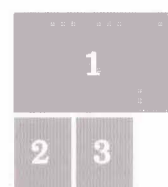
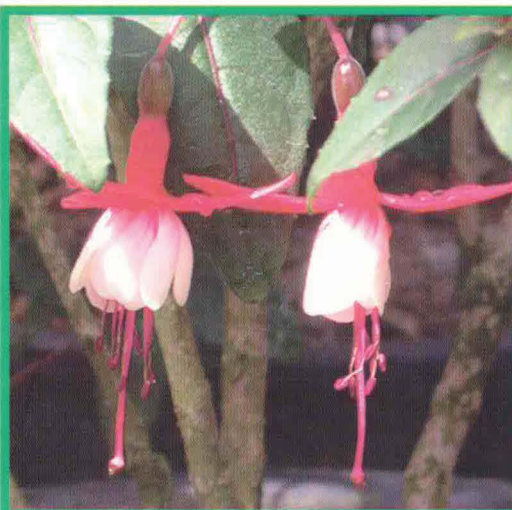
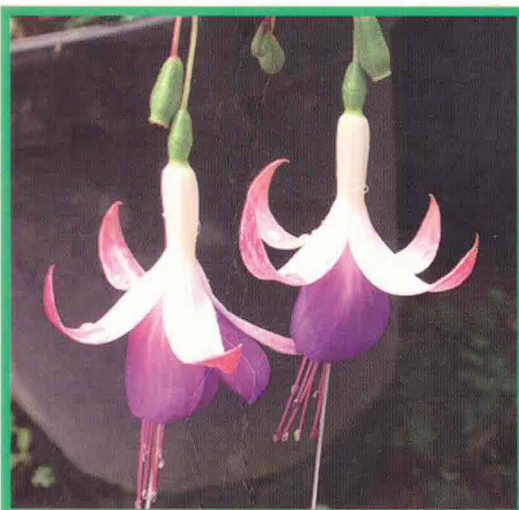
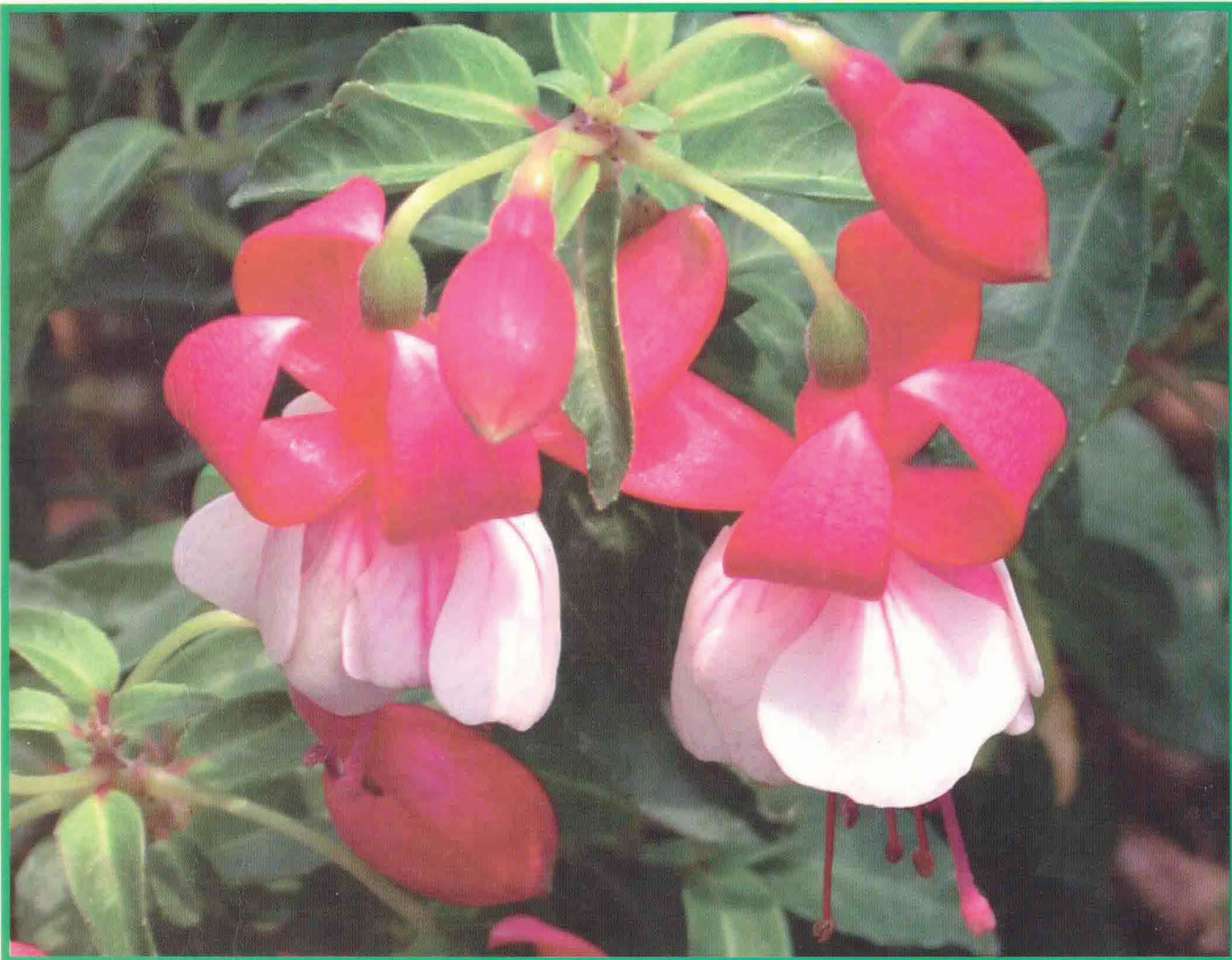




วารสารเกษตร JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์ 2547 VOLUME 20 NO. 1 FEBRUARY 2004



1. ลูกผสมฟิวเซียที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ Thinker Bell และพันธุ์ Camel Blue
2. พันธุ์ Camel Blue
3. พันธุ์ Thinker Bell

เอื้อเฟื้อภาพโดย : ผศ.ดร.ณัฐา ควรประเสริฐ ภาควิชาพืชสวน

ISSN 0857-0841

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

เจ้าของ

คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200
โทร. (053) 944090
โทรสาร (053) 944666

Publisher

Faculty of Agriculture
Chiang Mai University
Chiang Mai 50200, THAILAND
Tel. (053) 944090
Fax. (053) 944666

วารสารเกษตร เป็นวารสารวิชาการราย 4 เดือน ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตร สัตวแพทย์ และชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอก มหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่ตีพิมพ์

1.1 ผลงานวิจัย

1.2 บทความปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

2.1 ต้นฉบับ : ควรส่งต้นฉบับที่จัดพิมพ์ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Microsoft Word ความยาวไม่เกิน 10 หน้า บรรทัดหนึ่งกำหนดให้มี 70 ตัวอักษร และหน้าละ 32 บรรทัดส่งต้นฉบับที่พิมพ์ หน้าเดียวลงบนกระดาษ A4 I ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล

2.2 ต้นฉบับให้รวมถึงบทคัดย่อภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

2.3 ระบุคำย่อ (Index word) ของเรื่อง ทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2.4 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน

2.5 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบาย ภาพ ภาพถ่ายมีขนาด 9.00 x 13.50 ซม. ภาพเขียนใช้หมึกดำเขียนบนกระดาษอาร์ตหนา หรือกระดาษเขียนแบบ

2.6 กราฟ : จัดทำด้วยโปรแกรม Haward Graphic และแนบข้อมูลดิบไปด้วยเพื่อปรับแต่งด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่หลัง

2.7 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ

2.7.1 ในเนื้อเรื่อง อ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องในระบบชื่อคนและปี(พ.ศ.) เช่น พรชัย (2538) รายงานว่า...หรือ... (พรชัย,2538) ในกรณีที่ภาษาอังกฤษใช้ระบบนามสกุลและปี (ค.ศ.) เช่น Jones and Smith (1995) ในกรณีที่ผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ใช้ "และคณะหรือ et al." คำย่อก่อนครั้งแรก แต่ในประโยคเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่องให้ใช้ชื่อคนสกุลคน

2.7.2 ในประโยคเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง ให้ใช้เครื่องหมายชื่อ-สกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่ เริ่มจาก ชื่อไทย ต่อด้วยชื่ออังกฤษ

3) ถ้าพบวารสารควรเรียงลำดับดังนี้-

ผู้แต่งชื่อคน,ปี(ค.ศ.)ปีพ.ศ.ต่อด้วยเป็นภาษาอังกฤษชื่อสกุล,ชื่อคนและปี.ศ. ชื่อเรื่อง (คนที่นำหน้าในบรรทัด) ชื่อวารสาร (ย่อถ้ามี) ปีที่(ฉบับที่) : หน้า ตัวอย่าง : วิเชียร และวิรัตน์(2534),การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปลูกพืช ผักชนิด ก. วารสาร ก. 34(4) : 193-196

4) ถ้าพบวารสารควรเรียงลำดับดังนี้

ชื่อผู้แต่ง พ.ศ.ค.ศ.ชื่อคนชื่อ สกุล ชื่อพิมพ์ เมืองที่พิมพ์ จำนวนหน้า ตัวอย่าง : เฉลิมพร และเพชร.(2527) ผลของการใช้สารเร่งการเจริญ และ โยบเมทิลในพืชเกษตรศาสตร์.สำนักงานพิมพ์เชียงใหม่.123 หน้า

3. การเสนอเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ส่งเรื่องพิมพ์ให้ด้วยตนเอง

ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริการงานวิจัยและพัฒนา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 คณะบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่เสนอเพื่อตีพิมพ์ ในกรณีที่ถึงขั้นพิจารณาจะขอความเห็นชอบจากผู้เขียนอีกครั้งก่อนตีพิมพ์

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความทางวิชาการ สาขาเกษตรศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตร สัตวแพทย์ และชีววิทยา
2. เผยแพร่เกียรติคุณของนักวิจัย
3. สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักวิจัย

บรรณาธิการ

ดร. พิทยา สรวมติ

กองบรรณาธิการ ผู้ทรงคุณวุฒิและคณาจารย์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ที่ปรึกษา

อนันต์ โกเมศ, นคร ณ ลำปาง, ทิม พรรณศิริ

กำหนดเผยแพร่ เดือนกุมภาพันธ์ มิถุนายน และตุลาคม ปีละ 3 ฉบับ

แจ้งรับวารสาร

บรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ
คุณวิไลพร ธรรมดา
งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200



ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 (2547)

Volume 20 No.1 (2004)

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

Contents

การขยายพันธุ์หม้อข้าวหม้อแกงลิงในสภาพปลอดเชื้อ 1 อำพร ขุมคินพิทักษ์ อติสร กระแสชัย และ ชีรพล พรสวัสดิ์ชัย Phornsawatchai	<i>In vitro</i> Propagation of Pitcher Plant (<i>Nepenthes thorelii</i>) 1 Amporn Khumdinpitag, Adisorn Krasaechai and Theeraphon Phornsawatchai
เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดสีดอกของฟิวเซีย 10 วันทนา มุฑิตา และ นัทธา ควประเสริฐ Wanthana Muthita and Nuttha Kuanprasert	Cytogenetics and Flower Color Inheritance of Fuchsias 10 Wanthana Muthita and Nuttha Kuanprasert
การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในงาเพื่อใช้เป็นไม้ประดับ 19 ทิวา ปาตีคำ และ นัทธา ควประเสริฐ Thiwa Pateekum and Nuttha Kuanprasert	Mutation Induction in Sesame for Utilizing as Ornamental Crop 19 Thiwa Pateekum and Nuttha Kuanprasert
ผลของโปแตสเซียมคลอเรตต่อปริมาณไนโตรเจน 32 ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และฮอร์โมน ในรากลำไย ดารณี เกียรติสกุล และ ตระกูล ต้นสุวรรณ Daranee Kiatsakun and Tragool Tunsuwan	Effect of Potassium Chlorate on Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Hormone Content of Longan Root 32 Daranee Kiatsakun and Tragool Tunsuwan
รวบรวม ศึกษาและคัดเลือกพันธุ์กระชายดำ: 44 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำ เสรมสกุล พจนการุณ และ เชวง แก้วรักษ์ Sermasakul Pojanagaroon and Chaweng Kaewrak	Collection, Studies and Selection of Krachai-Dam (<i>Kaempferia parviflora</i> Wall.) Cultivars: Chemical Compositions of Essential Oil from Collected Krachai-Dam Rhizomes 44 Sermasakul Pojanagaroon and Chaweng Kaewrak
ผลของการชะลอระยะเวลาดัดแต่งกิ่งต่อระยะเก็บเกี่ยว 56 มะม่วงแก้วในภาคเหนือตอนบน เบญจวรรณ ชุตติเดช และ ธวัชชัย รัตนขเลศ Benjawan Chutichudet and Tavatchai Radanachaless	Effect of Delayed Pruning Period on Harvesting Time of Mango cv. Kaew in the Upper North 56 Benjawan Chutichudet and Tavatchai Radanachaless
ผลของการใช้ความร้อนต่อโปรตีนในเปลือกผลลำไยระหว่าง 66 การสะท้อนหนาว ศิริโสภา อินขะ และ ดนัย บุญเกียรติ Sirisopha Inkha and Danai Boonyakiat	Effect of Heat Treatment on Protein in Longan Fruit Peel During Chilling Injury 66 Sirisopha Inkha and Danai Boonyakiat
อิทธิพลของความถี่ในการตัดที่มีต่อผลผลิต และความคงอยู่ 75 ของหญ้าชิกแนล (<i>Brachiaria decumbens</i>) สาธิต ชันทนนท์ ถนอม ทาทอง และ บุญญา วิไลพล Satiith Kunthanant, Tanom Trathong and Boonlue Wilaipon	Influence of Cutting Frequency on Yields and Persistences of Signal Grass (<i>Brachiaria decumbens</i>) 75 Satiith Kunthanant, Tanom Trathong and Boonlue Wilaipon
ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของสมาชิกกองทุนหมู่บ้าน 85 ในจังหวัดเชียงใหม่ วรภา คุณาพร Warapa Kunaporn	Loan Repayment Potential of Village Fund Members in Chiang Mai Province 85 Warapa Kunaporn
โปรแกรมการบริหารจัดการแบบมีส่วนร่วม สำหรับ 94 ผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง พิชิต ธานี และศิริพงษ์ แสนคลี Pichit Thani and Siripong Sansari	Program for Management of Dried Longan Entrepreneur: A Participatory Approach 94 Pichit Thani and Siripong Sansari

บทบรรณาธิการ

งานวิจัยเชิงบูรณาการ : กระบวนการเคลื่อนย้ายองค์ความรู้จากห้องไปสู่ห้าง

นับถึงปัจจุบัน นักวิจัยทั้งหลายน่าจะคุ้นเคยกับคำว่า “งานวิจัยเชิงบูรณาการ” กันมากขึ้น เพราะเป็นนโยบายสนับสนุนงบประมาณวิจัยแบบใหม่ของรัฐบาล ที่ได้มอบหมายให้สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติเป็นเจ้าภาพดูแล แต่เดิมนักวิจัยจะคุ้นเคยแต่ “งานวิจัยเชิงเดี่ยว” หรือ “งานวิจัยเฉพาะเรื่อง” ที่มักเป็นหัวข้อที่นักวิจัยเห็นว่าเป็นเรื่องสำคัญหรือน่าสนใจเป็นหลัก ถ้าจะมีลักษณะชุดโครงการอยู่บ้างก็จะเป็นลักษณะของการรวมโครงการย่อยหลายโครงการเข้าด้วยกันเพื่อหาคำตอบเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือแก้ปัญหาให้เกษตรกรหรือผู้มีส่วนได้เสียเฉพาะเรื่องไปเท่านั้น ข้อแตกต่าง “งานวิจัยเชิงบูรณาการ” จากโครงการวิจัยดังกล่าวแล้วนี้ ก็คือ งานวิจัยเชิงบูรณาการจะมีเป้าหมายชัดเจนต้องการผลการวิจัยที่รวดเร็ว เห็นผลเชิงพัฒนาในระยะเวลานั้นๆ มีขอบเขตการวิจัยกว้าง มีความซับซ้อนในเชิงมิติที่เกี่ยวข้องทั้งมิติพื้นที่ มิติกิจกรรม และมิตินโยบายของรัฐอยู่ด้วยกัน จึงทำให้ต้องจัดการวิจัยในลักษณะที่เป็นบูรณาการ โดยโครงการวิจัยย่อยๆ จะมาต่อเชื่อมกันเพื่อให้สามารถนำผลการวิจัยไปดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรมได้ทันที และเนื่องจากเป็นงานวิจัยที่ขอบเขตกว้างขวาง จึงต้องใช้บุคลากรและทุนวิจัยจำนวนมาก บางครั้งอาจใช้เงินถึง 100 – 300 ล้านบาทต่อโครงการต่อปีก็มี และจำเป็นต้องใช้นักวิจัยจากหลายสถาบันมาร่วมกันทำงาน

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในเชิงสาระ จะเห็นได้ว่า “โครงการวิจัยเชิงบูรณาการ” ที่ดำเนินการกันอยู่ ก็ไม่ใช่ “โจทย์วิจัย” ใหม่ๆ แต่อย่างใด เป็นเรื่องที่นักวิจัยดำเนินการกันอยู่แล้วก็มี เป็นเรื่องที่นักวิจัยดำเนินการเสร็จแล้วก็มี เพียงแต่ผลงานเดิมยังไม่สามารถนำมาตอบยุทธศาสตร์หรือกลยุทธ์ของรัฐบาลได้อย่างสมบูรณ์เท่านั้นเอง ยังมีช่องโหว่ที่ต้องการการศึกษาเพิ่มเติมอีกบ้าง เพื่อให้องค์ความรู้ต่อเชื่อมกันอย่างเป็นระบบและสามารถนำไปปฏิบัติเชิงรุกตามนโยบายรัฐบาลได้จริงๆ ถ้าพิจารณาอย่างนี้ก็จะเห็นได้ว่า “โครงการวิจัยเชิงบูรณาการ” ก็เป็นยุทธวิธีหนึ่งที่จะทำให้เราสามารถประยุกต์ความรู้ “บนหิ้ง” ของเราให้เป็นประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น และอาจนำ “ไปสู่ห้าง” ได้ในที่สุด

ดังนั้น “โครงการวิจัยเชิงบูรณาการ” จึงเป็นเรื่องควรที่ควรสนับสนุน เพียงแต่นักวิจัยที่เกี่ยวข้องต้องไม่ลืมความสำคัญ 2 เรื่องที่จำเป็นต้องเชื่อมโยงไว้ในการดำเนินการอย่างแบบพลและเป็นรูปธรรม ได้แก่ 1) การสืบค้นผลงานวิจัยเดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อนำมาเป็นฐานการพัฒนาต่อยอด 2) การวิจัยเชิงลึกในลักษณะ “งานวิจัยพื้นฐาน” เพราะถึงแม้จะเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนา แต่ความยั่งยืนของผลการพัฒนาจะต้องอยู่บนฐาน “วิทยาศาสตร์พื้นฐาน” ด้วย เพราะในการนำไปปฏิบัติจริง องค์ความรู้ต้องมีความอ่อนตัวและสามารถตอบสนองต่อปัจจัยพื้นฐานของการพัฒนาที่มีการเปลี่ยนแปลง (Dynamic) อยู่ตลอดเวลา

การขยายพันธุ์หม้อข้าวหม้อแกงลิงในสภาพปลอดเชื้อ

In vitro Propagation of Pitcher Plant (*Nepenthes thorelii*)

อำพร ขุมดินพิทักษ์^{1/} อติสร กระแสชัย^{1/} และ ชีรพล พรสวัสดิ์ชัย^{2/}

Amporn Khumdinpitag^{1/} Adisorn Krasaechai^{1/} and Theeraphon Phornsawatchai^{2/}

Abstract : Propagation of *Nepenthes thorelii* by seed germinating under *in vitro* condition was conducted. It was found that modified Vacin and Went (1949) and Half-MS proved to be suitable media for seed germination and growth of seedling. Scarification by puncturing the seed using fine needle before germinating under *in vitro* condition accelerated seed germination with higher survival percentage. Shoot tip was suitable for tissue culture propagation while shoot proliferation occurred well on Murashige and Skoog (1962) media with the addition of BAP 0.5 mg/l. For root induction, IBA 0.1 mg/l should be added to Half-MS medium.

บทคัดย่อ: การขยายพันธุ์หม้อข้าวหม้อแกงลิงโดยการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า เมล็ดสามารถงอกและเจริญเติบโตในอาหาร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง และ Half -MS การทำ Scarification โดยการเจาะปลายเมล็ดช่วยให้เมล็ดงอกได้เร็ว และมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูง ส่วนการขยายพันธุ์โดยใช้เนื้อเยื่อพบว่า การใช้ส่วนยอดที่เลี้ยงบนอาหาร Murashige and Skoog (1962) ที่เติม BAP ความเข้มข้น 0.5 มก/ล สามารถสร้างยอดใหม่ที่สมบูรณ์ได้เป็นจำนวนมากที่สุด และยอดที่เกิดขึ้นสามารถชักนำให้ออกรากได้ดีบนอาหาร Half-MS ที่มี IBA ความเข้มข้น 0.1 มก/ล

Index words: Nepenthes, Pitcher plant, Propagation, Scarification

หม้อข้าวหม้อแกงลิง การขยายพันธุ์พืช

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

^{2/}สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

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

^{2/}Institute for Science and Technology Research and Development, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

หม้อข้าวหม้อแกงลิง (*Nepenthes spp.*) เป็นพืชเขตร้อน มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย เป็นไม้ล้มลุก กิ่งไม้เถา เป็นพืชที่มีลักษณะพิเศษต่างจากพืชโดยทั่วไป คือ มีการสร้างกระเปาะที่สามารถผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยสลายแมลงที่ตกลงไปในกระเปาะได้ (James and Patricia, 1996) นอกจากนี้กระเปาะยังมีรูปทรง ลวดลาย และสีสรรสวยงาม แปลกตากว่าพืชอื่น เป็นพืชที่มีศักยภาพเพื่อการนำมาใช้เป็นไม้ประดับได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามมีการศึกษาทางด้านการขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อไว้น้อยมาก และมีรายงานว่าบางชนิดไม่สามารถขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อได้โดยใช้ส่วนของลำต้น เนื่องจากยากต่อการฟอกฆ่าเชื้อที่ติดมากับชิ้นส่วนพืช (Walker, 2000) การศึกษาในครั้งนี้ได้ศึกษาความเป็นไปได้โดยใช้วิธีการเพาะเมล็ดก่อนแล้วจึงนำต้นกล้าที่ได้มากระตุ้นเพื่อเพิ่มปริมาณ ต้นอ่อนให้มากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ

นำเมล็ดมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 % เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นฟอกต่อด้วยคลอโรกซ์ 15 % นาน 20 นาที นำมาเพาะบนอาหาร 8 สูตร คือ Murashige and Skoog (1962) (MS), Half-MS (H-MS), Vacin and Went (1949) ดัดแปลง (VW) และ White (1963) ที่ไม่เติม และเติมน้ำมะพร้าว 15 % (+Cw) โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทำกรรมวิธีละ 20 ซ้ำๆ ละ 1 เมล็ด

2. ศึกษาการทำ Scarification ที่เหมาะสมในสภาพปลอดเชื้อ

นำเมล็ดที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อโดยวิธีการเดียวกับข้อ 1 มาทำ scarification ทั้งหมด 3 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีการตัดปลายเมล็ดออกประมาณ 0.1 มม และกรรมวิธีการเจาะปลายเมล็ด จากนั้นนำมาเพาะบนอาหาร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ทำกรรมวิธีละ 20 ซ้ำๆ ละ 1 เมล็ด

3. ผลของ BAP ต่อการแตกยอดของชิ้นส่วนพืช

นำต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาย้ายเปลี่ยนลงในอาหาร H-MS เป็นเวลา 5 เดือน เพื่อปรับสภาพต้นกล้าให้มีความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน นำมาตัดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ชิ้นส่วนยอด และชิ้นส่วนโคน โดยแต่ละชิ้นส่วนมี 3-4 ใบ และตัดปลายใบออกให้เหลือติดกับลำต้น 4-5 มม จากนั้นนำมาเลี้ยงในอาหาร MS (1962) ที่เติม BAP ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD มี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 แบบของชิ้นส่วน จำนวน 2 แบบ คือ ชิ้นส่วนยอด และชิ้นส่วนโคน และ ปัจจัยที่ 2 คือ อาหาร MS(1962) ที่เติม BAP ความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 0, 0.5, 1.0, 3.0 และ 5.0 มก/ลิตร รวม 10 กรรมวิธี ทำกรรมวิธีละ 5 ซ้ำๆ ละ 1 ชิ้นส่วน

4. ผลของ IBA ต่อการเกิดราก

ใช้ต้นอ่อนที่ได้จากการชักนำการแตกยอดโดยใช้ BAP จากหัวข้อ 3 โดยตัดส่วนยอดที่แตกใหม่มาล้างในอาหาร MS (1962) ที่เติม BAP 0.5 มก/ลิตร เพื่อให้พืชมีการปรับสภาพในอาหารสูตรเดียวกันเป็นเวลา 3 เดือน ตัดเอาเฉพาะชิ้นส่วนยอดมาเลี้ยงในอาหาร MS (1962) ที่เติม IBA ความเข้มข้น 0, 0.1 0.5, 1.0 และ

2.0 มก/ล โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD 5
กรรมวิธี ทำกรรมวิธีละ 10 ซ้ำๆ ละ 1 ขอด

ผลการทดลอง

1. การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะ เมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ

เมล็ดที่เพาะในอาหาร MS (1962), VW (1949) คัดแปลง มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดเท่ากับ 95 % รองลงมาคือ อาหาร H-MS และ White (1963) มีเปอร์เซ็นต์การงอก 90 % และ 85 % ตามลำดับ และเมล็ดที่เพาะในอาหาร MS+Cw และ H-MS+Cw มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 75 % ส่วนอาหาร VW+Cw และ White+Cw เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำสุด 70 %

ส่วนจำนวนวันเมล็ดงอกพบว่า เมล็ดที่เพาะในอาหาร MS (1962), VW (1949) คัดแปลง, VW+Cw

และ H-MS ทำให้เมล็ดมีการงอกได้เร็วใกล้เคียงกัน คือ 27.7, 28.7, 29.5 และ 30.2 วัน ตามลำดับ ส่วนการเพาะเมล็ดในอาหาร H-MS+Cw และ White+Cw มีจำนวนวันเมล็ดงอกเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 34.6 และ 34.9 วัน ตามลำดับ (ภาพที่ 1)

หลังจากเมล็ดงอกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าต้นกล้าในอาหาร VW (1949) คัดแปลง มีความสูงและจำนวนใบเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 5.6 มม และ 5.1 ใบ ส่วนความกว้าง และความยาวใบอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันกับต้นกล้าในอาหาร H-MS ที่ไม่เติมและเติมน้ำมะพร้าว 15 % ส่วนขนาดกระเปาะ พบว่า ต้นกล้าในอาหาร VW (1949) คัดแปลง ที่ไม่เติม และเติมน้ำมะพร้าว 15 % มีขนาดทั้งความกว้างและความยาวมากกว่าต้นกล้าในอาหารสูตรอื่นๆ และยังมีขนาดของกระเปาะที่แตกต่างกัน กับต้นกล้าในอาหาร White+Cw ซึ่งกระเปาะมีความกว้างเพียง 1.1 มม และความยาว 1.3 มม (ตารางที่ 1)

Table 1 Shoot height, number of leaf, leaf size and pitcher size of seedling.

