	0.3, 0.36, 0.53	Sharp band
GOT	Young flower	+	3	0.11, 0.28, 0.36	Sharp band
	Flower	+	3	0.11, 0.26, 0.35	Smear band
	Leaf	+	3	0.2, 0.26, 0.36	Smear band
	Young leaf	+	3	0.1, 0.26, 0.36	Sharp band
	Root	+	3	0.1, 0.2, 0.25	Smear band
LAP	Young flower	+	1	0.41	Sharp band
	Flower	+	1	0.41	Smear band
	Leaf	+	1	0.41	Sharp band
	Young leaf	+	1	0.41	Sharp band
	Root	+	1	0.41	Smear band
MDH	Young flower	+	2	0.32, 0.39	Smear band
	Flower	+	2	0.33, 0.39	More smear band
	Leaf	+	2	0.35, 0.39	More smear band
	Young leaf	+	2	0.33, 0.39	Smear band
	Root	+	2	0.32, 0.39	More smear band

ส่วนที่กำลังมีการเจริญเติบโต จึงเป็นส่วนของพืชที่มีกิจกรรมของเอนไซม์หลักสูง ที่สุด (Wendel and Weeden, 1989) ซึ่งสอดคล้องกับ รายงานของ Soltis *et al.* (1987) ที่ใช้ใบอ่อนของ *Tillandsia ionantha* และ *T. recurvata* (Bromeliaceae) จากต้นที่โตเต็มที่เพราะให้แถบสีที่คมชัดที่สุดในทำนองเดียวกัน Al-Jibouri and Adham (1990) ใช้ใบอ่อนของต้นอินทผลัมตัวผู้ในการสกัดเอนไซม์ ในขณะที่ Mowrey *et al.* (1990) ใช้ใบอ่อนของต้นท้อ และ Apavatjirut *et al.* (1999) ใช้ใบอ่อนของพืชกลุ่มกระเจียว (*Curcuma*)

น้ำหนักชิ้นส่วนพืชที่เหมาะสม

การเปรียบเทียบน้ำหนักสดจากใบอ่อน พบว่า น้ำหนักสด 0.5 กรัม ต่อน้ำยาสกัด 1.5 มิลลิลิตร ให้แถบสีคมชัดที่สุด รองลงมาคือ 0.25 กรัม และ ที่ 0.75 กรัม

แถบสีเริ่มไม่คมชัด และมีปื้นมาก (ตารางที่ 4) น้ำหนักสดของเนื้อเยื่อจากใบอ่อนที่ให้ปริมาณเอนไซม์ที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ เป็นไปใน ทิศทางเดียวกับที่ Parfitt and Arulsekhar (1989) ใช้ใบอ่อนหนัก 0.5 กรัม ในการศึกษาไอโซไซม์ในองุ่น 145 สายพันธุ์ ในทำนองเดียวกัน Byrne and Littleton (1988) และ Kumar *et al.* (1995) ใช้ใบอ่อน 0.5 กรัม ในการศึกษาแบบ ไอโซไซม์จากพลัมสายพันธุ์ญี่ปุ่น และจากต้น *Ber (Zizyphus mauritiana)* Lam.) ตามลำดับ การใช้ น้ำหนักของใบน้อยลงครั้งหนึ่งทำให้เกิดแถบสีไม่เข้ม เป็นผลมาจากกิจกรรมของเอนไซม์ที่ทำปฏิกิริยากับ ซับสเตรทน้อย และการที่เพิ่มปริมาณของเนื้อเยื่อใบ ทำให้เกิดปื้นสี น่าจะเป็นผลมาจากกิจกรรมของเอนไซม์ มีมากเกินไป และ/หรือ มีสาร phenol complex ปนมากับเนื้อเยื่อมากเกินไป

Table 4 Effect of fresh weights on 4 enzyme banding.

Enzyme system	Fresh weight (gram)	Band appearance	Number of bands	R _f	Remarks
EST	0.25	+	4	0.23, 0.37, 0.45, 0.51	Sharp, but not dark band
	0.50	+	4	0.23, 0.37, 0.45, 0.51	Sharp and dark band
	0.75	+	4	0.23, 0.37, 0.45, 0.51	Smear band
GOT	0.25	+	3	0.22, 0.38, 0.46	Sharp band
	0.50	+	3	0.22, 0.38, 0.46	Sharp band
	0.75	+	3	0.22, 0.38, 0.46	Smear band
LAP	0.25	+	1	0.42	Sharp, but not dark band
	0.50	+	1	0.42	Sharp and dark band
	0.75	+	1	0.42	Smear band
MDH	0.25	+	2	0.29, 0.39	Sharp, but not dark band
	0.50	+	2	0.29, 0.39	Sharp and dark band
	0.75	+	2	0.29, 0.39	Thick and very dark band

ความเข้มข้นของเจลที่เหมาะสมสำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์

การเปรียบเทียบความเข้มข้นของ separating gel ที่ 3 ระดับความเข้มข้นคือ 10, 11 และ 12 % พบว่าความเข้มข้นของ separating gel ที่ 11เหมาะสมสำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ เพราะให้แถบสีที่คมชัดกว่าที่ 10 % และสามารถวัดระยะระหว่างแถบสีได้ดีกว่าที่ได้จากการใช้ 12 % เปอร์เซนต์ของ separating gel ที่ใช้มีผลต่อค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของไอโซไซม์ โดยเมื่อมีความเข้มข้นมากค่าเคลื่อนที่สัมพัทธ์จะลดลงเสมอ โดยเกิดขึ้นกับทุกเอนไซม์ที่ทดสอบ และการใช้ความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับพืชที่ทำการศึกษจะทำให้ได้รูปแบบแถบสีที่คมชัด และลดรอยป็นของสีได้ระดับหนึ่ง

สรุปผลการทดลอง

ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของกล้วยไม้รองเท้านารี เมื่อพิจารณา จำนวน ขนาด และความคมชัดของแถบสี พบว่า การใช้โบซอน 0.5 กรัม กับน้ำยาสกัดที่มีส่วนประกอบของ 0.1 M Tris-HCl pH 7, 1 mM EDTA, 1 % w/v PVP-360, 2 mM DTT, 10 mM β -mercaptoethanol และการใช้ separating gel 11% ในการทำโพลีอะครีลาไมด์เจลอิเล็กโตรโฟรีซิสให้ผลดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

การทดลองนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

เอกสารอ้างอิง

อาภัสสรา ชมิตท์. 2537. เทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส. สหมิตรออฟเซต, กรุงเทพฯ. 91 น.
ฉบับันท์ ไทยทอง. 2544. กล้วยไม้เมืองไทย, พิมพ์ครั้งที่ 2. บ้านและสวน, กรุงเทพฯ. 461 น.

Al-Jibouri, A.A.M. and K.M. Adham. 1990. Biochemical classification of date palm male cultivars. J. Hort. Sci. 65(6): 725 – 729.
Apavatjirut, P., S. Anuntalabhochai, P. Sirirugsa and C. Alisi. 1999. Molecular markers in the identification of some early flowering *Curcuma* L. (Zingiberaceae) species. Ann. Bot. 84: 529 – 534.
Byrne, D.H. and T.G. Littleton. 1988. Electrophoresis characterization of diploid plums of the southeastern United States. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(6): 918 – 924.
Durham, R.E., G.A. Moore and W.B. Sherman. 1987. Isozyme banding patterns and their usefulness as genetic markers in peach. J. Amer. Soc. 112(6): 1013 – 1018.
Kumar, S., V.P. Sharma and H.C. Kapoor. 1995. Isozymic identification of cultivars of ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk.). J. Hort. Sci. 70 (2): 303 – 306.
Marquard, R.D. 1987. Isozyme inheritance, polymorphism and stability of malate dehydrogenase and phosphoglucose isomerase in Pecan. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(4): 717 – 721.
Moore, G.A. and G.B. Collins. 1983. New challenges confronting plant breeders. p. 25 - 59. In S.D. Tanksley and T.J. Orton (eds.). Isozyme in Plant Genetics and Breeding, Part A. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.
Mowrey, B.D., D.J. Werner and D.H. Byrne. 1990. Inheritance of isocitrate dehydrogenase, malate dehydrogenase, and shikimate dehydrogenase in peach and peach x almond hybrids. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 (2): 312 – 319.
Parfitt, D. E. and S. Arulsekhar. 1989. Inheritance and isozyme diversity for GPI and PGM among

- grape cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 (3): 486 – 491.
- Solis, D. E., A. J. Gilmarin, L. Rieseberg and S. Gardner. 1987. Genetic variation in the epiphytes *Tillandsia ionantha* and *T. recurvata* (Bromeliaceae). Amer. J. Bot. 74(4): 531-537.
- Wendel, J. F. and N. F. Weeden. 1989. Visualization and Interpretation of Plant Isozymes. p. 5-45. In D. E. Soltis and P. S. Soltis (eds.). Isozymes in Plant Biology, Advances in plant sciences series : Vol. 4. Dioscorides Press, Oregon.
-

ผลผลิตภาพของแปลงหญ้าเมื่อปลูกหญ้ารูซี่ในระหว่าง แถบกระถิน

Productivity of *Brachiaria ruziziensis* in *Leucaena leucocephala* Hedgerow

จรรณโรจน์ จันทศิริ^{1/} และ เฉลิมพล แซ่มเพชร^{2/}
Jaroonroj Chansiri^{1/} and Chalermphone Sampet^{2/}

Abstract: A study on dry matter (DM) yield and crude protein (CP) content of ruzi grass (*Brachiaria ruziziensis*) in alley cropping with leucaena (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) was carried out at Mae Hea Research and Training Station, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University during May to November 1996. The ruzi grass was planted between leucaena hedgerow, using split plot design. Three rows spacings of leucaena hedgerow were assigned to the main plot, i.e. 2.5, 4.0 and 6.0 meters width and two management methods of leucaena biomass, i.e. using for green manure and forage use as the sub-plot.

It was found that the total DM yield and CP content of mixed pasture (ruz grass + leucaena) were higher at the spacing at 2.5 meters than those at 4.0 and 6.0 meters, respectively (8,369 kg DM/ha and 1,456 kg CP/ha from four cuttings (during 170 days period). Sole ruzi grass without fertilizer (control) produced only 7,006 kg DM/ha and 495 kg CP/ha. Using leucaena as green manure at the spacing of 2.5 meters produced similar DM yield when compared with control but the CP content was 36 % higher (684 kg CP/ha).

Keywords: ruzi grass, leucaena, mixed pasture, alley cropping, forage yield and quality, green manure

^{1/} กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

^{1/} Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development.

^{2/} ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

บทคัดย่อ : การศึกษาผลผลิตและคุณภาพ (โปรตีน) ของพืชอาหารสัตว์เมื่อใช้หญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*) ปลูกในระหว่างแถบกระถิน เปรียบเทียบกับหญ้ารูซี่ที่ปลูกลำพังอย่างเดียว ได้ดำเนินการที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2538 ทดลองใช้หญ้ารูซี่ปลูกในระหว่างแถบกระถิน วางแผนการทดลองแบบ split plot มีระยะห่างระหว่างแถบกระถิน 2.5 4.0 และ 6 ม. เป็น main-plot และให้การจัดการกระถินใช้เป็นปุ๋ยพืชสด หรือใช้เป็นอาหารสัตว์เป็น sub-plot ผลการทดลองพบว่าหญ้ารูซี่ที่ปลูกระหว่างแถบกระถินระยะ 2.5 ม. ให้ผลผลิต (น.น.แห้ง) และปริมาณโปรตีนรวมทั้งหมดจากการตัด 4 ครั้ง (ตลอดระยะเวลาการศึกษา 170 วัน) สูงกว่าที่ระยะ 4.0 และ 6.0 ม. ตามลำดับ โดยให้น้ำหนักแห้งรวม(หญ้าและกระถิน) สูงสุดเท่ากับ 1,339 กก./ไร่ และปริมาณโปรตีนเท่ากับ 233 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าแปลงเปรียบเทียบที่ได้น้ำหนักแห้งและปริมาณโปรตีนเท่ากับ 1,121 และ 80 กก./ไร่ ตามลำดับ กรรมวิธีที่ใช้กระถินเป็นปุ๋ยพืชสดทำให้ผลผลิตของหญ้ารูซี่ในระยะแถบ 2.5 ม. ไม่แตกต่างไปจากแปลงเปรียบเทียบ แต่จะให้ผลผลิตโปรตีนสูงกว่าคือ 109.4 กก./ไร่ หรือเพิ่มขึ้น 36%

คำสำคัญ : หญ้ารูซี่ กระถิน พุ่มหญ้า-ถั่วผสม ปลูกพืชในแถบกระถิน ผลผลิต และคุณภาพอาหารสัตว์ ปุ๋ยพืชสด

คำนำ

การปลูกพืชไร่ลงในระหว่างแถวหรือแถบของไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นตระกูลถั่วที่เรียกว่าระบบการปลูกพืชแบบ Alley cropping นั้นได้ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับการเพาะปลูกบนพื้นที่ดินที่มีความเสื่อมโทรม มีการชะล้างสูงและเกษตรกรมีปัจจัยการผลิตจำกัด ทั้งนี้เพื่อให้พื้นที่เพาะปลูกนั้นมีเสถียรภาพและยั่งยืนในเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของดิน และป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดิน (Kang et al., 1990) กระถิน (*Leucaena leucocephala*) เป็นพืชหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ปลูกในระบบนี้กันมาก ทั้งนี้เนื่องจากกระถินสามารถตรึงไนโตรเจนและให้มวลชีวภาพสูง นอกจากนี้กระถินยังใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้ดีเพราะว่านอกจากมีคุณค่าทางอาหารสัตว์สูง และมีความน่ากินสูงแล้วยังเป็นพืชที่มีความทนทานต่อการตัดหรือแทะเล็มและเหยียบย่ำของสัตว์ และฟื้นตัวได้ดีอีกด้วย จากรายงานวิจัย Inthapun and Boonchee (1990); Sampet (1992) แสดงให้เห็นว่าพืชไร่ที่ปลูกในระหว่างแถวของกระถินสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น อันเป็นผลมาจากดินในระหว่าง

กระถินนั้นมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น เมื่อเป็นเช่นนี้ถ้ามีการนำหญ้าอาหารสัตว์ปลูกลงในระหว่างแถวหรือแถบของกระถิน และมีการจัดการให้ประโยชน์เป็นแปลงหญ้าผสมถั่ว (กระถิน) ก็น่าที่จะได้ผลดีเช่นกัน การปลูกสร้างแปลงหญ้า-ถั่วผสมสำหรับปล่อยให้ปศุสัตว์ลงแทะเล็มเป็นที่นิยมแพร่หลายในต่างประเทศ แต่การควบคุมการแข่งขันระหว่างหญ้าและถั่วให้ได้สมดุลนั้นเป็นเรื่องสำคัญ และโดยทั่วไปหญ้ามักจะเจริญช่มถั่วอยู่เสมอทำให้ปริมาณของถั่วลดลง (Wongsuwan and Watkin, 1990; Haynes, 1980) เพื่อเป็นการลดปัญหาที่ถั่วถูกข่มได้งายจากหญ้า Sampet (1991) จึงได้ทำการศึกษาใช้กระถินปลูกด้วยความหนาแน่นต่าง ๆ ร่วมหรือผสมกับหญ้านี้ (*Panicum maximum*) ปรากฏว่าได้ผลดี แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกกระถินผสมกับหญ้านี้ในลักษณะดังกล่าวยังทำให้การจัดการบางอย่างไม่สะดวก ดังนั้นการสร้างแปลงหญ้า-ถั่วผสมแบบปลูกในระหว่างแถว หรือแถบของกระถินน่าที่จะมีข้อดีในเรื่องของการจัดการต่าง ๆ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อหาระยะห่างระหว่างแถบของกระถินที่เหมาะสมเมื่อปลูกร่วมกับหญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองดำเนินการที่สถานีวิจัยคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในระหว่างเดือนพฤษภาคม-พฤศจิกายน 2538 สภาพดินของแปลงทดลองมีความเป็นกรดต่ำ (pH) = 5.45 อินทรีย์วัตถุ (OM) = 1.17 % ฟอสฟอรัส (P) = 36.0 ppm (Bray II) และโพแทสเซียม (K) = 51.2 ppm. อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝนในระหว่างการทดลองได้แสดงไว้ในภาคผนวก 1

วางแผนการทดลองแบบ split-plot มี 4 ซ้ำ โดยให้ระยะระหว่างแถบกระถิน 3 ระยะคือ 2.5 ม. 4.0 ม. และ 6.0 ม. เป็น main-plot และให้การจัดการใช้ประโยชน์จากกระถิน 2 ลักษณะเป็น sub-plot คือ 1) ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับหญ้าที่ปลูกอยู่ในระหว่างแถบกระถินนั้นและ 2) ใช้เป็นอาหารสัตว์ แถบกระถินของแต่ละแปลงทดลองย่อยมีความยาว 6.0 ม. ในระหว่างแถบกระถินปลูกด้วยหญ้ารูซี่ปลูกโดยใช้หน่อระยะปลูก 50 ซม. ระหว่างต้น และ 100 ซม. ระหว่างแถว และปลูกห่างจากแถบกระถิน 50 ซม. โดยให้ทิศของแถวหญ้าอยู่ในแนวตั้งฉากกับแถบกระถิน ดังนั้นในแต่ละระหว่างของแถบกระถินปลูกหญ้าได้ 7 แถว ๆ ละ 4 กอ 7 กอ และ 11 กอ สำหรับระยะห่างของแถบกระถิน 2.5 ม. 4.0 ม. และ 6.0 ม. ตามลำดับ ในแต่ละซ้ำมีแปลงเปรียบเทียบคือปลูกหญ้ารูซี่ลำพังอย่างเดียว และไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

แถวของกระถินที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีอายุ 3 ปี โดยก่อนหน้านี้ได้ใช้ทำการศึกษารื่องการปลูกข้าวโพดในระหว่างแถบกระถินในต้นปีที่ 2 (ฤดูฝน) (Sampet, 1992) ในปีแรกเป็นการปลูกเพื่อให้กระถินนั้นตั้งตัว และมีการเจริญอย่างเต็มที่โดยมีการจัดการดูแลและตัดพุ่มสูงจากพื้นดิน 50 ซม. ออกอย่างสม่ำเสมอ แถวกระถินที่ปลูกอยู่นั้นปลูกเป็นแถวคู่ มีระยะห่างของแถว 50 ซม. และระหว่างต้น 25 ซม. ในปีที่ 3 เตรียมการทดลองโดยทำการไถพรวนในระหว่างแถบกระถินก่อนทำการปลูกหญ้าและปล่อยให้หญ้ามีการเจริญเติบโตและคลุมพื้นที่ก่อนที่จะเริ่มต้นการทดลองในปีถัดไป (ปีที่ 4) ระหว่างรอหรือเตรียมการทดลองอยู่นั้นมีการตัดพุ่มกระถินออกจากพื้นที่เป็นระยะ ๆ และเมื่อเริ่มการทดลองได้ทำการตัดทั้งกระถินและหญ้าออกพร้อมกัน กระถินตัดที่ความสูง 50 ซม. จาก