Medium	Shoot height (mm.)	No. of leaf	Leaf size (mm.)		Pitcher size (mm.)	
			Width	Lenght	Width	Lenght
MS	5.0±0.3d	4.6±0.5ab	3.6±2.2b	6.0±1.5cd	1.3±0.3ab	1.8±0.6ab
MS+Cw	3.9±0.7c	4.3±0.5a	3.4±0.7ab	5.0±0.8bc	1.1±0.4ab	1.6±0.9a
H-MS	5.0±0.5d	4.8±0.7ab	4.2±1.0b	6.8±1.2d	1.5±0.6ab	2.2±0.7ab
H-MS+Cw	4.3±0.6c	4.4±0.6a	3.9±0.8b	5.6±1.2c	1.4±0.5ab	2.0±0.7ab
VW	5.6±0.8e	5.1± 0.6b	4.3±1.1b	6.1±1.3cd	1.7±0.5b	2.5±0.6b
VW+Cw	5.0±0.6d	4.6±0.5ab	4.0±0.7b	6.1±0.9cd	1.7±0.4b	2.0±0.5ab
White	2.6±0.2b	4.5±0.7a	2.9±1.2ab	4.2±1.1b	1.6±0.4ab	2.1±0.7ab
White+Cw	1.6±0.5a	4.2±0.4a	1.8 ±0.7a	2.8±0.7a	1.1±0.2a	1.3±0.5a
LSD _{p=0.05}	0.36	0.37	0.73	0.72	0.27	0.42

ต้นกล้าที่เพาะในอาหาร VW (1949) และ White (1963) มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 100 % รองลงมาคือต้นกล้าในอาหาร H-MS+Cw, VW+Cw, H-MS, White+Cw และ MS ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 93.3, 92.8, 88.8, 78.5 และ 63.2 % ตามลำดับ ส่วนต้นกล้าที่เพาะในอาหาร MS+Cw มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตต่ำสุด 53.3 % (เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต คำนวณจากเมล็ดที่งอกทั้งหมดในแต่ละกรรมวิธีเท่ากับ 100 %) ส่วนคุณภาพของต้นกล้าพบว่าต้นกล้าในอาหาร VW (1949) ใบมีลักษณะเป็นมัน หนา และเรียวยาว ส่วนต้นกล้าในอาหาร H-MS และ VW+Cw ใบยาวแต่มีลักษณะบางและโค้งงอ สำหรับต้นกล้าในอาหาร White (1963) และ White+Cw ใบหักงอในบางต้น และบริเวณปลายกระเปาะเป็นสีน้ำตาลแดง (ภาพที่ 2)

2. ศึกษาการทำ Scarification ที่เหมาะสมในสภาพปลอดเชื้อ

การตัดปลายเมล็ดหรือเจาะทำให้เมล็ดงอกได้ภายใน 17-18 วัน ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมต้อง

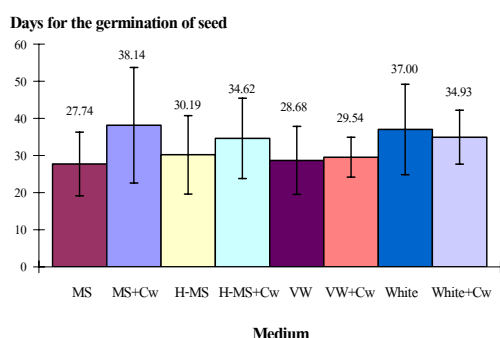


Figure 1 Days for the germination of seed.

ใช้เวลาถึง 36 วัน (ภาพที่ 3) ส่วนเปอร์เซ็นต์การงอกไม่มีความแตกต่างกันคือ ทั้ง 3 วิธี โดยอยู่ระหว่าง 90-95 %

หลังจากเมล็ดงอกเป็นเวลา 10 สัปดาห์พบว่าต้นกล้ามีความสูงที่ต่างกัน โดยกรรมวิธีตัดปลายเมล็ด มีความสูงมากที่สุดคือ 7.8 มม ซึ่งใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่เจาะปลายเมล็ดที่มีความสูง 7.4 มม ส่วนกรรมวิธีควบคุมมีความสูงต่ำสุด 5.8 มม สำหรับจำนวนใบ ขนาดใบ และขนาดกระเปาะ พบว่าต้นกล้าในกรรมวิธีเจาะปลายเมล็ดมีค่าสูงสุดตรงข้ามกับกรรมวิธีตัดปลายเมล็ด ซึ่งมีขนาดใบ และขนาดกระเปาะต่ำสุด (ตารางที่ 2)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 10 พบว่าในกรรมวิธีควบคุมต้นกล้ามีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงถึง 94.4 % รองลงมาคือ กรรมวิธีเจาะปลายเมล็ด มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 78.9 % ส่วนกรรมวิธีตัดปลายเมล็ดออก มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตต่ำสุด 44.4 % ส่วนคุณภาพของต้นกล้าในแต่ละกรรมวิธีมีลักษณะไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 4)

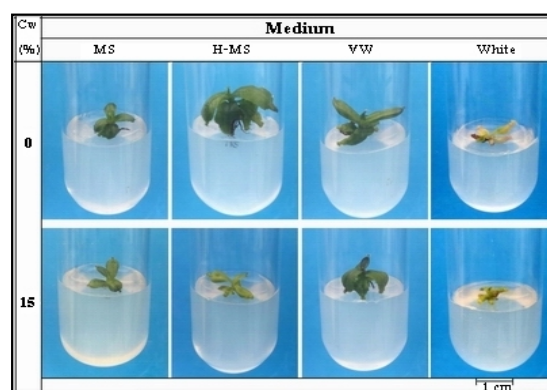


Figure 2 Seedling from seed germinated on MS (1962), VW (1949) and White (1963) media without and with coconut water 15 % after 8 weeks.

Table 2 Seedling height, number of leaf, leaf size and pitcher size of seedling derived from scarification.

Treatment	Seedling height (mm.)	No. of leaf	Leaf size (mm.)		Pitcher size (mm.)	
			Width	Lenght	Width	Lenght
Control	5.8±0.8a	4.8 ±0.8a	4.3±0.6	5.6±1.0ab	1.9±0.2ab	3.2±0.4ab
Cut the end of seed	7.8 ±1.3b	5.8± 0.5b	3.9±0.9	5.4±1.1a	1.9±0.3a	2.9±0.4a
Puncture the seed	7.4 ±2.0b	5.8± 0.4b	4.5±0.5	6.8±1.6b	2.1±0.4b	3.4±0.9b
LSD _{p=0.05}	0.99	0.43	ns	0.87	0.32	0.52

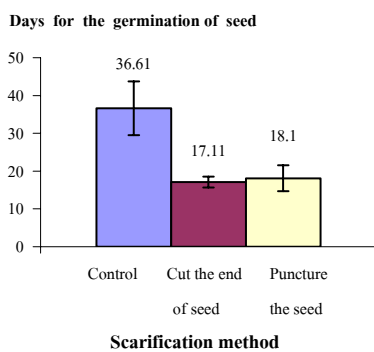


Figure 3 Days for the germination of seed.

3. ผลของ BAP ต่อการแตกยอดของชิ้นส่วนพืช

นำดินอ่อนที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาตัดแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนยอด และส่วนโคน แล้วนำไปเลี้ยงในอาหาร MS (1962) ที่เติม BAP ที่ 0, 0.5, 1.0, 3.0 และ 5.0 มก/ล นาน 8 สัปดาห์ พบว่าชิ้นส่วนโคน ไม่สามารถเกิดยอดใหม่ได้ในทุกระดับความเข้มข้น และชิ้นส่วนพืชเริ่มเสื่อมสภาพและตายภายใน 1 สัปดาห์ (ภาพที่ 5) แต่สำหรับ ชิ้นส่วนยอด สามารถเกิดยอดใหม่ได้ที่ทุกระดับความเข้มข้น ส่วนที่เลี้ยงบนอาหารที่ไม่มี BAP จะไม่เกิดยอดใหม่

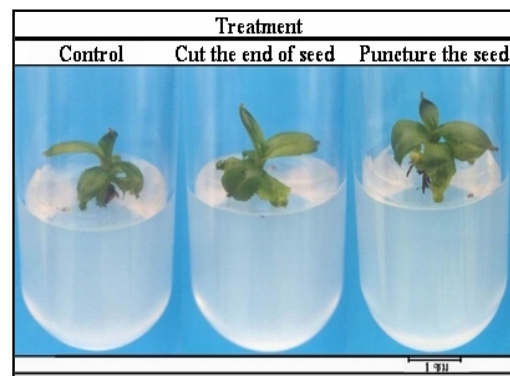


Figure 4 Seedling from scarification under *in vitro* condition after 10 weeks.

แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ BAP ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 3.0 และ 5.0 มก/ล ทำให้แตกยอดใหม่ได้ 100 % ภายในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ของการทดลอง โดยในสัปดาห์ที่ 2 ที่ 5.0 มก/ล ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ได้สูงสุด 60 % รองลงมาคือที่ 0.5 มก/ล โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ 40 % ส่วน BAP ที่ 1.0 และ 3.0 มก/ล ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่เท่ากัน คือ 20 %

ส่วนจำนวนวันที่ใช้เกิดยอดใหม่พบว่า มีความใกล้เคียงกันในทุกระดับความเข้มข้นของ BAP

ตั้งแต่ 14-16 วัน (ภาพที่ 5) BAP ที่ 0.5 มก/ล ทำให้ขึ้นส่วนพืชเกิดยอดใหม่ที่สมบูรณ์มากที่สุดคือ 3.0 ยอด/ชิ้นส่วน ส่วนขนาดใบพบว่า ชิ้นส่วนยอดที่เลี้ยงบนอาหารที่ไม่เติม BAP มีขนาดความกว้างของใบมากที่สุดคือ 0.7 ซม และใบมีความยาวมากที่สุดที่ความเข้มข้น 0.5 มก/ล อย่างไรก็ตาม BAP ตั้งแต่ 3 มก/ลขึ้นไปทำให้ตาที่มุมใบเพิ่มมากขึ้น(ตารางที่ 3)

ยอดใหม่ที่ได้จากการกระตุ้นของ BAP ในระดับต่ำ (0.5-1.0 มก/ล) ให้ใบที่เป็นปกติ ส่วนที่ความเข้มข้นสูงขึ้น (0.3-0.5 มก/ล) ให้ยอดใหม่มี

ลักษณะสั้นป้อม ใบหดสั้นและหนาขึ้น มีสีเขียวอ่อนและมีลักษณะอวบน้ำเล็กน้อย (ภาพที่ 6)

4. ผลของ IBA ต่อการเกิดราก

พบว่าเมื่อตัดกิ่งข้างที่เกิดขึ้นมาเลี้ยงในอาหาร H-MS ที่เติม IBA 0, 0.1 0.5, 1.0 และ 2.0 มก/ล จะเกิดรากได้ถึง 100% ในทุกระดับความเข้มข้น โดยที่ความเข้มข้น 0 และ 0.1 มก/ล จะเกิดรากได้เร็วที่สุด (ภาพที่ 7) และพบว่า IBA ที่ 0.1 มก/ล ให้จำนวนรากมากที่สุดคือ 14.3 ราก และรากมีความยาวมากที่สุดเช่นเดียวกันโดยเฉลี่ย 0.7 ซม (ตารางที่ 4)

Table 3 Number of new shoot, shoot height, number of leaf, leaf width, leaf length and number of axillary bud of explant on MS media with BAP for 8 weeks.

BAP (mg/l)	No. of new shoot	Shoot height (cm)	No. of leaf	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	No. of axillary bud
0	- a	- a	- a	0.7c	1.3c	- a
0.5	3.0c	0.8c	5.5c	0.6b	1.5d	2.4b
1.0	2.8bc	0.6c	5.1c	0.5b	1.3c	3.6b
3.0	2.6bc	0.3b	2.4b	0.4a	0.5b	9.2c
5.0	2.4b	0.3b	1.9b	0.4a	0.3a	15.2d
LSD _{p=0.01}	0.23	0.06	0.40	0.04	0.05	0.69

Day for the initiation of shoot

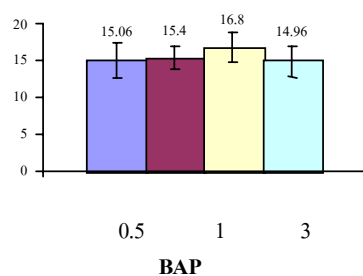


Figure 5 Day for the initiation of new shoot of explant on MS media with BA.

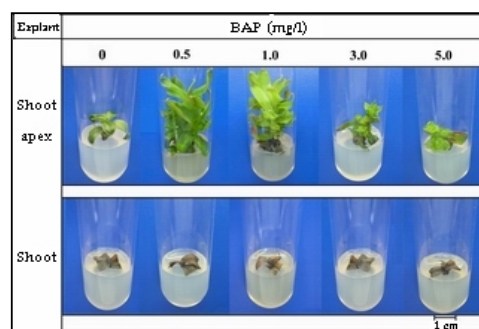


Figure 6 Explant on MS media with BAP after 8 weeks.

Table 4 Number of root, root length, shoot diameter, shoot height and number of leaf from axillary shoot culture on MS media with IBA for 5 weeks.

IBA (mg/l)	No. of root	Root length (cm)	Shoot diameter (cm)	Shoot height (cm)	No. of leaf
0	5.3 ^a	0.4 ^b	0.2 ^a	2.2 ^a	7.8
0.1	14.3 ^c	0.7 ^c	0.3 ^b	2.8 ^c	8.5
0.5	8.6 ^b	0.3 ^a	0.3 ^b	2.5 ^b	8.1
1.0	6.5 ^{ab}	0.2 ^a	0.5 ^c	2.4 ^b	8.2
2.0	5.9 ^a	0.2 ^a	0.6 ^d	2.1 ^a	7.3
LSD _{p=0.01}	1.36	0.80	0.36	0.12	ns

รอดสูง 100 % ส่วนต้นกล้าในอาหาร MS (1962) มีเปอร์เซ็นต์การรอดเพียง 63.2 % อย่างไรก็ตาม

ต้นกล้าที่ได้จากอาหาร VW (1949) ดัดแปลง มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ทั้งนี้จะเป็นผลมาจากส่วนประกอบของธาตุอาหารหลักมีความเหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดหน่อข้าวหอมแกงมากกว่า

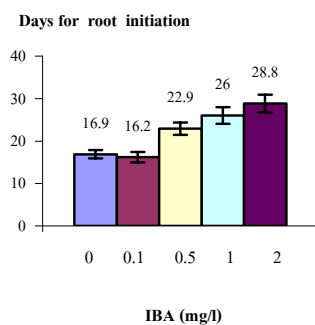


Figure 7 Days for root initiation of axillary shoot on H-MS medium with IBA.

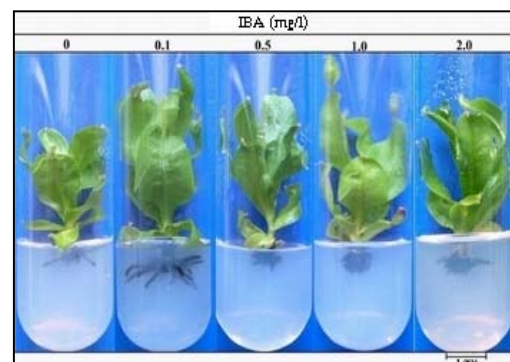
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1.การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ

อาหาร VW (1949) ดัดแปลง และ MS (1962) สามารถทำให้เมล็ดงอกได้เร็วในอัตราที่ใกล้เคียงกัน เปอร์เซ็นต์การงอกสูงถึง 95 % และมีเปอร์เซ็นต์การ

Figure 8 Number of root on the axillary shoot on H-MS medium with IBA for 5 weeks.

อาหารอื่นๆ ส่วนอาหาร MS (1962) อาจมีส่วนประกอบของธาตุอาหารหลักสูงเกินไปโดยเฉพาะ



ธาตุไนโตรเจน ซึ่งในสภาพธรรมชาติของพืชชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพดินที่ขาดธาตุไนโตรเจน (James and Patricia, 1996) ส่วนเมล็ดที่เพาะในอาหาร H-MS เมล็ดมีอัตราการงอกช้า แต่หลังจากเมล็ดงอกแล้ว ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตได้ดีในระดับที่ใกล้เคียงกันกับต้นกล้าในอาหาร VW (1949) คัดแปลง อาจเนื่องมาจากอาหารสูตรนี้มีการปรับลดส่วนประกอบของธาตุอาหารหลักลงเหลือเพียง $\frac{1}{2}$ เท่าของ MS (1962) ทำให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า

เมื่อเปรียบเทียบการเพาะเมล็ดในอาหารสูตรต่างๆ ที่ไม่เติม และเติมน้ำมะพร้าว 15 % พบว่าเมล็ดที่เพาะในอาหารสูตรต่างๆ ที่ไม่เติมน้ำมะพร้าวทำให้เมล็ดมีการงอกได้เร็ว เปอร์เซ็นต์การงอกสูง และมีความสม่ำเสมอมากกว่าอาหารทุกสูตรที่เติมน้ำมะพร้าว 15 % อาจเป็นเพราะสูตรอาหารเหล่านั้นมีส่วนประกอบที่เหมาะสมเพียงพอต่อการงอกของเมล็ดอยู่แล้ว การเติมน้ำมะพร้าวอาจส่งผลให้มีสารอาหารบางอย่างมีอยู่ในระดับที่สูงเกินไปจึงทำให้เมล็ดงอกช้าและมีการเจริญเติบโตไม่ดีนัก ยกเว้นเมล็ดที่เพาะในอาหาร White (1963) ที่ไม่เติมน้ำมะพร้าว เมล็ดมีการงอกช้ากว่าอาหารที่เติมน้ำมะพร้าว อาจเนื่องมาจากอาหาร White (1963) มีธาตุอาหารที่ไม่เหมาะต่อการงอกของเมล็ด ซึ่งมีธาตุแมกนีเซียมสูงกว่าอาหารสูตรอื่นๆ และเมื่อใบพืชมีธาตุแมกนีเซียมมากกว่า 20-25 % เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ พืชจะชะงักการเจริญเติบโต และแสดงอาการเหมือนการขาดแมกนีเซียม คือใบมีสีเหลืองซีด (Scott and Robson, 1990) ดังนั้นเมื่อมีการเติมน้ำมะพร้าวลงไปอาจช่วยให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น

2. ศึกษาการทำ Scarification ที่เหมาะสมในสภาพปลอดเชื้อ

การตัดหรือเจาะเมล็ดทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น แต่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอก อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการตัดหรือเจาะเมล็ดจะสามารถย่นระยะเวลาการงอกของเมล็ดได้เกือบถึง 100 % และการเจาะปลายเมล็ดต้นกล้ามีเปอร์เซ็นต์การรอดถึง 79.9 % ส่วนการตัดปลายเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การรอดเพียง 44.4 % โดยที่ต้นกล้าเริ่มตายไปภายหลังการงอกได้ประมาณ 1 สัปดาห์ ขณะที่ต้นกล้ายังไม่สามารถสร้างใบจริงขึ้นมาได้ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าในการทดลองทำ scarification โดยวิธีการตัดปลายเมล็ดในครั้งนี้ อาจมีการตัดส่วนของใบเลี้ยง และ endosperm ออกมากเกินไปจึงทำให้เมล็ดมีอาหารสะสมไม่เพียงพอต่อการพัฒนาของเอมบริโอได้

3. ผลของ BAP ต่อการแตกยอดของชิ้นส่วนพืช

ชิ้นส่วนโคนไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดกิ่งแขนงได้เลย และชิ้นส่วนจะตายในเวลาต่อมา ซึ่งอาจเกิดจากชิ้นส่วนพืชมีความบอบช้ำจากเทคนิคการตัดชิ้นส่วนซึ่งต้นกล้าที่นำมาใช้ทดลองส่วนของลำต้นค่อนข้างแข็ง แต่ใบอวบ และอ่อนมาก และอีกสาเหตุหนึ่งที่เป็นไปได้ คือ ชิ้นส่วนโคนมีฮอร์โมนออกซินต่ำกว่าส่วนยอด จึงทำให้อัตราส่วนของออกซินและไซโตไคนินอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมในการกระตุ้นให้มีการเจริญเติบโตของตาข้างได้ ประกอบกับชิ้นส่วนอยู่ในสภาพอ่อนแอ จึงทำให้ชิ้นส่วนตายไปในเวลารวดเร็ว เช่นเดียวกับ ประทุมพร (2538) ได้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นประยงค์ โดยใช้ชิ้นส่วนยอด และส่วนข้อจากตำแหน่งต่างกัน เลี้ยงในอาหาร WPM พบว่าใน 2 สัปดาห์แรก ชิ้นส่วนยอดมีการเจริญเติบโตได้ดี แต่ชิ้นส่วนข้อไม่มีการเปลี่ยนแปลง และเมื่อถึงสัปดาห์ที่ 4 ชิ้นส่วนข้อทั้งหมดและชิ้นส่วนยอดบางส่วนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและตายไป ในการทดลองนี้ การใช้ BAP ที่ความ

เข้มข้น 0.5 มก/ล ทำให้ชิ้นส่วนยอดเกิดกิ่งแขนงที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด อย่างไรก็ตาม BAP ที่ ความเข้มข้น 5.0 ให้ตาข้างจำนวนมากถึง 15.2 ตา/ชิ้นส่วน แต่หลังจากย้ายเปลี่ยนอาหารมาเลี้ยงบนอาหารที่มี BAP 0.5 มก/ล พบว่ามี ตาข้างดังกล่าวไม่ถึง 20 % ที่สามารถเจริญเติบโตขึ้นมาเป็นยอดอ่อนปกติได้ ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และแห้งไป นอกจากนี้การใช้ BAP ที่สูงขึ้นยังทำให้โคนต้นของชิ้นส่วนมีการขยายขนาดขึ้นลักษณะคล้ายก้อนแคลลัสสีดำ

4. ผลของ IBA ต่อการเกิดราก

การใช้ IBA ทุกระดับความเข้มข้นสามารถชักนำการเกิดรากได้ทุกชิ้นส่วน แต่ความเข้มข้นที่มีความเหมาะสมต่อการชักนำรากมากที่สุดคือ 0.1 มก/ล โดยทำให้เกิดรากได้เร็วที่สุด และมากที่สุด และยังให้การเจริญเติบโตได้ดี ส่วน IBA ที่ระดับความเข้มข้นสูงเกินไปทำให้ชิ้นส่วนพืชมีการเกิดรากได้ช้าลง รวมทั้งยังมีผลทำให้โคนต้นมีการขยายขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีลักษณะคล้ายก้อนแคลลัส มีสีดำ โดยเฉพาะ IBA ความเข้มข้น 2.0 มก/ล ทำให้โคนต้นขยายขนาดใหญ่ที่สุด มีจำนวนราก ความยาวรากลดลง และรากที่ได้ไม่มีความสมบูรณ์ เช่นเดียวกับ ชีรพล (2545) ได้ศึกษาการชักนำยอดอ่อนของต้นสนโศกให้ออกรากโดยใช้ NAA ความเข้มข้น 0.1, 0.5 และ 1.0 มก/ล พบว่าที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การออกรากน้อยลง เนื้อเยื่อบริเวณฐานมีการเจริญเติบโตสร้างแคลลัสมากขึ้น รากมีขนาดใหญ่โดยที่ผิวรากมีลักษณะพองเพิ่มมากขึ้น และยังส่งผลให้ความยาวของรากลดลงตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- ชีรพล พรสวัสดิ์ชัย. 2545. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการขยายพันธุ์ต้นสนโศก. รายงานวิจัย. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 34 น.
- ประทุมพร กันทพนม. 2538. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการตอน การปักชำ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อประยงค์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 142 น.
- James, A. D. and W. Patricia. 1996. Carnivorous Plant of the World. Timber Press, Inc., Hong Kong. 206 p.
- Scott, B. J. and A.D. Robson. 1990. Distribution of magnesium in subterranean clover in relation to suppey. Aust. J. Agric. Res. 41 : 499-510
- Walker, R. 2000. "Tissue culture in the Home Kitchen".The Carnivorous plant tissue culture. [online]. Available <http://www2.labs.agilent.com/botany/cp/slides/tc/tc.htm> (28 October 2001).

เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดสีดอกของฟิวเซีย

Cytogenetics and Flower Color Inheritance of Fuchsias

วันทนา มุทิตา^{1/} และณัฐา กวประเสริฐ^{1/}

Wanthana Muthita^{1/} and Nuttha Kuanprasert^{1/}

Abstract : Fuchsias hybridizations of one - selfed and six - crossed were conducted. It was found that fertilization occurred in low rate as well as germination percentage, and number of derived hybrids were low. Flower color inheritance was determined, red color of sepal might be controlled by dominant gene and probably, there were more than one gene that governed this character. Petal color might be controlled with the minimal of two genes. Red petal was governed by one dominant gene and white was governed by another pair of recessive gene with possibility that recessive gene could perform epistasis on another gene. Pollen germination was tested. It was found that pollen could germinate well in 0.2 % of sucrose. When concentration of sucrose was more than 0.2 %, germination percentage was decreased. Chromosome number of parental varieties were 62 – 90 whereas chromosome number of hybrids ranged in between parental varieties, 75 – 90.

บทคัดย่อ: การผสมพันธุ์ฟิวเซีย 7 สายพันธุ์ โดยการผสมตัวเอง 1 คู่และผสมข้าม 6 คู่ผสม พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การติดฝักค่อนข้างต่ำ เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดต่ำและได้จำนวนต้นลูกผสมน้อย การถ่ายทอดสีของกลีบเลี้ยง ยีนที่ควบคุมกลีบเลี้ยงสีแดงเป็นสีเด่น หรือยีนที่ควบคุมสีกลีบเลี้ยงอาจเป็นยีนที่มากกว่า 1 คู่ หรือเป็น 2 คู่ และมีการข่มข้ามคู่กัน ส่วนสีของกลีบดอก ยีนที่ควบคุมสีของกลีบดอกอาจมี 2 คู่ โดยยีนที่ควบคุมตำแหน่งที่ 1 ที่ให้สีแดง เป็นยีนเด่น และยีนที่ควบคุมตำแหน่งที่ 2 ที่ให้สีขาวเป็นยีนด้อยและยีนทั้งสองนี้สามารถข่มข้ามคู่ได้ การศึกษาการงอกของละอองเกสร พบว่า ฟิวเซีย 7 สายพันธุ์ ที่ใช้ในการทดลอง สามารถงอกในอาหารเหลวที่ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรลดลง จำนวนโครโมโซมของฟิวเซีย ต้นพ่อแม่พันธุ์ มีจำนวนตั้งแต่ 62 – 90 แท่ง ส่วนต้นลูกผสมมีจำนวนโครโมโซมตั้งแต่ 75 – 90

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

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

Index words: การถ่ายทอดสีดอก ฟิวเซีย ปรับปรุงพันธุ์พืช การงอกของละอองเกสร

flower color inheritance, fuchsias, crop improvement, pollen germination

คำนำ

ฟิวเซีย (*Fuchsia* spp.) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดแถบอเมริกากลางและอเมริกาใต้ บางชนิดมีถิ่นกำเนิดแถบเกาะตาฮีตีและนิวซีแลนด์ (Kim and Allen, 1998) มีทั้งที่เป็นไม้พุ่ม ไม้ยืนต้นและไม้เลื้อย รูปร่างของดอกมีลักษณะคล้ายกับดอกไม้เด็กระบำที่มีความอ่อนช้อย กลีบดอกเหมือนกับกระโปรง สีต้นของกลีบเลี้ยงและกลีบดอกสวยงามดึงดูดความสนใจแก่ผู้พบเห็น (Lesley, 1996) นิยมใช้ประโยชน์ในด้านปลูกประดับตกแต่งสวน ทำไม้แขวนประดับ ขอบหน้าต่าง ผลิตเป็นไม้กระถาง ในประเทศไทย มีการนำเข้าสายพันธุ์ฟิวเซียจากต่างประเทศโดยมูลนิธิโครงการหลวง นำมาใช้ประโยชน์ในด้านปลูกประดับสถานีวิจัยและผลิตเป็นไม้กระถาง แต่สายพันธุ์ที่มีอยู่บางสายพันธุ์มีลักษณะคล้ายคลึงกัน การปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมพันธุ์ จึงเป็นการเพิ่มความหลากหลายให้กับสายพันธุ์ฟิวเซีย การศึกษาการงอกของละอองเกสรและจำนวนโครโมโซมของฟิวเซียยังเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ฟิวเซียได้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดสอบความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมต่อการงอกของละอองเกสร

เก็บละอองเกสรของดอกฟิวเซีย สายพันธุ์ F001 F002 F004 F005 F006 F007 และ F009 ที่แก่เต็มที่ นำละอองเกสรมาเลี้ยงในอาหารเหลวสำหรับเลี้ยงละอองเกสร ที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ บันทึกผลการงอกของ

ละอองเกสรบนแผ่นสไลด์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยสุ่มนับจำนวนละอองเกสรที่สามารถงอกต่อละอองเกสรได้ต่อจำนวนละอองเกสรที่เห็นทั้งหมด แผ่นละ 5 ตำแหน่ง นำค่าที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย

การศึกษาจำนวนโครโมโซม

เก็บตัวอย่างปลายรากของฟิวเซียสายพันธุ์พ่อแม่และลูกผสม ช่วงเวลา 10:00 น.–10:30 น. เลือกปลายรากที่มีสีขาวขุ่น ตัดปลายรากให้มีความยาว 1 ซม. นำไปแช่ในสารละลาย PDB เป็นเวลา 10 ชม. แช่น้ำยารักษาภาพเซลล์ (fixative) นาน 10 นาที และย่อยเนื้อเยื่อโดยต้มในกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล นาน 5 นาที และแช่เนื้อเยื่อปลายรากไว้ในสีย lactopropionic orcein นาน 48 ชม. บันทึกจำนวนโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การผสมพันธุ์

ทำการผสมพันธุ์ฟิวเซียโดยสายพันธุ์ F004 ทำการผสมตัวเอง และใช้เป็นต้นแม่ในการผสมข้ามกับสายพันธุ์ F001 F002 F005 F006 F007 และ F009 ซึ่งใช้เป็นต้นพ่อ บันทึก จำนวนดอกที่ถ่ายละอองเกสร จำนวนดอกที่มีการผสมติดจนกระทั่งเก็บผลได้ จำนวนวันในการถือผล จำนวนเมล็ด เมล็ดที่งอกได้ และจำนวนต้นลูกผสม การถ่ายทอดลักษณะของลูกผสมคือ สีกลีบเลี้ยง สีกลีบดอก การจำแนกสีกลีบเลี้ยงและสีกลีบดอกโดยใช้แผ่นเทียบสี THE MUNSELL LIMIT COLOR CASCACDE ของบริษัท MUNSELL COLOR, USA

ผลการทดลอง

การทดสอบความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมต่อการงอกของละอองเกสร

การศึกษาการงอกของละอองเกสรฟิวเซีย 7 สายพันธุ์ ในอาหารเหลวที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ละอองเกสรเริ่มงอกในเวลา 20 นาที หลังจากที่ถูกเลี้ยงในอาหารเหลว เมื่อครบ 4 ชม. พบว่าการงอกของละอองเกสรฟิวเซียทั้ง 7 สายพันธุ์ ที่เลี้ยงในอาหารเหลวที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 0.2 เปอร์เซ็นต์มีเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรสูงที่สุดในทุกสายพันธุ์ โดยเฉพาะสายพันธุ์ F001 มีการงอก 100 เปอร์เซ็นต์และในอาหารเหลวที่มีปริมาณน้ำตาล

ซูโครสเพิ่มขึ้นเป็น 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ การงอกของละอองเกสรฟิวเซีย 7 สายพันธุ์ ลดลง (ภาพที่ 1)

การศึกษาจำนวนโครโมโซม

จำนวนโครโมโซมของฟิวเซีย 7 สายพันธุ์ มีตั้งแต่ 60 – 90 แท่ง คือ F001 มีจำนวนโครโมโซม 86 แท่ง สายพันธุ์ F002 มีจำนวนโครโมโซม 60 แท่ง สายพันธุ์ F004 มีจำนวนโครโมโซม 90 แท่ง สายพันธุ์ F005 มีจำนวนโครโมโซม 72 แท่ง สายพันธุ์ F006 มีจำนวนโครโมโซม 78 แท่ง สายพันธุ์ F007 มีจำนวนโครโมโซม 76 แท่ง สายพันธุ์ F009 มีจำนวนโครโมโซม 62 แท่ง (ตารางที่ 1)

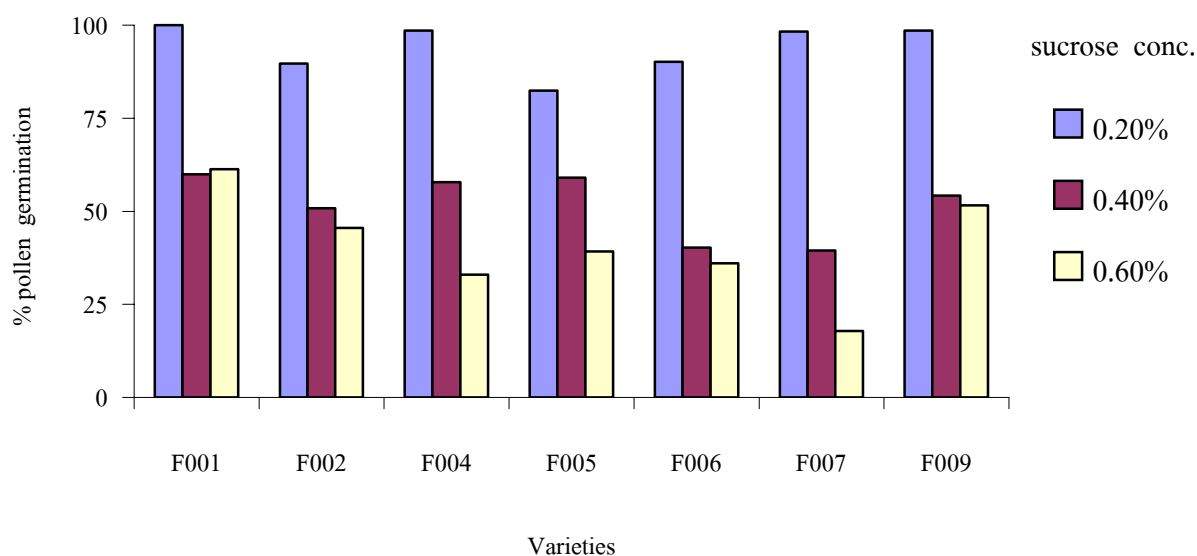


Figure 1 Pollen Germination percentage of from 7 fuchsia varieties.

Table 1 Chromosome number of fuchsia 7 varieties.

Varieties	Chromosome number
F001	$2n = 86$
F002	$2n = 60$
F004	$2n = 90$
F005	$2n = 72$
F006	$2n = 78$
F007	$2n = 76$
F009	$2n = 62$

จำนวนโครโมโซมลูกผสมของฟิวเซียที่ศึกษามีตั้งแต่ 75 – 90 แท่ง คือ ลูกผสม F004 × F001 มีจำนวนโครโมโซม 88 แท่ง ลูกผสม F004 × F002 มีจำนวนโครโมโซม 75 แท่ง ลูกผสมที่ได้จากการผสมตัวเองของ F004 มีจำนวนโครโมโซม

เท่ากับต้นแม่ คือ 90 แท่ง ลูกผสม F004 × F005 มีจำนวนโครโมโซม 81 แท่ง ลูกผสม F004 × F006 มีจำนวนโครโมโซม 84 แท่ง ลูกผสม F004 × F007 มีจำนวนโครโมโซม 83 แท่ง ลูกผสม F004 × F009 มีจำนวนโครโมโซม 76 แท่ง (ตารางที่ 2)

Table 2 Chromosome number of *Fuchsia* hybrids.

Parents	Chromosome number
Female × Male	
F004 (90) × F001 (86)	$2n = 88$
F004 (90) × F002 (60)	$2n = 75$
F004 (90) ⊗	$2n = 90$
F004 (90) × F005 (72)	$2n = 81$
F004 (90) × F006 (78)	$2n = 84$
F004 (90) × F007 (76)	$2n = 83$
F004 (90) × F009 (62)	$2n = 76$

การปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมพันธุ์
 การผสมตัวเองของสายพันธุ์ F004 และใช้
 เป็นต้นแม่ ในการผสมข้ามกับสายพันธุ์ F001 F002
 F005 F006 F007 และ F009 ซึ่งใช้เป็น
 ต้นพ่อ พบว่ามีจำนวนดอกที่ถ่ายละอองเกสร ดอกที่
 ผสมติด วันที่ถือฝักเมล็ด เมล็ดที่งอกได้ ต้นลูกผสม
 ดังแสดงในตารางที่ 3

Table 3 Number of pollinated flowers, fruitsets, day, seed, seed germination, hybrid.
 (percentage)

Cross	Number of					
	pollinated flowers	fruitsets	days	seeds	seed germination	hybrids
F004 ⊗	62	3(4.8)	80	7	3(42.8)	1(33.3)
F004 × F001	43	13(30.2)	48	409	66(16.1)	33(50.0)
F004 × F002	36	11(30.5)	58	48	9(18.8)	6(66.7)
F004 × F005	58	3(5.2)	64	51	10(19.6)	2(20.0)
F004 × F006	37	3(8.1)	67	10	5(50.0)	3(50.0)
F004 × F007	26	1(3.8)	56	9	2(22.2)	1(50.0)
F004 × F009	48	9(18.8)	56	239	76(31.8)	55(73.6)

การถ่ายทอดลักษณะ

สีกลีบเลี้ยง

การผสมตัวเองของ F004 กลีบเลี้ยงสีขาว
 ได้รุ่นลูกมีกลีบเลี้ยงสีขาว 1 ต้น คู่ผสม F004 กลีบ
 เลี้ยงสีขาว × F001 กลีบเลี้ยงสีแดง(R40-12) ได้
 ลูกผสมมีกลีบเลี้ยงสีแดงทั้งหมด 33 ต้น ต้นคู่ผสม
 F004 กลีบเลี้ยงสีขาว × F002 กลีบเลี้ยงสีขาว ได้
 ลูกผสมมีกลีบเลี้ยงสีขาวเกือบหมพู 5 ต้น และ สีขาว 1
 ต้น ต้นคู่ผสม F004 กลีบเลี้ยงสีขาว × F005 กลีบ

เลี้ยงสีแดง (R40-6) ได้ลูกผสมมีกลีบเลี้ยงสีแดง
 ทั้งหมด 2 ต้น ต้น คู่ผสม F004 กลีบเลี้ยงสีขาว ×
 F006 กลีบเลี้ยงสีขาวเกือบหมพู ได้ลูกผสมมีกลีบเลี้ยง
 สีขาวเกือบหมพู 1 ต้น คู่ผสม F004 กลีบเลี้ยงสีขาว ×
 F007 กลีบเลี้ยงสีขาวเกือบหมพู ได้ลูกผสมมีกลีบเลี้ยง
 สีขาวเกือบหมพูด้านในกลีบ 1 ต้น และคู่ผสม F004
 กลีบเลี้ยงสีขาว × F009 กลีบเลี้ยงสีขาว ได้ลูกผสม
 มีกลีบเลี้ยงสีชมพู (RP39-5) 12 ต้น สีชมพู(RP40-5)
 6 ต้น สีชมพู(RP41-3) 25 ต้น และ สีขาว 12
 ต้น (ตารางที่ 4)

Table 4 Sepal color of *Fuchsia* parental lines and their hybrids.

Parents		Sepal color		
Female × Male	Female	Male	Hybrid	Number of hybrids
F004 ⊗	white	white	white	1
F004 × F001	white	red(R40-12)	red (R40-9)	33
F004 × F002	white	white	pinkish – white, white	5, 1
F004 × F005	white	red(R40-6)	red(R40-6)	2
F004 × F006	white	pinkish - white	pinkish - white	1
F004 × F007	white	pinkish - white	pinkish - white	1
F004 × F009	white	white	pink(RP39-5), pink(RP40-5),	12, 6
			pink(RP41-3), white	25, 12

วิจารณ์ผลการทดลอง

สีกลีบดอก

การผสมตัวเองของ F004 กลีบดอกสีขาว ได้รุ่นลูกมีกลีบดอกสีขาว 1 ต้น คู่ผสม F004 กลีบดอกสีขาว × F001 กลีบดอกสีขาว ได้ลูกผสมมีกลีบดอกสีขาวทั้งหมด 33 ต้น ต้นคู่ผสม F004 กลีบดอกสีขาว × F002 กลีบดอกสีม่วง(P44-10) ได้ลูกผสมมีกลีบดอกสีม่วง(RP46-13) 4 ต้นและ กลีบดอกสีขาว 2 ต้น คู่ผสม F004 กลีบดอกสีขาว × F005 กลีบดอกสีขาว ได้ลูกผสมกลีบดอกสีขาว ทั้งหมด 2 ต้น คู่ผสม F004 กลีบดอกสีขาว × F006 กลีบดอกสีม่วง(P44-13) ลูกผสม 3 ต้นแต่มีการให้ดอกเพียง 1 ต้นที่มีกลีบดอกสีชมพู(RP44-13) คู่ผสม F004 กลีบดอกสีขาว × F007 กลีบดอกสีแดง red(RP41-12) ได้ลูกผสมมีกลีบดอกสีม่วง(RP46-13) 1 ต้นและคู่ผสม F004 กลีบดอกสีขาว × F009 สามารถจำแนกสีกลีบดอกของลูกผสมออกเป็นสีม่วงแดงเข้ม (RP42-11) สีม่วงแดงอ่อน(RP41-9) สีม่วงเข้ม (RP43-10) สีม่วง (RP46-12) และ สีแดง (R40-9) จำนวน 30 9 10 8 และ 6 ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

การปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมพันธุ์ผสมข้าม 6 คู่ผสมและผสมตัวเอง 1 คู่ ของฟิวเซียจำนวน 7 สายพันธุ์ ความสามารถในการผสมติดในแต่ละคู่ผสมแตกต่างกัน โดยในคู่ผสม F004 × F001 มีการผสมติดมาก ส่วนคู่ผสมอื่น ๆ มีการผสมติดน้อย อาจเกิดมาจากหลายสาเหตุ คือ ความสามารถในการออกของละอองเกสรตัวผู้ (pollen) ที่สามารถร่อนผ่านก้านเกสรตัวเมีย (style) ลงไปได้แตกต่างกัน(นพพร, 2543) แต่จากการทดสอบการออกของละอองเกสรของฟิวเซียทั้ง 7 สายพันธุ์ในอาหารเหลว พบว่าละอองเกสรของฟิวเซียทั้ง 7 สายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การออกของละอองเกสรที่สูงเมื่อเลี้ยงในอาหารเหลวที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 0.2 เปอร์เซ็นต์การนำละอองเกสรไปใช้ในการผสมพันธุ์ควรให้เปอร์เซ็นต์การผสมติดที่สูงแต่ผลไม่เป็นเช่นนั้น ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยอื่น เช่น ในช่วงที่มีการถ่ายละอองเกสรคือ อุณหภูมิและความชื้น อายุของละอองเกสร

Table 5 Petal color of fuchsia parental lines and their hybrids.

Parents		Petal color		
Female × Male	Female	Male	Hybrid	Number of hybrids
F004 ⊗	white	white	white	1
F004 × F001	white	white	white	33
F004 × F002	white	purple(P44-10)	purple(RP46-13), white	4,2
F004 × F005	white	white	white	2
F004 × F006	white	purple(RP44-13)	pink (RP44-13)	1
F004 × F007	white	red(RP41-12)	purple(RP46-13)	1
F004 × F009	white	red(R39-5)	red-purple(RP41-9), red-purple(RP41-9), red-purple(RP43-10), purple(RP46-12), red(R40-9)	9, 30 10, 8 6

ตัวผู้และความพร้อมของยอดเกสรตัวเมีย อาจไม่เหมาะสม อีกปัจจัยหนึ่ง คือ จำนวนโครโมโซมที่แตกต่างกันมากระหว่างต้นพ่อและต้นแม่ ทั้งนี้จากการศึกษาจำนวนโครโมโซมของฟิวเซีย 7 สายพันธุ์ สายพันธุ์ F001 และ F004 มีจำนวนโครโมโซมใกล้เคียงกัน คือ 86 และ 90 แห่ง เมื่อนำมาผสมพันธุ์ความสามารถในการเข้ากันของโครโมโซมจึงมีมากกว่า เมื่อนำสายพันธุ์ F004 ที่มีจำนวนโครโมโซม 90 แห่ง มาเป็นต้นแม่ในการผสมข้ามกับต้นพ่อ สายพันธุ์ F002 F005 F006 F007 และ F009 ที่มีจำนวนโครโมโซมตั้งแต่ 60 – 78 แห่ง ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกันมาก จึงเป็นผลให้การปฏิสนธิเกิดขึ้นได้น้อย นอกจากนี้แล้วสายพันธุ์ ฟิวเซียที่ใช้ในการผสมพันธุ์อาจต่างชนิด (species) กัน โดย นพพร (2543) กล่าวว่า การผสมพันธุ์ระหว่างพืชต่างชนิดอาจเกิดปัญหาการผสมไม่ติดหรือผสมติดน้อย ติดเมล็ดน้อย เมล็ดลูกผสมไม่งอก ต้นที่งอกไม่แข็งแรง และลูกผสมเป็นหมัน ซึ่งจากการทดลองทำการผสมตัวเอง

ของต้นลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ F004 × F001 และ F004 × F009 แล้ว พบว่า ดอกไม่สามารถพัฒนาไปเป็นฝักแก่และเก็บเกี่ยวได้ การผสมตัวเองไม่ติดของต้นลูกผสมนี้ อาจเป็นไปได้ที่ลูกผสมมีความเป็นหมัน เนื่องจากเป็นลูกผสมที่ได้มาจากการผสมฟิวเซียต่างชนิดกัน สายพันธุ์ฟิวเซียที่นำมาศึกษาอาจเป็น tetraploid หรือมีจำนวนชุดโครโมโซมที่สูงกว่านี้ เนื่องจากไม่สามารถหาจำนวนชุดพื้นฐานของฟิวเซียได้สายพันธุ์นี้มีการพัฒนาอย่างมาก อาจเป็นไปได้ว่าสายพันธุ์ที่ปลูกเลี้ยงไว้ได้มาจากการผสมของฟิวเซียหลายๆหมู่(section)เข้าด้วยกัน (intersectional hybrid) จำนวนโครโมโซมของลูกผสม พบว่า ลูกผสมมีจำนวนโครโมโซมไม่ผันแปรไปจากต้นพ่อแม่ คือได้รับมาจากต้นพ่อแม่อย่างละครึ่ง

การถ่ายทอดสีกลีบเลี้ยงที่ได้จากการผสม สีขาว × สีแดง ลูกผสมที่ได้มีกลีบเลี้ยงเป็นสีแดงทั้งหมด ยีนที่ควบคุมกลีบเลี้ยงสีแดงเป็นยีนสีแดง

และการทำงานอาจเป็นแบบข้ามสมบูรณ ส่วนจากการที่นำเอาสายพันธุ์ที่มีกลีบเลี้ยงเป็นสีขาว 2 สายพันธุ์มาผสมพันธุ์กันแล้วได้ลูกผสมกลีบเลี้ยงมีการกระจายตัวของสี คือ สีชมพู สีขาวเจือชมพู และสีขาว ซึ่งให้เห็นว่ายีนที่ควบคุมสีของกลีบเลี้ยง ควรมีมากกว่า 1 คู่ อาจเป็นไปได้ว่ามียีนที่ควบคุมสีของกลีบเลี้ยงอยู่เพียง 2 คู่ และการทำงานของยีน 2 คู่นี้มีการทำงานแบบข้ามกันคู่ได้ทั้ง 2 ตัว ส่วนการถ่ายทอดสีของกลีบดอกนั้นลูกผสมที่ได้จากการผสมกลีบดอกสีขาว $\times$ สีขาว ได้ลูกผสมมีกลีบดอกเป็นสีขาวทั้งหมด การผสมสีขาว $\times$ สีม่วง ลูกผสมที่ได้มีกลีบดอกทั้งสีขาวและสีม่วง และการผสมกลีบดอกสีขาว $\times$ กลีบดอกสีแดง ลูกผสมที่ได้มีสีกลีบดอกเป็นสีม่วงแดงเข้ม สีม่วงอ่อน สีม่วงเข้ม สีม่วงและสีแดง เป็นไปได้ที่มียีนควบคุมสีกลีบดอก อาจมี 2 คู่ นอกจากนี้อาจเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อม เช่น การศึกษาการถ่ายทอดสีของจานรองดอกในหน้าวัว พบว่าสีของจานรองดอกสีแดงและสีชมพูหรือสีส้มกับสีแดงเข้มมีความเข้มข้นของเม็ดสีเปลี่ยนแปลงไป เมื่อสภาพแวดล้อมและฤดูกาลที่แตกต่างกัน (Kamemoto and Kuehnle, 1996) หรือเป็นเพราะสีแดง สีชมพู สีน้ำเงิน และสีม่วงถูกควบคุมโดยตรงควัตถุแอนโทไซยานิน ซึ่งสีของแอนโทไซยานินผันแปรไปตามลักษณะความเป็นกรดด่างของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงไป หรือในสภาพที่อุณหภูมิต่ำ แอนโทไซยานินในรูปของ chalcone ซึ่งไม่มีสีอาจเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่มีสีได้ (คณัย, 2540)

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการผสมพันธุ์ฟิวเซีย โดยสายพันธุ์ F004 ผสมตัวเองและใช้เป็นต้นแม่ในการผสมข้ามกับ สายพันธุ์ F001 F002 F005 F006

F007 และ F009 ทั้งหมด จำนวน 7 คู่ผสม ใช้เวลาตั้งแต่การถ่ายละอองเกสรจนกระทั่งฝักแก่เป็นระยะเวลาดังแต่ 48 – 80 วัน การติดฝักมีเปอร์เซ็นต์ค่อนข้างน้อย คู่ผสม F004 $\times$ F001 และ F004 $\times$ F009 ได้จำนวนเมล็ดมาก 409 และ 239 เมล็ด แต่มีจำนวนเมล็ดงอกได้น้อย คู่ผสม F004 $\times$ F009 มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของลูกผสมมากที่สุดและได้จำนวนต้นลูกผสมมากที่สุด คือ 55 ต้น ส่วน F004 $\otimes$ และ F004 $\times$ F007 ได้ต้นลูกผสมเพียง 1 ต้นเท่านั้น การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะกลีบเลี้ยงและกลีบดอกสีขาวในฟิวเซีย ยังไม่สามารถสรุปการควบคุมสีได้ แต่พอมีสมมติฐานได้ว่า สีกลีบเลี้ยงที่เป็นสีแดงนั้นเป็นสีเด่น และอาจมียีนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมสีกลีบเลี้ยงอยู่ 2 คู่ โดยที่มีการข้ามเป็นแบบข้ามสมบูรณ ในขณะที่สีกลีบดอก อาจเป็นไปได้เช่นเดียวกันว่ามียีนที่ทำหน้าที่ควบคุมอยู่ 2 คู่ โดยมีการข้าม แบบข้ามกันด้วย

ละอองเกสรของฟิวเซียทั้ง 7 สายพันธุ์เมื่อเลี้ยงในอาหารเหลวที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 0.2 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเกสรมากที่สุด และเมื่อปริมาณน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้น การงอกของละอองเกสรลดลงตามปริมาณน้ำตาลซูโครสที่เพิ่มขึ้น

จำนวนโครโมโซมของฟิวเซียต้นพ่อแม่มีจำนวนตั้งแต่ 62-90 แท่ง ส่วนต้นลูกผสมมีจำนวนโครโมโซมตั้งแต่ 75 – 90 แท่ง

เอกสารอ้างอิง

- คณัฏ บุษยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 222 น.
- นพพร สายัมพล. 2543. เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 261 น.
- Lesly, Y. 1996. Success with Fuchsia. Wing King Tong Ltd., Hong Kong. 63 p.
- Kim, T. and C. Allen. 1998. The Complete Book of Shrubs. Reed Book Ltd., Hong Kong. 224 p.
- Kamemoto, H. and A. R. Kuehele. 1996. Breeding Anthuriums in Hawaii. University. of Hawaii Press, Honolulu. 132 p.
-

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในงาเพื่อใช้เป็นไม้ประดับ

Mutation Induction in Sesame for Utilizing as Ornamental Crop

ทิวา ปาตีคำ^{1/} และ นฐา ควรรประเสริฐ^{1/}
Thiwa Pateekum^{1/} and Nuttha Kuanprasert^{1/}

Abstract : Mutation induction for improving sesame for utilizing as ornamental crop was conducted. Seven varieties of sesame, SM 73 line MKS-II-82128-1, SM 73 R line MKS-II-82128-1, SM 74 line MKS-I-82186, SM 74 line NS 214, Amphur Pai, Amphur Phrao and KKU 3, were exposed to gamma ray at different doses, 0, 30, 60 and 90 Gray (Gy). It was found that gamma ray had effect on flower color of SM 73 line MKS-II-82128-1, SM 74 line MKS-I-82186, Amphur Pai and KKU 3. Gamma ray at 90 Gy had effect on height of first flowering of SM 74 line MKS-I-82186, whereas gamma ray at 30, 60 and 90 Gy had an effect on time of flowering of SM 73 line MKS-II-82128-1, SM 73 R line MKS-II-82128-1, SM 74 line NS 214 and KKU 3. However, gamma ray did not have any effect on lower petal color, height of first flowering node and branching. These selected varieties of first radiated generation were planted for M2 generation. It was found that gamma ray had no effect on plant height, day of flowering and branching. However, in this test, Amphur Pai radiated at 30 and 60 Gy showed various flower color.

Different concentrations of colchicine, 0, 0.25, 0.50 and 0.75 %, were applied on shoot tip of Amphur Pai, Amphur Phrao and KKU 3. It was found that the greater concentrations of colchicine resulted in the lower survival rate and plant height. Flowering period was delayed whereas flower size was increased.

Radiation doses or colchicine concentrations had no effect on chromosome number. Number of chromosome of sesame yielded 26 chromosomes. ($2n = 26$).

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

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

บทคัดย่อ : การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในงา เพื่อพัฒนางาให้นามาใช้ประโยชน์ในเชิงไม้ประดับได้มีการชักนำการกลายพันธุ์ด้วยรังสีแกมมา โดยนำเมล็ดงาจำนวน 7 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ SM 73 line MKS-II-82128-1, SM 73 R line MKS-II-82128-1, SM 74 line MKS-I-82186, SM 74 line NS 214, อำเภอปาย, อำเภอฟราว และ มข. 3 ไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 0, 30, 60 และ 90 Gy โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ผลของการฉายรังสีพบว่า รังสีแกมมามีผลต่อสีดอก ความสูง และระยะเวลาในการออกดอก ปริมาณรังสีที่ 30, 60 และ 90 Gy มีผลต่อสีดอกของงาสายพันธุ์ SM 73 line MKS-II-82128-1, SM 74 line MKS-I-82186, อำเภอปาย และ มข. 3 ปริมาณรังสี 90 Gy มีผลต่อความสูงเฉลี่ยของงาสายพันธุ์ SM 74 line MKS-I-82186 และปริมาณรังสีที่ 30, 60 และ 90 Gy มีผลต่อระยะเวลาในการออกดอกของงาสายพันธุ์ SM 73 line MKS-II-82128-1, SM 73 R line MKS-II-82128-1, SM 74 line NS 214 และ มข.3 อย่างไรก็ตามปริมาณรังสีไม่มีผลต่อสีกลีบดอกด้านล่าง, ความสูงข้อแรกที่ยื่นออกดอก และการแตกกิ่งของงา จากรุ่น M1 เมื่อทำการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก และได้ คัดเลือกพันธุ์มาได้ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์อำเภอปาย และ มข. 3 ที่ระดับปริมาณรังสี 0, 30 และ 60 Gy และสายพันธุ์อำเภอฟราว ที่ระดับปริมาณรังสี 0, 30, 60 และ 90 Gy มาปลูกทดสอบคุณลักษณะในรุ่น M2 พบว่ารังสีแกมมาไม่มีผลต่อการแตกกิ่ง ระยะเวลาในการออกดอก ความสูงข้อแรกที่ยื่นออกดอก ความสูงสุดท้าย และอายุการบานของดอก แต่มีผลทำให้สีดอกและสีกลีบดอกด้านล่างของงาสายพันธุ์อำเภอปาย มีความหลากหลายมากขึ้น

การศึกษาผลของโคลชิซินที่มีต่อการกลายพันธุ์ของงา พบว่า การให้สารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0, 0.25, 0.50 และ 0.75 % โดยการหยดลงบนยอดของต้นกล้าอายุ 1 สัปดาห์ ของต้นงา 3 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์อำเภอปาย อำเภอฟราว และ มข. 3 พบว่า เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต ความสูงเฉลี่ยข้อแรกที่ยื่นออกดอกมีแนวโน้มลดลง ระยะเวลาในการออกดอกแรกนานมากกว่าเดิม และขนาดดอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม สารละลายโคลชิซินไม่มีผลต่อความสูงสุดท้ายเฉลี่ย สีดอก และสีกลีบดอกด้านล่างของงาทั้ง 3 สายพันธุ์

รังสีแกมมาและสารโคลชิซินทุกระดับไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมของงาทุกสายพันธุ์ โดยยังมีจำนวนโครโมโซม $2n = 26$

Index words : งา การปรับปรุงพันธุ์ รังสีแกมมา โคลชิซิน โครโมโซม การกลายพันธุ์

sesame, crop improvement, gamma ray, colchicine, chromosome, mutation

คำนำ

งามีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของแอฟริกา (Ram *et al.*, 1990) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sesamum indicum* Linn อยู่ในวงศ์ Pedaliaceae (Warren, 1998) สกุล *Sesamum* ดอกของงาเป็นดอกประเภทสมบูรณ์เพศ (perfect flower) ดอกเกิดในซอกใบ (leaf axil) ในแต่ละซอกใบมี 1-3 ดอก แล้วแต่พันธุ์

กลีบเลี้ยง (calyx) และกลีบดอก (petal) เชื่อมติดกันเป็นท่อยาวคล้ายระฆัง ยาวประมาณ 3 ซม. ปลายดอกแยกเป็น 5 กลีบ กลีบล่างตรงกลางยาวที่สุด มีลักษณะเหมือนลิ้นยื่นออกมา ขอบกลีบดอกหยัก (กองบรรณาธิการแก่นเกษตร, 2529) กลีบดอกมีสีชมพู ขาว ขาวอมม่วง หรือเหลือง (Warren, 1998) การบานของดอก บานจากโคนไปสู่ปลายช่อดอก ระยะเวลาการปลูกจนกระทั่งให้ดอกจนสุดช่อใช้

เวลา 2-3 เดือน (Laconception, 2001) ดอกงามีอายุการบาน 2-3 วัน (เบญจมาภรณ์, 2545) การบานของดอกเป็นแบบต่อเนื่องกันไป คล้ายกับลักษณะของการบานของดอกลิ้นมังกร (antirrhinum) และ foxglove หากมีการปรับปรุงพันธุ์ให้มีสีดอกลักษณะใบ และทรงต้นที่กระต๊อมากขึ้น อาจมีแนวทางพัฒนาให้เป็นไม้ดอกไม้ประดับได้ การศึกษาวิธีการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ลักษณะเด่นใหม่ ๆ เกิดขึ้น ทำได้โดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีและสารเคมี และศึกษาลักษณะทางเซลล์วิทยาของพืชทดลอง เพื่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และทำการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมา

คัดเลือกสายพันธุ์งาที่ได้มาจากการปลูกเปรียบเทียบสายพันธุ์ จำนวน 7 สายพันธุ์ ได้แก่ SM 73 line MKS-II-82128-1 (n1m1), SM 73 R line MKS-II-82128-1 (n2m1), SM 74 line MKS-I-82186 (n3m1), SM 74 line NS 214 (n4m1), Amphur Pai (n5m1), Amphur Phrao (n6m1) and KKKU.3 (n7m1) นำเมล็ดงา ไปฉายรังสีแกมมา โดยใช้เครื่องฉายรังสีแกมมาของภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นเครื่องฉายรังสีแบบปิด มีซีซีเอ็ม-137 เป็นต้นกำเนิดรังสี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) มี 4 กรรมวิธี โดยเมล็ดงาได้รับรังสีที่ปริมาณต่างกัน ดังนี้ 0, 30, 60 และ 90 Gy กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ หลังจากฉายรังสีนำเมล็ดงาไปหาเปอร์เซ็นต์ความงอก แล้วนำเมล็ดงาไปปลูกในแปลงที่เตรียมไว้ ขนาด

100 × 100 ซม. เว้นหัวแปลงและท้ายแปลง 10 ซม. ระยะปลูกระหว่างแถวและต้นประมาณ 26.70 × 26.70 ซม. หนึ่งแปลงมี 16 หลุมปลูก โดยหยอดเมล็ดงาหลุมละ 3 เมล็ด เมื่อดันงาออกแล้วจึงถอนทิ้งให้เหลือต้นเดียวต่อหลุม เมื่อดันงาออกแล้ว 2 สัปดาห์ให้ปุ๋ยเกรดสูตร 15-15-15 จากนั้นทางมุ้งคลุมให้กับต้นงาในแต่ละแปลง เพื่อป้องกันการผสมข้ามโดยแมลง สุ่มเก็บข้อมูลต้นงา 10 ต้นในแต่ละแปลง เมื่อดันงาแก่แล้วจึงเก็บฝักงาไว้ทดลองต่อไป บันทึกผลดังนี้ เปอร์เซ็นต์การงอก, การแตกกิ่ง, ระยะเวลาในการออกดอก (ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดจนถึงดอกบาน), ความสูงข้อแรกที่ออกดอก, ความสูงสุดท้าย, สีดอก และสีของกลีบดอกด้านล่าง จากนั้นเก็บเมล็ดพันธุ์งา เลือกเก็บฝักงาจากต้นในตำแหน่งบน กลาง และล่างของลำต้น ตำแหน่งละ 2 ฝัก จากนั้นนำฝักงาใส่ถุงกระดาษเข้าตู้อบ hot air oven อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เมื่อได้เมล็ดแล้วนำไปทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก แล้วจึงคัดเลือกพันธุ์ปลูกลงแปลงต่อไป เรียกเมล็ดพันธุ์ที่ได้ใหม่ว่า M1 คัดเลือกพันธุ์จากเมล็ดที่ได้จากรุ่น M1 ที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่า 60 % ได้แก่ สายพันธุ์ n5 ที่ระดับปริมาณรังสี 0, 30 และ 60 Gy เมล็ดพันธุ์ n6 ที่ระดับปริมาณรังสี 0, 30, 60 และ 90 Gy และสายพันธุ์ n7 ที่ระดับปริมาณรังสี 0, 30 และ 60 Gy นำเมล็ดที่คัดเลือกไว้มาเพาะลงแปลงเพื่อดูลักษณะในรุ่น M2 ดำเนินการทดสอบและบันทึกผลเช่นเดียวกันกับการทดสอบการกลายพันธุ์ในรุ่น M1

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้สารละลายโคลชิซิน

เลือกงา 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์อำเภอบาย (n5) อำเภอพร้าว (n6) และ มข.3 (n7) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์มี 4 กรรมวิธี

กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น กรรมวิธีที่ให้แก่น้ำได้แก่ การใช้สารละลายโคลชิซิน 0, 0.25, 0.50 และ 0.75 %w/v. โดยให้สารแก่ต้นงาในถุงดำเมื่อต้นงาออกแล้วมีอายุได้ 7 วัน จึงให้สารละลายโคลชิซินที่ยอดตามแต่ละกรรมวิธี ทุกเช้าในช่วงเวลา 07:00-08:00 น. เป็นเวลา 7 วัน บันทึกผลดังนี้ เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต, ระยะเวลาในการออกดอก (ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดจนถึงดอกบาน), ความสูงข้อแรกที่ยอดดอก, ความสูงสุดท้าย, สีดอก และสีของกลีบดอกด้านล่าง

ผลของรังสีแกมมาและสารโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม

เมล็ดพันธุ์งา สายพันธุ์อำเภอบาย (n5) และ มข.3 (n7) ที่ได้รับรังสีแกมมา 0, 30 และ 60 Gy สายพันธุ์อำเภอฟราว (n6) ที่ได้รับรังสีแกมมา 0, 30, 60 และ 90 Gy. สายพันธุ์อำเภอบายและอำเภอฟราวที่ได้รับสารละลายโคลชิซิน 0, 0.25 และ 0.50 % และสายพันธุ์ มข. 3 ที่ได้รับสารละลายโคลชิซิน 0 และ 0.25 % มาเพาะลงในจานแก้ว แล้วศึกษาหาจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ปลายรากโดยใช้วิธีของ Dyer (1979) ทำการบันทึกผลการทดลอง โดยนับจำนวนโครโมโซมของแต่ละกรรมวิธีเปรียบเทียบกับโครโมโซมของพันธุ์ซึ่งไม่ได้มีการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์

ผลการทดลอง

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมา
การทดสอบการกลายพันธุ์ในรุ่น M1

1. เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด

จากการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดงาที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ระดับต่างๆ พบว่า ทุกสายพันธุ์ และทุกระดับปริมาณรังสีมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่า 40 % (ตารางที่ 1)

2. การแตกกิ่ง

การแตกกิ่งของต้นงาจำนวน 7 สายพันธุ์ พบว่าปริมาณรังสีไม่มีผลต่อการแตกกิ่ง (ตารางที่ 2)

3. ระยะเวลาในการออกดอก

ระยะเวลาในการออกดอก เริ่มบันทึกตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดจนถึงดอกแรกบาน (ตารางที่ 2) พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ พันธุ์ n1m1 ที่ปริมาณรังสี 60 Gy ให้ดอกได้เร็วที่สุด คือ 36.33 วัน แตกต่างกับปริมาณรังสี 90 Gy และกลุ่มควบคุมที่ใช้เวลา 38.00 และ 38.33 วัน ตามลำดับจึงให้ดอกพันธุ์ n2m1 ที่ปริมาณรังสี 90Gy ให้ดอกได้เร็วที่สุด คือ 32.00 วัน แตกต่างกับปริมาณรังสี 30, 60 และกลุ่มควบคุม ซึ่งใช้เวลา 40.00 40.67 และ 39.67 วัน

Table 1 Germination percentage of irradiated sesame seed of M1^{1/}.

Dose (Gy)	Germination (percentage)						
	n1m1	n2m1	n3m1	n4m1	n5m1	n6m1	n7m1
0	80.00	98.67	99.33	86.00	96.67	91.33	81.33
30	22.67	96.67	98.67	82.00	99.33	95.33	72.67
60	68.67	56.00	49.33	76.67	97.33	98.67	63.33
90	49.33	48.00	98.67	56.00	97.33	92.67	53.33

^{1/} average value, no statistics analysis

ตามลำดับ จึงให้ดอก พันธุ์ n4m1 ที่ปริมาณรังสี 30, 60 และ 90 Gy ให้ดอกได้ภายใน 38.00 38.00 และ 37.67 วัน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุม ที่ใช้เวลา 42 วัน จึงให้ดอก พันธุ์ n7m1 ที่ปริมาณรังสี 30 Gy และ 90 Gy ให้ดอกได้เร็วที่สุด คือ 36.33 และ

37.67 วัน แตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ใช้เวลา 40.00 วันและที่ได้รับปริมาณรังสี 60 Gy ที่ใช้เวลา 39.33 วัน จึงให้ดอก ในส่วนพันธุ์ n2m1, n5m1 และ n6m1 การให้รังสีไม่มีผลแตกต่างทางสถิติต่อระยะเวลาการให้ดอกแต่อย่างใด

Table 2 Comparison of sesame plant and flower characteristics derived from non or irradiated seeds, M1.