พื้นดิน ส่วนหญ้าตัดที่ความสูง 15 ซม. พร้อมกับการใส่ปุ๋ยทรูปเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมซัลเฟตในอัตรา 5.0 กก. P และ K ต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้นสำหรับทุกแปลงทดลองรวมทั้งแปลงเปรียบเทียบ

ในระหว่างเวลาการศึกษาทดลอง 170 วัน การเก็บเกี่ยวตัวอย่างหญ้าทำการเก็บเกี่ยวแถวเว้นแถว (ไม่รวมแถวที่อยู่ริมนอกสุด) ดังนั้นในแต่ละกรรมวิธีมีการเก็บเกี่ยวจำนวน 3 แถวเท่ากันแต่จำนวนกอหญ้าที่ถูกเก็บเกี่ยวต่างกันคือ 12 กอ 21 กอ และ 33 กอ จากวิธี 2.5 ม. 4.0 ม. และ 6.0 ม. ตามลำดับ ในการคำนวณพื้นที่เก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับสัดส่วนการถือครองพื้นที่ระหว่างกระถินและหญ้า ตลอดระยะเวลาการทดลองมีการเก็บเกี่ยวรวม 4 ครั้ง ในแต่ละครั้งทำการเก็บเกี่ยวพร้อมกันทุกวิธีในวันเดียวกัน อายุของการเก็บเกี่ยวแต่ละครั้งไม่เท่ากันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพตัวของพืช โดยมีอายุของการเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 35-50 วัน ตัวอย่างกระถินมีการแยกออกเป็นส่วนของที่สัตว์กินได้ (Edible Parts) คือส่วนที่เป็นใบ ก้านใบ และก้านอ่อนที่ยังมีสีเขียว และส่วนที่เป็นเนื้อไม้ ก่อนนำตัวอย่างทั้งหมดอบในตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 80°C เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง หรือได้น้ำหนักคงที่ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนก่อนวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ crude protein (% N x 6.25) โดยวิธี micro-Kjeldahl สำหรับกรรมวิธีของการใช้กระถินเป็นปุ๋ยพืชสดนั้น ปฏิบัติโดยนำส่วนที่ตัดได้ทั้งหมดไปวางกระจายให้ทั่วในระหว่างแถวของหญ้า หลังจากนั้น 2-3 วันจึงทำการเคาะหรือเขย่าเพื่อให้ใบและก้านหลุดร่วงและนำส่วนที่เหลือทั้งหมดออกไปจากแปลงทดลอง

ผลการทดลอง

ผลผลิตน้ำหนักรวม

ผลผลิตน้ำหนักรวมของหญ้ารูซี่และของกระถินรวมทั้งน้ำหนักรวมทั้งหมด (หญ้ารูซี่ + กระถิน) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีทั้งระยะห่างระหว่างแถบและการจัดการกระถินมีผลกระทบต่อผลผลิตน้ำหนักรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ในกรณีของน้ำหนักรวมของหญ้ารูซี่ พบว่าลดลงเป็นลำดับอย่างมีนัยสำคัญเมื่อ

Table 1 Effects of row spacings of leucaena hedgerow on forage dry matter yield of Leucaena and associated ruzi grass over 170 days under hedgerow management as green manure or forage use.

Hedgerow spacings (m)	Hedgerow managements	Forage dry matter (kg/ha)		
		Ruzi grass	Leucaena	Total
2.5	Green manure	6,575	-	6,575
	Forage use	4,725	3,644	8,369
4.0	Green manure	5,863	-	5,863
	Forage use	5,288	2,231	7,519
6.0	Green manure	5,206	-	5,206
	Forage use	4,812	1,781	6,594
Control (sole grass)		7,006	-	7,006

±Standard Error	Ruzi grass	Leucaena	Total
Spacings	123.94**	107.00**	112.44**
Management	105.25**		86.81**
Interaction	178.69*		Ns

* significant at $P < .05$ ** significant at $P < .01$ ns = non-significant at $P > .05$

ระยะห่างระหว่างแถวของกระถินเพิ่มขึ้น ผลผลิตน้ำหนักรวมของหญ้า ภายใต้การจัดการใช้กระถินเป็นปุ๋ยพืชสด อยู่ระหว่าง 5,206 - 6,575 กก./เฮกตาร์ (ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างแถวของกระถิน) สูงกว่าที่ได้จากการจัดการที่ใช้กระถินเป็นอาหารสัตว์ (4,725 - 5,288 กก./เฮกตาร์) สำหรับผลผลิตน้ำหนักรวมของกระถินที่ได้เป็นอาหารสัตว์ ก็ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) เมื่อระยะห่างระหว่างแถวเพิ่มขึ้น ที่ระยะห่าง 2.5 เมตรได้น้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 583 กก./ไร่ และลดลงเหลือ 357 และ 285 กก./ไร่ เมื่อระยะห่างเพิ่มขึ้นเป็น 4.0 และ 6.0 เมตร ตามลำดับ

ส่วนผลผลิตน้ำหนักรวมของหญ้าและกระถิน (ตารางที่ 1) พบว่าระยะแถวกระถินที่แคบกว่าให้ผลผลิตรวมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และกรรมวิธีการจัดการใช้กระถินเป็นอาหารสัตว์ให้ผลผลิตรวมสูงกว่ากรรมวิธีที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสด เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตรวมนี้กับผลผลิตของแปลงเปรียบเทียบ (หญ้าลำพังอย่างเดียว) พบว่าระยะแถว 2.5 และ 4.0 เมตร ให้ผลผลิต 8,369 และ 7,519 กก./เฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแปลงเปรียบเทียบ

(7,006 กก./เฮกตาร์) 7% และ 20% ตามลำดับ ส่วนที่ระยะแถว 6.0 เมตร ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากแปลงเปรียบเทียบ แต่ถ้าพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะผลผลิตของหญ้าปรากฏว่าหญ้าที่ปลูกในระหว่างแถวกระถินให้ผลผลิตต่ำกว่าแปลงเปรียบเทียบ

ปริมาณโปรตีน

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของโปรตีนทั้งในรูปของเปอร์เซ็นต์และปริมาณ (น้ำหนัก) ของหญ้ารูซี่และกระถิน จากตารางแสดงให้เห็นว่าหญ้าที่ปลูกในระหว่างแถวกระถินภายใต้การจัดการใช้กระถินเป็นปุ๋ยพืชสดมี % CP สูงกว่าหญ้าจากกรรมวิธีที่ใช้กระถินเป็นอาหารสัตว์ ยกเว้นที่ระยะ 6.0 เมตร และ % CP นั้นลดลงเมื่อระยะห่างระหว่างแถวกระถินเพิ่มขึ้น หญ้าจากกรรมวิธีระยะแถว 2.5 เมตร และใช้กระถินเป็นปุ๋ยพืชสดมี CP 10.4 % และลดลงเป็น 8.5 % และ 7.8 % เมื่อระยะห่างระหว่างแถวเพิ่มขึ้นเป็น 4.0 เมตร และ 6.0 เมตร ตามลำดับ ระยะแถวของกระถินที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ % CP ของหญ้าภายใต้

Table 2 Crude protein contents (on dry matter basis) of leucaena hedgerow and associated ruzi grass planted between hedgerow under hedgerow management as green manure or forage use.

Hedgerow spacings(m)	Hedgerow management	Ruzi grass CP		Leucaena CP		Total CP (kg/ha)
		%	Kg/ha	%	kg/ha	
2.5	Green manure	10.4	684	-	-	684
	Forage use	8.5	402	28.9	1,054	1,456
4.0	Green manure	8.5	498	-	-	498
	Forage use	7.7	407	28.4	634	1,041
6.0	Green manure	7.8	407	-	-	407
	Forage use	7.9	382	28.9	82.5	898
Control (sole grass)		7.1	495	-	-	495

± Standard Error	Ruzi grass		Leucaena		Total CP
	%CP	CP yield	%CP	CP yield	
Spacings	11.38**	41.56**	Ns	183.63**	105.88**
Managment	1.31**	58.56**			85.13**
Interaction	1.06*	41.00*			Ns

* significant at P<.05 ** significant at P<.01 ns = non-significant at P>.05

วิธีที่ใช้กระถินเป็นอาหารสัตว์แตกต่างกันถึงระดับสำคัญ คืออยู่ระหว่าง 7.7-8.5 % ส่วนแปลงเปรียบเทียบมี CP เฉลี่ย 7.1 % สำหรับ % CP ของกระถินของส่วนที่ถูกใช้เป็นอาหารสัตว์ไม่มีความแตกต่างกันภายใต้ระยะแถบของกระถินที่ต่างกันคือมีค่าเฉลี่ย 28.7 %

เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตรวมต่อเฮคตาร์ของโปรตีน พบว่าระยะห่างระหว่างแถบและการจัดการกระถินมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ วิธีของระยะแถบที่แคบกว่า และใช้กระถินเป็นอาหารสัตว์ให้ผลผลิตรวมของโปรตีนสูงกว่าวิธีการจัดการใช้กระถินเป็นอาหารสัตว์ กล่าวคือให้ผลผลิตของโปรตีนอยู่ระหว่าง 898 - 1,456 กก./เฮคตาร์ (ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างแถว) ในขณะที่วิธีที่ใช้กระถินเป็นปุ๋ยพืชสดให้ผลผลิต 407 – 684 กก./เฮคตาร์ เปรียบเทียบกับ 495 กก./เฮคตาร์ ที่ได้จากแปลงเปรียบเทียบ

วิจารณ์ผลการทดลอง

เนื่องจากในช่วงเวลาระหว่างการทดลองเป็นช่วงของฤดูฝน (ฝน 1) ดังนั้นโดยทั่วไปความชื้นในดินจึงไม่จำเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของพืชทดลอง อย่างไรก็ตาม ในช่วงเดือนแรก (พฤษภาคม) และเดือนสุดท้าย (พฤศจิกายน) ของการทดลองมีฝนตกน้อยลง จึงมีผลกระทบต่อการอยู่บ้างเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนอุณหภูมิเมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ยแล้วกล่าวได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของหญ้าและถั่วเมื่อร้อน ยกเว้นในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝนมีอุณหภูมิลดลงในตอนกลางคืน ซึ่งก็คงไม่มีผลกระทบต่อพืชทดลองมากนัก

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า หญ้าที่ปลูกในระหว่างแถบกระถินให้ผลผลิต (น้ำหนักแห้ง)

ต่อหน่วยพื้นที่ต่ำกว่าที่ปลูกหญ้าลำพองอย่างเดียว (แปลงเปรียบเทียบ) ทั้งนี้เพราะว่ามีความหนาแน่นน้อยกว่าเนื่องจากพื้นที่บางส่วนของถูกใช้หรือถูกแทนที่ด้วยกระถิน แต่เมื่อนำผลผลิตของกระถินรวมด้วยจะได้ผลผลิตรวมสูงกว่าโดยเฉพาะที่ระยะห่างของแถว 2.5 และ 4.0 เมตร ซึ่งให้ผลผลิตรวมสูงกว่าแปลงเปรียบเทียบ 19% และ 7% ตามลำดับ แต่ที่ระยะห่างของแถว 6.0 เมตร มีแนวโน้มให้ผลผลิตรวมต่ำกว่า เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์โปรตีนของหญ้าที่ปลูกในระหว่างแถวกระถิน (ตารางที่ 1) จะเห็นว่าทุกวิธีการปลูกให้โปรตีนสูงกว่าหญ้าที่ปลูกลำพอง อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์โปรตีนลดลงตามระยะห่างของแถวกระถินที่เพิ่มขึ้นโปรตีนของหญ้า จากวิธีที่ใช้กระถินเป็นปุ๋ยพืชสดจะมีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าที่ใช้กระถินเป็นอาหารสัตว์ จึงกล่าวได้ว่าแถวกระถินมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนสะสมในหญ้าที่ปลูกระหว่างแถวเพิ่มขึ้น โดยหญ้าจะได้รับไนโตรเจนจากกระถินทั้งทางตรงและทางอ้อมคือในรูปของปุ๋ยพืชสดโดยตรง หรือจากการย่อยสลายของรากของปม (nodules) ของกระถินรวมทั้งการตรึงไนโตรเจน และหญ้าจะได้รับปุ๋ยพืชสดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างแถวกระถินเป็นสำคัญ แถวแคบจะให้มวลชีวภาพมากขึ้นซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อหญ้ามากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงเห็นว่ปริมาณโปรตีนของหญ้าที่ระยะแถว 2.5 เมตร สูงกว่าที่ระยะแถว 4.0 และ 6.0 เมตร หญ้าที่ได้รับปุ๋ยพืชสดจะมีทั้งผลผลิตน้ำหนักแห้ง และการสะสมโปรตีนสูงกว่าหญ้าที่ไม่ได้รับปุ๋ยพืชสด เห็นได้จากระยะแถว 2.5 เมตร ผลผลิตของหญ้าเพิ่มขึ้นจาก 4,725 เป็น 6,575 กก./เฮกตาร์ หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 39% เมื่อได้รับปุ๋ยพืชสด ส่วนที่ระยะแถว 4.0 และ 6.0 เมตร ผลผลิตเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่น้อยกว่าคือเพิ่มขึ้น 8-10% ทั้งนี้เพราะได้รับมวลชีวภาพที่เป็นปุ๋ยพืชสดน้อยกว่า บทบาทของใบกระถินที่ใช้ในรูปของปุ๋ยพืชสดที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตของพืช ชยงค์ (2532) รายงานว่า การใช้ใบและกิ่งอ่อนของกระถิน 600-1,200 กก./ไร่เป็นปุ๋ยพืชสดสามารถเพิ่มผลผลิตข้าว (นาดำ) ได้มากกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนถึง 85-139% ประสาท (2534) ได้ศึกษากับข้าวไร่พบว่าได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 48% ผลในทำนองเดียวกันได้เกิดขึ้นกับการศึกษาในข้าวโพดและข้าวสาลี (เฉลิมพล, 2524) จากผลการทดลองนี้ก็แสดงให้เห็นว่าการใช้ใบกระถินเป็นปุ๋ยพืชสดสามารถเพิ่มไนโตรเจนหรือโปรตีนให้กับหญ้าได้โดย

เฉพาะที่ระยะแถวแคบ เนื่องจากมีปริมาณของกระถินมากพอที่จะตัดนำไปใช้เป็นปุ๋ยพืชสด เมื่อเทียบกับการใช้ระยะแถวกว้าง (สายัณห์ และ ชื่นจิต, 2545)

จากเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่เพิ่มขึ้นและผลผลิตที่แตกต่างกันระหว่างการใช้ใบกระถินเป็นปุ๋ยพืชสดกับไม่ใช้ ย่อมยืนยันถึงความเป็นประโยชน์ของใบกระถินเมื่อย่อยสลายแล้วจะปลดปล่อยไนโตรเจนให้เป็นประโยชน์กับหญ้าได้ จากการทดลองของ Wijewardence and Waidyanatha (1984) พบว่าไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากใบกระถินไม่น้อยกว่า 50% จะถูกพืชดูดเอาไปใช้ Budelman (1988) ได้ศึกษาการย่อยสลายและการปลดปล่อยไนโตรเจนของกระถินภายใต้สภาพแบบคลุมดิน (mulching) กับคลุกลำกับดินพบว่า การใช้แบบคลุมดินจะถูกย่อยสลายเป็นประโยชน์ได้ในระยะ 31 วัน ในขณะที่คลุกลำกับดินนั้นจะย่อยสลายภายใน 10 วันและมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบคลุมดินถึง 40% สำหรับการทดลองครั้งนี้ใช้กระถินในลักษณะคลุมดินจึงอาจทำให้ไนโตรเจนจากการย่อยสลายบางส่วนสูญเสียไปโดยการระเหยหรือถูกชะล้างในขณะฝนตก

เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตรวมของโปรตีน (หญ้า + กระถิน) จะพบว่าทุกวิธีให้ผลผลิตโปรตีนสูงกว่าการปลูกหญ้าลำพองอย่างเดียว 2-3 เท่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างของแถวกระถิน เนื่องจากกระถินที่มี %CP ค่อนข้างสูงคือเฉลี่ยประมาณ 28.7% จากการทดลองครั้งนี้จึงเป็นการเสริมคุณภาพของหญ้าซึ่งมี % CP ค่อนข้างต่ำได้เป็นอย่างดี บุญญา และคณะ (2532) ยืนยันว่าหญ้าที่มีข้อเสียคือให้ผลผลิตและโปรตีนต่ำกว่าหญ้าอาหารสัตว์อื่น ๆ อีกหลายชนิด และจากการทดลองนี้ %CP ของหญ้าสูงที่สุดอยู่ในระดับ 10.4% ที่ระยะแถว 2.5 เมตรและใช้กระถินเป็นปุ๋ยพืชสด ส่วนที่ระยะอื่น ๆ จะอยู่ในระดับ 7-8% ซึ่งอาหารหยาบที่มีคุณภาพระดับนี้ก็ใช้ได้เพียงแค่เป็นอาหารเพื่อการดำรงชีพของสัตว์เท่านั้น (Mc Donald et al., 1973) ดังนั้นโปรตีนจากกระถินจะช่วยเพิ่มคุณภาพ ของหญ้าให้สูงขึ้นและเพียงพอแก่การเจริญเติบโตของสัตว์เมื่อให้สัตว์กินพร้อมกัน

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การปลูกหญ้าขึ้นในระหว่างแถวกระถินเป็นวิธีที่สามารถเพิ่มผลผลิตของน้ำหนักแห้งและโปรตีนของแปลงหญ้าได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อปลูกในระหว่างแถบ กระถินกว้าง 2.5 เมตร เพราะว่าให้ทั้งผลผลิตของน้ำหนักร้าง และ โปรตีนสูงกว่าการปลูกในแถบที่กว้างกว่านี้ และดีกว่าที่ปลูกหญ้าลำพังอย่างเดียว ไม่ว่าจะจัดการใช้กระถินเป็น

ปุ๋ยพืชสด หรือใช้เป็นอาหารสัตว์ก็ตาม แต่อย่างไรก็ตามวิธี การจัดการใช้กระถินเป็นอาหารสัตว์โดยตรงแทนที่จะใช้ เป็นปุ๋ยพืชสด จะให้ผลผลิตทั้งของน้ำหนักร้างและโปรตีน สูงกว่า

Appendix 1 Mean temperature and rainfall at the experimental site.

Month	Temperature (°C)			Rainfall (mm.)
	Max.	Min.	Mean	
May	35.8	21.8	27.8	24.8
June	32.7	22.1	26.6	155.9
July	29.7	21.0	24.7	579.0
August	29.7	20.9	24.7	288.4
September	29.6	20.7	24.5	40.2
October	27.2	18.7	22.4	203.2
November	25.5	14.9	19.4	14.9

เอกสารอ้างอิง

- เฉลิมพล แซมเพชร. 2524. การศึกษาการใช้ใบกระถิน เป็นแหล่งของปุ๋ยไนโตรเจน. ว.วิทย.เกษตร. 14(3) : 99-109.
- ชยงค์ นามเมือง. 2532. การเพิ่มผลผลิตข้าวด้วยปุ๋ย อินทรีย์กระถินยักษ์ ว.วิชาการเกษตร 7 : 22-25.
- บุญญา วิไลพล นวลจันทร์ วิไลพล และ รัช อรรถแสง. 2532. การศึกษาผลผลิตของหญ้าและถั่วพืช อาหารสัตว์ภายใต้สภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ สูงที่จังหวัดขอนแก่น, วารสารเกษตรศาสตร์. 23 : 340-348.
- ประสาธ เกศพิทักษ์. 2535. เกษตรยั่งยืนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือดินและปุ๋ย 14 : 95-110.
- สายัณห์ ทัดศรี และชื่นจิต แก้วกัญญา. 2545. ผลของ ระยะระหว่างแถวและความสูงของการตัด กระถินต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของ หญ้า 3 ชนิดที่ปลูกร่วมกับกระถิน. ว. สงขลา นครินทร์ วท. 24(3) : 371-380.

- Budelman, A. 1988. The decomposition of leaf mulches of *Leucaena leucocaphala*, *Gliricidia sepium* and *Flemingia macrophylla* under humid tropical condition. Agroforestry System 7 : 33-45.
- Haynes, R.J. 1980. Competitive aspects of the grass-legume association Adv. Agron. 33 : 227-259.
- Inthapun, P. and S. Boonchee. 1990. Cropping system for increasing yield in leucaena alley cropping. DLD Annual Report 1990. Bangkok Thailand. pp. 149-155.
- Kang, B.T., L. Reynold and A. N. Atta-Krah. 1990. Alley Farming. Adv. Agron. 43 : 315-359.
- Mc Donald. P., R.A. Edwards and J.F.D. Greenhalgh. 1973. Animal nutrition. Edinburgh, Oliver and Boyd, (2nd ed.) pp 296-301.
- Sampet, C. 1991. Productivity of *Panicum maximum* – *Leucaena leucocephala* mixture under

- cut and carry system. *Leucaena* Research Report. Vol. 12 : 93-94.
- Sampet, C. 1992. Maize yields under alley cropping with *Leucaena leucocephala*. MPTS Research Note Vol. 2. Bangkok. Thailand.
- Wijewardence, R. and P. Waidyanatha. 1984. Conservation farming system, Techniques and tools. The conservation Farming Manual, Department of Agriculture, Sri Lanka and Common Wealth Consultative Group on Agriculture of Asia-Pacific Region. pp. 30-32.
- Wongsuwan, N. and B.R. Watkin. 1990. The management of grass/legume pasture in Thailand: A problem and challenge. ACIAR. Forage Newsletters. No.15: 5-7.
-

การจัดการหอยเชอรี่ในนาข้าวของเกษตรกรในบริเวณ เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์

The Golden Apple Snail Management of the Farmers Around Bueng Borapet Non-Hunting Area, Nakorn Sawan Province.

สยาม อรุณศรีมรกต^{1/} วรพร สังเนตร^{1/} และ ธรรมศักดิ์ พัฒนพวง^{1/}
Sayam Aroonsrimorakot^{1/}, Voraporn Sangnate^{1/} and Thammasak Pattanaplung^{1/}

Abstract : The study on the Golden Apple Snail (GAS) Management of the Farmer Around Bueng Borapet Non-Hunting Area, Nakorn Sawan Province has an objective to study the general background of farmers, the invasion of GAS, the utilization of GAS in the study area. The questionnaire was used to interview 144 farmers. SPSS for Window programming was used to analyze data.

Most of the farmers plant rice three times a year. Chemicals are used for planting, weeding, and fertilizing of rice. Rice damages mostly from Brown Plant Hopper, GAS, rats and crabs. Most of the farmers do not find Local Apple snails for at least 3-5 years.

The average size of GAS is 5.72 cm. With 18.70 snails/ m². The invasion of GAS can be occurred all year round and make some damages to the rice seedling. Edosulfan is used to eliminate GAS which can make destruction to other aquatic faunas (aquatic ecosystem) but the rice production is still increased. Most of the farmers do not use GAS for any purposes.

Some factors comparison for the invasion of GAS are as follows:

1. The amount in number of GAS has no effect for the farmers to the decision of rice planting.
2. The number of GAS has a significant effect to the number of local apple snail.
3. The number of GAS in the field has an effect to farmer to decide for the methods of GAS elimination.

Keywords: golden apple snail, bueng borapet non-hunting area

^{1/} คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

^{1/} Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya Campus, Thailand.

บทคัดย่อ: การศึกษาการจัดการหอยเชอรี่ในนาข้าวบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร การทำนา การระบาดและการกำจัดหอยเชอรี่ และการนำหอยเชอรี่ไปใช้ประโยชน์ของเกษตรกรผู้ทำนาข้าวในบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ โดยทำการศึกษาจากเกษตรกรผู้ทำนาข้าวในบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 144 คน ประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for windows นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตารางและแปรผลโดยการบรรยาย ได้ผลการวิจัยดังนี้

เกษตรกรจะทำนาปีละ 3 ครั้ง คือ นาปี 1 ครั้ง และนาปรัง 2 ครั้ง โดยมีการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงและวัชพืช และมีการใช้ปุ๋ยเคมีในการทำนา ศัตรูพืชที่ทำความเสียหายแก่ข้าว คือ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หอยเชอรี่ หนูนา และปูนา นอกจากนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่พบหอยโข่งในพื้นที่นาของตนเองมาเป็นเวลา 3 - 5 ปี

หอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวมีขนาดเฉลี่ย 5.72 เซนติเมตร โดยเมื่อระบาดหนักจะมีปริมาณเฉลี่ย 18.70 ตัวต่อตารางเมตร หอยเชอรี่ระบาดในทุกฤดูมาเป็นระยะเวลา 3-5 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่กำจัดโดยใช้สารเคมีเอนโดซัลแฟน ซึ่งมีผลให้สัตว์น้ำในนาข้าวลดลงแต่ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น และมีการใช้แรงงานในการกำจัดหอยเชอรี่น้อยลง เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากหอยเชอรี่ และไม่ได้รับการส่งเสริมให้ใช้ประโยชน์จากหอยเชอรี่

สำหรับการเปรียบเทียบปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวระหว่างการทำนาในรอบปี การพบหอยโข่ง และวิธีการป้องกันและกำจัดหอยเชอรี่ พบว่า

1. ปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวไม่มีอิทธิพลใด ๆ ต่อการตัดสินใจทำนาในรอบปีของเกษตรกร
2. ปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวมีอิทธิพลต่อจำนวนหอยโข่งในนาข้าวอย่างเห็นได้ชัด
3. ปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวมีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกใช้วิธีการกำจัดหอยเชอรี่

คำสำคัญ : หอยเชอรี่ เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด

คำนำ

หอยเชอรี่เป็นศัตรูข้าวที่สำคัญ ได้เริ่มระบาดทำความเสียหายแก่นาข้าว ตั้งแต่ปี พ.ศ.2531 เป็นต้นมาถึงปัจจุบัน หอยเชอรี่สร้างความเสียหายแก่ข้าวโดยการกัดกินต้นข้าวได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลให้เกิดความเสียหายแก่ข้าวเป็นจำนวนมาก ยิ่งถ้าเกิดอุทกภัย การระบาดของหอยเชอรี่จะยิ่งระบาดมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันหอยเชอรี่ได้ระบาดไปยังพื้นที่ทั่วประเทศทั้งพื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตรและพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่การเกษตร แม้กระทั่งพื้นที่ของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ดก็มีการระบาดอย่างหนักทั้งในพื้นที่ที่เกษตรกรใช้ในการทำนาข้าวและพื้นที่บริเวณบึงน้ำก็ได้รับความเสียหายเป็นอย่างมาก ตลอดจนการระบาดของหอยเชอรี่ ดังกล่าวยังทำให้จำนวนหอยโข่งลดลงอย่างมาก ซึ่งสร้างความเสียหายให้กับระบบนิเวศตามธรรมชาติอย่างรุนแรงยากที่จะทำการแก้ไขฟื้นฟูให้กลับมาเหมือนเดิม

การป้องกันและกำจัดหอยเชอรี่ของเกษตรกรผู้ทำนาข้าวโดยทั่วไปมีมากมายหลายวิธี วิธีที่ได้รับการยอมรับและปฏิบัติอย่างกว้างขวาง ได้แก่ วิธีกล วิธีชีววิธี วิธีใช้สารพิษจากธรรมชาติ วิธีเขตกรรม และวิธีใช้สารเคมี แต่ในพื้นที่ของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ดเป็นพื้นที่ที่ถือต่อการกำจัดโดยวิธีการชีววิธี เพราะพื้นที่ของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ดเป็นพื้นที่ที่มีนกปากห่าง หรือที่ชาวบ้านหรือเกษตรกรเรียกว่า นกข่อนหอย อาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก นกปากห่างนี้เองที่ในปัจจุบันทำให้ปริมาณของหอยเชอรี่ในพื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ดจำนวนหนึ่งลดน้อยลง จนเกษตรกรผู้ทำนาข้าวบางรายไม่ต้องกำจัดหอยเชอรี่โดยวิธีการอื่นๆ เลย แต่หอยเชอรี่ก็ยังสร้างความเสียหายในพื้นที่บางส่วนต่อไป เกษตรกรจำนวนหนึ่งจึงยังต้องทำการกำจัดหอยเชอรี่ด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นการเพิ่มต้นทุนในการทำนาข้าวของตนเองอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้น การระบาดของ หอยเชอรี่จึงมี

ผลกระทบทางด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นชีวิตและความเป็นอยู่ของเกษตรกร ความมั่นคงทางเศรษฐกิจ สังคม และประเทศชาติ ตลอดจนความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรผู้ทำนาข้าว การทำนาของเกษตรกร การระบาดของหอยเชอรี่ของเกษตรกร และการนำหอยเชอรี่ไปใช้ประโยชน์ของเกษตรกรผู้ทำนาข้าวในบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์

บททวนวรรณกรรม

หอยเชอรี่

หอยเชอรี่มีชื่อสามัญว่า Golden apple snail มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pomacea canaliculata* สามารถแบ่งตามหลักอนุกรมวิธานได้ดังนี้

Phylum : Mollusca

Class : Gastropoda

Subclass : Prosobranchia

Order : Mesogastropoda

Superfamily : Viviparoidea

Family : Ampullariidae

Genus : *Pomacea*

Species: *P. canaliculata*

หอยเชอรี่มีชื่อที่เรียกกันตามท้องถิ่นแตกต่างกันไป เช่น หอยเป้าฮื่อน้ำจืด หอยแอบเบิ้ล หอยโข่งเหลือง และหอยโข่งอเมริกาใต้ หอยเชอรี่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ หอยเชอรี่เป็นหอยฝาเดียว รูปร่างค่อนข้างกลมใหญ่ เปลือกเรียบ มีฝาปิดเป็นแผ่นแข็งสีน้ำตาลเข้มและใส หอยเชอรี่มีรูปร่างลักษณะเหมือนหอยโข่ง สามารถจำแนกได้ 2 ชนิด คือ ชนิดเปลือกสีเหลืองปนน้ำตาล มีเนื้อและหนวดสีเหลือง และชนิดเปลือกสีเขียวเข้มปนดำจาง ๆ พาดตามความยาว เนื้อและหนวดมีสีน้ำตาลอ่อน ไซหอยเชอรี่มีสีชมพูเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.8 – 2.0

มิลลิเมตร ตัวเมีย 1 ตัว สามารถออกไข่ได้ประมาณ 200 – 2,000 ฟองต่ออาทิตย์ ใช้เวลาฟักประมาณ 6 – 15 วัน ลูกหอยเชอรี่ที่เกิดใหม่จะมีขนาดประมาณ 1.6 – 1.8 มิลลิเมตร

หอยเชอรี่ที่เพิ่งออกจากไข่จะมีลักษณะเหมือนกับตัวเต็มวัยทุกประการแต่มีขนาดเล็กกว่า เปลือกมีลักษณะใสสามารถมองเห็นอวัยวะภายในตัวหอยได้ชัดเจน เมื่อหอยเชอรี่โตขึ้นมีอายุประมาณ 3 เดือน ก็พร้อมที่จะขยายพันธุ์และวางไข่ (ชมพูนุช และทักษิณ, 2540; สยาม, 2536) หอยเชอรี่สามารถกินอาหารได้หลายประเภททั้ง พืช ชากพืช และซากสัตว์ โดยสามารถกินได้ทั้งกลางวันและกลางคืน สำหรับในประเทศไทยซึ่งมีอุณหภูมิร้อนอยู่เกือบตลอดปี ทำให้หอยเชอรี่สามารถเจริญเติบโตได้ดี

หอยเชอรี่เริ่มระบาดเมื่อปี พ.ศ.2527 ทำให้เกิดความเสียหายทั้งต่อระบบเศรษฐกิจและระบบนิเวศทางน้ำตามธรรมชาติ หอยเชอรี่ได้ถูกนำเข้ามาในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ.2525 เพื่อเป็นสัตว์เลี้ยงในตู้เลี้ยงปลาและสัตว์เศรษฐกิจที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ จากความสามารถในการขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วทำให้เกิดจำนวนหอยเป็นจำนวนมาก เกษตรกรและผู้เลี้ยงได้ทิ้งหอยบางส่วนลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ การระบาดของรวดเร็วของหอยเชอรี่มีสาเหตุ 2 ประการ คือ การระบาดจากน้ำท่วมทำให้หอยมีการระบาดไปสู่แหล่งอื่น ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ตามสถานการณ์ของน้ำท่วมและการระบาดจะมีทิศทางและสามารถคาดการณ์ได้ และการระบาดที่เกิดจากการนำพาของมนุษย์ ซึ่งทำให้การระบาดเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและไม่มีทิศทางที่แน่นอนและไม่สามารถคาดการณ์ได้

การระบาดของหอยเชอรี่จะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อระบบเศรษฐกิจทางการเกษตรระบบนิเวศทางน้ำ ซึ่งเป็นความเสียหายที่ส่งผลโดยตรงต่อมนุษย์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เพราะหอยเชอรี่สามารถกินพืชน้ำได้เกือบทุกชนิด ซึ่งพืชน้ำหลายชนิดนั้นเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรปลูก เช่น ข้าว บัว และกระเจ็บ เป็นต้น หอยเชอรี่ได้ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อกล้าข้าวในนาที่เพิ่งปลูกใหม่คิดเป็นมูลค่าต่อปีเป็นจำนวนมาก หอยเชอรี่ยังเป็นพาหะของโรค *Angiostrongirus*

cantonensis ซึ่งเป็นพยาธิที่ก่อให้เกิดโรคสมองอักเสบในคนที่ได้รับพยาธินี้ ตลอดจนความเสียหายต่อระบบนิเวศอื่น ๆ จากการใช้สารเคมีกำจัดหอยเชอร์รี่ของเกษตรกร สารเคมีดังกล่าว ที่สำคัญได้แก่ เอนโดซัลแฟน (endosulfan) ซึ่งเป็นยาฆ่าแมลง แต่เกษตรกรใช้สำหรับการกำจัดหอยเชอร์รี่ด้วย มีผลทำให้สัตว์น้ำที่อยู่ในนาข้าวตายทั้งหมด ผลจากการสูญเสียสัตว์น้ำในนาข้าวทำให้เกษตรกรซึ่งเคยได้ใช้ประโยชน์จากสัตว์น้ำในนาสูญเสียสัตว์น้ำสำหรับการบริโภคไป ขณะเดียวกันความต้องการในการใช้สารเคมีที่มากขึ้นในการกำจัดหอยเชอร์รี่ซึ่งต้องสั่งมาจากต่างประเทศ ทำให้สูญเสียเงินตราเป็นจำนวนมาก นอกจากนั้น สารเคมีที่ใช้ทำลายหอยเชอร์รี่ซึ่งใช้ในนาข้าวก็ไหลลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ เป็นการเพิ่มสารพิษในระบบนิเวศทางน้ำอันเป็นสิ่งที่ไม่สมควร (สยาม, 2536)

สำหรับศัตรูของหอยเชอร์รี่นั้นมีมากมายหลายชนิดหลายประเภท ได้แก่ นกปากห่าง (นกข่อนหอย) นกกระปูด เป็ด หูชนิดต่าง ๆ และแมลงบางชนิด คือ ตัวอ่อนแมลงปอ แมลงเห็บยี่งอ ตัวงูสีดา ตัวแก้มววน มวนกรรเชียง มวนแมงป่อง ตัวงูคิง แมลงดานา และแมลงดา สอน แต่ศัตรูที่สร้างความเสียหายให้กับหอยเชอร์รี่มากที่สุด คือ นกปากห่าง (นกข่อนหอย) เพราะในบริเวณที่มีนกอาศัยอยู่จะทำให้หอยเชอร์รี่ลดจำนวนลงอย่างมาก สังเกตได้จากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวต้องใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อกำจัดหอยเชอร์รี่ในนาข้าวของตนเป็นประจำ แต่เมื่อนกปากห่าง (นกข่อนหอย) เข้ามาอยู่ในบริเวณที่นาของตนและลงกินหอยเชอร์รี่ในนาข้าว เกษตรกรผู้นั้นไม่ต้องใช้สารเคมีในการกำจัดหอยเชอร์รี่เลย และในปัจจุบันยังมีการนำเป็ดลงกินหอยในนาข้าวซึ่งส่วนใหญ่จะเรียกว่า เป็ดไรฟุ้งนอกจากนั้นแมลงดาส่วนก็สามารถกินหอยเชอร์รี่ที่มีขนาดเล็กมีอายุไม่เกิน 40 วันได้ (Aroonsrimorakot, 1993)