Varieties	Branching ^{a/}	No. of days for first flowering(day) ^{b/}	Height of first flowering node (cm.)	Height (cm.)	Flower ^{c/}	Lower petal
n1m1d0	2	38.33b	50.00	122.20	7.5p-7.8p	7.3p-10.0p
n1m1d1	*	*	*	*	7.3p-7.8p	7.3p-10.0p
n1m1d2	2	36.33a	54.70	125.70	7.3p-7.9p	7.3p-7.5p
n1m1d3	2	38.00b	58.80	113.20	9.4p-10p	7.4p-7.5p
LSD _{0.05}	-	0.27	ns	ns	-	-
n2m1d0	2	39.67b	79.40	102.30	7.4p-7.8p	7.7p
n2m1d1	2	40.00b	62.90	126.80	7.7p-10.0p	7.5p
n2m1d2	2	40.67b	59.80	99.30	7.5p-7.7p	7.3p-7.5p
n2m1d3	2	32.00a	45.50	112.80	7.3p-8.3p	7.3p
LSD _{0.05}	-	1.62	ns	ns	-	-
n3m1d0	2	38.00	63.25	136.60ab	0.3rp-3.6rp	7.4p-1.0rp
n3m1d1	2	39.00	59.13	140.80a	7.4p-3.0rp	7.4p-10.0p
n3m1d2	2	40.67	78.70	155.50a	7.3p-3.0rp	7.3p-3.0rp
n3m1d3	2	41.00	74.95	110.60b	0.1rp-5.3rp	10p-3.0r
LSD _{0.05}	-	ns	ns	6.82	-	-
n4m1d0	1	42.00b	37.10	84.60	10.0p-5.3rp	1.0rp-4.3rp
n4m1d1	1	38.00a	43.00	103.60	7.4p-10.0p	10.0p-3.0rp
n4m1d2	1	38.00a	48.55	92.10	7.3p-0.3rp	7.4p-3.0rp
n4m1d3	1	37.67a	56.50	122.03	7.3p-10p	7.4p-3.0rp
LSD _{0.05}	-	0.53	ns	ns	-	-
n5m1d0	2	44.33	62.47	98.95	7.3p-7.4p	9.0p-0.1rp
n5m1d1	2	40.00	43.53	85.37	8.7p-9.4p	7.3p-1.0rp
n5m1d2	2	46.67	59.60	104.20	7.7p-9.8p	7.4p-9.1p
n5m1d3	2	40.33	58.50	70.27	7.9p-2.0rp	7.3p-8.7p
LSD _{0.05}	-	ns	ns	ns	-	-
n6m1d0	2	36.67	58.93	81.60	7.0p-0.1rp	0.1rp-3.6rp
n6m1d1	2	39.00	65.28	98.13	0.7rp-1.6rp	7.4-p3.0rp
n6m1d2	2	43.00	62.81	93.63	7.3p-1.6rp	7.4p
n6m1d3	2	41.00	64.86	111.20	7.5p-0.1rp	7.4p-0.1rp
LSD _{0.05}	-	ns	ns	ns	-	-
n7m1d0	2	40.00c	51.60	97.93	4.3rp-5.3rp	7.3p
n7m1d1	2	36.33a	66.00	119.10	7.4p-10.0p	7.3p-8.8p
n7m1d2	2	39.33bc	52.41	102.20	8.7p	7.3p
n7m1d3	2	37.67ab	53.95	95.83	7.4p	10.0p
LSD _{0.05}	-	0.71	ns	ns	-	-

a/ branching: 1 = non-branching 2 = branching * = no germination

b/ indicated significant at 95 percent level, alphabets in each column show the difference

ns non – significant

c/ p = pink rp = redpink

4. ความสูงข้อแรกที่ยอดดอกและความสูงสุดท้าย ปริมาณรังสีที่ระดับ 0, 30, 60 และ 90 Gy ไม่มีผลต่อ ความสูงข้อแรกที่ยอดดอก (ตารางที่ 2) ในขณะที่ปริมาณรังสีที่ระดับ 30, 60 และ 90 Gy มีผลต่อความสูงของงาในสายพันธุ์ n3m1 ที่ปริมาณรังสี 0 และ 90 Gy (ตารางที่ 2) มีค่าเฉลี่ยความสูงของต้นน้อยที่สุด คือ 136.60 และ 110.60 ซม. และแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นที่ได้รับปริมาณรังสีที่ 30 และ 60 Gy ที่มีความสูงเฉลี่ย 140.80 และ 155.50 ซม. ตามลำดับ

5. สีดอกและสีกลีบดอกด้านล่าง

การวัดสีดอกและสีกลีบดอกด้านล่าง โดยใช้แผ่นเทียบสี Munsell Limit Color Cascade (Munsell Color, USA.) (ตารางที่ 2) พบว่าพันธุ์ n1m1 ที่ได้รับปริมาณรังสี 90 Gy ให้สีดอกเข้มขึ้นคือ จากช่วง 7.5p-7.8p เปลี่ยนไปเป็น 9.4p-10.0p พันธุ์ n3m1 ที่ได้รับปริมาณรังสี 30 และ 60 Gy ให้สีดอกเข้มขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม คือ จากช่วง 0.3 rp-3.6rp เปลี่ยนไปเป็น 7.4p-3.0rp และ 7.3p-3.0rp ตามลำดับ พันธุ์ n5m1 ที่ได้รับปริมาณรังสี 90 Gy ให้สีดอกเข้มขึ้นคือ จากช่วง 7.3p-7.4p เปลี่ยนไปเป็น 7.9p-2.0rp และพันธุ์ n7m1 ให้สีดอกเปลี่ยนไปที่ปริมาณ

รังสี 30, 60 และ 90 Gy คือ จากช่วง 4.3rp-5.3rp เป็น 7.4p-10p, 8.7p และ 7.4p ตามลำดับ

การทดสอบการกลายพันธุ์ในรุ่น M2

1. เปอร์เซ็นต์การออก

คัดเลือกพันธุ์ จากเมล็ดรุ่น M1 ที่มีเปอร์เซ็นต์การออกสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ได้แก่ สายพันธุ์ n5 ที่ระดับปริมาณรังสี 0, 30 และ 60 Gy เมล็ดพันธุ์ n6 ที่ระดับปริมาณรังสี 0, 30, 60 และ ตารางที่ และสายพันธุ์ n7 ที่ระดับปริมาณรังสี 0, 30 และ 60 Gy นำเมล็ดที่คัดเลือกไว้มาเพาะลงแปลง

2. การแตกกิ่ง

การแตกกิ่งของต้นงาจำนวน 3 สายพันธุ์ ที่ปริมาณรังสีต่าง ๆ พบว่า ทุกสายพันธุ์ มีลักษณะการแตกกิ่งแขนงไม่เปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 4)

3. ระยะเวลาในการออกดอก

ระยะเวลาในการออกดอก เริ่มบันทึกผลตั้งแต่เพาะเมล็ดจนถึงดอกบาน (ตารางที่ 4) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Table 3 Germination percentage of irradiated sesame seed, M2^{1/}.

Dose (Gy)	Germination (percentage)						
	n1m2	n2m2	n3m2	n4m2	n5m2	n6m2	n7m2
0	56.67	99.33	82.00	86.00	99.33	96.67	76.00
30	-	48.00	48.00	53.33	99.33	95.33	72.67
60	42.66	48.00	49.33	35.33	97.33	98.67	63.33
90	32.66	28.00	28.00	48.00	48.00	92.67	53.33

^{1/} average value, no statistics analysis

4. ความสูงข้อแรกที่ยื่นออกดอก

จากการวัดความสูงจากโคนต้นถึงข้อแรกที่ออกดอกของงา 3 สายพันธุ์ ในแต่ละระดับปริมาณรังสี พบว่าในพันธุ์ n5m2 และ n7m2 ที่ปริมาณรังสีระดับ 0, 30 และ 60 Gy และพันธุ์ n6m2 ที่ระดับปริมาณรังสี 0, 30, 60 และ 90 Gy ไม่มีผลต่อความสูงข้อแรกที่ยื่นออกดอก (ตารางที่ 4)

5. ความสูงสุดท้าย

ความสูงสุดท้ายของต้นงาวัดเมื่อต้นงาอายุประมาณ 3 เดือน คือ อยู่ในช่วงที่หยุดออกดอกแล้ว พบว่าที่ปริมาณรังสี 30 และ 60 Gy มีผลต่อความสูงของงาสายพันธุ์ n7 คือ ที่ปริมาณรังสี 60 Gy มีค่าเฉลี่ยความสูงของต้นน้อยที่สุด คือ 146.10 ซม. แต่ไม่ต่างทางสถิติกับปริมาณรังสี 0 Gy แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นที่ได้รับปริมาณรังสี 30 Gy ที่มีความสูงเฉลี่ย 176.45 ซม. (ตารางที่ 4)

6. สีดอกและลักษณะดอกด้านล่าง

ในสายพันธุ์ n5m2 ที่ปริมาณรังสี 30 และ 60 Gy ให้สีดอกงาในเจดสีเหลืองอ่อน และให้สีดอกที่หลากหลายขึ้น (ตารางที่ 4) สายพันธุ์ n5m2 และ n6m2 ให้ดอกเจดสีม่วงอ่อน และปลายกลีบดอกด้านล่างมีขอบสีชัดเจน ลักษณะดอกเรียวยาว ขนาดดอกเล็กกว่า สายพันธุ์ n7m2 สีดอกสายพันธุ์ n7m2 ให้ดอกเจดสีม่วง พบลักษณะดอก 2 ชนิด คือ ปลายกลีบดอกด้านล่างมีขอบสีม่วงเข้มซึ่งเป็นลักษณะเดิม และปลายกลีบดอกไม่มีขอบสีชัดเจน แต่มีลักษณะเป็นจุดสีม่วงกระจายอยู่ในกลีบดอกด้านล่าง

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้สารละลายโคลชิซิน

1. เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต

เมื่อหยอดโคลชิซินให้แกงาแล้ว 1 สัปดาห์ (3 สัปดาห์หลังจากปลูก) พบว่า ต้นงาที่ได้รับสารโคลชิซิน มีการสร้างปมตรงส่วนของลำต้นที่ติดกับดิน มีผลทำให้ต้นงาหักและตายไปในบางซ้ำที่ทำการทดลอง งาสายพันธุ์ n5 มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตต่ำสุดคือ 11.1 % ที่โคลชิซินระดับความเข้มข้น 0.50 % งาสายพันธุ์ n6 มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตต่ำสุดคือ 11.1 % ที่โคลชิซินระดับความเข้มข้น 0.75 % และงาสายพันธุ์ n7 มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตต่ำสุดคือ ไม่มีต้นที่มีชีวิตรอด ที่โคลชิซินระดับความเข้มข้น 0.75 % (ตารางที่ 5)

2. ความสูงข้อแรกที่ยื่นออกดอก

ความสูงจากโคนต้นถึงข้อแรกที่ออกดอกของงา 3 สายพันธุ์ ในแต่ละระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน พบว่า ในงาสายพันธุ์ n5 กรรมวิธีที่ได้รับสารละลายโคลชิซินเข้มข้น 0.25 % มีความสูงต้นน้อยที่สุด คือ 24.67 ซม. (ตารางที่ 5) งาสายพันธุ์ n7 กรรมวิธีที่ได้รับสารละลายโคลชิซินเข้มข้น 0.75 % มีความสูงต้นน้อยที่สุด คือ 17.83 ซม. แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซิน 0 0.25 และ 0.50 % ที่มีความสูงเฉลี่ย 34.50 30.33 และ 25.33 ซม. ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ระดับความเข้มข้นของสารละลาย โคลชิซินไม่มีผลต่อความสูงข้อแรกที่ยื่นออกดอกของงาสายพันธุ์ n6

Table 4 Comparison of sesame plant and flower characteristics derived from non or irradiated seeds, M2.

Varieties	Branching ^{a/}	No. of days for first flowering (day) ^{b/}	Height of first flowering node (cm.)	Height (cm.)	Flower ^{c/}	Lower petal
n5m2d0	2	40.20	74.03	164.39	7.3p-7.4p	8.7p-9.4p
n5m2d1	2	40.60	76.80	160.73	7.3p-10.0p &0.1rp-3.7rp &2.9gy-3.7gy	8.8p-9.8p &0.1rp-4.1rp &3.7gy
n5m2d2	2	40.73	74.37	154.45	7.4p-10.0p &2.9gy-3.7gy	8.7p-9.8p &0.1rp
LSD _{0.05}	-	ns	ns	ns	-	-
n6m2d0	2	36.67	76.07	149.53	7.3p-10.0p	7.4p-9.8p
n6m2d1	2	38.53	76.60	149.53	7.3p-10.0p	9.0p-9.8p
n6m2d2	2	39.20	75.33	140.81	7.3p-10.0p	9.0p-9.8p &0.1rp
n6m2d3	2	38.47	76.90	145.73	7.3p-10.0p	8.7p-9.8p &0.1rp
LSD _{0.05}	-	ns	ns	ns	-	-
n7m2d0	2	38.53	87.67	152.27a	7.3p-10.0p	8.8p-9.4p &0.1-1.0rp
n7m2d1	2	36.53	83.67	176.70b	7.3p-10.0p	8.8p-9.7p &1.0rp
n7m2d2	2	37.60	88.23	146.10a	7.3-10.0p &2.2rp-4.3rp	8.7p-9.1p &2.0rp-5.3rp
LSD _{0.05}	-	ns	ns	ns	-	-

^{a/} branching: 1 = non-branching 2 = branching * = no germination

^{NS} non – significant

^{b/} p = pink rp = red pink gy = green yellow

3. ความสูงสุตท่าย

ความสูงสุตท่ายของต้นงา วัดเมื่อต้นงาอายุได้ประมาณ 3 เดือน คือ อยู่ในช่วงที่หยุดให้ดอกแล้ว (ตารางที่ 5) พบว่า สารละลายโคลชิซินที่ทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อความสูงสุตท่ายเฉลี่ยของงาทั้ง 3 สายพันธุ์

4. สีดอกและสีกลีบดอกด้านล่าง

พบว่า สีดอกและสีกลีบดอกล่างของงาทั้ง 3 สายพันธุ์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง สีดอกที่เทียบได้ให้สีในช่วง สีชมพูถึงสีชมพูแดง (ตารางที่ 5) และสีกลีบดอกด้านล่างมีสีเข้มกว่าสีดอก (ค่า p ที่น้อยแสดงถึงสีดอกที่เข้มมากกว่า)

ผลของรังสีแกมมาและสารโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม

การนับจำนวนโครโมโซมที่ปลายรากงา สายพันธุ์อำเภอลำ (n5m1) และ มข.3 (n7m1) ที่ได้รับรังสีแกมมา 0, 30 และ 60 Gy สายพันธุ์อำเภอลำ (n6m1) ที่ได้รับรังสีแกมมา 0, 30, 60 และ 90 Gy และ สายพันธุ์อำเภอลำ (n5c) และอำเภอลำ (n6c) ที่ได้รับสารละลายโคลชิซิน 0, 0.25 และ 0.50 % และสายพันธุ์มข. 3 (n7c) ที่ได้รับสารละลายโคลชิซิน 0 และ 0.25 % ในระยะที่เซลล์มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิสในระยะ metaphase พบว่า จำนวนโครโมโซมจากปลายรากงาเท่ากับ $2n = 26$ และไม่มี

ความแตกต่างของจำนวนโครโมโซมของแต่ละสายพันธุ์ และสายพันธุ์ที่ได้รับกรรมวิธีต่าง ๆ

วิจารณ์ผลการทดลอง

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยนำเมล็ดงา 7 สายพันธุ์ ไปฉายรังสีแกมมา ที่ปริมาณรังสี 4 ระดับ คือ 0, 30, 60 และ 90 Gy ในรุ่น M1 พบว่า ปริมาณรังสีไม่มีผลต่อความสูงข้อแรกที่อยู่ดอก คล้ายกับผลที่ได้จากการทดลองของ Murty (1980) นำเมล็ดงาสายพันธุ์ N 62-32 ไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 500 Gy พบว่า ความสูงของรุ่นลูกไม่มีความแตกต่างจากรุ่นพ่อแม่ และ Ramachandran and Gopinathan (1977) ซึ่งนำเมล็ดงาสายพันธุ์ Kayamkulam 1 ไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 50-300 Gy พบว่า ปริมาณรังสีไม่มีผลต่อการงอกของ

เมล็ด การตั้งตัวของต้นกล้า (seedling emergence) และความสูงของพืชในรุ่น M1 เช่นกัน ปริมาณรังสีมีผลต่อความสูงสุดท้ายเฉลี่ยคือ ทำให้งาสายพันธุ์ n3m1 ที่ปริมาณรังสี 90 Gy มีค่าเฉลี่ยความสูงของต้นน้อยที่สุด การตอบสนองที่แตกต่างกันอาจเป็นผลของสายพันธุ์ที่ตอบสนองต่อปริมาณรังสีได้แตกต่างกัน เช่นเดียวกับ Kobayashi (1981) พบว่า เมื่อนำเมล็ดงาสายพันธุ์ BAN, 3BO และ QAN ไปฉายรังสีแกมมามีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสัณฐานวิทยา คือ การเรียงตัวของใบเปลี่ยนแปลงไป ฝักมีขนาดใหญ่ขึ้น จำนวนของเมล็ดต่อฝักเพิ่มขึ้น มีข้อปล้อง และยังพบว่า สายพันธุ์ BAN ตอบสนองต่อรังสีแกมมามากที่สุด ปริมาณรังสีมีผลต่อระยะเวลาในการออกดอกของงาสายพันธุ์ n2m1, n4m1 และ n7m1 ที่ได้รับปริมาณรังสี 90 Gy ใช้เวลาในการออกดอกเร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับรังสีติดอกและ

Table 5 Comparison of sesame plant and flower characteristic derived from non or treated seeds.

Varieties	Percentage survival ^{a/}	No. of days for first flowering(d ay) ^{b/}	Height of first flowering node (cm.)	Height (cm.)	Flower ^{c/}	Lower petal ^{c/}
n5c0	100	48.00a	31.50c	67.27	7.4p	8.7p
n5c1	33.3	48.67a	24.67a	66.70	9.0p	8.8p
n5c2	11.1	50.30b	38.00c	51.67	10.0p	10.0p
n5c3	33.3	67.67c	40.00d	50.33	7.4p	7.5p
LSD _{0.05}	-	1.08	1.74	ns	-	-
n6c0	100	47.00a	42.00	67.00	10.0p-1.0rp	8.7-8.8p
n6c1	22.2	58.30b	38.33	51.33	9.0p-10.0p	7.7p-9.1p
n6c2	22.2	58.00b	44.33	*	9.0p-10.0p	7.7p-9.1p
n6c3	11.1	72.00c	44.33	*	7.4p	9.1p
LSD _{0.05}	-	1.97	ns	ns	-	-
n7c0	100	48.00a	34.50c	57.33	7.4p	7.4p
n7c1	88.8	54.33b	30.33c	40.5	7.3p-9.0p	7.3p-9.0p
n7c2	33.3	60.00c	25.33b	*	*	*
n7c3	0	*	17.83a	*	*	*
LSD _{0.05}	-	1.68	3.47	ns	-	-

a/ average value, no statistics analysis

b/ indicated significant at 95 percent level, alphabets in each column show the difference

NS non – significant

c/ p = pink rp = red pink

สีกลีบดอกด้านล่างมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อได้รับปริมาณรังสีแกมมาที่ต่างกัน สีของดอกงาเข้มข้นมากกว่าเดิม คือ พันธุ์ n2m1 ที่ได้รับปริมาณรังสี 90 Gy, พันธุ์ n3m1 ที่ได้รับปริมาณรังสี 30 และ 60 Gy พันธุ์ n5m1 ที่ได้รับปริมาณรังสี 90 Gy และพันธุ์ n7m1 ที่ได้รับปริมาณรังสี 90 Gy ผลการของการฉายรังสีที่เกิดขึ้นกับดอกงา คล้ายกับผลการทดลองที่ได้จากการทดลองของ Navale *et al.* (1997) ศึกษาการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ใน *Phaseolus vulgaris* 7 สายพันธุ์ โดยนำเมล็ดมาฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 210, 220, 230 และ 240 Gy แล้วทำการประเมินพันธุ์ในรุ่น M2 พบลักษณะกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นคือ สีดอกเปลี่ยนจากสีขาวไปเป็นสีม่วง

การศึกษาลักษณะทรงต้นและการดอกของงาในรุ่น M2 จำนวน 7 สายพันธุ์ พบว่า ปริมาณรังสีไม่มีผลต่อการแตกกิ่งแขนง ระยะเวลาในการออกดอก อายุการบานของดอก ความสูงข้อแรกที่อยู่ดอกและความสูงสุดท้าย แต่ปริมาณรังสีมีผลต่อสีดอกและสีกลีบดอกด้านล่าง โดยพบว่า สีดอกในรุ่น M2 มีความหลากหลายมากกว่ารุ่น M1 สายพันธุ์ n5m2 ให้ออกดอกในเจดสีเหลืองอ่อน โดยทั่วไปแล้ว เมล็ดงาสีต่าง ๆ ให้เจดสีดอกที่ต่างกัน คือ เมล็ดสีดำ ให้ออกดอกสีม่วง และเมล็ดขาว ให้ออกดอกสีขาว หรือม่วงอ่อน (ประสิทธิ์, 2539) ซึ่งเมล็ดงาสายพันธุ์ n5m2 เป็นงาเมล็ดสีขาวควรมีดอกสีขาวหรือม่วงอ่อน และเมล็ดงาสายพันธุ์ n7m2 เป็นงาเมล็ดสีดำ จึงมีดอกสีม่วง แต่ลักษณะที่เปลี่ยนไป คือ เดิมมีดอกเป็นสีม่วงอ่อนมีขอบสีม่วง แต่เมื่อได้รับการฉายรังสีจึงพบดอกที่มีลักษณะสีม่วงเข้มขึ้นและมีจุดสีม่วงกระจายบนกลีบดอกด้านล่าง ซึ่งการที่ลักษณะสีดอกที่แสดงออกในรุ่น M2 แต่ไม่แสดงในรุ่น M1 นั้น อาจเป็นเพราะว่า เมื่อนำเมล็ดไปฉายรังสีแล้วเกิดการกลายพันธุ์ขึ้นแบบสุ่มกับบางเซลล์ในเมล็ด ซึ่งเมื่อนำ

เมล็ดไปปลูกในรุ่น M1 เซลล์ที่กลายพันธุ์ยังไม่แสดงออก แต่เมื่อเก็บเมล็ดจากรุ่น M1 แล้วนำไปปลูกเซลล์ที่กลายพันธุ์มีการพัฒนาไปเป็นเมล็ดรุ่น M2 จึงมาแสดงออกในต้นรุ่น M2 ก็เป็นไปได้ การคัดเลือกต้องทำการคัดเลือกเป็นรายต้น ผลของรังสีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสีดอกเป็นไปเช่น Murty (1988) ที่พบว่า การฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 200 Gy กับงาสายพันธุ์ Phule Til-1 ทำให้ดอกเกิดลักษณะ dotted flower คือ มีจุดสีชมพูเข้มอยู่ข้างใน corolla-tube ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะรังสีแกมมาไปเปลี่ยนแปลงยีนที่ควบคุมสีดอก ซึ่ง Stewart and Derman (1970) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงสีดอกจากสีม่วงไปเป็นสีขาว เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของยีนเป็นผลมาจากรังสีไปทำให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของโครโมโซมขาดหายไป ซึ่งโครโมโซมส่วนนั้นเป็นส่วนที่ตั้งของ dominant suppressor และการเปลี่ยนแปลงของดอกไม่ได้เกิดขึ้นกับทุกดอก

การใช้สารละลายโคลชิซินหยอดลงบนยอดของต้นกล้าของงาจำนวน 3 สายพันธุ์ พบว่า เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินมีผลทำให้ระยะเวลาในการออกดอกแรกช้าลง ซึ่งผลการทดลองเหมือนกับผลที่ได้จากการศึกษาของ วิมล และอนันต์ (2526) ที่ใช้สารละลายโคลชิซินชักนำให้เกิด polyploid ของเมล็ดพริกไร (Capsicum sp.) โดยแช่เมล็ดในสารละลายความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ นาน 48 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าต้นที่เป็น polyploid มีใบขนาดใหญ่หนา สีเขียวเข้ม กิ่งค่อนข้างเปราะ ขนาดของเซลล์ปากใบใหญ่ขึ้น วันออกดอกช้า เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันสูง ขนาดของผลและการติดผลลดลง นอกจากนี้แล้วระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินยังมีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของงาและความสูงข้อแรกที่อยู่ดอกในงาสายพันธุ์ n7

กล่าวคือ ความสูงข้อแรกที่ออกดอกลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน ซึ่งให้ผลการทดลองคล้ายกับรายงานของ Umoh and Etim (1992) ที่นำเมล็ดของ *Vigna unguiculata* จำนวน 2 พันธุ์ คือ Ife Brown และ TVX3236 แช่ในสารละลายโคลชิซิน พบว่าการงอกเกิดช้ากว่าปกติ การเจริญของต้นผิดปกติ และจำนวนต้นที่งอกลดลงตามเวลาที่แช่ โดยทั่วไปความสูงของต้น จำนวนใบ ขนาดของข้อ จำนวนกิ่ง จำนวนเมล็ดต่อฝัก และจำนวนฝักลดลง การใช้สารละลายโคลชิซินไม่มีผลต่อสีดอกและสีกลีบดอกด้านล่างของงา แต่จากการสังเกตพบว่าสารละลายโคลชิซินมีผลต่อขนาดของดอกของงาสายพันธุ์ n7 คือ ขนาดดอกมีแนวโน้มใหญ่ขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินเพิ่มขึ้น ซึ่งให้ผลเหมือนกับการทดลองของ Haiyang *et al.* (2001) ที่ใช้โคลชิซินชักนำให้เกิด autotetraploid ทำให้ได้ต้นงาที่มีลำต้นที่เหนียวขึ้น ใบและดอกใหญ่ขึ้น เมล็ดขนาดใหญ่ขึ้น อัตราการเจริญช้าลงเมื่อเทียบกับต้นที่เป็น diploid

ในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยการใช้รังสีและสารเคมี มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางภายนอกที่มองเห็นได้ เช่น สีดอกมีการเปลี่ยนแปลง ขนาดดอกมีแนวโน้มใหญ่ขึ้นกว่าเดิม อย่างไรก็ตาม ผลของการศึกษาจำนวนโครโมโซม พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับโครโมโซมแต่อย่างใด ดังในการทดลองของ วิชชุตา (2537) ที่ศึกษาผลของโคลชิซินที่มีต่อการกลายพันธุ์ของหน้าวัวพันธุ์ Double Spathe ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.01, 0.05 และ 0.1 % พบว่าโคลชิซินไม่มีผลต่อจำนวนโครโมโซมเช่นกัน