การป้องกันและกำจัดหอยเชอร์รี่จึงสามารถทำได้หลายวิธี และสามารถนำวิธีการต่าง ๆ มาใช้ร่วมกันเป็นวิธีการกำจัดหอยเชอร์รี่แบบผสมผสานได้อีกด้วย การป้องกันและกำจัดหอยเชอร์รี่สามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะ คือ การป้องกันและกำจัดหอยเชอร์รี่โดยการไม่ใช้สารเคมี ได้แก่ วิธีกลวิธีวิธี สารพิษจากธรรมชาติ และวิธีเขตกรรม (สำรวจ และคณะ, 2540; Aroonsrimorakot, 1993; ปัทมา, 2543 และ นิตยา และคณะ, 2542) และการป้องกันและกำจัด

หอยเชอร์รี่โดยใช้สารเคมี โดยส่วนมากนิยมใช้เอนโดซัลแฟน (endosulfan), นิโคล-ซาไมด์ (niclosamide), เมทัลดีไฮด์ (metaldehyde), โปรเทก (protek) และคอปเปอร์ซัลเฟต (copper sulphate) (ชมพูนุช และคณะ, 2535)

เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด

เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ดตั้งอยู่ในจังหวัดนครสวรรค์ มีเนื้อที่ประมาณ 66,250 ไร่ ครอบคลุมตำบลและอำเภอในจังหวัดนครสวรรค์ คือ ตำบลหนองกรด ตำบลเกรียงไกร อำเภอเมือง ตำบลทับกฤช อำเภอชุมแสง และตำบลเขาพนมเศษ อำเภอท่าตะโก ในบริเวณของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ดมีชุมชนตั้งอยู่อย่างหนาแน่นโดยประชาชนส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพประมงและทำการปลูกข้าวโดยอาศัยน้ำจากบึง นอกจากนี้ยังมีประชาชนมาคว่เรืออาศัยอยู่บนเกาะหรือเนินเล็กๆ ภายในบึงอีกด้วย

ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย การศึกษาวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาการจัดการเนื่องจาก การระบาดของหอยเชอร์รี่ในนาข้าวบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ โดยทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร การทำนา การระบาดและการกำจัดหอยเชอร์รี่ และการนำหอยเชอร์รี่ไปใช้ประโยชน์ของเกษตรกรผู้ทำนาข้าวในบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ เกษตรกรผู้ทำนาข้าวในบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ โดยมีเกษตรกรตัวอย่างในการวิจัย คือ เกษตรกรผู้ทำนาข้าวในบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 144 คน (ครัวเรือน)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ใช้แบบสัมภาษณ์ ซึ่งมีจำนวน 1 ชุด แบ่งออกเป็น 4 ตอน ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร ข้อมูลการทำนาข้าวของเกษตรกร ข้อมูลการระบาดและการกำจัดหอยเชอร์รี่ และข้อมูลการนำหอยเชอร์รี่ไปใช้ประโยชน์

การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์จากเกษตรกรผู้ทำนาข้าวโดยตรง โดยใช้

ผู้สัมภาษณ์ทั้งหมด 10 คน ดำเนินการสัมภาษณ์จากเกษตรกรผู้ทำนาข้าวในบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์

การวิเคราะห์และการแปลผลข้อมูล นำข้อมูลที่รวบรวมได้ไปประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for windows วิเคราะห์ค่าความถี่และค่าร้อยละ นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตารางและแปลผลโดยการบรรยาย

ผลการวิจัย

เกษตรกรส่วนใหญ่จะทำนา 3 ครั้งต่อปี ซึ่งจะทำนาปีมากกว่านาปี โดยจะทำนาปี 2 ครั้งต่อปี เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้พื้นที่ในการทำนาปีน้อยกว่า 26 ไร่ มีพื้นที่ทำนาปีเฉลี่ย 28.55 ไร่ และส่วนใหญ่จะใช้เงินทุนในการทำนาปีน้อยกว่า 10,001 บาท มีจำนวนเงินทุนในการทำนาปีเฉลี่ย 23,936.67 บาท เกษตรกรส่วนใหญ่จะได้ผลผลิตข้าวนาปี 751 กิโลกรัมต่อไร่ขึ้นไป และมีผลผลิตข้าวนาปีเฉลี่ย 874.55 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการทำนาปีครั้งที่ 1 เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้พื้นที่ในการทำนาปีไม่เกิน 50 ไร่ มีพื้นที่ทำนาปีเฉลี่ย 43.14 ไร่ โดยส่วนใหญ่ใช้เงินทุนในการทำนาปีมากกว่า 20,000 บาท มีเงินทุนในการทำนาปีเฉลี่ย 37,148.07 บาท และส่วนใหญ่ได้ผลผลิตข้าวนาปี 501-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีผลผลิตข้าวนาปีเฉลี่ย 845.82 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการทำนาปีครั้งที่ 2 เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้พื้นที่ในการทำนาปีไม่เกิน 50 ไร่ มีพื้นที่ทำนาปีเฉลี่ย 38.72 ไร่ โดยส่วนใหญ่ใช้เงินทุนในการทำนาปีมากกว่า 20,000 บาท มีเงินทุนในการทำนาปีเฉลี่ย 32,123.01 บาท และส่วนใหญ่ได้ผลผลิตข้าวนาปี 501-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตข้าวนาปีเฉลี่ย 812.39 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรประมาณครึ่งหนึ่งขายข้าวได้ราคา 3,501-4,000 บาท/เกวียน มีราคาขายข้าวเฉลี่ย 3,680.55 บาทต่อเกวียน ส่วนพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปลูกคือ พันธุ์ชัยนาท รองลงไปเป็นพันธุ์สุพรรณบุรี และปทุมธานี ตามลำดับ เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีในการทำนาข้าวทั้งในการกำจัดแมลงและวัชพืช และเกือบทั้งหมดใช้ปุ๋ยเคมีในการทำนา โดยเกษตรกรทั้งหมดใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติในการทำนา และ

ส่วนใหญ่ใช้เครื่องทุ่นแรงในการเตรียมดิน ส่วนแรงงานที่ใช้ในการทำนาส่วนใหญ่จะใช้แรงงานในครอบครัว นอกจากนั้นจะเป็นการจ้างแรงงาน และศัตรูพืชที่ทำความเสียหายแก่ข้าวมากที่สุดคือ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล รองลงมาคือ หอยเชอรี่ หนอนนา และปูนา ตามลำดับ

ในด้านระบบนิเวศเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่พบหอยโข่งในพื้นที่นาของตนเอง โดยไม่พบหอยโข่งเป็นมากที่สุดเวลา 3 ปี รองลงมาคือ 4 ปี และ 5 ปี ตามลำดับ เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่เคยนำหอยโข่งไปใช้ประโยชน์เลย ส่วนเกษตรกรส่วนน้อยที่เคยนำหอยโข่งไปใช้ประโยชน์จะนำไปเป็นอาหาร และนำไปใช้เป็นเหยื่อจับปลา

สำหรับหอยเชอรี่ที่ระบาดมากที่สุดเมื่อนาข้าวของเกษตรกรมีปริมาณเฉลี่ย 18.70 ตัวต่อตารางเมตร และระบาดมาเป็นระยะเวลา 3-5 ปีแล้ว โดยจะระบาดในทุกฤดูไม่ว่าจะเป็นฤดูร้อน ฤดูฝน หรือฤดูหนาว หอยเชอรี่ที่ระบาดมีขนาดเฉลี่ย 5.72 เซนติเมตร และยังพบไข่หอยเชอรี่ในปริมาณมากอีกด้วย หอยเชอรี่จะสร้างความเสียหายด้วยการกัดกินต้นข้าว เกษตรกรส่วนใหญ่จึงทำการกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าวของตนเองด้วยสารเคมี เอนโดซัลแฟน ซึ่งไม่ใช่สารเคมีกำจัดหอยเชอรี่ที่ทางราชการแนะนำ โดยส่วนใหญ่ใช้สารเคมีด้วยวิธีการหยอดและใช้ในปริมาณตามความพอใจมากที่สุด รองลงมาคือ ตามที่ฉลากระบุ โดยเกษตรกรจะใช้สารเคมีกำจัดหอยเชอรี่ทุกครั้งที่ทำกรปลูกข้าว

ส่วนการซื้อสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดหอยเชอรี่ของเกษตรกรหากซื้อจากร้านใกล้บ้านส่วนใหญ่จะซื้อในจำนวนน้อยกว่า 6 ขวด ที่จำนวนเฉลี่ย 4.50 ขวด และในราคาน้อยกว่า 201 บาทต่อขวด ที่ราคาเฉลี่ย 215.75 บาทต่อขวด ส่วนที่ซื้อจากร้านค้าในตัวเมืองส่วนใหญ่จะซื้อจำนวนน้อยกว่า 11 ขวด ที่จำนวนเฉลี่ย 4.44 ขวด ในราคาน้อยกว่า 301 บาทต่อขวด ที่ราคาเฉลี่ย 228.14 บาทต่อขวด และส่วนที่ซื้อจากพนักงานขายสารเคมีทั้งหมดจะซื้อเพียง 1 ขวด และในราคา 230 บาทต่อขวด เนื่องจากสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าวส่วนใหญ่มีผลให้สัตว์น้ำในนาข้าวลดลง แต่ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นและใช้แรงงานในการกำจัดหอยเชอรี่น้อยลง เกษตรกรส่วนใหญ่จึงเห็นว่าการใช้สารเคมีในการกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าวมีความคุ้มค่า มูลค่าผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นที่ขายได้และค่าแรงงานกำจัดหอยเชอรี่ที่ลดลงมากกว่าค่าสารเคมี แม้ว่า

เกษตรกรส่วนใหญ่จะไม่ได้ใช้ประโยชน์จากหอยเชอรี่ส่วนเกษตรกรที่มีการนำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่นำไปรับประทานเป็นอาหาร รองลงมาคือ ใช้เป็นอาหารสัตว์ และใช้ทำปุ๋ย ตามลำดับ โดยเกษตรกรที่นำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ใช้ในปริมาณน้อยกว่า 62.75 กิโลกรัมต่อเดือน ที่มีปริมาณเฉลี่ย 68.27 กิโลกรัมต่อเดือน เกษตรกรเกือบทั้งหมดเก็บหอยเชอรี่เองโดยใช้แรงงานในครอบครัวและส่วนใหญ่มีการนำหอยเชอรี่ไปใช้ประโยชน์เฉพาะบางเดือน ทั้งนี้เพราะปัญหาการปนเปื้อนสารเคมีของหอยเชอรี่ เป็นที่สำคัญ และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้รับการส่งเสริมให้ใช้ประโยชน์จากหอยเชอรี่ มีเพียงบางส่วนที่ได้รับการส่งเสริมจากแหล่งต่าง ๆ ที่สำคัญคือ เกษตรตำบลหรือเกษตรอำเภอ เพื่อบ้านหรือญาติ หรือพี่น้อง และผู้ใหญ่บ้านหรือกำนัน ตามลำดับ

ส่วนการเปรียบเทียบปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวระหว่างเกษตรกรที่มีการทำนาในรอบปี ภาวะการพบหอยเชอรี่ และวิธีการป้องกันกำจัดหอยเชอรี่ พบว่าเกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวเล็กน้อย ปานกลาง และมาก ส่วนใหญ่จะไม่ทำนาปี ส่วนในการทำ

นาปรัง และเกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวเล็กน้อย ปานกลาง และมากส่วนใหญ่จะทำนาปรังครั้งที่ 1 และ 2 (ตารางที่ 1)

เกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวเล็กน้อย ปานกลาง และมาก ส่วนใหญ่จะไม่พบหอยเชอรี่ในนาข้าวของตน โดยเกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวมากจะพบหอยเชอรี่น้อยกว่าเกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวเล็กน้อย (ตารางที่ 2) เกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้วิธีการป้องกันและกำจัดหอยเชอรี่โดยใช้สารเคมี ไม่นิยมใช้วิธีการป้องกันกำจัดหอยเชอรี่โดยการเก็บ การใช้ตาข่ายดักเวลาปล่อยน้ำเข้านา และการใช้เผือกกันน้ำเข้านา ซึ่งการใช้สารเคมีและการใช้ตาข่ายดักเวลาปล่อยน้ำเข้านาในการป้องกันกำจัดหอยเชอรี่ เกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวมาก ถือปฏิบัติมากกว่า เกษตรกรที่มีปริมาณมากกว่าเกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าว ปานกลาง และน้อย ส่วนการใช้วิธีเก็บหอยและการใช้เผือกกันน้ำเข้านา เกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวเล็กน้อยจะใช้วิธีการนี้ในการป้องกันและกำจัดหอยเชอรี่มากกว่าเกษตรกร ที่มี

Table 1 The comparison number of GAS invasion into rice field of farmers in difference rice cropping.

Year round rice cropping	Number of GAS					
	Low number		Medium number		High number	
	(N = 58)		(N = 47)		(N = 39)	
	Number	%	Number	%	Number	%
Major rice						
Undo	50	86.21	43	91.49	33	84.62
do	8	13.79	4	8.51	6	15.38
Second rice NO.1						
Undo	4	6.90	-	-	-	-
Do	54	93.10	47	100.00	39	100.00
Second rice NO.2						
Undo	7	12.07	4	8.51	10	25.64
do	51	87.93	43	91.49	29	74.36

Remarks: Low number of GAS means less than 11 GAS per square meters

Medium number of GAS means the number between 11-20 GAS per square meter

High number of GAS means the number greater than 20 GAS per square meter

ปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวมาก และปานกลาง
(ตารางที่ 3)

อภิปรายผลการวิจัย

เกษตรกรจะทำการนาปีละ 3 ครั้ง คือ นาปี 1 ครั้ง และนาปรัง 2 ครั้ง ซึ่งส่วนใหญ่จะทำการนาปรังมากกว่านาปี ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ผลผลิตข้าวในปีที่มีออกสู่ตลาด มีปริมาณมากในแต่ละปีเป็นผลให้ผลผลิตข้าวมีราคาต่ำจนไม่คุ้มทุนที่ลงไป ประกอบกับพื้นที่เป็นพื้นที่ที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์ตลอดปีเพราะอยู่ใกล้บึงบอระเพ็ด ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ใช้ในการทำนาทั้งหมด จากสภาพความอุดมสมบูรณ์ของน้ำดังกล่าวทำให้เกษตรกรนิยมทำการนาปรัง ขณะเดียวกันผลผลิตข้าวยังได้ราคาสูงกว่าข้าวนาปี เกษตรกรส่วนใหญ่จะทำการนาปรังถึง 2 ครั้งต่อปี โดยใช้เงินทุนในการทำนาปีเฉลี่ย 23,936.67 บาท ทำนาปรัง ครั้งที่ 1 เฉลี่ย 37,148.07 บาท และครั้งที่ 2 เฉลี่ย 32,123.01 บาท เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการทำนา เช่น การเตรียมดิน การเก็บเกี่ยว และซื้อปุ๋ยเคมีในการกำจัดแมลง และวัชพืช ตลอดจนบางส่วนยังใช้ในการจ้างแรงงานในการทำนาอีกด้วย

เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่พบหอยเชอรี่ในพื้นที่นาของ

ตนเลยมาเป็นเวลา 3-4 ปี ซึ่งเป็นระยะเวลาเดียวกับที่หอยเชอรี่ระบาดในนาข้าว ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า หอยเชอรี่ระบาดในนาข้าวมาเป็นเวลาประมาณ 3 - 5 ปี ฉะนั้นการระบาดของหอยเชอรี่อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หอยโข่งซึ่งในอดีตมีแพร่หลายอย่างชุกชุมลดจำนวนลงหรือสูญพันธุ์ไปจากนาข้าวของเกษตรกร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้สารเคมีกำจัดหอยเชอรี่ของเกษตรกร เพราะสารเคมีนอกจากจะกำจัดหอยเชอรี่แล้วยังกำจัดหอยโข่งไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า เกษตรกรผู้ให้สัมภาษณ์ที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวมากจะพบหอยโข่งน้อยกว่าเกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าว น้อย แสดงให้เห็นว่าปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวมีอิทธิพลต่อจำนวนหอยโข่งในนาข้าวอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นอันตรายและสร้างความเสียหายให้กับระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างยิ่ง และอาจทำให้หอยโข่งสูญพันธุ์ได้ ดังนั้นจึงควรพิจารณาแก้ไขโดยเร่งด่วน

ในอีกด้านหนึ่ง ด้วยหอยเชอรี่จะระบาดในทุกฤดู เมื่อมีการทำนา และเกษตรกรส่วนใหญ่ทำการกำจัดหอยเชอรี่โดยใช้สารเคมีเอนโดซัลแฟนเป็นการเพิ่มต้นทุนในการทำนาให้สูงขึ้น แต่เกษตรกรเห็นว่า การลงทุนดังกล่าวคุ้มค่า เพราะทำให้ผลผลิตข้าวที่เก็บเกี่ยวได้เพิ่มขึ้น

Table 2 The comparison on difference number of GAS in the rice field of farmers.

Local apple snail	Number of GAS					
	Low number		Medium		High Number	
	(N = 58)		(N = 47)		(N = 39)	
	Number	%	Number	%	Number	%
Found	14	24.14	16	34.04	2	5.13
Not found	44	75.86	31	65.96	37	94.87

Remarks: Low number of GAS means less than 11 GAS per square meters

Medium number of GAS means the number between 11-20 GAS per square meter

High number of GAS means the number greater than 20 GAS per square meter

Table 3 The comparison on GAS protection and elimination of farmers and the number of GAS Invasive.