สรุป

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสีแกมมาแก่งาที่คัดเลือกไว้ 7 สายพันธุ์ การแตกกิ่งแขนงของทุกสายพันธุ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ระยะเวลาในการออกดอกของสายพันธุ์ n2m1 ทุกระดับปริมาณรังสีมีผลทำให้ออกดอกได้เร็วขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านความสูงข้อแรกที่ออกดอก พบว่า ระดับปริมาณรังสีไม่มีผลต่อความสูงข้อแรกที่ออกดอกของงาทุกสายพันธุ์ ส่วนของความสูงเฉลี่ย พบว่า ปริมาณรังสี 90 และ 0 Gy มีผลต่อความสูงของงาสายพันธุ์ n3m1 คือ ทำให้มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นน้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สีดอกและสีกลีบดอกด้านล่าง พบว่า พันธุ์ n2m1 ที่ได้รับปริมาณรังสี 90 Gy พันธุ์ n3m1 ที่ได้รับปริมาณรังสี 30 และ 60 Gy พันธุ์ n5m1 ที่ได้รับปริมาณรังสี 90 Gy และพันธุ์ n7m1 ที่ปริมาณรังสี 90 Gy ให้สีดอกเข้มขึ้น ในรุ่น M2 พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะการแตกกิ่งแขนง ระยะเวลาในการออกดอก ความสูงข้อแรกที่ออกดอก ความสูงสุดท้าย ในสายพันธุ์ n5m2 ที่ปริมาณรังสี 30 และ 60 Gy ให้สีดอกงาเปลี่ยนจากสีม่วงอ่อนไปเป็นสีเหลืองอ่อน และให้สีดอกที่หลากหลายขึ้น สายพันธุ์ n5m2 และ n6m2 ให้ดอกเฉดสีม่วงอ่อน และปลายกลีบดอกด้านล่างมีขอบสีชัดเจน ลักษณะดอกเรียวยาว สายพันธุ์ n7m2 จึงให้ดอกเฉดสีม่วง พบลักษณะดอก 2 ชนิด คือ ปลายกลีบดอกไม่มีขอบสีชัดเจน แต่มีลักษณะเป็นจุดสีม่วงกระจายอยู่ในกลีบดอกด้านล่าง และปลายกลีบดอกด้านล่างมีขอบ

สีม่วงเข้ม ขนาดดอกใหญ่และกว้างกว่าสายพันธุ์ n5m2 และ n6m2

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้สารละลายโคลชิซิน พบว่า การใช้โคลชิซินมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของงา 3 สายพันธุ์ (n5, n6 และ n7) โดยความเข้มข้นของโคลชิซินแปรผกผันกับ อัตราการรอดชีวิตของงา นอกจากนั้นแล้วโคลชิซินที่เพิ่มขึ้นทำให้ระยะเวลาในการออกดอกนานขึ้น การใช้โคลชิซินเข้มข้น 0.75 % กับงาสายพันธุ์ n5 และ n6 ทำให้ระยะเวลาในการออกดอกแรกนานที่สุด ส่วนงาสายพันธุ์ n7 นั้นต้นไม่สามารถเจริญต่อไปและตายในที่สุด ความสูงข้อแรกที่อยู่ดอกและความสูงสุดท้ายมีแนวโน้มลดลง เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินเพิ่มขึ้นกับงาทั้ง 3 สายพันธุ์ และ เมื่อเปรียบเทียบสีดอกและสีกลีบดอกด้านล่าง พบว่า ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากกลุ่มควบคุม แต่พบว่า ระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินมีผลต่อขนาดของดอกของงาสายพันธุ์ n7 คือ ขนาดดอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินเพิ่มขึ้น

ปริมาณรังสีแกมมาและสาร โคลชิซินไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมของงาที่ศึกษา พบว่าจำนวนโครโมโซม $2n = 26$

เอกสารอ้างอิง

- เบญจมาภรณ์ ศรีคำแหง. 2545. ศักยภาพของการผลิตงาเป็นไม้ประดับ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 11 น.
- วิชชุดารุ่งเรือง. 2537. ผลของโคลชิซินและรังสีแกมมาที่มีต่อการกลายพันธุ์ของหน้าวัวพันธุ์ 'Double Spathe' ที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 76 น.
- วิมล ขวัญเอื้อและอนันต์ พุทธิพิทยาสถาพร. 2526. การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในพริกโดยใช้สารโคลชิซิน. วารสารวิทยาศาสตร์. 37(7-8): .488-492.
- Dyer, A.F. 1979. Investigating Chromosome. Edward Arnold (Publishers) Ltd., London. 138p.
- Kobayashi, T. 1981. Some useful sesame mutants by induced mutations. p.146-150. In A. Ashri (ed.) Sesame: Status and Improvement Proceedings of Expert Consultation. FAO, Rome.
- Laconcepcion. 2001. [Online]. Available. http://lancepcion.com.mx/pages/english/sesame_description.htm (29 July 2002)
- Murty, G. S. S. 1980. Radiation induced small capsule mutant in sesame (*Sesamum indicum* L.) through gamma irradiation. Mysore Journal of Agricultural Science 18(2): 717-719 [Online]. Available.<http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp> (25 September 2003).
- Murty, G. S. S. 1988. Inheritance of three new mutants in sesame. Current Science (2): 39-43[Online]. Available.<http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp> (25 September 2003).
- Navale, P. A., P. N. Harder, W. S. Yadav and A.V. Tenduljar. 1997. Induced mutagenesis in Rajmah bean. Journal of Maharashtra Agricultural Universities 22(2): 244-245 [Online]. Available. <http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp> (25 September 2003).

- Ram, R., D. Catlin, J. Romero and C. Cowley. 1990. Sesame: New approaches for crop improvement. p.225-228. In J. Janick and J.E. Simon (eds.).Advances in New Crops. Timber Press,Portland,Oregon.
- Ramachandran, N. N. and N. V. Gopinnathan. 1977. Mutagenic efficiency of gamma rays in Sesamum. Agricultural Research Journal of Kerala 15(2): 142-146. [Online]. Available. <http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp> (25 September 2003).
- Stewart, R. N. and H. Derman. 1970. Somatic genetic analysis of the apical layer of chimera sport in chrysanthemum by experimental production of adventitious shoot. American Journal Botany 57: 1,061-1,071.
- Umoh, E. O. and L. Etim. 1992. The mutagenic effect of colchicine on germination, morphology and yield of varieties of *Vigna unguiculata* L. Walpers (Papilionaceae) in Nigeria. Plant Breeding Abstracts 64(12): 1790.
- Warren, W. 1998. Botanica. Periplus Editions (HK) Ltd., Singapore. 1008p.
-

ผลของโปแตสเซียมคลอเรตต่อปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส
โปแตสเซียม และฮอร์โมน ในรากลำไย

Effect of Potassium Chlorate on Nitrogen, Phosphorus,
Potassium and Hormone Content of Longan Root

ดารณี เกียรติสกุล^{1/} และ ตระกูล ต้นสุวรรณ^{1/}

Daranee Kiatsakun^{1/} and Tragool Tunsuwan^{1/}

Abstract: Effect of potassium chlorate on content of nitrogen, phosphorus, potassium and hormones of longan root were conducted on November 2000 at the Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. One year old propagated longans var. Dor were grown with fine sand in 12 inches diameter pots. The data were collected for four consecutive weeks after treatments. The result revealed that there was no flower in untreated plants. On the other hand, the flowering was observed in the treated plants after 18 days. The content of nitrogen, phosphorus and potassium three weeks after treatment were not different from untreated plants. The concentration of root auxin, cytokinin and ethylene in treated plants on the second week, prior to flowering time were higher than untreated plants. The correlation among mineral nutrients between root, leaf and shoot and the correlation between root hormones of treated were different from untreated plants.

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

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

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของโปแตสเซียมคลอเรตที่มีต่อปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียมและฮอร์โมนในรากลำไย เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2543 ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กับลำไยพันธุ์ดงตันกิ่งตอนอายุ 1 ปี ปลูกในกระถาง ขนาด 12 นิ้ว บรรจุด้วยทรายละเอียด บันทึกผลการทดลองสัปดาห์ละครั้ง รวม 4 สัปดาห์หลังการใส่สาร ผลการทดลองพบว่าต้นที่ไม่ใส่สารไม่ออกดอก แต่ต้นที่ใส่สารสามารถสังเกตเห็นตาดอกในวันที่ 18 ของการทดลอง ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมใน 3 สัปดาห์แรกไม่มีความแตกต่างจากต้นที่ไม่ได้รับสาร แต่ออกซิน ไซโตไคนินและเอทรีลีนในรากของต้นที่ได้รับสารมีปริมาณสูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารในสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงเวลาก่อนออกดอก ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในราก ยอดและใบ และความสัมพันธ์ระหว่างฮอร์โมนในรากของต้นที่ได้รับสารแตกต่างจากต้นที่ไม่ได้รับสาร

Index words: โปแตสเซียมคลอเรต, ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โปแตสเซียม, ฮอร์โมน, ลำไย

Potassium Chlorate, Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Hormone, longan

คำนำ

ลำไย (*Euphoria longana* Lam.) เป็นไม้ผลเขตกึ่งร้อน ต้องการอุณหภูมิต่ำประมาณ 15-20° ซ เป็นเวลานาน 2-4 สัปดาห์เพื่อกระตุ้นการออกดอก เมื่อลำไยไม่ได้รับอุณหภูมิที่ต่ำพอจะไม่ออกดอก หรือออกดอกน้อย (รวี, 2542) ปัจจุบันเกษตรกรหันมานิยมใช้สารโปแตสเซียมคลอเรต (KClO_3) ในการบังคับให้ลำไยออกดอก โปแตสเซียมคลอเรตเมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้โปแตสเซียมไอออน (K^+) และอนุมูลคลอเรตไอออน (ClO_3^-) (ชนะชัย, 2542) คลอเรตเป็นสารตั้งต้น (substrate) ของเอนไซม์ Nitrate reductase (NR) โดยคลอเรตจะถูกรีดิวส์ไปเป็นคลอไรต์ (ClO_2^-) และไฮโปคลอไรต์ (ClO^-) อย่างไรก็ตามเป็นที่ยอมรับกันแพร่หลายว่าฮอร์โมนเกี่ยวข้องกับการออกดอกของพืชหลายชนิด สิ่งนี้ที่ปลูกในสภาพความชื้นต่ำ อุณหภูมิ 30/20 °ซ ในช่วงกลางวันและกลางคืน ส่วนรากได้รับอุณหภูมิ 12.5°ซจะไม่ออกดอกอาจเนื่องจากการมีสารสะสมแป้งที่ขาค้น้อย และอาจเกี่ยวข้องกับการที่มีปริมาณ

จิบเบอเรลลินสูงขณะที่มีกิจกรรมของไซโตไคนินต่ำ (Menzel *et al.*, 1989) แต่ Chen (1991) พบว่าปริมาณไซโตไคนินจะต่ำในตาที่ยังไม่เปลี่ยนเป็นตาดอก และจะเพิ่มปริมาณขึ้นหลายเท่าหลังจากที่เริ่มพัฒนาเป็นตาดอก ในลำไยก็พบว่าปริมาณไซโตไคนินชนิด zeatin และ zeatin riboside สูงขณะเริ่มสร้างตาดอก (Chen *et al.*, 1997) แต่จากการทดลองของ Hegele *et al.* (in print) กลับพบว่าลำไยก่อนออกดอกมีปริมาณไซโตไคนินสูงแต่มีออกซินต่ำ เช่นเดียวกับลำไยที่พ่นด้วยเอทรีฟอนพบว่ามีความสูงไซโตไคนิน และ ABA (abscisic acid) สูงขึ้นซึ่งอาจเป็นฮอร์โมนที่ทำให้ลำไยออกดอกในขณะที่จิบเบอเรลลินยับยั้งการออกดอก (Qiu, *et al.* 2001).

รากมีหน้าที่หลายอย่างทั้งการดูดน้ำ และแร่ธาตุและแลกเปลี่ยนฮอร์โมนกับยอด รากสามารถสังเคราะห์ฮอร์โมนที่สำคัญเช่นไซโตไคนินถูกสร้างที่ปลายรากซึ่งจะเคลื่อนจากรากทางท่อน้ำไปยังส่วนยอดเพื่อควบคุมการเจริญ การสังเคราะห์แสงและการแก่ ABA ถูกสร้างขึ้นที่ปลายรากเมื่อรากขาดน้ำ ปริมาณ ABA ในรากที่สูงขึ้นจะสัมพันธ์

กับความต้านทานปากใบ ถึงแม้เอทิลีนจะสามารถสร้างได้ในทุกส่วนของพืชเพราะไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้เนื่องจากอยู่ในรูปของก๊าซ แต่ ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของเอทิลีนพบว่าถูกเคลื่อนย้ายออกมาจากรากโดยจะพบมากขึ้นเมื่ออยู่ในสภาพขาดออกซิเจน IAA (indole acetic acid) จะเปลี่ยนแปลงระหว่างมีการเจริญเติบโต ใน *Euphorbia escular* พบว่าปริมาณของ free IAA ในรากแก้วหลังจากออกดอกลดลงถึง 40% เมื่อเทียบกับช่วงก่อนออกดอก (Nissen and Foley 1987) สำหรับจิบเบอเรลลิน (GA) แม้ไม่ได้สังเคราะห์ในรากแต่ใน *Phaseolus coccineus* พบว่า GA₁₉ ในยอดจะเคลื่อนมาที่รากเพื่อเปลี่ยนเป็น GA₁ แล้วถูกส่งกลับไปที่ยอด จะเห็นว่าปริมาณฮอร์โมนที่รากมักสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนที่ยอดและส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปแตสเซียมคลอไรด์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียมในต้นและปริมาณฮอร์โมนในรากที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการการเกิดตาดอกของลำไย

อุปกรณ์และวิธีการ

ลำไยพันธุ์ดอกิ่งตอนอายุ 1 ปี ปลูกในกระถางขนาด 12 นิ้วที่บรรจุทรายละเอียด ใส่โปแตสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 0.05 ก/ต้น เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ใส่สาร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (RCB) 3 ซ้ำ แต่ละหน่วยทดลองประกอบด้วยลำไย 3 ต้นเก็บข้อมูลทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ติดต่อกัน หลังการหาปริมาณไนโตรเจน

โดยดัดแปลงจากวิธีของ Ohyama *et al.* (1985, 1986) ฟอสฟอรัสโดยวิธี Colorimetry method และโปแตสเซียมโดยวิธีของ Mizukoshi *et al.* (1994) สำหรับฮอร์โมน IAA หาปริมาณโดยวิธี Mung bean seedling bioassay (Witham *et al.*, 1986) GA โดยวิธี Rice microdrop bioassay (Nishijima *et al.*, 1992) ไซโตไคนินโดยวิธี Soybean hypocotyl bioassay (Chen *et al.*, 1997) และปริมาณเอทิลีนหาโดยวิธี Submerged vacuum extraction (Saltveit, 1982)

ผลการทดลอง

การทดลองเปรียบเทียบการใส่โปแตสเซียมคลอไรด์กับลำไยที่ไม่ใส่สารพบว่า ต้นที่ไม่ใส่สารไม่ออกดอก แต่ต้นที่ใส่สารสามารถสังเกตเห็นตาดอกด้วยตาเปล่าในวันที่ 18 หลังการใส่สาร เมื่อตรวจสอบ Cross section ของยอดและตาข้างด้วยกล้องจุลทรรศน์ในสัปดาห์ที่ 2 พบว่ายังไม่มีการสร้างตาดอก ดังนั้นการเก็บข้อมูลในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 จึงเป็นข้อมูลก่อนการสร้างตาดอก ดังรูปที่แสดงยอดของลำไย 4 สัปดาห์หลังการใส่โปแตสเซียม-คลอไรด์ (ภาพที่ 1)

1. ผลของโปแตสเซียมคลอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในลำไย

ปริมาณไนโตรเจนในใบสูงกว่าในยอดและในยอดจะสูงกว่าในราก ปริมาณไนโตรเจนในรากใบและยอดของต้นที่ใส่สารไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับต้นที่ไม่ได้รับสาร ยกเว้น ปริมาณไนโตรเจนของยอดในสัปดาห์ที่ 4 ในยอดของต้นที่ได้รับสารจะมีปริมาณสูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 1)

ปริมาณฟอสฟอรัสในราก ใบและยอดใกล้เคียงกัน ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นที่ได้รับสารไม่แตกต่างจากต้นที่ไม่ได้รับสาร (ตารางที่ 2)

ปริมาณโปแตสเซียมในใบมีปริมาณมากที่สุด ปริมาณโปแตสเซียมในรากและใบของต้นที่

รากสารและต้นที่ไม่ได้รากสารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นสัปดาห์ที่ 4 พบว่าต้นที่รากสารมีปริมาณโปแตสเซียมในยอดสูงกว่าต้นที่ไม่ได้รากสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3)



Week 1



Week 2



Week 3



Week 4

Table 1 The percentage of nitrogen of roots, leaves and shoots at four weeks after treated with KClO_3 .

Plant organs	Weeks	Total nitrogen (%)		Sign. differ.
		- KClO_3	+ KClO_3	
Roots	1	2.49	2.46	ns
	2	2.42	2.51	ns
	3	2.43	2.37	ns
	4	2.06	2.07	ns
Leaves	1	5.00	5.07	ns
	2	5.84	5.37	ns
	3	3.63	3.41	ns
	4	3.26	3.54	ns
Shoots	1	3.01	2.95	ns
	2	2.71	2.43	ns
	3	3.13	3.43	ns
	4	2.33 b	3.76 a	**

Table 2 The percentage of phosphorus of roots, leaves and shoots at four weeks after treated with KClO_3 .

Plant organs	Weeks	Phosphorus (%)		Sign. differ.
		- KClO_3	+ KClO_3	
Roots	1	0.32	0.33	ns
	2	0.21	0.19	ns
	3	0.24	0.18	ns
	4	0.17	0.17	ns
Leaves	1	0.20	0.19	ns
	2	0.22	0.20	ns
	3	0.16	0.16	ns
	4	0.17	0.20	ns
Shoots	1	0.25	0.25	ns
	2	0.24	0.26	ns
	3	0.21	0.20	ns
	4	0.29	0.21	ns

Table 3 Potassium content of roots, leaves and shoots at four weeks after treated with KClO_3 .

Plant organs	Weeks	Potassium (%)		Sign. differ.
		- KClO_3	+ KClO_3	
Roots	1	0.71	0.60	ns
	2	0.60	0.64	ns
	3	0.62	0.56	ns
	4	0.54	0.54	ns
Leaves	1	0.89	0.86	ns
	2	0.85	0.83	ns
	3	0.86	0.96	ns
	4	0.90	0.87	ns
Shoots	1	0.77	0.77	ns
	2	0.76	0.70	ns
	3	0.74	0.71	ns
	4	0.67 b	0.88 a	*

2. ผลของโปแตสเซียมคลอไรด์ต่อการ

เปลี่ยนแปลงปริมาณฮอร์โมนในรากของลำไย

ปริมาณสารคล้ายออกซินในรากของต้นที่ได้รับสารมีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 หลังรากสารแต่มีความแตกต่างทางสถิติในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากนั้นจะลดต่ำลง ขณะที่ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินนั้น ไม่มีความแตกต่างกัน

ทางสถิติทั้งก่อนและหลังการออกดอก สำหรับสารคล้ายไซโตไคนินในรากของต้นที่ได้รับสารโปแตสเซียมคลอไรด์ในสัปดาห์ที่ 2 มีปริมาณมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารอย่างมีนัยสำคัญ เอทิลีนในรากของต้นที่ได้รับโปแตสเซียมคลอไรด์มีความเข้มข้นสูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารอย่างมีนัยสำคัญในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 (ตารางที่ 4 และภาพที่ 2)

Table 4 Content of IAA and auxin-like substances ($\mu\text{g g}^{-1}\text{FW}$), GA-like substances ($\mu\text{g g}^{-1}\text{FW}$), cytokinin-like substances ($\text{ng g}^{-1}\text{FW}$) and ethylene (ppm) in root of plants treated with KClO_3 (+ KClO_3) compared with untreated plants (- KClO_3) at four weeks after treatments

Hormones	Weeks	- KClO_3	+ KClO_3	Sign. differ.
IAA	1	13.05 ± 1.31	20.53 ± 1.85	ns
	2	9.90 ± 0.63	18.83 ± 1.47	*
	3	15.14 ± 2.08	16.43 ± 2.27	ns
	4	8.64 ± 2.57	6.98 ± 1.72	ns
GA_3	1	0.119 ± 0.03	0.146 ± 0.04	ns
	2	0.271 ± 0.03	0.250 ± 0.06	ns
	3	0.321 ± 0.06	0.302 ± 0.03	ns
	4	0.271 ± 0.07	0.323 ± 0.09	ns
Cytokinins	1	0.060 ± 0.01	0.041 ± 0.01	ns
	2	0.057 ± 0.00	0.108 ± 0.01	*
	3	0.114 ± 0.00	0.088 ± 0.01	ns
	4	0.121 ± 0.01	0.123 ± 0.01	ns
Ethylene	1	0.114 ± 0.02	0.124 ± 0.03	ns
	2	0.105 ± 0.03	0.137 ± 0.03	*
	3	0.160 ± 0.02	0.220 ± 0.01	*
	4	0.277 ± 0.02	0.333 ± 0.04	ns

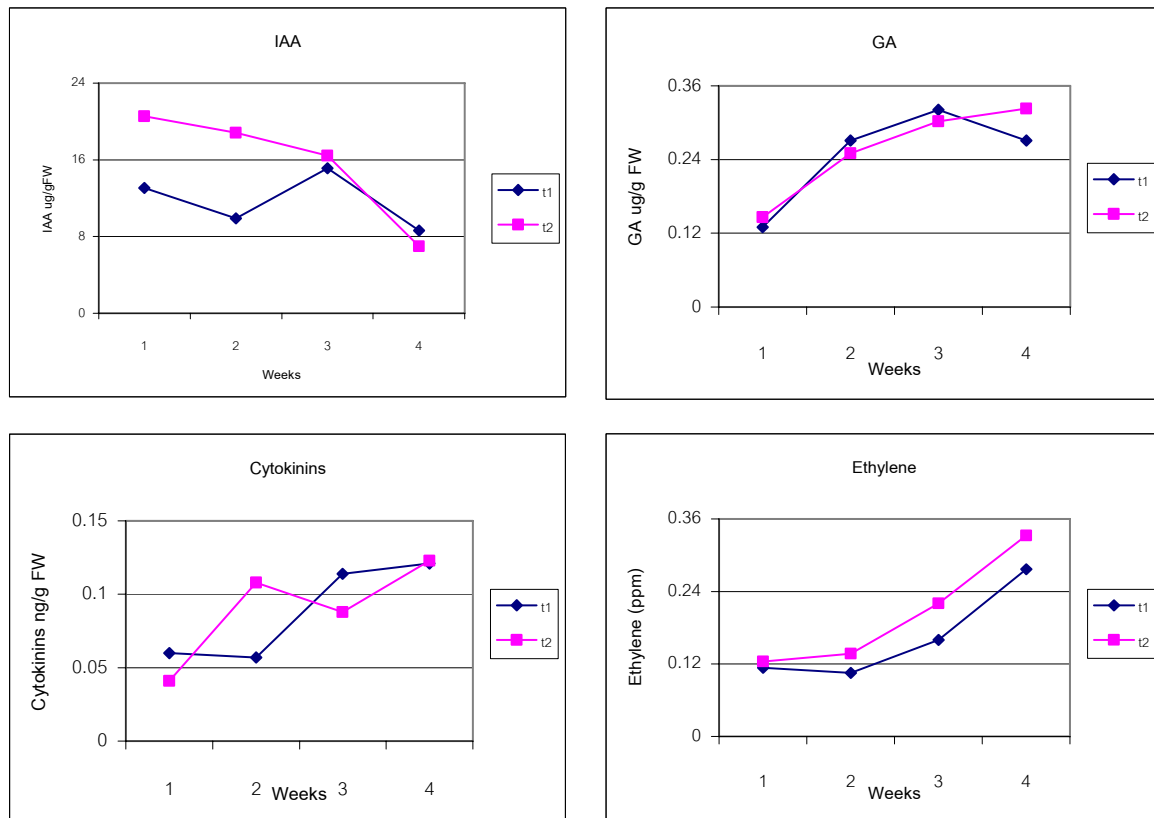


Figure 2 Hormone contents of root of plants treated with KClO_3 (T2) compared with untreated plants (T1).

3. ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม

ในต้นที่ไม่ได้รับสาร ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนในรากและยอดสูงกว่าในรากและใบ ($r = .8897$ and $.6336$ ตามลำดับ) พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างโปแตสเซียมในรากและยอด ($r = .8563$) ขณะที่ ไม่พบความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสระหว่างราก ใบและยอด แต่พบว่าฟอสฟอรัสในรากมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับโปแตสเซียมในราก ($r = .9929$) และพบความสัมพันธ์ในเชิงลบระหว่างไนโตรเจนในยอดและฟอสฟอรัสในยอด ($r = -.8861$) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพบว่าเมื่อใดก็ตาม ที่พบ

ว่ามีไนโตรเจนในรากสูงจะพบปริมาณฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในรากสูง และปริมาณไนโตรเจนและโปแตสเซียมในยอดก็สูงด้วย (ภาพที่ 3)

ในต้นที่ได้รับสารพบความสัมพันธ์ในเชิงลบระหว่างไนโตรเจนในยอดกับไนโตรเจนในใบ ($r = -.9272$) และราก ($r = -.8797$) พบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างโปแตสเซียมในยอดและราก ($r = -.7204$) นอกจากนั้นยังพบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างไนโตรเจนในยอดและโปแตสเซียมในรากอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($r = -1.0000$) สรุปว่าเมื่อใดก็ตามที่ปริมาณไนโตรเจนและโปแตสเซียมในยอดสูงจะพบว่า ปริมาณไนโตรเจนและโปแตสเซียมในรากจะต่ำ ดังภาพที่ 3

4. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนในราก

ในต้นที่ไม่ได้รับสารไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างออกซินกับจิบเบอเรลลินและไซโตไคนิน แต่พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างไซโตไคนินและเอทิลีน ไซโตไคนินกับจิบเบอเรลลิน และความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างออกซินและเอทิลีน ดัง ตารางที่ 5

ในต้นที่ได้รับสารพบว่าออกซินมีความสัมพันธ์เชิงลบกับฮอร์โมนในรากทุกตัว โดยเฉพาะ

เอทิลีน ($r = -.978$) ขณะที่พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างจิบเบอเรลลินกับไซโตไคนิน และเอทิลีน ส่วนไซโตไคนินและ เอทิลีนก็พบความสัมพันธ์เชิงบวกเช่นกัน (ตารางที่ 6)

รูปแบบความสัมพันธ์ของฮอร์โมนในรากของต้นที่ได้รับสารคล้ายกับต้นที่ไม่ได้รับสารโปแตสเซียมคลอไรด์ แต่ความสัมพันธ์ระหว่างฮอร์โมนในรากของต้นที่ได้รับสารมีความสัมพันธ์กันมากกว่าในต้นที่ไม่ได้รับสาร

Table 5 The correlation of root hormones of untreated plants.

	IAA	GA	Cytokinins	Ethylene
IAA	1.000	-.027 p= .973	.022 p= .978	-.457 p= .543
GA		1.000	.622 p= .378	.351 p= .649
Cytokinins			1.000	.845 p= .155
Ethylene				1.000

Table 6 The correlation of root hormones of treated plants.

	IAA	GA	Cytokinins	Ethylene
IAA	1.000	-.755 p= .245	-.712 p= .288	-.978 p= .022
GA		1.000	.875 p= .125	.814 p= .186
Cytokinins			1.000	.674 p= .326
Ethylene				1.000

สรุปผลและวิจารณ์

1. ผลของโปแตสเซียมคลอไรด์ต่อปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม

โปแตสเซียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในลำไย โดยปริมาณไนโตรเจนของราก ใบและยอดของต้นที่ได้รับสารไม่แตกต่างจากต้นที่ไม่ได้รับสารใน 3 สัปดาห์แรกของการทดลอง ส่วนในสัปดาห์ที่ 4 ปริมาณไนโตรเจนในยอดของต้นที่ได้รับสารมีสูงกว่าในยอดของต้นที่ไม่ได้รับสารอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะที่ยอดของต้นที่ได้รับสารเป็นช่อดอกซึ่งต้องใช้ไนโตรเจนสูงเพื่อการเจริญเติบโตเนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของโปรตีนเมมเบรน กรดนิวคลีอิก และสารอื่น ๆ ที่สำคัญต่อการแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโต แต่เมื่อตรวจหาปริมาณไนเตรทพบว่าไน-เตรทของรากในสัปดาห์ที่ 2 ของต้นที่ได้รับสารมีปริมาณมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารอย่างมีนัยสำคัญ (ไม่ได้แสดงข้อมูล) แสดงว่าไนเตรทในรากของต้นที่ได้รับสารถูก รีดิวส์ได้น้อย ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากคลอไรท์ (ClO_2^-) ซึ่งเป็นคลอไรด์ที่ถูกรีดิวส์โดย nitrate reductase (NR) เป็นสารที่ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นี้ (LaBrie, 1991) ส่งผลให้ไน-เตรทที่รากซึ่งจะถูกรีดิวส์โดยเอนไซม์นี้เช่นกันถูก รีดิวส์ได้น้อยลง หรืออาจเป็นเพราะปริมาณสารคลอไรด์ออกซินของรากสูงในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 ออกซินกระตุ้นการปลดปล่อย H^+ เหมาะต่อการสร้างเอนไซม์ glutamate dehydrogenase และลดปริมาณ glutamine synthetase (Sahulka, 1981) ใน *Arabidopsis* พบกรดอะมิโน 4 ชนิดที่มีปริมาณมากถึง 60-64 % คือ glutamine, glutamate, aspartate และ asparagine (Lam *et al.*, 1996) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลง

สัดส่วนของกรดอะมิโน อาจทำให้พืชสร้างโปรตีนชนิดใหม่ชักนำให้เกิดกิจกรรมอื่นที่ต่างไปจากเดิม เพราะแม้แต่ปริมาณ free lysine ที่เพิ่มมากขึ้นใน *Lemna paucicostata* เนื่องจากปลูกในอาหารที่ไม่มีไนโตรเจน ก็สามารถชักนำให้พืชนี้ออกดอกได้ (Tanaka *et al.*, 1993)

ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นที่ได้รับสารไม่แตกต่างจากต้นที่ไม่ได้รับสาร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะฟอสฟอรัสในบางระบบอยู่ในสถานะสมดุล เช่น การเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสผ่านเมมเบรนทาง phosphate translocator เมื่อ inorganic phosphate (P_i) ถูกดูดผ่านเมมเบรนเข้าไป triose phosphates ก็จะเคลื่อนออกมาจากคลอโรพลาสต์แทน พืชนอกจากจะดูดฟอสฟอรัสจากดินแล้วยังได้ฟอสฟอรัสที่เคลื่อนย้ายมาจากใบแก่ (Mengel and Kirkby, 1987) สำหรับโปแตสเซียมที่มีปริมาณสูงในสัปดาห์ที่ 4 ของต้นที่ได้รับสารอาจเป็นเพราะ โปแตสเซียมเกี่ยวข้องกับการขนถ่ายอาหารที่ผ่านทางท่ออาหาร โดยเฉพาะต้นที่ได้รับสารซึ่งที่ยอดกลายเป็นช่อดอกซึ่งเป็นแหล่งที่ใช้อาหารอย่างมาก

2. ผลของโปแตสเซียมคลอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฮอร์โมนในราก

ปริมาณออกซินในรากของต้นที่ได้รับสารในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 มีปริมาณสูงคล้ายกับปริมาณออกซินในรากของ *Euphorbia escular* ก่อนการออกดอกแล้วจะลดลงถึง 40 % หลังออกดอก (Nissen and Foley, 1997) แต่ปริมาณออกซินที่ยอดของยาสูบลดลงก่อนการออกดอก (Bernier *et al.*, 1993) ทำนองเดียวกับลำไยที่พบปริมาณออกซิน (IAA) ในยอดของลำไยมีปริมาณค่อนข้างต่ำหลังรากสาร โปแตสเซียมคลอไรด์ได้ 1 สัปดาห์ (Hegele *et al.*, 2003)

ไซโตไคนินในรากของต้นที่ได้รับสารในสัปดาห์ที่ 2 สูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร คล้ายกับ *Synopsis alba* ที่มีปริมาณไซโตไคนินในรากสูงก่อนออกดอก โดยมากเป็นไซโตไคนินชนิด zeatin riboside รองลงมาคือ isopentenyladenine (Bernier *et al.*, 1993) ใน *Rosa hybrida* ก็พบปริมาณไซโตไคนินของ xylem sap จะลดลงหลังมีการแตกตา (Dieleman *et al.*, 1997) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของไซโตไคนินในระยะสั้น ๆ จะลดการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารจากรากสู่ต้นเพื่อลดการเจริญเติบโตที่ยอดก่อนที่จะออกดอก แต่ในขณะที่พืชสร้างตาดอกจะพบ กิจกรรมของ zeatin และ zeatin riboside สูงในบริเวณยอด (Chen *et al.*, 1997) ส่วนปริมาณจิบเบอเรลลินในรากของต้นที่ได้รับสารและไม่ได้รับสารไม่มีความแตกต่างกันอาจเป็นเพราะจิบเบอเรลลินเกี่ยวข้องกับการเจริญของรากมากกว่าจะเกี่ยวข้องกับการออกดอกของลำไย เพราะโดยทั่วไปแล้วจิบเบอเรลลินจะยับยั้งการออกดอกของไม้ยืนต้น (Blazquez *et al.*, 1998)

ปริมาณเอทิลีนในรากของต้นที่ได้รับสารเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ต่างจากต้นที่ไม่ได้รับสาร ออกซินในรากอาจชักนำให้เกิดการสร้าง ACC ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นต่อการสร้างเอทิลีน อย่างไรก็ตามใน *Chenopodium rubrum* พบว่าปริมาณเอทิลีนในรากไม่ได้ขึ้นกับปริมาณออกซินหรือความมืด (Ullmann *et al.*, 1985) ปริมาณเอทิลีนมักเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ไม่เฉพาะถูกกระตุ้นจากสภาพแวดล้อมเท่านั้นแต่จะเปลี่ยนแปลงตามการเจริญเติบโตตามปกติ (Hooykaas *et al.*, 1999) เอทิลีนที่เกิดขึ้นในใบและยอดอาจเนื่องจากถูกส่งสัญญาณมาจากราก (Roberts *et al.*, 2002)

3. ผลของโปแตสเซียมคลอไรด์ต่อความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม

ในต้นที่ได้รับสารพบว่าปริมาณ N และ K มีความสัมพันธ์เชิงบวกทั้งในรากและในยอด เมื่อ N และ K ในยอดมีปริมาณสูง K ในใบจะมีปริมาณสูงเช่นกัน อาจเนื่องจาก K เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของ ATPase ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายซูโครสออกจากใบ K ยังช่วยเคลื่อนย้ายซูโครสออกจากเซลล์สู่ช่องว่างระหว่างเซลล์ทำให้อาหารเคลื่อนย้ายเข้าสู่ท่ออาหารได้เร็ว และเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่าง ๆ ที่ต้องการใช้น้ำตาลโดยเฉพาะยอดได้เร็วขึ้นเพราะ K ทำให้ค่า osmotic potential ในท่ออาหารสูงขึ้น (Marschner, 1986)

ในรากของต้นที่ได้รับสารพบว่าออกซินมีความสัมพันธ์เชิงลบกับจิบเบอเรลลิน ไซโตไคนินและเอทิลีน และพบปริมาณออกซิน ไซโตไคนินและเอทิลีนสูงในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก ซึ่งดูเหมือนว่าจะไม่ใช่เพื่อการเจริญเติบโตของรากเพราะพบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างและน้ำตาลรีดิคัลในรากไม่มีการเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด แต่ปริมาณสารดังกล่าวกลับสูงขึ้นที่ยอดอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2- 4 (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาณฮอร์โมนในราก อาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเพื่อกระตุ้นให้พืชสร้างตาดอก

สรุปว่าโปแตสเซียมคลอไรด์สามารถชักนำให้ลำไยออกดอกได้โดยอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรตและฮอร์โมนบางชนิดในรากซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณสารที่อยู่ในส่วนยอด ผลของการเปลี่ยนแปลงสารเหล่านี้ อาจส่งสัญญาณไปยังยีนส์ที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกแล้วมีผลทำให้ลำไยออกดอกได้

เอกสารอ้างอิง

- ธนัชชัย พันธุ์เกษมสุข. 2542. ลำไยกับสารประกอบคลอโรต. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ 53 หน้า.
- รวิ เสฐฐภักดี. 2542. การออกดอกของลำไยและการใช้สารบังคับ. เกษตรเกษตร 23(4): 88-96.
- Bernier, G., A. Havelange, C. Houssa, A. Petitjean, and P. Lejeune. 1993. Physiological signals that induce flowering. *Plant Cell*. 5: 1147-1155.
- Blazquez, M. A., R. green, O. Nilsson, M. T. Sussman and D. Weigel. 1998. Gibberellins promote flowering of *Arabidopsis* by activation the LEAFY promoter. *Plant Cell*. 10: 791-800.
- Chen, W. S. 1991. Changes in cytokinins before and during early flower bud differentiation in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) *Plant Physiol*. 96: 1203-1206.
- Chen, W., K. Huang and H. Yu. 1997. Cytokinins from terminal buds of *Euphoria longana* during different growth stages. *Physiol. Plant*. 99: 185-189.
- Dieleman, J., F. Verstappen, B. Nicander, D. Kuiper, E. Tillberg and J. Tromp. 1997. Cytokinins in *Rosa hybrida* in relation to bud break [Online]. Available http://www.bio21.bas.bg/ipp/BJPP26_1-2_39-47.pdf[2003, Jan 9].
- Hegele, M., D. Naphrom, P. Manochai, A. Chattrakul, P. Srumsiri and F. Bangerth. Effect of leaf age on the response of flower induction and related hormonal changes in longan trees after potassium chlorate treatment. *Acta Hort.* (In print)
- Hooykaas, P. J. J., M. A. Hall and K. R. Libbenga. 1999. *Biochemistry and Molecular Biology of Plant Hormones*. Elsevier Science. Netherlands. 541 pp.
- LaBrie, S. T., J. Q. Wilkinson and N.M. Crawford. 1991. Effect of chlorate treatment on nitrate reductase and nitrate reductase gene expression in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol*. 97: 873-879.
- Lam, H. –M., K. T. Coschigano, I.C. Oliveira, R. Melo-Oliveira and G. M. Coruzzi. 1996. The molecular-genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants. *Ann.Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 47: 569-593.
- Marschner, H. 1986. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press INC. (London) Ltd. 674 p.
- Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1987. *Principles of Plant Nutrition*. International Potash Institute, Bern, Switzerland. 685 p.
- Menzel, C. M., T. S. Rasmussen and D. R. Simpson. 1989. Effects of temperature and leaf water stress on growth and flowering of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *J. of Horticultural Science*. 64(6): 739-752.
- Mizukoshi, K., T. Nishiwaki, N. Ohtake, R. Minagawa, K. Kobayashi, T. Ikarashi and T. Ohshima. 1994. Determination of tungsten concentration in plant materials by $\text{HNO}_3\text{-HClO}_3$ digestion and colorimetric method using thiocyanate. *Bull. Fac. Agri. Niigata Univ.*, 46: 51-56.
- Nishijima, T., M. Koshioka and H. Yamaji. 1992. A non-dwarf rice seedling bioassay for gibberellins. *Plant Physiol*. 98: 962-965.

- Nissen, S. J. and M.E. Foley. 1987. *Euphorbia escula* L. root and root bud indole-3-acetic levels at three phenologic stages. *Plant Physiol.* 84: 287-290.
- Ohyama, T., T. Ikarashi and A. Baba. 1985. Nitrogen accumulation in the roots of tulip plant (*Tulipa gesneriana*). *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 31: 581-588.
- Ohyama, T., T. Ikarashi and A. Baba. 1986. Analysis of the reserve carbohydrate in bulb scales of autumn planting bulb plant. *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 57: 119-125.
- Roberts, J. A., A. Hussain, I. B. Taylor and C. R. Black. 2002. Use of mutants to study long-distance signaling in response to compacted soil. *J. Exp. Bot.* 53 (366): 45-50.
- Qiu, J., X. Luo and D. Wu. 2001. Regulation of flower bud differentiation in longan. *Acta Hort.* 558: 225-228.
- Sahulka, J. 1981. Regulation of enzymes involved in inorganic N metabolism in pea roots. *In* Structure and Function of Plant Roots. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Netherlands. 415 p.
- Saltveit, M. E. Jr. 1982. Procedures for extracting and analyzing internal gas samples from plant tissue by gas chromatography. *HortScience.* 17(6): 878-881.
- Tanaka O, Y. Fukuoka, F. Okamoto , H. Nishimura , N. Nishimura and G. Takeba . 1993. Lysine reverses the inhibition of flowering by elastatinal, a protease inhibitor in *Lemna paucicostata* 151. *Plant Cell Physiol.* 34: 473-479.
- Ullmann, J., F. Seidlova, J. Krekule and L. Pavlova. 1985. *Chenopodium rubrum* as a model plant for testing the flowering effects of PGRs. *Biol. Plant.* 27: 367-372.
- Whitham, F.H., D.F. Blaydes and R. M. Devlin. 1986. Exercises in Plant Physiology. Prindle, Neber & Schmidt, 324 p.

รวบรวม ศึกษาและคัดเลือกพันธุ์กระชายดำ:
องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำ

Collection, Studies and Selection of Krachai-Dam (*Kaempferia
parviflora* Wall.) Cultivars: Chemical Compositions of Essential Oil
from Collected Krachai-Dam Rhizomes

เสริมสกุล พจนการุณ^{1/} และ เซวง แก้วรักษ์^{2/}
Sermasakul Pojanagaroon^{1/} and Chaweang Kaewrak^{1/}

Abstract: The exploration and collection of Krachai-Dam (*Kaempferia parviflora* Wall. ex Baker) cultivars were carried out at the commercial cultivated area in 3 provinces of the northern and the northeastern Thailand namely Loei, Phitsanulok and Phetchabun during January to February 2003. The study was done by measuring the internal skin color of collected Krachai-Dam rhizomes in a*L*b* color systems at Chiangrai Horticultural Research Center and the data were analysed by Unweighted Pair Group Method Cluster (UPGMA), they were classified into six groups. The chemical compositions of the essential oil in the Krachai-Dam rhizomes from each group were studied and compared by using Gas Chromatograph/Mass Spectrometer (GC-MS) during February to April 2003 at the Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmaceutical Science, Chulalongkorn University. The results showed that there were significantly different ($p \leq 0.05$) among these cultivars in the quantities of the essential oil in the rhizomes. The pale internal skin color cultivars gave much greater amounts of the essential oil than the dark internal skin color, except for 'Rom-Klao'. There were different among these cultivars in the 51 chemical compositions of the essential oil in the rhizomes. The UPGMA revealed that these cultivars could be divided into 2 main groups (5 subgroups). Two dendrograms showed good relationship between the clusters of chemical compositions of essential oil in rhizomes and the internal skin color of rhizomes, especially the pale internal skin color groups. In conclusion, the Krachai-Dam cultivars had influenced on the quantities and the chemical compositions of the essential oil in the rhizomes. The results of the study were beneficial to Krachai-Dam wine production and standardization about the odor of the wine and other products.

^{1/} ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตเลย 2 อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย 42160

^{1/} Phurua Highland Agricultural Experiment Station, Phurua, Loei, 42160, Thailand.

บทคัดย่อ : ทำการรวบรวมพันธุ์กระชายดำจากแหล่งปลูกการค้าในจังหวัดเลย พิชญ์โลกและเพชรบูรณ์จำนวน 12 สายพันธุ์ ในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2546 ศึกษาเนื้อในเหง้ากระชายดำในระบบสี $a^*L^*b^*$ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย แล้วจัดกลุ่มที่คล้ายคลึงกันในลักษณะสีเนื้อในเหง้ากระชายดำด้วยวิธี Unweighted pair group method cluster analysis (UPGMA) ได้เป็น 6 กลุ่ม ทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำในแต่ละกลุ่มโดยใช้เครื่องมือ Gas chromatograph/Mass spectrometer (GC-MS) ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน 2546 ณ ภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ระหว่างสายพันธุ์กระชายดำที่ศึกษาในด้านปริมาณน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำโดยกลุ่มสายพันธุ์ที่มีสีเนื้อในเหง้าสีจางมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้าสูงกว่ากลุ่มสายพันธุ์ที่มีสีเนื้อในเหง้าสีเข้มมาก ยกเว้นสายพันธุ์ ‘ร่มเกล้า’ พบความแตกต่างด้านองค์ประกอบทางเคมี 51 ชนิดของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำระหว่างสายพันธุ์กระชายดำที่ศึกษา โดยเฉพาะ endo-fenchol และ borneol จากการจัดกลุ่มที่คล้ายคลึงกันในองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำด้วยวิธี UPGMA สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ (5 กลุ่มย่อย) พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้าและสีเนื้อในเหง้ากระชายดำ โดยเฉพาะกลุ่มสายพันธุ์ที่มีสีเนื้อในเหง้าสีจางนั้นคือ สายพันธุ์กระชายดำที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำ ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตไวน์สมุนไพรกระชายดำ และทำมาตรฐานเกี่ยวกับกลิ่นของไวน์และผลิตภัณฑ์แปรรูปกระชายดำรูปแบบอื่น

Index words: กระชายดำ น้ำมันหอมระเหย องค์ประกอบทางเคมี รวบรวมพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์

Krachai-Dam, *Kaempferia parviflora*, essential oil, chemical composition, cultivar collection, cultivar selection

คำนำ

กระชายดำ(Krachai-Dam) เป็นพืชล้มลุก อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Kaempferia parviflora* Wall ex Baker ซึ่งต่างจาก “กระชาย” ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schltr. (พ้องกับ *B. rotunda* (L.) Mansf.) และกระชายขาว (Krachia- khao) ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ ‘*Globba lacta* K. Larsen’ (ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้, 2544) ได้มีการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และแบ่งกลุ่มไว้เป็น 2 กลุ่ม : กลุ่มแรกได้แก่น้ำมันหอมระเหย(volatile oil) ซึ่งมีคุณสมบัติในการช่วยขับลม แก้อาการเสียดแน่นท้อง ;กลุ่มที่ 2 เป็นสารเคมีที่อยู่ในยาง (resin) ซึ่งประกอบด้วย

(carboxylic acid phanole) ซึ่งมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ มีฤทธิ์เกี่ยวกับการขับถ่ายปัสสาวะ และรักษาไข้ (วิชัย, 2543) รักษาเกี่ยวกับโรคกามตายด้านหรือบำรุงกำหนัด ใช้เหง้ากระชายดำคองหรือแช่กับเหล้ารับประทานช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางเพศ และช่วยบำรุงกำลัง (อภิชาติ, 2543) ในตำราแพทย์แผนโบราณของไทย เราได้ระบุเอาไว้อย่างแน่ชัดว่า “เหง้ากระชายดำนั้นมีข้อดีแอบแฝงอยู่ด้วยเป็นอันมาก คือมีสรรพคุณทางยาวิเศษสุดๆ ในเรื่องเอามาปรุงผสมผสานกับสมุนไพรอื่นๆเป็นสมุนไพรเสริมพลังทางเพศได้อย่างเด็ดขาดหนักหนา เป็นสมุนไพรสร้างความกำหนัดแก่บุรุษได้ดีมากแก้อาการตายด้านได้ดีสุดๆ เป็นเรื่องจริงที่เกิดขึ้นมาแล้วตั้งแต่ดึกดำบรรพ์ ถ้าบุรุษที่ไม่มีบุตรธิดาสืบทอดสายโลหิต แพทย์แผน

โบราณของไทยเราจะปลูกยาสมุนไพรให้รับประทานทันที โดยมีเหง้ากระชายดำเป็นส่วนผสม” (ภาณุพรรณ, 2543) กระชายดำเป็นพืชสมุนไพรที่จังหวัดเลยเริ่มปลูกและได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้นเป็นลำดับ จนได้มีการขยายพื้นที่ปลูกกระชายดำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในทุกภาคของประเทศ และเริ่มเข้ามาทดแทนการปลูกเชิงอื่นเนื่องมาจากกระชายดำมีราคาที่สูงมากถึง 500-550 บาทต่อกิโลกรัม (โสภี, 2545) ซึ่งกระชายดำมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีคุณภาพแตกต่างกันไป ปัจจุบันยังไม่สามารถทราบได้แน่นอนว่าประสิทธิผลในการรักษาอาการเจ็บไข้เกี่ยวกับโรคทางกายด้าน หรือบำรุงกำหนด บำรุงกำลังด้านต่าง ๆ ในลักษณะโสมไทย ตลอดจนมีสรรพคุณในการเพิ่มสมรรถภาพทางเพศจนได้รับการขนานนามว่าเป็น “สมุนไพรไทยสู้โสมเกาหลี” (ประเชิญและสุเทพ, 2543) นั้นเป็นผลมาจากตัวยาสำคัญในหัวกระชายดำตัวใดเป็นหลัก (วิชัย, 2543) ปัจจุบันผู้บริโภค, เกษตรกรผู้ปลูกและผู้ประกอบการจำหน่าย ผลิตภัณฑ์กระชายดำได้ใช้สีเนื้อในเหง้ากระชายดำเป็นเกณฑ์ในการคัดเกรดและกำหนดราคา (เสริมสกุลและเชวง, 2546 ก, ข; Pojanagaroon and Kaewrak, 2003) โดยมีความเชื่อว่ายิ่งเนื้อใน หัวกระชายดำยิ่งมีสีดำนากเท่าใดยิ่งมีคุณสมบัติข้างต้นดีขึ้นเท่านั้นและยินยอมซื้อหัวกระชายดำในราคาที่แพงกว่าสีจางเป็นเท่าตัว ประกอบกับการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมด้วยเครื่องหมายโมเลกุล RAPD พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มสายพันธุ์กระชายดำออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่ม ‘ไบเขียว’ (สีเนื้อในเหง้าสีจาง) และกลุ่ม ‘ไบแดง’ (สีเนื้อในเหง้าสีเข้ม) ซึ่งสามารถแบ่งย่อยได้อีก 5 กลุ่มย่อย (Pojanagaroon *et al.*, 2003) จึงเป็นประเด็นหลักใน

การวิจัยนี้เพื่อตอบปัญหาดังกล่าวที่ว่ากระชายดำซึ่งมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกที่ปรากฏของเหง้ากระชายดำโดยเฉพาะสีเนื้อในเหง้ากระชายดำแตกต่างกันจะมีองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำแตกต่างกันหรือไม่ และมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาปริมาณ น้ำมัน หอมระเหย และ ปริมาณ ของแต่ละองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่รวบรวมจากแหล่งปลูกการค้า 12 แหล่งในจังหวัดเลย พิชณุโลกและเพชรบูรณ์

อุปกรณ์และวิธีการ

1.รวบรวมพันธุ์กระชายดำจากแหล่งปลูกเป็นการค้า : ทำการรวบรวมเหง้ากระชายดำจากแหล่งปลูกกระชายดำเป็นการค้า 12 แหล่งในจังหวัดเลย พิชณุโลกและเพชรบูรณ์ (ภาพที่ 1) โดยใช้ชื่อแหล่งที่รวบรวมเป็นชื่อสายพันธุ์กระชายดำ (ตารางที่ 1) โดยทำการรวบรวมเหง้าขณะที่ยังมีเกษตรกรกำลังเก็บเกี่ยวผลผลิตกระชายดำเพื่อให้ทราบอายุที่แน่นอนของผลผลิตเหง้ากระชายดำหลังการเก็บเกี่ยวเก็บรักษาโดยการฝังไว้กับพื้นในที่ร่มที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวกทำการปลูกเหง้ากระชายดำในถุงพลาสติกเพื่อยืนยันและตรวจสอบลักษณะทางพฤกษศาสตร์โดยที่ต้นกระชายดำพันธุ์รวบรวมทั้ง 12 สายพันธุ์ได้รับการตรวจสอบและยืนยันทางพฤกษศาสตร์ว่ามีชื่อวิทยาศาสตร์ ‘*Kaempferia parviflora*’ โดย ‘นายจรล มากน้อย’ หอพรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ (หมายเลขตัวอย่าง QSBG C.Maknoi No.466-477)

Table1 The sources of Krachai-Dam rhizomes which were collected from commercial cultivated areas in Loei, Phitsanulok and Phetchabun provinces.