Method of GAS Protection and Elimination	Number of GAS					
	Low number		Medium number		High number	
	(N = 58)		(N = 47)		(N = 39)	
	Number	%	Number	%	Number	%
Chemical application						
Not use	12	20.69	8	17.02	2	5.13
Use	46	79.31	39	82.98	37	94.87
Manual collection						
Not use	44	75.86	37	78.72	31	79.49
Use	14	24.14	10	21.28	8	20.51
Sieve protection at inlet						
Not use	51	87.93	40	85.11	31	79.49
Use	7	12.07	7	14.89	8	20.51
Bun protection						
Not use	50	86.21	47	100.00	35	89.74
Use	8	13.79	-	-	4	10.26

Remarks: Low number of GAS means less than 11 GAS per square meters

Medium number of GAS means the number between 11-20 GAS per square meter

High number of GAS means the number greater than 20 GAS per square meter

แม้ว่าสารเคมีเอนโดซัลแฟน ทำให้จำนวนสัตว์น้ำลดลงด้วย เนื่องจากเป็นพิษต่อสัตว์น้ำและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในนาโดยตรงไม่ว่าจะเป็นปลา กบ งู และหนู เป็นต้น เป็นผลให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น ปัญหาเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการพิจารณาแก้ไขโดยเร่งด่วนต่อไป นอกจากนี้เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากหอยเชอรี่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหอยเชอรี่ไม่ได้รับความนิยมในการบริโภค ประกอบกับผลการวิจัยที่พบว่า มีผู้ให้การส่งเสริม สนับสนุนและแนะนำการใช้ประโยชน์จากหอยเชอรี่น้อย ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าจะนำหอยเชอรี่มาใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง ตลอดจนหอยเชอรี่อาจปนเปื้อนสารเคมีเอนโดซัลแฟน ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคทำให้มี ผู้นำหอยเชอรี่ไปใช้ประโยชน์น้อย

เกษตรกรผู้ที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวระดับต่าง ๆ (น้อย ปานกลาง และมาก) ส่วนใหญ่จะไม่ทำนาปี แต่จะทำนาปรังทั้ง 2 ครั้ง แสดงให้เห็นว่าปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวไม่มีอิทธิพลใด ๆ ต่อการตัดสินใจทำนาในรอบปีของเกษตรกร อิทธิพลในการตัดสินใจทำนาของเกษตรกรน่าจะขึ้นอยู่กับราคาข้าวและผลผลิตต่อไร่เป็นสำคัญ

เกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวมาก และปานกลาง จะใช้สารเคมีและใช้ตาข่ายดักเวลาปล่อยน้ำเข้านาในการป้องกันกำจัดหอยเชอรี่มากกว่าเกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวเล็กน้อย ส่วนเกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาดในนาข้าวเล็กน้อย จะใช้วิธีการเก็บและใช้เผือกกันน้ำเข้านาในการป้องกันกำจัดหอยเชอรี่ มากกว่าเกษตรกรที่มีปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาด

ในนาข้าวมาก แสดงให้เห็นว่าปริมาณหอยเชอรี่ที่ระบาด
ในนาข้าว มีผลต่อการตัดสินใจในการใช้วิธีป้องกันและ
กำจัดหอยเชอรี่ระหว่างการไถสารเคมีและใช้ตาข่ายดัก
เวลาปล่อยน้ำเข้านากับการเก็บหอยและใช้เผือกกัน
น้ำเข้านา

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานราชการและหน่วยงานเอกชนที่เกี่ยวข้อง

1.1 ควรพิจารณาหาวิธีการป้องกันและกำจัด
หอยเชอรี่ที่ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพทดแทนการใช้
สารเคมีอันตราย เพื่อเป็นการอนุรักษ์สัตว์น้ำในนาข้าวและ
สิ่งแวดล้อม ตลอดจนเป็นการลดความเสี่ยงในการได้รับ
สารพิษของเกษตรกรอีกด้วย

1.2 ควรพิจารณาดำเนินการส่งเสริม สนับสนุน
และแนะนำให้เกษตรกรกำจัดหอยเชอรี่อย่างถูกวิธีและ
ต่อเนื่อง โดยใช้วิธีการที่สะดวก ประหยัด และปลอดภัยต่อ
เกษตรกร สัตว์น้ำและสิ่งแวดล้อม เช่น ใช้วิธีการชีววิธี
ใช้สารจากธรรมชาติ ใช้สารเคมีที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และ
สัตว์น้ำ และใช้สารเคมีในปริมาณที่เหมาะสมตามคำแนะนำ

1.3 ควรพิจารณาส่งเสริม สนับสนุน และแนะนำให้
ให้มีการใช้ประโยชน์จากหอยเชอรี่อย่างจริงจัง ต่อเนื่อง
และถูกต้อง เช่น ใช้รับประทานเป็นอาหาร ใช้เป็นอาหาร
สัตว์ และใช้เป็นปุ๋ย

2. ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกรผู้ทำนาข้าว

2.1 ควรดำเนินการป้องกันและกำจัดหอยเชอรี่อย่าง
ถูกต้องและถูกวิธี เพื่อให้การป้องกันและกำจัดหอยเชอรี่ได้
ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรดำเนินการป้องกันกำจัดหอยเชอรี่โดยวิธี
อื่นๆ ก่อนการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัด เพื่อเป็น
การอนุรักษ์สัตว์น้ำ สิ่งแวดล้อม และลดความเสี่ยงในการ
รับสารเคมีของเกษตรกรอีกด้วย

2.3 ควรดำเนินการนำหอยเชอรี่ไปใช้ประโยชน์ใน
รูปแบบต่าง ๆ ให้มากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นนำมาเป็นอาหาร
รับประทาน อาหารสัตว์ และปุ๋ย เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์
จากหอยเชอรี่อย่างเต็มประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

ชมพูนุช จรรยาเพศ และคณะ. 2535. เปรียบเทียบ
ประสิทธิภาพเมทิลดีไฮด์กับนิโคลซาไมด์ในการ
จับหอยเชอรี่. กรุงเทพฯ : รายงานประจำปี 2535
กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกัญและ
สัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

ชมพูนุช จรรยาเพศ และทักษิณ อาชาวคม. 2540.
การป้องกันและกำจัดหอยเชอรี่โดยวิธีผสม
ผสาน. กรุงเทพฯ : กองกัญและสัตววิทยา กรม
วิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิตยา เลาหจินดา และคณะ. 2542. แนวทางการควบคุม
และกำจัดหอยเชอรี่เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ดีกว่า.
ขอนแก่น : เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง
หอยเชอรี่ 24 ก.ย. 2542 ณ. โรงแรมโซฟิเทล
ราชาออคิต.

ปัทมา แซ่กิม. 2543. “ผลของสารสกัดจากสาบเสือต่อการ
เปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทำลายพิษใน
หอยเชอรี่”. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สยาม อรุณศรีมรกต วรพร สังเนตร และธรรมศักดิ์
พัฒน์พวง. 2545. ผลกระทบทางด้านสังคมจาก
การระบาดของหอยเชอรี่ในนาข้าวบริเวณเขต
ห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์.
รายงานการวิจัย คณะสิ่งแวดล้อมและ
ทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.
80 หน้า

สยาม อรุณศรีมรกต. 2536. ชีววิทยาและประสิทธิภาพ
ของมวลแมลงดาสวนในการกำจัดหอยโข่ง
อเมริกาใต้. กรุงเทพฯ : การประชุมวิชาการเรื่อง
ความขัดแย้งและทางออกของการใช้
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 19-21
พฤษภาคม 2536 ณ. สถาบันพัฒนาการ
สาธารณสุขอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา.

สำรวล ดอกไม้หอม และคณะ. 2540. หอยเชอรี่และการ
ป้องกันกำจัด. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการ
เกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Aroonsrimorakot, Sayam. 1993. "Biological and Efficiency of Small Water Bug, Sphaeroderma Molestum (Duf.) in the control of Golden Apple Snail, Pomacea

canaliculata" Master of Thesis Science in Technology of Environmental Management Thesis, Faculty of Graduate Study, Mahidol University, Thailand.

การประเมินโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตโคนมของ เกษตรกรรายย่อยในภาคเหนือ : การวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม

Program Assessment for Small Holder Dairy in Northern Thailand : Data Envelopment Analysis

อัศวิน สุ่มณศิริ^{1/} และ พิชิต ธาณี^{1/}

Atsawin Sumanasiri^{1/} and Pichit Thanee^{1/}

Abstract: The Farm Listing Project together with the Health Care Project and the Raisers' Milk Product have been set up for solving the low productivity of raw milk problem. This study consequently aimed at comparing the productivity of those who joined and not joined in the project when the investigation was made to see if the project as such could help increase the productivity of raw milk and to find out the derivation of productivity growth, as far as the technology progress and efficiency change were concerned. Those who joined in the study were purposively sampled and assigned in two groups of 24; both groups had comparatively possessed farms of the same size and environment – the number of cows, employees and members in the family. The data derived during the period of 6 months starting from January 2539 B.E. to December 2544 B.E. was analyzed.

The study showed that those who joined in the project have higher productivity growth than those of whom didn't join in the project. Those who joined in the project had shown more technology progress and more efficiency change than those of who didn't join in the project.

However, the consideration to be put upon producing factors should be made since they could affect the producing capacity both directly and indirectly. They could also affect the source of productivity growth. The study then could not supply the clarification clearly.

Keywords : small dairyfarm, data envelopment analysis (DEA), productivity growth, efficiency change, technology progress

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

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

บทคัดย่อ: โครงการระบบบัญชีฟาร์มที่เชื่อมโยงกับโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตโคนมของเกษตรกรรายย่อยเป็นโครงการที่แก้ปัญหาความด้อยประสิทธิภาพในการผลิตน้ำนมดิบ หรือเกิดผลผลิตที่ต่ำ เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตน้ำนมดิบเฉลี่ยต่อวันภายในประเทศ ในการศึกษาครั้งนี้ จึงต้องการศึกษาเปรียบเทียบถึงการมีโครงการดังกล่าวแล้ว ก่อให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมดิบหรือไม่ และเพื่อทราบแหล่งที่มาของผลิตภาพผลผลิต (productivity growth) เนื่องจากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (technology progress) และเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงหรือการพัฒนาทางด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) ของกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการและไม่เข้าร่วมโครงการ ทั้งก่อนและหลังจากมีโครงการแล้ว

ผลการศึกษาพบว่า หลังจากมีโครงการแล้ว เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการมีผลิตภาพผลผลิต (productivity growth) สูงกว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ และเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (technology progress) มากกว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ และเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการมีการพัฒนาทางด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) ดีกว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ

จากการศึกษาครั้งนี้ สหกรณ์การเกษตรไชยปราการ จำกัด ควรเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำนมดิบ โดยร่วมมือกับโครงการระบบบัญชีฟาร์มที่เชื่อมโยงกับโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตโคนมของเกษตรกรรายย่อย ด้วยการใช้องค์ความรู้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ร่วมกับองค์ความรู้ทางด้านสัตวศาสตร์ในการจัดการการเลี้ยงโคนม และควรขยายระยะเวลาของโครงการนี้ให้มากขึ้น เพื่อความต่อเนื่องของการสร้างพัฒนาการการเลี้ยงโคนม และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำนมดิบให้สูงขึ้น

คำสำคัญ : ฟาร์มโคนมขนาดเล็ก การวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม การเจริญเติบโตของผลิตภาพผลผลิต การเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพการผลิต ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการผลิต

คำนำ

การเลี้ยงโคนมเป็นกิจกรรมหนึ่งในภาคการเกษตรของประเทศไทยที่มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการผลิต โดยมีการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อเพิ่มผลิตภาพผลผลิต (productivity growth) และรักษาไว้ซึ่งความสามารถทางการแข่งขันในตลาด โดยเฉพาะเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในอำเภอไชยปราการ ได้พยายามปรับเปลี่ยนบทบาทและพยายามพัฒนาประสิทธิภาพส่วนบุคคลควบคู่ไปกับการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต และได้รับการสนับสนุนจากโครงการโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตเพื่อเฝ้าระวังและป้องกันแก้ไขปัญหาด้านสุขภาพและผลผลิตโคนมของ

เกษตรกรรายย่อย และโครงการระบบบัญชีฟาร์มที่เชื่อมโยงกับโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตโคนมของเกษตรกรรายย่อย ดังนั้นการศึกษานี้จะศึกษาถึงคุณค่าของการมีโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตโคนมของเกษตรกรรายย่อย ด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis : DEA) บนพื้นฐานโครงการระบบบัญชีฟาร์มที่เชื่อมโยงกับโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตโคนมของเกษตรกรรายย่อย เพื่อให้ทราบว่าเกษตรกรเข้าร่วมโครงการทั้งสองนั้น จะได้รับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจคุ้มค่าหรือไม่ และมีประสิทธิภาพการผลิตดีขึ้นหรือไม่ นอกจากนี้ยังทำให้ เข้าใจถึงสาเหตุของความล้มเหลวหรือความล้มเหลวที่

เกิดขึ้นในแต่ละช่วงการผลิต เพื่อที่จะนำข้อความรู้นั้นไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขการจัดการฟาร์มโคนมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อทราบแหล่งที่มาของผลิตภาพผลผลิต (productivity growth) ของเกษตรกรที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการ ระบบบัญชีฟาร์มที่เชื่อมโยงกับโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตโคนมของเกษตรกรรายย่อย
- 2) เพื่อทราบความก้าวหน้าของเทคโนโลยี (technology progress) ของเกษตรกรที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการ
- 3) เพื่อทราบการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) ของเกษตรกรที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อให้เกษตรกรใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของตนเองได้ นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อสหกรณ์ เพื่อกำหนดนโยบาย วางแผนการเลี้ยงโคนมในระยะสั้นและระยะยาว เป็นต้น

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นพรมแดนการผลิต

กระบวนการผลิตใด ๆ ก็ตาม ความเจริญเติบโตของผลิตภาพผลผลิต (productivity growth หรือ output growth) จะเกิดขึ้นได้โดยมีแหล่งที่มาจากปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการ คือ ความเจริญเติบโตของผลิตภาพผลผลิตที่เกิดจากการขยายตัวหรือการเพิ่มปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต (input growth) ให้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการขยายตัวของผลผลิตเคลื่อนที่ (movements) ไปตามเส้นฟังก์ชันการผลิต (production function) เส้นเดิม หรือความเจริญเติบโตของผลิตภาพผลผลิตที่เกิดจากความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นของผลิตภาพผลผลิตโดยการเคลื่อนย้าย (shift) ของเส้นฟังก์ชันการผลิตไปสู่เส้นที่สูงขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของผลผลิตดังกล่าวไม่จำเป็นจะต้องเพิ่มหรือขยาย

ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตใด ๆ ให้มากขึ้นเลย และจากหลักการพื้นฐานดังกล่าว Charnes และคณะ (1978) จึงกำหนดแนวทางการวัดค่าความสามารถในการผลิตไว้ในลักษณะค่าสัดส่วน โดยจุดที่ทำการผลิตที่มีประสิทธิภาพ (production point) ต้องอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต (production frontier) และบนเส้นพรมแดนการผลิตนี้ มีค่าความสามารถในการผลิตที่อยู่ในรูปสัดส่วน ซึ่งเท่ากับ 1 หรือเสมือนว่ามีค่าประสิทธิภาพการผลิตเต็ม 100 % ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น และค่าสัดส่วนดังกล่าวคือสัดส่วนของระยะห่างระหว่างจุดที่ทำการผลิตผลผลิตได้จริงกับจุด Origin กับระยะห่างระหว่างจุดที่ทำการผลิตผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือระดับผลผลิตที่ได้จากการผลิตบนเส้นพรมแดนการผลิตกับจุด Origin โดยแนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิตทางอ้อม ในรูปแบบ Non-parametric Frontier ดังกล่าว Coelli (1996) ได้นำมาประยุกต์ใช้กับ Linear Programming (LP) เพื่อนำมาลากเส้นห่อหุ้ม ด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (DEA) ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นที่ลากผ่านจุดดุลยภาพในการผลิต ระหว่างการใช้ปัจจัยการผลิตและปริมาณผลผลิตของหน่วยผลิต (Decision Making Unit : DMU) ซึ่งทุก ๆ จุดที่ DMU อยู่บนเส้นห่อหุ้มจะแสดงถึงการมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ ที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการ กลุ่มละ 24 ราย ใช้ข้อมูลในช่วง 6 ปี ตั้งแต่ปี 2539-2544 แบ่งเป็นข้อมูลก่อนมีโครงการ ระยะเวลา 3 ปี และข้อมูลขณะดำเนินโครงการอีก 3 ปี แล้วนำมาวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของผลิตภาพผลผลิต ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีการผลิต และการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพการผลิต ด้วยกระบวนการหาผลิตภาพผลผลิตแบบ Malmquist Index ภายใต้วิธีการวิเคราะห์ที่เรียกว่าการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis : DEA)

ข้อมูลและชนิดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) และข้อมูล ทุติยภูมิ (secondary data) ตั้งแต่ปี 2539-2544 รวมระยะเวลา 6 ปี โดยกำหนดให้ข้อมูลปัจจัยการผลิต ประกอบด้วย อาหารหยาบ อาหารข้น จำนวนแม่โครีดนม แรงงานจ้าง แรงงานครัวเรือน ค่าเวชภัณฑ์ และค่าบริการ ข้อมูลผลผลิต ประกอบด้วย ปริมาณน้ำนมดิบ และปริมาณการจำหน่ายมูลโค

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (descriptive analysis)

วิเคราะห์เชิงพรรณนา (descriptive analysis) เพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับการดำเนินงานทางด้านการผลิต และสภาพเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรในแต่ละฟาร์ม โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรมาอธิบายในเชิงคุณภาพ มีตัวเลขแสดงประกอบคำอธิบาย เช่น ค่าเฉลี่ย (arithmetic Mean) ค่าร้อยละ (percentage)

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis)

การศึกษาค้างนี้ ต้องการเปรียบเทียบแหล่งที่มาของการเจริญเติบโตของผลิตภาพผลผลิต (productivity growth) ที่เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (technology progress) ปรับข้อมูลที่ได้รับให้อยู่ในรูปแบบรายช่วง (panel data) ทุก ๆ รอบ 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2539 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2544 ประยุกต์ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า “DEA Excel Solver.xla”

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาค้างนี้ได้ทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis) โดยใช้แนวคิดการวัดประสิทธิภาพการผลิตทางอ้อม ในรูปแบบ non-parametric Frontier ด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (DEA) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้กระบวนการ Malmquist Index ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า “DEA Excel Solver.xla”

ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวิจัยที่พัฒนาขึ้นโดย Zhu (2003) มีจุดเด่นที่สามารถใช้คำนวณตัวแปรปัจจัยการผลิตและผลผลิตที่มีหน่วยวัดแบบใดก็ได้ในสมการหนึ่ง ๆ หรือมีความหลากหลายของการใช้หน่วยวัดในหนึ่งสมการ เพื่อหาแหล่งที่มาของผลิตภาพผลผลิต (productivity growth) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (technology progress) ของแต่ละฟาร์ม

การวิเคราะห์เส้นห่อหุ้มนั้น (DEA) เริ่มจากนำข้อมูลจำนวนปัจจัยการผลิตและผลผลิตของแต่ละหน่วยการผลิต (DMU) ที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมดมาสร้างเส้นพรมแดนการผลิต (production frontier หรือ efficiency frontier) การเชื่อมโยงกันของหน่วยการผลิตต่าง ๆ เป็นแบบเส้นตรง (linear combination) ที่เชื่อมต่อกันเป็นเส้นพรมแดนการผลิต และหน่วยการผลิตใดมีตำแหน่งตั้งอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต จะถูกประเมินโดย DEA Excel Solver.xla ว่ามีประสิทธิภาพ 100 % จากการใช้ปัจจัยการผลิตในจำนวนที่มีอยู่เพื่อผลิตผลผลิตที่มีอยู่หรือกำลังผลิตอยู่ แต่ในทางตรงกันข้ามหน่วยการผลิตใดไม่ตั้งอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิตก็จะถูก DEA Excel Solver.xla ประเมินว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่า 100 % แต่ในความเป็นจริงแล้ว มีโอกาสน้อยมากที่หน่วยการผลิตใดจะมีตำแหน่งตั้งอยู่บนเส้นพรมแดนการผลิต ทำให้ DEA Excel Solver.xla ประเมินหน่วยการผลิตที่เชื่อมต่อกันเป็นเส้นตรงและอยู่ใกล้เส้นพรมแดนการผลิต (เรียกอีกอย่างว่า เส้นค่าสังเกตของเส้นพรมแดนการผลิต หรือ empirical frontier) เป็นกลุ่มอ้างอิง (peer group) เสมือนว่าเป็นกลุ่มหน่วยการผลิตที่มีประสิทธิภาพการผลิตดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ หน่วยการผลิตอื่น ๆ ที่เหลือ โดยค่าประสิทธิภาพการผลิตของแต่ละหน่วยการผลิต มีค่าเท่ากับจำนวนผลผลิตสูงสุดที่ควรจะมีผลิตได้หารด้วยจำนวนผลผลิตที่ผลิตได้จริง หรือมีค่าเท่ากับจำนวนปัจจัยการผลิตต่ำสุดที่ควรใช้หารด้วยจำนวนปัจจัยการผลิตที่ใช้จริงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

แบบจำลองเชิงประจักษ์ (empirical model)

จากแบบจำลองทางทฤษฎีที่ได้กล่าวแล้วตามแนวคิดของ Coelli (1996) โดยนำความคิดนี้มาประยุกต์

ใช้ให้เหมาะสมกับฟาร์มโคนมที่อยู่ในโครงการและนอกโครงการ โดยกำหนดให้ตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาเป็นไปตามเงื่อนไขของ Linear Programming เพื่อให้การวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (DEA) ตรงตาม

วัตถุประสงค์ของการศึกษา และคำนวณหาขนาดประสิทธิภาพการผลิต (scale efficiency) ของฟาร์มโคนมแต่ละฟาร์มได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างแบบจำลองเชิงประจักษ์ที่แสดงไว้นี้เป็นการคำนวณหาประสิทธิภาพผลผลิตในรอบหนึ่งปี

Technical Efficiency of farm j_0

Minimize E_{j_0}

Subject to

$$\begin{aligned}
 y_{11} w_1 + y_{12} w_2 + y_{13} w_3 + \dots + y_{1N} w_N - y_{1j_0} &\geq 0 \\
 y_{21} w_1 + y_{22} w_2 + y_{23} w_3 + \dots + y_{2N} w_N - y_{2j_0} &\geq 0 \\
 x_{11} w_1 + x_{12} w_2 + x_{13} w_3 + \dots + x_{1N} w_N - E_{j_0} x_{1j_0} &\leq 0 \\
 x_{21} w_1 + x_{22} w_2 + x_{23} w_3 + \dots + x_{2N} w_N - E_{j_0} x_{2j_0} &\leq 0 \\
 x_{31} w_1 + x_{32} w_2 + x_{33} w_3 + \dots + x_{3N} w_N - E_{j_0} x_{3j_0} &\leq 0 \\
 x_{41} w_1 + x_{42} w_2 + x_{43} w_3 + \dots + x_{4N} w_N - E_{j_0} x_{4j_0} &\leq 0 \\
 x_{51} w_1 + x_{52} w_2 + x_{53} w_3 + \dots + x_{5N} w_N - E_{j_0} x_{5j_0} &\leq 0 \\
 x_{61} w_1 + x_{62} w_2 + x_{63} w_3 + \dots + x_{6N} w_N - E_{j_0} x_{6j_0} &\leq 0 \\
 x_{71} w_1 + x_{72} w_2 + x_{73} w_3 + \dots + x_{7N} w_N - E_{j_0} x_{7j_0} &\leq 0 \\
 w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_N &= 1 \\
 w_j &\geq 0
 \end{aligned}$$

โดยกำหนดให้

N = ฟาร์มตัวอย่างจำนวน 48 ฟาร์ม

E_{j_0} = ค่าชี้วัดประสิทธิภาพของแต่ละฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ

w_j = สัดส่วนของปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดที่ลดลงกับผลผลิตแต่ละชนิดที่เพิ่มขึ้นของแต่ละฟาร์ม

Y_{in} = ผลผลิตชนิดที่ i ของฟาร์มที่ n ($i = 1, 2$) โดยที่ 1 = นำนมดิบ, 2 = มูลโค

- เช่น Y_{11} คือ ผลผลิตชนิดที่ 1 (น้ำมันดิบ) ของฟาร์มที่ 1
 Y_{21} คือ ผลผลิตชนิดที่ 2 (มูลโค) ของฟาร์มที่ 1
 Y_{ij0} = ผลผลิตชนิดที่ i ที่ได้จากฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ เช่น
 Y_{1j0} = น้ำมันดิบที่ได้จากฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ
 Y_{2j0} = มูลโคที่ได้จากฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ
 X_{kn} = ปัจจัยการผลิตชนิดที่ k ของฟาร์มที่ n ($k = 1, \dots, 7$) โดยที่ 1 = อาหารชั้น , 2 = อาหารหยาบ,
 3 = จำนวนแม่โครีดนม , 4 = แรงงานคร้วเรือน , 5 = แรงงานจ้าง , 6 = การบริการ , 7 =
 เวชภัณฑ์ เช่น
 X_{11} คือ ปริมาณอาหารชั้นที่ใช้ของฟาร์มที่ 1
 X_{21} คือ ปริมาณอาหารหยาบที่ใช้ของฟาร์มที่ 1
 X_{31} คือ จำนวนแม่โครีดนมที่ใช้ของฟาร์มที่ 1
 X_{41} คือ ค่าแรงงานคร้วเรือนที่ใช้ของฟาร์มที่ 1
 X_{51} คือ ค่าแรงงานจ้างที่ใช้ของฟาร์มที่ 1
 X_{61} คือ ค่าบริการที่ใช้ของฟาร์มที่ 1
 X_{71} คือ ค่าเวชภัณฑ์ที่ใช้ของฟาร์มที่ 1
 X_{kj0} = ปัจจัยการผลิตชนิดที่ k ที่ใช้ในฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ เช่น
 X_{1j0} คือ ปริมาณอาหารชั้นที่ใช้ในฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ
 X_{2j0} คือ ปริมาณอาหารหยาบที่ใช้ในฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ
 X_{3j0} คือ จำนวนแม่โครีดนมชั้นที่ใช้ในฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ
 X_{4j0} คือ แรงงานคร้วเรือนที่ใช้ในฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ
 X_{5j0} คือ แรงงานจ้างที่ใช้ในฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ
 X_{6j0} คือ ค่าบริการที่ใช้ในฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ
 X_{7j0} คือ ค่าเวชภัณฑ์ที่ใช้ในฟาร์มที่ต้องการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้เป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้ กล่าวคือ หลังจากมีโครงการแล้ว

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการมีผลิตภาพผลผลิต (productivity growth) สูงกว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (technology progress) มากกว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) ดีกว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ

ดังนั้น สหกรณ์การเกษตรไทยปรการ จำกัด ควรตัดสินใจจัดให้มีโครงการระบบบัญชีฟาร์มที่เชื่อมโยงกับโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตโคนมของเกษตรกรรายย่อย และต้องใช้เวลาดำเนินงานของโครงการนี้ในระยะปานกลางและระยะยาว เพื่อความต่อเนื่องของการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต จึงจะได้ผลสำเร็จจากโครงการเป็นรูปธรรมชัดเจนมากขึ้นกว่าเดิม โดยมีรายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาพอสรุปได้ดังนี้

พิจารณาจากช่วงปี พ.ศ.2539-2541 ก่อนมีโครงการฯ พบว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการ มีผลิตภาพผลผลิตโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 0.976 เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ด้วยการพัฒนาด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 0.984 และมีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (technology progress) โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 0.977 กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ มีผลิตภาพผลผลิตโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 0.991 เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ด้วยการพัฒนาด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.000 และมีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (technology progress) โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 0.991

เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงปี พ.ศ.2542-2544 หลังมีโครงการฯ พบว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการ มีผลิตภาพผลผลิตโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.003 เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ด้วยการพัฒนาด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.002 และมีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (technology progress) โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.002 กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ มีผลิตภาพผลผลิตโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 0.974 เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ด้วยการพัฒนาด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1.001 และมีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (technology progress) โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 0.973

สำหรับแหล่งที่มาของผลิตภาพผลผลิต (productivity growth) ของเกษตรกรทั้งสองกลุ่ม ที่เป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ด้วยการพัฒนาด้านประสิทธิภาพการผลิต (efficiency change) และความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (technology progress) สามารถสรุปการศึกษาเป็นรายช่วงได้ดังนี้

ในช่วง 6 เดือนแรก (มกราคม-มิถุนายน) เปรียบเทียบกับ ช่วง 6 เดือนหลัง (กรกฎาคม-ธันวาคม) ของปี พ.ศ. 2539

พบว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการ จะมีผลิตภาพผลผลิตน้อยกว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ และมีการเพิ่มขึ้นความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ด้วย การพัฒนาด้านประสิทธิภาพการผลิตโดยเฉลี่ย (efficiency change) มากกว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ แต่ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (technology progress) น้อยกว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ

ในช่วง 6 เดือนหลัง (กรกฎาคม-ธันวาคม) ของปี พ.ศ. 2539 เปรียบเทียบกับ ช่วง 6 เดือนแรก (มกราคม-มิถุนายน) ของปี พ.ศ. 2540

growth) ด้วย การพัฒนาด้านประสิทธิภาพการผลิตโดยเฉลี่ย (efficiency change) น้อยกว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ แต่ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (technology progress) มากกว่ากลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ

ในช่วง 6 เดือนแรก (มกราคม-มิถุนายน) เปรียบเทียบกับ ช่วง 6 เดือนหลัง (กรกฎาคม-ธันวาคม) ของปี พ.ศ. 2543

พบว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการ จะมีผลิตภาพผลผลิต น้อยกว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ และมีการเพิ่มขึ้นความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ด้วยการพัฒนาด้านประสิทธิภาพการผลิตโดยเฉลี่ย (efficiency change) เท่ากันกับ กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ แต่ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (technology progress) น้อยกว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ

ในช่วง 6 เดือนหลัง (กรกฎาคม-ธันวาคม) ของปี พ.ศ. 2543 เปรียบเทียบกับ ช่วง 6 เดือนแรก (มกราคม-มิถุนายน) ของปี พ.ศ. 2544

พบว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการจะมีผลิตภาพผลผลิต มากกว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ และมีการเพิ่มขึ้นความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP growth) ด้วย การพัฒนาด้านประสิทธิภาพการผลิตโดยเฉลี่ย (efficiency change) น้อยกว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ แต่ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (technology progress) มากกว่ากลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ

ในช่วง 6 เดือนแรก (มกราคม-มิถุนายน) เปรียบเทียบกับ ช่วง 6 เดือนหลัง (กรกฎาคม-ธันวาคม) ของปี พ.ศ. 2544

พบว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่เข้าร่วมโครงการจะมีผลิตภาพผลผลิตมากกว่า กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ และมีการเพิ่มขึ้นความเจริญเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิต โดยเฉลี่ย (efficiency change) น้อยกว่า กลุ่มเกษตรกร

ผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ และความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี (technology progress) มากกว่ากลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ไม่เข้าร่วมโครงการ

จากข้อมูลข้างต้นเห็นได้ว่ามีความคุ้มค่าเกิดขึ้นเมื่อมีโครงการระบบบัญชีฟาร์มที่เชื่อมโยงกับโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตโคนมของเกษตรกรรายย่อย ดังนั้นสหกรณ์การเกษตรไชยปราการ จำกัด ควรจัดให้มีโครงการลักษณะเช่นนี้อีก และควรพัฒนาคน ระบบการจัดการดำเนินงานของสหกรณ์เองให้มีความพร้อมและทันสมัย เพื่อสร้างความก้าวหน้าให้กับองค์กรยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ปัจจัยสำคัญที่เกื้อหนุนให้เกิดการใช้เวชภัณฑ์และการบริการมากขึ้นนั้น เป็นผลจากจำนวนโคนมที่เพิ่มขึ้น และจากการพัฒนาด้านประสิทธิภาพการผลิต ร่วมกับการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในระบบการผลิต เพื่อป้องกันและดูแลรักษาโคนมภายใต้การดำเนินงานของโปรแกรมดูแลสุขภาพฯ ดังนั้นจึงควรเสริมสร้างความสามารถในการผลิตต่อหน่วยปัจจัยการผลิตหรือสร้างผลิตภาพผลผลิต (productivity growth) เพื่อให้เกิดเสถียรภาพทางเศรษฐกิจและสังคม บนพื้นฐานของการมีคุณภาพชีวิตที่ดีได้อย่างยั่งยืน โดยการขยายการดำเนินงานในลักษณะเดียวกับโปรแกรมดูแลสุขภาพฯ ให้ทั่วถึงแหล่งผลิตน่านมดิบอื่น ๆ ด้วย

แนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่พอจะทำได้นั้น สหกรณ์หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรชี้แจงหรือหาผู้รู้มาชี้แจงให้สมาชิกเกษตรกรได้ทราบถึงข้อดีและข้อเสียจากการมีฝูงโคทดแทนมาก โดยเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตที่แท้จริงระหว่างการผลิตมีฝูงโคทดแทนมากกับการคัดโคทดแทนคุณภาพดีจริงไว้ และแสดงถึงประโยชน์ที่จะได้รับในระยะสั้นและระยะยาวจากการนำหลักวิชาการดังกล่าวมาใช้ ควบคู่ไปกับการสร้างมาตรฐานของการจัดเก็บข้อมูลการจัดการฟาร์มโคนม ภายใต้กระบวนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบไว้เป็นการเฉพาะให้กับสหกรณ์ เพื่อนำผลวิเคราะห์ที่ได้ไปชี้แจงให้เกษตรกรรับทราบถึงกระบวนการผลิตที่เป็นอยู่นั้น มีข้อบกพร่องประการใด จะปรับปรุงแก้ไขอย่างไรได้บ้าง

กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการจัดได้ว่ามีความสามารถทางการผลิตมากกว่า สังเกตจากขนาดการผลิต (SE) ซึ่งส่วนใหญ่มีขนาดการผลิตในช่วงผลได้ต่อขนาดคงที่ (CRS) หลังจากมีโครงการ หรือพิจารณาจากค่าผลิตภาพผลผลิตเฉลี่ย เพิ่มขึ้น ในปีถัดมา แต่กลุ่มที่ไม่เข้าร่วมโครงการมีค่าผลิตภาพผลผลิตเฉลี่ย เพิ่มขึ้น แต่ถือได้ว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทั้งสองกลุ่ม มีความสามารถในการผลิตบนฐานของความจำกัดทางทรัพยากร ด้วยเหตุนี้ ควรเพิ่มองค์ความรู้ใหม่แก่เกษตรกรเกี่ยวกับการปฏิบัติงานแบบเชิงรุก จะเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่ก่อให้เกิดประโยชน์ สามารถสร้างผลิตภาพผลผลิตและลดข้อจำกัดของการฝึกอบรมได้ เพราะการปฏิบัติงานแบบเชิงรุกสร้างความใกล้ชิดและเป็นกันเองระหว่างกันได้มากกว่าการฝึกอบรม ทำให้ได้ถ่ายทอดความรู้ระหว่างกัน และมีโอกาสได้รับข้อมูลเชิงลึกเกือบทุกด้านของการเลี้ยงโคนมแต่ละฟาร์ม

เอกสารอ้างอิง

- พิชิต ธานี และคณะ. 2543. “โครงการระบบบัญชีฟาร์มที่เชื่อมโยงกับโปรแกรมดูแลสุขภาพและผลผลิตโคนมของเกษตรกรรายย่อย”. เชียงใหม่. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เบญจพรณ เอกะสิงห์ และคณะ. 2540. ประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในภาคเศรษฐกิจ สังคม และระบบการผลิตของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในภาคเหนือ. เชียงใหม่. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปศุสัตว์อำเภอไชยปราการ, สำนักงาน. 2544. ข้อมูลสถิติจำนวนโคนมในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ.2543-44. เชียงใหม่ : สำนักงานปศุสัตว์อำเภอไชยปราการ.
- เศรษฐกิจการเกษตร, สำนักงาน. 2544. รายงานการตลาดการเกษตร ประจำเดือน พฤศจิกายน 2544. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [ระบบออนไลน์]. <http://www.oae.go.th/about/makt/agri/index.html> [2544, ธันวาคม 2].
- เศรษฐกิจการเกษตร, สำนักงาน. 2544. รายงานการศึกษาเชิงนโยบายเรื่องการพัฒนาเกษตรไทยปี 2000. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [ระบบออนไลน์]. <http://www.oae.go.th/about/policydev2000/index.html> [2544, มิถุนายน 15].
- Banker, R.D., Charnes, A., and Cooper, W. 1994. “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis”. *Management Science*. 30 (September) : 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W., and Rhodes, E. 1978. “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”. *European Journal of Operation Research*. 2 (February) : 429-444.
- Coelli, Tim J. 1996. “A guide to DEAP Version 2.1: A data envelopment analysis (computer) Program”. CEPA Working Paper 96/08, Centre for Efficiency and Productivity Analysis: University of New England.
- Coelli, Tim J., Prasada Rao and George E. Battese. 2001. “An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis”. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Zhu, J. 2003. “Quantitative Model for Performance Evaluation and Benchmarking : Data Envelopment Analysis with Spreadsheet and DEA Excel Solver”. Boston: Kluwer Academic Publishers.

การวิเคราะห์เชิงประจักษ์เกี่ยวกับพฤติกรรมและการประเมิน ผลการดำเนินงานของอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งในจังหวัด ลำพูนและเชียงใหม่ โดยใช้ บาลานซ์ สคอร์การ์ด

An Empirical Analysis of the Practices and Performance Evaluations of Dried Longan Industry in Lamphun and Chiang Mai Provinces Using the Balanced Scorecard

ณัฐศรินทร์ หอเจริญ^{1/} วินัส ฤชาชัย^{2/} และ พิชิต ธาณี^{1/}
Nutsarin Hocharoen^{1/}, Venus Rauechai^{2/} and Pichit Thane^{1/}

Abstract: The balanced scorecard is a management system (not only a measurement system) that enables organizations to clarify their vision and strategy and translate them into action for response to the organization targets in 4 perspectives – financial perspective, customers perspective, Internal-business-process perspective and growth and learning perspective.

The performance evaluation of dried longan industry practitioners by using Balance Scorecard shows the overall performance of the practitioners were overlooked for using in planning for performance shows the indicators that practitioners overlooked for using in planning for performance which cannot arrange in the 1-10 of the BSC ordering because its less percentages of importance and used to practices that the indicators the number of permanent customer is 45.27 % and 43.23 %, customer satisfaction levels is 45.27 % and 41.93 %, market share is 43.97 % and 41.93 %, working environment is 43.23% and 39.15 %, technology in production is 43.97 % and 37.29 % and workers' skill is 43.97 % and 38.22 %. These indicators were actually the main keys to the organization's profit growth in case if the practitioners give more

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

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

^{2/} คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{2/} Faculty of Economic, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

importance and use them more practically, they could create most profits to practitioners. When analyze into 3 dimensions (the areas for the business, the type of the ovens used and business size), the practitioners employed the indicators to plan for the performance in similarly level of importance and use. The analysis of the relationship between financial and non-financial performance by using multiple regression methods shows the positive relationship between financial and customer perspective. Another finding reveals the negative relationship between the perspectives of learning and growth, the internal-business-process, and community and society.

The suggestion for help the practitioners to manage perspective balance in theirs business that they should give more importance and use the indicators of customer perspective and learning and growth perspective more practically. For the practitioners who need more returns, capacity of productivity and return on assets is that they should reduce some production cost and manage less time consumed in production.

Keywords: balanced scorecard, dried longan Industry

บทคัดย่อ : บาลานซ์ สคอร์การ์ด เป็นระบบการจัดการ ที่ไม่เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้วัดการดำเนินงานเท่านั้น แต่ยังเป็นระบบการแปลงวิสัยทัศน์และกลยุทธ์ขององค์กรให้สามารถนำไปใช้ในการดำเนินงานขององค์กร เพื่อให้ตอบสนองต่อเป้าหมายของการบริหารองค์กรใน 4 ด้าน ได้แก่ด้านการเงิน ด้านลูกค้า ด้านกระบวนการภายในธุรกิจ และด้านการเรียนรู้และการเติบโตขององค์กร

การประเมินผลการดำเนินงานของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งโดยใช้บาลานซ์ สคอร์การ์ด พบว่าในภาพรวมตัวชี้วัดที่ผู้ประกอบการให้ความสำคัญและละเลยในการนำไปใช้วางแผนการดำเนินงาน ซึ่งไม่สามารถจัดเรียงอยู่ในลำดับ BSC ตั้งแต่ 1- 10 ลำดับได้ เพราะมีเปอร์เซ็นต์การให้ความสำคัญและการนำไปใช้น้อย ได้แก่ตัวชี้วัดดังต่อไปนี้ ตัวชี้วัดด้านจำนวนลูกค้าประจำซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ของการให้ความสำคัญและนำไปใช้ 45.27 % และ 43.23 % ตัวชี้วัดด้านระดับความพึงพอใจของลูกค้า คือ 45.27 % และ 41.93 % ตัวชี้วัดด้านส่วนแบ่งตลาด คือ 43.97 % และ 41.93 % ตัวชี้วัดด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน คือ 43.23 % และ 39.15 % ตัวชี้วัดด้านประสิทธิภาพในการผลิตของพนักงาน คือ 47.87 % และ 40.82 % เทคโนโลยีการผลิต คือ 43.97 % และ 37.29 % และทักษะของพนักงาน คือ 43.97 % และ 38.22 % หากเพิ่มความสำคัญและนำไปใช้ตัวชี้วัดเหล่านี้ไปใช้ จะช่วยให้ได้รับกำไรสูงสุด และเมื่อวิเคราะห์ในแต่ละมิติ (มิติทางด้านพื้นที่ มิติทางด้านลักษณะเตาอบ และมิติทางด้านขนาดของธุรกิจ) พบว่าจะขาดการให้ความสำคัญและละเลยการนำตัวชี้วัดไปใช้ในการวางแผนการดำเนินงานคล้ายคลึงกัน

ในการวิเคราะห์ลักษณะความสัมพันธ์ของมุมมองทางด้านการเงิน และไม่ใช่การเงิน โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Multiple Regression พบว่า มุมมองทางด้านการเงินมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับด้านลูกค้า ด้านการเรียนรู้ และการเจริญเติบโต และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับด้านกระบวนการธุรกิจภายใน และด้านชุมชนและสังคม

ข้อเสนอแนะต่อผู้ประกอบการเพื่อให้การบริหารงานขององค์กรมีความสมดุลกันทั้ง 5 ด้าน ควรเพิ่มความสำคัญและนำตัวชี้วัดในมุมมองทางด้านลูกค้า และทางด้านกระบวนการธุรกิจภายในให้มากขึ้น สำหรับผู้ประกอบการที่ต้องการให้รายได้ขององค์กรเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น และมีอัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์เพิ่มขึ้น ควรจะลดต้นทุนในการผลิต และปรับปรุงระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตให้น้อยลง

คำสำคัญ : บาลานซ์ สคอร์การ์ด อุตสาหกรรมลำไยอบแห้ง

คำนำ

จากการศึกษาเกี่ยวกับระบบการจัดการในอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งที่ผ่านมา พบว่าปัญหาที่สำคัญในการดำเนินงานคือระบบการจัดการข้อมูลภายในของอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งนั้นยังไม่มีดีนัก โดยเฉพาะการเก็บข้อมูลในแต่ละปี เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางด้านการเงินหรือ ทางด้านการบริหารจัดการองค์กร ซึ่งทั้งสองมุมมองนี้มีความสำคัญ ซึ่งใช้ในการประเมินและวางแผนการดำเนินงานขององค์กร ในอนาคต ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะนำแนวคิดแบบ บาลานซ์ สคอร์การ์ด มาใช้ประเมินผลการดำเนินงาน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการดำเนินงานของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมนี้ซึ่งมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ อีกอุตสาหกรรมหนึ่ง

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งในจังหวัดลำพูนและจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้วิธีบาลานซ์ สคอร์การ์ด (Balanced Scorecard: BSC)
- 2) เพื่อทราบถึงลักษณะความสัมพันธ์ของมุมมองทางการเงินและมุมมองที่ไม่ใช่การเงิน ซึ่งประกอบด้วย มุมมองทางด้านลูกค้า มุมมองทางด้านกระบวนการธุรกิจภายในองค์กร มุมมองทางการเรียนรู้และการเติบโต และมุมมองทางด้านชุมชนและสังคม ของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งในจังหวัดลำพูนและจังหวัดเชียงใหม่

ประโยชน์

- 1) ผู้ประกอบการได้ทราบผลการดำเนินงานโดยรวมในอุตสาหกรรม และนำไปปรับปรุงการดำเนินการบริหารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กร
- 2) เป็นการพัฒนาองค์ความรู้ในการประเมินผลการดำเนินงานขององค์กร ทางด้านสาขา บาลานซ์ สคอร์การ์ด ให้ได้รับการรู้จักมากขึ้น

แนวคิดและทฤษฎีของการประเมินผลการดำเนินงานขององค์กรแบบบาลานซ์ สคอร์การ์ด

การประเมินผลการดำเนินงานขององค์กรโดยใช้ บาลานซ์ สคอร์การ์ด เป็นระบบวัดการดำเนินงานที่แตกต่างจากการประเมินผลอื่นๆ เนื่องจากว่า ในการวัดแบบนี้ จะทำการวัดการดำเนินงานทั้งที่เป็นตัวเงินและไม่เป็นตัวเงิน ซึ่ง สามารถแบ่งออกเป็น 4 มุมมอง ได้แก่ มุมมองทางการเงิน (financial perspective) มุมมองทางด้านลูกค้า (customer perspective) มุมมองทางด้านกระบวนการธุรกิจภายในองค์กร (Internal-business-process perspective) และมุมมองทางการเรียนรู้และการเจริญเติบโต (learning and growth perspective) (Kaplan and Norton, 1992)

สำหรับมุมมองทั้ง 4 มุมมองนั้นจะมีตัวชี้วัดแบบไหน ขึ้นอยู่กับการกำหนดวัตถุประสงค์ในแต่ละมุมมอง โดยจะต้องพิจารณาว่าภายใต้วัตถุประสงค์ในด้านต่าง ๆ อะไรคือตัวชี้วัดที่จะทำให้ทราบได้ว่าสามารถบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ (อัจฉรา, 2545; พสุ, 2545)

ระเบียบวิธีการวิจัย

ขอบเขตการศึกษา

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือผู้ประกอบการของอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งในพื้นที่จังหวัดลำพูนและเชียงใหม่ ที่ได้ทำการผลิตลำไยอบแห้งในช่วงฤดูกาลลำไยในปี พ.ศ. 2546

การวิเคราะห์ข้อมูล

จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินผลการดำเนินงานของผู้ประกอบการ จะทำการเก็บข้อมูลโดยการออกแบบสอบถาม การให้ความสำคัญและการนำตัวชี้วัดที่กำหนดไปใช้ในการวางแผนการดำเนินงานขององค์กร โดยจะแบ่งออกเป็นการวิเคราะห์ เชิงพรรณนา และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

1) การวิเคราะห์เชิงพรรณนา

จะแสดงถึงลักษณะทั่วไปของอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งในจังหวัดลำพูนและจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งข้อมูลที่ได้มาจากการสอบถามผู้ประกอบการเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงานทั่วไป

2) การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

ซึ่งเป็นคะแนน ให้ตัวชี้วัดที่มีคะแนนมากที่สุดได้ลำดับที่ 1 และ ตัวชี้วัดที่มีคะแนนน้อยที่สุดอยู่ลำดับที่ 10 สำหรับลำดับที่ 1 ถึง 5 นั้น จะเป็นตัวชี้วัดที่ผู้ประกอบการได้สนใจและให้ความสำคัญเป็นอย่างมากในการนำตัวชี้วัดนั้น ๆ ไปใช้ และลำดับที่ 6 ถึง 10 จะเป็นตัวชี้วัดที่ผู้ประกอบการสนใจและนำตัวชี้วัดดังกล่าวไปใช้น้อยแต่สำหรับ ตัวชี้วัดที่ไม่มีคะแนนอยู่ในระหว่าง ลำดับที่ 1 ถึง 10 นั้นแสดงว่าผู้ประกอบการไม่ได้ให้ความสำคัญและใช้ตัวชี้วัดนั้นในการวางแผนการดำเนินการขององค์กรเลย (McWhorter, 2000)

ตัวชี้วัดที่ใช้สำหรับประเมินผลการดำเนินงานขององค์กรในมุมมองต่าง ๆ (อัจนรา, 2545; พสุ, 2545) มีดังนี้

การวิเคราะห์มุมมองทางการเงิน (Financial Perspective)

ผู้ประกอบการได้ให้ความสำคัญและการนำกลยุทธ์ทางการเงินไปใช้ในการดำเนินงานขององค์กรเพียงใด และอาจมีการกำหนดตัวชี้วัดในมุมมองนี้ เช่น กำหนดอัตราเพิ่มขึ้นของรายได้ การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต หรือการเพิ่มอัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์นั้น เป็นต้น

การวิเคราะห์มุมมองทางด้านลูกค้า (customer perspective)

สำหรับการพิจารณาตัวชี้วัดในมุมมองทางด้าน

ลูกค้า นั้น อาจกำหนดตัวชี้วัดเพื่อประเมินผลการดำเนินงานขององค์กร เช่น จำนวนลูกค้าใหม่ การรักษาลูกค้าเดิม ไว้ระดับความพึงพอใจของลูกค้า และส่วนแบ่งตลาด

การวิเคราะห์มุมมองทางด้านการกระบวนการธุรกิจภายในองค์กร (Internal-business-process perspective)

สำหรับตัวชี้วัดทางด้านกระบวนการธุรกิจภายในองค์กรนั้น อาจกำหนดตัวชี้วัดเช่น คุณภาพของสินค้า ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต ต้นทุนในการผลิตสินค้า การขนส่งสินค้า และการวิจัยและการพัฒนาสินค้า เป็นต้น

การวิเคราะห์มุมมองทางด้านการเรียนรู้และการเจริญเติบโต (learning and growth perspective)

สำหรับมุมมองนี้ องค์กรอาจจะกำหนดวัตถุประสงค์ เช่น การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานให้ดีขึ้นเพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติงาน หรือพนักงานมีประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น หรือมีการ ปรับปรุงเทคโนโลยีในการผลิตเพื่อเพิ่มจำนวนผลผลิต หรือเพิ่มทักษะให้แก่พนักงาน เป็นต้น

การวิเคราะห์มุมมองทางด้านชุมชนและสังคม

ในการวิเคราะห์มุมมองทางด้านชุมชนและสังคมนี้ เป็นมุมมองอีกมุมมองหนึ่งที่ผู้ประกอบการควรคำนึงถึง และให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง วัตถุประสงค์ที่องค์กรกำหนดในการประเมินผลการดำเนินงาน อาจคำนึงถึงว่าองค์กรได้มีส่วนร่วมในชุมชนมากน้อยเพียงใด โดยวิธีในการประเมินตัวชี้วัด ของมุมมองนี้

สำหรับการทดสอบลักษณะความสัมพันธ์ของมุมมองทางการเงิน และมุมมองที่ไม่ใช้การเงินโดยใช้ Multiple Regression จะมีสมการพื้นฐานในการประมาณลักษณะความสัมพันธ์ ดังต่อไปนี้

$$FP_1 = \beta_0 + \beta_1 CP_1 + \beta_2 CP_2 + \beta_3 CP_3 + \beta_4 CP_4 + \beta_5 IP_1 + \beta_6 IP_2 + \beta_7 IP_3 + \beta_8 IP_4 + \beta_9 IP_5 + \beta_{10} LP_1 + \beta_{11} LP_2 + \beta_{12} LP_3 + \beta_{13} LP_4 + \beta_{14} SC + \mu_1 \quad (1)$$

$$FP_2 = \beta_0 + \beta_1 CP_1 + \beta_2 CP_2 + \beta_3 CP_3 + \beta_4 CP_4 + \beta_5 IP_1 + \beta_6 IP_2 + \beta_7 IP_3 + \beta_8 IP_4 + \beta_9 IP_5 + \beta_{10} LP_1 + \beta_{11} LP_2 + \beta_{12} LP_3 + \beta_{13} LP_4 + \beta_{14} SC + \mu_1 \quad (2)$$

$$FP_3 = \beta_0 + \beta_1 CP_1 + \beta_2 CP_2 + \beta_3 CP_3 + \beta_4 CP_4 + \beta_5 IP_1 + \beta_6 IP_2 + \beta_7 IP_3 + \beta_8 IP_4 + \beta_9 IP_5 + \beta_{10} LP_1 + \beta_{11} LP_2 + \beta_{12} LP_3 + \beta_{13} LP_4 + \beta_{14} SC + \mu_1 \quad (3)$$

โดยที่ FP_1 คือ รายได้ในปัจจุบัน FP_2 คือ ประสิทธิภาพ
ในการผลิต FP_3 คือ อัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์, CP_1
คือ จำนวนลูกค้าใหม่ CP_2 คือ การรักษาลูกค้าเดิมไว้ CP_3
คือระดับความพึงพอใจของลูกค้า CP_4 คือ ส่วนแบ่งตลาด
 IP_1 คือ คุณภาพของสินค้า IP_2 คือระยะเวลาที่ใช้ในการ
ผลิต IP_3 คือ ต้นทุนในการผลิตสินค้า, IP_4 คือ การขนส่งสิน
ค้า IP_5 คือ การวิจัยและการพัฒนาสินค้า, LP_1 คือ สภาพ
แวดล้อมในการทำงาน LP_2 คือ ประสิทธิภาพการผลิตของ
พนักงาน LP_3 คือ เทคโนโลยีการผลิต LP_4 คือ ทักษะของ
พนักงาน SC คือ ความมีส่วนร่วมขององค์กรในชุมชน μ_1
คือ ค่าความคาดเคลื่อน

ผลการศึกษา

จากการศึกษา ภาพรวมในการประเมินผลองค์กร
กรของอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งดังตารางที่ 1 พบว่าผู้
ประกอบการ ได้ให้ความสำคัญ กับต้นทุนในการผลิต ซึ่ง
เป็นตัววัดผลการดำเนินงานขององค์กร เป็นลำดับที่ 1
ลำดับที่ 2 จะเป็นตัววัดผลการดำเนินงานทางการเงิน
นั่นคือ รายได้ในปัจจุบัน ส่วนลำดับที่ 3 คือ ระยะเวลาที่
ใช้ในการผลิต

Table 1 Results of balanced scorecard and important score ordering, and indicators using by different perspectives for overall organization planning.

Indicators		Priority of Importance (BSC)	Priority of Application (BSC)
FP1	Actual Income	70.69, (2)	67.35, (2)
FP2	Production Efficiency	64.75, (4)	63.45, (4)
FP3	Return of Assets	55.84, (6)	53.99, (6)
CP1	New Customers	48.42, (8)	44.34, (9)
CP2	Old Customers	45.27, (-)	43.23, (10)
CP3	Customers Satisfaction	45.27, (-)	41.93, (-)
CP4	Market Share	43.97, (-)	41.93, (-)
IP1	Production Quality	57.14, (5)	57.51, (5)
IP2	Production Time Use	68.27, (3)	65.49, (3)
IP3	Production Cost	72.73, (1)	67.9, (1)
IP4	Transportation Cost	47.87, (9)	46.2, (7)
IP5	Research and Development	47.31, (10)	43.23, (10)
LP1	Work Conditions	43.23, (-)	39.15, (-)
LP2	Employee Production Efficiency	47.87, (9)	40.82, (-)
LP3	Production Technology	43.97, (-)	37.29, (-)
LP4	Skill of labor	43.97, (-)	38.22, (-)
SC	Organization Contribution	52.13, (7)	45.64, (8)

Source: Survey of 77 sample business firms

สำหรับตัวชี้วัดอื่น ๆ ที่ไม่มีลำดับความสำคัญซึ่งหมายความว่าผู้ประกอบการ ยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับตัวชี้วัดนั้น ๆ ในการนำตัวชี้วัดนั้น ๆ ไปเป็นตัววัดผลการดำเนินงานขององค์กร ได้แก่ การรักษาลูกค้าเดิมไว้ ระดับความพึงพอใจของลูกค้า ส่วนแบ่งตลาด สภาพแวดล้อมในการทำงาน เทคโนโลยี และทักษะของพนักงาน

สำหรับการนำตัววัดผลการดำเนินงานขององค์กรไปใช้ในการวางแผนการดำเนินงานนั้น พบว่าผู้ประกอบการได้นำตัวชี้วัดด้านต้นทุนในการผลิต ไปใช้เป็นลำดับที่ 1 ลำดับที่ 2 คือรายได้ในปีปัจจุบันและลำดับที่ 3 คือ ระยะเวลาในการผลิต สำหรับตัวชี้วัดอื่น ๆ ที่ไม่มีลำดับความสำคัญ ได้แก่ ระดับความพึงพอใจของลูกค้า ส่วนแบ่งตลาด สภาพแวดล้อมในการทำงาน ประสิทธิภาพการผลิตของพนักงาน เทคโนโลยีและทักษะของพนักงาน

นอกจากนี้ยัง ทำการศึกษาโดยพิจารณาออกเป็น มิติทางด้านพื้นที่ มิติทางด้านขนาดของธุรกิจ และมิติทางด้านลักษณะเตาอบ อีกด้วย ซึ่งจากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างในจังหวัดลำพูนจำนวน 51 ราย คิดเป็นร้อยละ 66.20 และ กลุ่มตัวอย่างในจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 26 ราย คิดเป็นร้อยละ 33.80 พบว่า ผู้ประกอบการลำโอบแห้งในจังหวัดลำพูนได้ให้ความสำคัญและนำตัวชี้วัดไปใช้มากที่สุด ลำดับที่ 1-5 คือ ต้นทุนในการผลิต รายได้ในปีปัจจุบัน ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต ประสิทธิภาพในการผลิต และคุณภาพสินค้า ส่วนผู้ประกอบการลำโอบแห้งในจังหวัดเชียงใหม่ ได้ให้ความสำคัญและนำตัวชี้วัดไปใช้มากที่สุด ลำดับที่ 1-5 คือ ต้นทุนในการขายได้ ในปีปัจจุบัน ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต ประสิทธิภาพในการผลิต และควมมีส่วนร่วมขององค์กรในชุมชน

จากการสำรวจลักษณะเตาที่ผู้ประกอบการใช้เตาอบทั้งเปลือก จำนวน 53 ราย คิดเป็นร้อยละ 68.8 และเตาอบเฉพาะเนื้อ 24 ราย คิดเป็นร้อยละ 31.5 พบว่าผู้ประกอบการที่ใช้เตาอบทั้งเปลือก ได้ให้ความสำคัญและนำตัวชี้วัดไปใช้มากที่สุด ลำดับที่ 1-5 คือ ตัวชี้วัดทางด้านต้นทุนการผลิต ด้านรายได้ในปีปัจจุบัน ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต ประสิทธิภาพในการผลิต คุณภาพสินค้า และอัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์ตามลำดับ

จากการสำรวจ ผู้ประกอบการธุรกิจขนาดเล็ก ซึ่งมีจำนวนเตาอบ 1 - 2 เตา จำนวน 42 ราย คิดเป็นร้อยละ 54.55 ผู้ประกอบการธุรกิจขนาดกลาง ที่มีจำนวนเตาอบ 3-4 เตา มีจำนวน 17 ราย คิดเป็นร้อยละ 22.08 และผู้ประกอบการธุรกิจขนาดใหญ่ ที่มีจำนวนเตาอบมากกว่า 5 เตาขึ้นไปมีจำนวน 18 ราย คิดเป็นร้อยละ 23.38 พบว่า ผู้ประกอบการธุรกิจขนาดเล็ก ได้ให้ความสำคัญและนำตัวชี้วัดไปใช้มากที่สุด ลำดับที่ 1 - 5 คือ ต้นทุนในการผลิตมากที่สุด รายได้ในปีปัจจุบัน ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต ประสิทธิภาพในการผลิต คุณภาพสินค้า และควมมีส่วนร่วมขององค์กรในชุมชน ส่วนผู้ประกอบการธุรกิจขนาดกลาง ได้ให้ความสำคัญและนำตัวชี้วัดไปใช้มากที่สุด ลำดับที่ 1 - 5 คือ ต้นทุนในการขายได้ ในปีปัจจุบัน ประสิทธิภาพในการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต และคุณภาพสินค้า

ส่วนผู้ประกอบการธุรกิจขนาดใหญ่ ได้ให้ความสำคัญและนำไปใช้มากที่สุด ลำดับที่ 1-5 คือ ต้นทุนในการขายได้มากที่สุด รายได้ในปีปัจจุบัน ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต ประสิทธิภาพในการผลิต อัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์ จำนวนลูกค้าใหม่ และระดับความพึงพอใจของลูกค้า

$$FP_1 = -563.720 + (642.037)CP_2 + (3.522E - 05)CP_4 - (156.261)IP_1 - (331.120)IP_2 - (81.306)IP_3 + (2.332E - 02)LP_2 - (283.382)SC \quad (4)$$

$$R^2 = 0.877, F - test = 78.064, p - value = 0.000$$

$$FP_2 = -1724.333 + (3770.898)CP_2 + (1.278E - 02)CP_4 - (3278.575)IP_1 - (2944.381)IP_2 - (660.707)IP_3 + (0.305)LP_2 - (24498.871)SC \quad (5)$$

$$R^2 = 0.458, F - test = 10.166, p - value = 0.000$$

$$FP_1 = -820.912 + (0.636)CP_2 + (1.115E - 06)CP_4 - (0.102)IP_1 - (3.916)IP_2 - (0.500)IP_3 + (1.171E - 03)LP_2 - (16.347)SC \quad (6)$$

$$R^2 = 0.298, F - test = 5.614, p - value = 0.000$$

สำหรับผลการวิเคราะห์ Multiple Regression จากสมการที่ (1) (2) และ (3) ในภาพรวมของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมลำไยอบแห้ง พบว่า สำหรับมุมมองด้านลูกค้า นั้น ตัวชี้วัดด้านการรักษาลูกค้าเดิมไว้ (CP2) มีระดับนัยสำคัญและมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับตัวชี้วัดของมุมมองทางการเงินด้านรายได้ในปีปัจจุบัน (FP1) แต่ไม่มีนัยสำคัญ กับ ตัวชี้วัดของมุมมองทางการเงิน ด้านประสิทธิภาพในการผลิต (FP2) และอัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์ (FP3) สำหรับตัวชี้วัดด้านส่วนแบ่งตลาด (CP4) นั้นมีระดับนัยสำคัญ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับประสิทธิภาพในการผลิต (FP2) แต่ไม่มีนัยสำคัญ กับ ตัวชี้วัดของมุมมองทางการเงินตัวอื่น ๆ

ส่วนมุมมองทางด้านกระบวนการธุรกิจภายใน นั้น ตัวชี้วัดทางด้านคุณภาพสินค้า (IP1) มีนัยสำคัญ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกัน กับ รายได้ในปีปัจจุบัน (FP1) แต่ไม่มีนัยสำคัญกับตัวชี้วัดของมุมมองทางการเงินตัวอื่น ๆ สำหรับ ตัวชี้วัดทางด้านระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต (IP2) และ ต้นทุนในการผลิต (IP3) นั้น มีนัยสำคัญ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกันกับตัวชี้วัดของมุมมองทางการเงินทั้ง 3 ตัว

ทางด้านมุมมองด้านการเรียนรู้และเจริญเติบโต ตัวชี้วัด คือ ประสิทธิภาพการผลิตของพนักงาน (LP2) นั้น มีระดับนัยสำคัญ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับตัวชี้วัดด้านอัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์ (FP3) แต่ไม่มีนัยสำคัญกับตัวชี้วัดของมุมมองทางการเงินตัวอื่น ๆ

สำหรับมุมมองทางด้านชุมชนและสังคมนั้น จะพิจารณาจากความสัมพันธ์มีส่วนร่วมขององค์กรในชุมชน (SC) ซึ่ง จะพิจารณาจาก ระดับการที่องค์กรมีกิจกรรมเพื่อประโยชน์ต่อชุมชน มีการจ้างแรงงานในชุมชน มีการพัฒนาสาธารณสมบัติของชุมชน ได้ช่วยเหลือชุมชนในการรักษาสภาพแวดล้อมในชุมชนและองค์กรมีความสัมพันธ์อันดีกับคนในชุมชน นั้น มีระดับนัยสำคัญ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกัน กับ ตัวชี้วัดของมุมมองทางการเงิน ด้านประสิทธิภาพในการผลิต (FP2) แต่ไม่มีนัยสำคัญกับ ตัวชี้วัดของมุมมองทางการเงินตัวอื่น ๆ สำหรับการแบ่งมิตินั้น พบว่า มีลักษณะความสัมพันธ์คล้ายคลึงกับในภาพรวม

สรุปและข้อเสนอแนะ

สำหรับการประเมินผลการดำเนินงานขององค์กร ในภาพรวม ผู้ประกอบการ ได้ให้ความสำคัญและนำตัวชี้วัดด้านต้นทุนในการผลิต ด้านการเพิ่มขึ้นของรายได้ และด้านระยะเวลาในการผลิต ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งนั้น ได้ให้ความสำคัญและมีการนำตัวชี้วัดในมุมมองทางการเงินและมุมมองทางด้านกระบวนการธุรกิจภายใน ไปใช้ในการวางแผนการดำเนินงานขององค์กรเพียง 2 มุมมองเท่านั้น เนื่องจากมุมมองทั้งสองนี้เป็น มุมมองที่เห็นการเปลี่ยนแปลงชัดเจนกว่ามุมมองอื่น ๆ

สำหรับตัวชี้วัดที่ผู้ประกอบการในภาพรวม และผู้ประกอบการที่แยกพิจารณาตาม พื้นที่ ลักษณะเตาที่ผู้ประกอบการใช้ และขนาดของธุรกิจ ให้ความสำคัญน้อยและไม่ให้ความสำคัญ ส่วนใหญ่เป็นตัวชี้วัดที่อยู่ในมุมมองทางด้านลูกค้า และมุมมองทางด้านการเรียนรู้และการเจริญเติบโต สำหรับตัวชี้วัดที่อยู่ในมุมมองอื่น ๆ ได้แก่ ตัวชี้วัดด้านอัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์ ซึ่งอยู่ในมุมมองทางการเงิน ตัวชี้วัดด้านการขนส่ง และตัวชี้วัดด้านการวิจัยและพัฒนา ซึ่งอยู่ในมุมมองทางด้านกระบวนการธุรกิจภายใน ตัวชี้วัดที่ผู้ประกอบการให้ความสำคัญน้อยและไม่ให้ความสำคัญอาจเนื่องมาจากลักษณะในการดำเนินธุรกิจ และการกำหนดเป้าหมายในการผลิตของผู้ประกอบการที่แตกต่างจากธุรกิจอื่น ๆ เช่น เทคโนโลยีการผลิตนั้น ผู้ประกอบการจะมีเทคนิคในอบของตนเอง แต่ไม่มีกรคิดค้นพัฒนาเตาอบลำไยด้วยตนเอง ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าจะต้องใช้เงินทุนในการพัฒนาจำนวนมาก จึงทำให้เป็นอุปสรรคในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตของผู้ประกอบการ สำหรับตัวชี้วัดที่อยู่ในมุมมองทางด้านลูกค้า เช่น จำนวนลูกค้าใหม่ ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ไม่มีการหาลูกค้าใหม่เนื่องจากมุ่งเป้าหมายในการขายสินค้าให้กับรัฐบาล มากกว่าจะขายในท้องตลาด เนื่องจากราคาจำนำนั้นมีราคาสูงกว่าราคาท้องตลาด เป็นต้น

ในการวิเคราะห์ลักษณะความสัมพันธ์ของมุมมองทั้ง 5 มุมมองในภาพรวม และแยกตามมิติต่าง ๆ

พบว่า มุมมองทางการเงินมีความสัมพันธ์กับมุมมองทางด้านลูกค้า มุมมองทางด้านกระบวนการธุรกิจภายใน มุมมองทางการเรียนรู้และการเจริญเติบโต และมุมมองทางด้านชุมชนและสังคม โดยความสัมพันธ์นั้นจะขึ้นอยู่กับ ตัวชี้วัดของแต่ละมุมมอง เช่น มุมมองทางการเงิน ประกอบด้วยตัวชี้วัดด้านการเพิ่มขึ้นของรายได้ ตัวชี้วัดด้านประสิทธิภาพในการผลิต และตัวชี้วัดด้านอัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์ นั้นในแต่ละตัวชี้วัดอาจมีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดในแต่ละมุมมองไม่ครบทุกตัว เช่น ตัวชี้วัดด้านอัตราผลตอบแทนของสินทรัพย์ ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดของมุมมองทางด้านลูกค้า และ ตัวชี้วัดของมุมมองทางด้านชุมชนและสังคม เป็นต้น

เนื่องจากการศึกษานี้พบว่า ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งในจังหวัดลำพูนและจังหวัดเชียงใหม่ ได้ให้ความสำคัญกับมุมมองทางการเงิน และมุมมองทางด้านกระบวนการธุรกิจภายในมากกว่ามุมมองอื่น ๆ ดังนั้น ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับมุมมองทางด้านอื่น ๆ เช่น มุมมองทางด้านลูกค้า และมุมมองทางการเรียนรู้และการเจริญเติบโต เนื่องจากทั้งสองมุมมองมีส่วนช่วยให้ รายได้หรือกำไร ในการดำเนินงานเพิ่มขึ้นด้วย โดยมีข้อเสนอแนะ คือ ผู้ประกอบการควรหาลูกค้ากลุ่มใหม่อย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะได้ขยายการตลาดจากเดิมให้กว้างขึ้น ซึ่งจะเป็นลดต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าที่ยังไม่สามารถจำหน่ายได้ เนื่องจากไม่มีลูกค้ามาติดต่อซื้อสินค้า หรือประสบปัญหาในการจำหน่ายกับรัฐบาล และควรจะมีมาตรฐานในการผลิตเพื่อให้ลูกค้าได้รับสินค้าที่ตรงตามความต้องการ และ เป็นแรงจูงใจในการติดต่อซื้อขายครั้งต่อไป นอกจากนี้ควรมีการปรับปรุงสถานประกอบการให้ถูกสุขลักษณะ เนื่องจากจะช่วยให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีสำหรับลูกค้าที่มาติดต่อสั่งซื้อสินค้า และทำให้พนักงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และควรทำการศึกษาและทดลองใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ใน

การผลิตด้วย เพื่อลดต้นทุนในการผลิต ให้ต่ำลง และเพิ่มปริมาณในการผลิต ให้มากขึ้น ซึ่งอาจทำให้สินค้ามีคุณภาพมากขึ้นกว่าเดิม อีกทั้งควรคำนึงถึง ทักษะและความรู้ของพนักงานด้วยเนื่องจากจะทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และลดจำนวนสินค้าเสียหายระหว่างการผลิต

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐศรีนทร์ หอเจริญ. 2546. การวิเคราะห์เชิงประจักษ์เกี่ยวกับพฤติกรรมและการประเมินผลการดำเนินงานของอุตสาหกรรมลำไยอบแห้งในจังหวัดลำพูนและเชียงใหม่ โดยใช้ บาลานซ์ สคอร์ดการ์ด. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พสุ เดชะรินทร์. 2545. เส้นทางจากกลยุทธ์สู่การปฏิบัติ ด้วย Balanced Scorecard และ Key Performance Indicators. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัจฉรา จันทร์ฉาย. 2545. สู่ความเป็นเลิศทางธุรกิจ คู่มือการวางแผนกลยุทธ์ และการจัดทำ BSC (Balanced scorecard). พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Kaplan, R. S. and Norton, D. P. 1992. The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance. Harvard Business Review 70 (January/February): 71-79.
- McWhorter, Laurie Burney. 2000. The Balance Scorecard: An Empirical Analysis of its Effect on Managers' Job Satisfaction and Performance Evaluations. Doctoral Dissertation. The University of Kentucky.

บริษัท จีวีวรรณ อินเตอร์เนชั่นแนลฟู้ดส์ จำกัด
อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

มีความยินดีให้การสนับสนุน

การจัดทำวารสารเกษตร ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เพื่อการเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการและเทคโนโลยี
ด้านการเกษตรและด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
ในการพัฒนาภาคการเกษตรของประเทศไทยให้เข้มแข็งและแข่งขันได้

JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

Volume 21, No.1 February 2005

Longan Chromosome Investigation

Ramingwong, K., S. Wichaipanich, W. Soonthornvipat and A. Pengnual.....1

Anatomy of Starch Granules of Arrowroot in Thailand

Absorn Wittayapraparat and Kesinee Ramingwong.....2

Varietal Identification of Water Lily by Isozyme Analysis

Supatra Pathummuang and Veenan Bandit.....15

Effect of Potassium and Magnesium on Leaf Nutrients Concentration of Fruiting Arabica Coffee

Chawlit Korsamphan and Narit Yimyam.....27

Effects of Water Regimes on Flowering, Yield Components and Quality of Arabica Coffee

Primluck Praphutphitthaya, Chawalit Korsamphan and Bantoone Warrit.....37

Suitable Factors for Establishing Isozyme Patterns in Thai Lady's Slipper (*Paphiopedilum Pfitzer*)

Pasu Skunareewattana and Pimchai Apavatjirut.....47

Productivity of *Brachiaria ruziziensis* in *Leucaena leucocephala* Hedgerow

Jaroonroj Chansiri and Chalermpon Sampet.....55

The Golden Apple Snail Management of the Farmers Around Bueng Borapet Non-Hunting Area, Nakorn Sawan Province

Sayam Aroonsrimorakot, Varaporn Sangnate and Thammasak Pattanaplung.....63

Program Assessment for Small Holder Dairy in Northern Thailand: Data Envelopment Analysis

Atsawin Sumanasiri and Pichit Thanee.....73

An Empirical Analysis of the Practices and Performance Evaluations of Dried Longan Industry in Lamphun and Chiang Mai Provinces Using the Balanced Scorecard

Nutsarin Hocharoen, Venus Rauechai and Pichit Thanee.....83

ISSN 0857-0841