Name of cultivars	Herbarium code*	Commercial cultivated areas
1. 'Huay Nam Sai'	QSBG C.Maknoi 466	Moo 16 Ban Huay Num Sai Tai, Tambon Nern-Perm, Nakorn-Thai, Phitsanulok.
2. 'Rong-Jig'	QSBG C.Maknoi 471	Moo 1 Ban Rong-Jig, Tambon Rong-Jig, Phurua, Loei.
3. 'Ban-Klang#1'	QSBG C.Maknoi 472	Moo 4 Ban Klang, Tambon Plaba, Phurua, Loei.
4. 'Ban-Klang#2'	QSBG C.Maknoi 473	Moo 4 Ban Klang, Tambon Plaba, Phurua, Loei.
5. 'Nam-Juang'	QSBG C.Maknoi 467	Moo 15 Ban Nam-Juang, Tambon Boh-Park, Charttrakarn, Phitsanulok.
6. 'Na-Kha'	QSBG C.Maknoi 474	Moo 5 Ban Na-Kha, Tambon Pak-mun, Dan-Sai, Loei.
7. 'Nhong-Seang'	QSBG C.Maknoi 475	Moo 2 Ban Nhong-Saeng, Tambon Sarn-Tom, Phurua, Loei.
8. 'Boh Muang Noi#1'	QSBG C.Maknoi 476	Moo 5 Ban Boh Muang Noi, Tambon Saeng-Pha, Na-Heaw, Loei.
9. 'Boh Muang Noi#2'	QSBG C.Maknoi 477	Moo 5 Ban Boh Muang Noi, Taombon Saeng-Pha, Na-Heaw, Loei.
10 'Rom-Klao'	QSBG C.Maknoi 468	Moo 4 Ban Rom-Klao, Tambon Boh-Park, Charttrakarn, Phitsanulok.
11 'Kheg-Noi#1'	QSBG C.Maknoi 469	Moo 9 Ban Prakobsuk,, Tambon Kheg-Noi, Khao-Khor, Phetchabun.
12 'Kheg-Noi#2'	QSBG C.Maknoi 470	Moo 8 Ban Chaichana, Tambon Kheg-Noi, Khao-Khor, Phetchabun.

*Plant samples were kept in Herbarium at the Queen Sirikit Botanical Garden (QSBG), Mae-Rim, Chiang Mai.

2.การวัดสีเนื้อในเหง้ากระชายดำในระบบสี a*L*b*

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 12 กรรมวิธี แต่ละพันธุ์กระชายดำเป็นแต่ละกรรมวิธี มี 20 ซ้ำต่อกรรมวิธี ซ้ำละ 1 เหง้าใหญ่ (creeping rhizome) ใช้เหง้ากระชายดำที่เก็บรักษาโดยการฝังไว้ในที่พื้นในที่ร่มที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวกเป็นเวลา 40-45 วันหลังการเก็บเกี่ยวจากแปลงของเกษตรกร ทำการฝานกึ่งกลางเหง้าใหญ่กระชายดำ (creeping rhizome) ให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ทำการวัดสีเนื้อในบริเวณกึ่งกลางของรอยแผล โดยใช้เครื่องวัดสี (color reader) ยี่ห้อ MINOLTA รุ่น CR-300 ภายใน 5 วินาทีภายหลังการฝาน(เพื่อป้องกันการเกิดการออกซิไดส์ของสีจากอากาศภายนอก) ทำการวัดสีเนื้อในเหง้ากระชายดำ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย บันทึกค่า

แกนสี a*,L* และ b* วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows version 8.0 ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ทำการจัดกลุ่มสายพันธุ์กระชายดำโดยใช้ความคล้ายคลึงของสีเนื้อในกระชายดำในระบบ a*L*b* ด้วยวิธี Unweighted pair group method cluster analysis (UPGMA) ด้วยการสร้างเป็น dendrogram ในการแบ่งกลุ่ม

3. การวิเคราะห์เชิงปริมาณของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำสายพันธุ์รวบรวม

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) มี 12 กรรมวิธี (แต่ละสายพันธุ์กระชายดำเป็นแต่ละกรรมวิธี)

แต่ละกรรมวิธีมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ตัวอย่างเหง้ากระชายดำ 200 กรัมสำหรับกลั่นแต่ละครั้ง โดยใช้เหง้ากระชายดำที่มีอายุ 45-50 วันภายหลังการเก็บเกี่ยวมาสับเป็นชิ้นเล็กๆแล้วนำมากลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นโดยตรงกับน้ำ (hydrodistillation) ด้วยเครื่องมือ 'Clevenger' (method 962.17:AOAC,1990) ณ ภาควิชาเภสัชเวช คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หลังทิ้งไว้ให้เย็นแล้ววัดปริมาตรน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ เก็บน้ำมันหอมระเหยไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อไป เปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำที่ได้จากแต่ละกรรมวิธี วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows version 8.0 ด้วยวิธี DMRT

4. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำสายพันธุ์รวบรวม

เจือจางน้ำมันหอมระเหยที่ได้ใน absolute methanol 1:100 แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ

ของน้ำมันหอมระเหยโดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph/Mass Spectrometer ยี่ห้อ Varian รุ่น Saturn III คอลัมน์ DB-5 (J&W) ขนาด 0.25 mm x 30 mm, ใช้โดยใช้โปรแกรมอุณหภูมิของคอลัมน์ 60-240°C (อัตรา 3C/นาที), อุณหภูมิของ Injector 240°C, ใช้ Helium เป็น carrier-gas ด้วย flow rate 1 มิลลิลิตร/นาที, Split ratio 1:100 บันทึกสเปกตรัมที่ได้และนำไปเปรียบเทียบกับ terpene library (Adam, 1995) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ปริมาณของแต่ละสารซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำจำนวน 51 ชนิดในการจำแนกกลุ่มสายพันธุ์กระชายดำที่ศึกษาด้วยวิธี Unweighted pair group method cluster analysis (UPGMA) ในการสร้าง dendrogram จากค่า similarity index เพื่อแสดงความใกล้ชิดและความห่างของสายพันธุ์ในด้านองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำสายพันธุ์รวบรวมทั้ง 12 สายพันธุ์โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows version 8.0



Figure 1 The collected Krachai-Dam rhizomes from 12 commercial cultivated area in Loei, Phitsanulok and Phetchabun province.

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การจำแนกสีเนื้อในเหง้ากระชายดำสายพันธุ์ รวบรวม

จากการวัดสีเนื้อในเหง้ากระชายดำใน
ระบบ a*L*b* พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัย-
สำคัญทางสถิติทั้ง 3 แกนของระบบสีคือ ค่า a* ,
ค่า L* และค่า b* (ตารางที่ 2) เมื่อนำทั้ง 3 ค่ามา
วิเคราะห์ภาพรวมระบบสีทั้งระบบพร้อมกัน โดยใช้
Unweighted pair group method cluster analysis
(UPGMA) พบว่า สามารถจำแนกกระชายดำสาย
พันธุ์รวบรวมจาก dendrogram ที่ได้ (ภาพที่ 2)
ออกเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่หนึ่ง กลุ่มที่มีเนื้อในสีม่วงดำ มี 4 สายพันธุ์
คือ ‘ร่มเกล้า’, ‘บ้านกลาง-1’, ‘เข็กน้อย-1’ และ
‘หนองแซง’

กลุ่มที่สอง กลุ่มที่มีเนื้อในสีม่วงเข้ม มี 3 สายพันธุ์
คือ ‘ห้วยน้ำไพร’, ‘บ่อเหมืองน้อย-1’ และ ‘นาข่า’

กลุ่มที่สาม กลุ่มที่มีเนื้อในสีม่วง มีสายพันธุ์เดียว
คือ ‘น้ำจวง’

กลุ่มที่สี่ กลุ่มที่มีเนื้อในม่วงค่อนข้างซีด มี 2 สาย
พันธุ์ คือ ‘บ้านกลาง-2’, ‘บ่อเหมืองน้อย-2’

กลุ่มที่ห้า กลุ่มที่มีสีเนื้อในม่วงซีด มีสายพันธุ์เดียว
คือ ‘ร้องจิก’

กลุ่มที่หก กลุ่มที่มีสีเนื้อในม่วงซีดมาก มีสายพันธุ์
เดียวคือ ‘เข็กน้อย-2’

Table 2 The internal skin color of Krachai-Dam rhizomes in the a*L*b* color system measured
by the color reader (MINOLTA model CR-300).

No.	Krachai-Dam cultivars	The internal skin color of Krachai-Dam rhizomes in the a*L*b* color system		
		L*	a*	b*
1	Huay Nam Sai	34.81 de	7.63 d	-1.51 ef
2	Rong-Jig	42.50 c	6.16 e	4.35 c
3	Ban-Klang#1	33.87 e	8.82 bc	-3.26 gh
4	Ban-Klang#2	45.15 b	5.37 e	6.34 b
5	Nam-Juang	37.12 c	8.48 c	-0.14 d
6	Na-Kha	35.37 d	8.53 c	-2.32 fg
7	Nhong-Seang	34.24 de	9.40 a	-3.06 gh
8	Boh Muang Noi#1	35.34 d	8.34 e	-1.25 e
9	Boh Muang Noi#2	44.72 b	4.99 e	7.22 b
10	Rom-Klao	32.29 f	9.17 ab	-3.57 h
11	Kheg-Noi#1	33.96 e	8.42 bc	-2.91 gh
12	Kheg-Noi#2	47.27 a	3.86 f	9.46 a
Mean		38.01	7.42	0.77
CV(%)		5.21	11.73	21.41

Mean within the same column with different common letters differ significantly ($p \leq 0.05$) by DMRT

* In the L* a* b* color space; L* indicates brightness: +L* is the lightness or white, -L* is the darkness or black; a* and b* are the
chromaticity coordinates; +a* is the red direction, -a* is the green direction, +b* is the yellow direction, -b* is the blue direction.

Figure 2 Dendrogram from Unweighted pair group method cluster analysis (UPGMA) of value a^* , L^* and b^* in $a^*L^*b^*$ color system of Krachai-Dam rhizomes' internal skin color.

2.การวิเคราะห์เชิงปริมาณของน้ำมันหอมระเหย จากเหง้ากระชายดำสายพันธุ์รวบรวม

จากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำสายพันธุ์รวบรวมโดยใช้เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่สามารถวัดปริมาณได้ ที่เรียกว่า 'Clevenger' ณ ภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าเหง้ากระชายดำสายพันธุ์ 'เช็กน้อย-2' มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงที่สุด (0.035 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) ซึ่งมากกว่าสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3) รองลงมาคือ สายพันธุ์ 'บ้านกลาง-2' (0.030 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด), 'บ่อเหมืองน้อย-2' (0.028 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด), 'ร่มเกล้า' (0.026 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) และ 'ร้องจิก' (0.023 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) ตามลำดับ ขณะที่สายพันธุ์ 'บ้านกลาง-1' มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยที่สุด (0.014 มิลลิลิตรต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด) อย่างไรก็ตามระหว่างสายพันธุ์ที่มี สีเนื้อในม่วงดำ ได้แก่ สายพันธุ์ 'เช็กน้อย-1',

'บ่อเหมืองน้อย-1', 'หนองแขง' และ สีม่วงค่อนข้างเข้ม คือ สายพันธุ์ 'นาข้าว' และ 'ห้วยน้ำไทร' ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในปริมาณน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำแต่อย่างใด (0.020 มิลลิลิตร ต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด)

สายพันธุ์กระชายดำที่มีสีเนื้อในเหง้ากระชายดำสีม่วงซีดถึงซีดมากมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำมากกว่าสายพันธุ์ที่มีสีเนื้อในม่วง, ม่วงเข้ม และม่วงดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นเพียงสายพันธุ์ 'ร่มเกล้า' เท่านั้นที่มีสีเนื้อในสีม่วงดำ (สีเข้มที่สุดใน 12 สายพันธุ์รวบรวม) มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยในระดับเดียวกับพันธุ์สีม่วงซีด 3 สายพันธุ์ คือ 'บ่อเหมืองน้อย-2', 'บ้านกลาง-2' และ 'ร้องจิก' ซึ่งปริมาณน้ำมันหอมระเหยนี้อาจมีผลโดยตรงต่อคุณภาพกลิ่นของผลิตภัณฑ์แปรรูปกระชายดำหลายชนิด เช่น ไวน์สมุนไพรกระชายดำ ไวน์สมุนไพรน้ำผึ้งกระชายดำ หรือยาดอกเหง้ากระชายดำผสมน้ำผึ้ง เป็นต้น

รวบรวมศึกษาและคัดเลือกพันธุ์กระชายดำ: องค์ประกอบ
ทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำ

camphene และ limonene สูงกว่ากลุ่มสีม่วงถึง

Table 3 The quantities of the essential oil in the fresh collected Krachai-Dam rhizomes.

No.	Krachai-Dam cultivars	The quantities of the essential oil in the rhizomes (milliliters per 100 grams fresh weight)*
1	Huay Nam Sai	0.0200 de
2	Rong-Jig	0.0225 cd
3	Ban-Klang#1	0.0138 f
4	Ban-Klang#2	0.0300 b
5	Nam-Juang	0.0163 ef
6	Na-Kha	0.0200 de
7	Nhong-Seang	0.0200 de
8	Boh Muang Noi#1	0.0200 de
9	Boh Muang Noi#2	0.0275 b
10	Rom-Klao	0.0263 bc
11	Kheg-Noi#1	0.0200 de
12	Kheg-Noi#2	0.0350 a
Mean		0.0226
CV(%)		13.89

Mean within the same column with different common letters differ significantly ($p < 0.05$) by DMRT

* Fresh Krachai-Dam rhizomes were kept by spreading on the floor under shade and air-ventilation with the age of 45-50 days after harvested when

3. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำสายพันธุ์รวบรวม

จากการเปรียบเทียบพื้นที่ใต้ peak ขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำ(ตารางที่ 4) พบว่าองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำทุกสายพันธุ์ คือ สารกลุ่ม oxygenated monoterpene 2 ชนิด ได้แก่ endo-fenchol และ borneol พบความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนของสาร endo-fenchol และ borneol ระหว่างกลุ่มสายพันธุ์กระชายดำที่มีสีเนื้อในเหง้าสีเข้มและสีจาง กล่าวคือ กลุ่มสายพันธุ์ที่มีสีเนื้อในเหง้าสีม่วงค่อนข้างซีดถึงซีดมาก(สายพันธุ์ ‘น้ำจวง’, ‘บ้านกลาง-2’, ‘บ่อเหมืองน้อย-2’, ‘ร่องจิก’และ‘เข็กน้อย-2’) มีอัตราส่วน ‘endo-fenchol/borneol’ (1.401ถึง1.707) สูงกว่ากลุ่มสีม่วงถึงม่วงดำ(1.021-1.089) นอกจากนี้ยังพบอีกว่ากลุ่มสีม่วงค่อนข้างซีดถึงซีดมากมีปริมาณ สาร

ขณะที่กลุ่มสีม่วงถึงม่วงดำกลับมีปริมาณของสาร β -pinene, cis-pinene hydrate, cis-pinane, α -copaene, viridiflorene, β -colacorene, spathulenol และ α -cardinol สูงกว่ากลุ่มสีม่วงค่อนข้างซีดถึงซีดมาก

การวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำจำนวน 51 ชนิด แล้วนำมาทำ Dendrogram เพื่อดูความสัมพันธ์ของกระชายดำแต่ละสายพันธุ์ พบว่าสามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มย่อยที่ 1 ได้แก่ สายพันธุ์ ‘บ้านกลาง-1’, ‘บ่อเหมืองน้อย-1’, ‘นาข้าว’และ ‘ร่มเกล้า’ กลุ่มย่อยที่ 2 ได้แก่ สายพันธุ์ ‘ห้วยน้ำไทร’และ ‘หนองแขง’ กลุ่มย่อยที่ 3 ได้แก่ สายพันธุ์ ‘เข็กน้อย-1’ กลุ่มย่อยที่ 4 ได้แก่ สายพันธุ์ ‘บ้านกลาง-2’, ‘เข็กน้อย-2’และ ‘บ่อเหมืองน้อย-2’ และกลุ่มย่อยที่ 5 ได้แก่สายพันธุ์ ‘ร่องจิก’ ซึ่งสามารถแบ่งโดยภาพรวมได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่หนึ่ง ประกอบด้วยกลุ่มย่อยที่ 1, 2 และ 3 และ กลุ่มที่สอง ประกอบด้วย กลุ่มย่อยที่ 4 และ 5

Table 4 The comparative percentage peak area of 51 chemical compositions of essential oil among 12 collected Krachai-Dam cultivars.

กระบวนการทูตยสารสังเคราะห์ของ

Figure 3 Dendrogram from Unweighted pair group method cluster analysis (UPGMA) of 51 chemical components of the essential oil in Krachai-Dam rhizomes.

เมื่อเปรียบเทียบ dendrogram ที่สร้างจากองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำ (ภาพที่ 3) กับ dendrogram ที่สร้างจากสีเนื้อในเหง้ากระชายดำในระบบ $a \times L \times b$ (ภาพที่ 2) พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่าง dendrogram ทั้งสอง โดยเฉพาะในกลุ่มสายพันธุ์ที่มีสีเนื้อใน ‘ม่วงค่อนข้างซีด’ (กลุ่มที่ 4), ‘ม่วงซีด’ (กลุ่มที่ 5) และ ‘ม่วงซีดมาก’ (กลุ่มที่ 6) กับกลุ่มย่อยที่ 4 และ 5 (กลุ่มใหญ่ที่สอง) ของการแบ่งกลุ่มด้วยองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำ อย่างไรก็ตามสำหรับกลุ่มสายพันธุ์ ‘สีม่วงดำ’ (กลุ่มที่ 1), ‘ม่วงเข้ม’ (กลุ่มที่ 2) และ ‘ม่วง’ (กลุ่มที่ 3) มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับการแบ่งกลุ่มด้วย องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้าเพียงบางคู่เท่านั้น เช่นใน กลุ่มย่อยที่ 1 ได้แก่ ‘บ้านกลาง-1’ กับ ‘ร่มเกล้า’ และ ‘บ่อเหมือนน้อย-1’ กับ ‘นาข้าว’ ประเด็นนี้มีข้อสังเกต คือกระบวนการทูตยสารสังเคราะห์ขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำที่รวบรวมน่าจะมีความคงตัวและชัดเจนในกลุ่มสายพันธุ์ที่มีสีเนื้อในเหง้าสีจาง แต่มีความผันแปรสูงในกลุ่มที่มีสีเนื้อในเหง้าสีเข้ม อาจเป็นไปได้ว่า

องค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยส่วนหนึ่งมาจากพันธุกรรม หรือสายพันธุ์ (genotypic effect) และส่วนหนึ่งมาจากสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ปลูก และการเขตกรรมที่แตกต่างกันของแต่ละแหล่งปลูก (environmental effect) ด้วยเหตุผลประการเดียวกันสำหรับสีเนื้อในของเหง้ากระชายดำที่แตกต่างกันนั้นส่วนหนึ่งอาจเกิดจากสายพันธุ์ หรือพันธุกรรม และอีกส่วนหนึ่งอาจเกิดจากสิ่งแวดล้อม และการเขตกรรมของแหล่งปลูกได้เช่นกัน จึงอาจเป็นไปได้ว่า กลุ่มที่มีสีเนื้อในเหง้าสีจางมีความผันแปรกับสิ่งแวดล้อมภายนอกต่ำ จึงสามารถแสดงอิทธิพลของพันธุกรรมได้สูง ขณะที่กลุ่มที่มีสีเนื้อในเหง้าสีเข้มมีความผันแปรกับสิ่งแวดล้อมภายนอกสูง จึงสามารถแสดงอิทธิพลของพันธุกรรมได้ต่ำกว่า

ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากผลงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้อยู่ระหว่างดำเนินการวิจัยโดยใช้เทคนิค ‘regional yield trials’ และ ‘multi-environment yield trials’ เพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าการเกิดสีเนื้อในเหง้ากระชายดำ และกระบวนการเกิดทูตยสารสังเคราะห์ขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากเหง้ากระชายดำ ตลอดจนการ

สังเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาภายในเหง้า
กระชายดำนั้นเกิดจากอิทธิพลของพันธุกรรมหรือ
สิ่งแวดล้อม โดยแสดงในเทอมของ genotypic
effects(G), environmental effects(E) และ genotypic
x environmental interaction effects (GE).

สรุปผลการทดลอง

1.) จากการศึกษาสีเนื้อในเหง้ากระชายดำ
สายพันธุ์รวบรวม 12 สายพันธุ์จากแหล่งปลูกการค้า
ในจังหวัดเลย พิษณุโลก และเพชรบุรีในระบบสี
 $a^*L^*b^*$ แล้วจัดกลุ่มที่คล้ายคลึงกันในลักษณะสีเนื้อ
ในเหง้ากระชายดำด้วยวิธี Unweighted pair group
method cluster analysis (UPGMA) สามารถแบ่งได้
เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีเนื้อในเหง้าสีม่วงดำ ม่วง
เข้ม ม่วง ม่วงค่อนข้างซีด ม่วงซีด และม่วงซีดมาก

2.) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
($p \leq 0.05$) ระหว่างสายพันธุ์กระชายดำที่ศึกษาในด้าน
ปริมาณน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำโดย
กลุ่มสายพันธุ์ที่มีสีเนื้อในเหง้าสีจางมีปริมาณน้ำมัน
หอมระเหยภายในเหง้าสูงกว่ากลุ่มสายพันธุ์ที่มี
สีเนื้อในเหง้าสีเข้มมาก ยกเว้นสายพันธุ์ 'ร่วมเกล้า'

3.) พบความแตกต่างด้านองค์ประกอบทาง
เคมี 51 ชนิดของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้า
กระชายดำระหว่างสายพันธุ์กระชายดำที่ศึกษา
โดยเฉพาะ endo-fenchol และ borneol และจากการ
จัดกลุ่มที่คล้ายคลึงกันในองค์ประกอบทางเคมีของ
น้ำมันหอมระเหยภายในเหง้ากระชายดำด้วยวิธี
UPGMA สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ (5 กลุ่ม
ย่อย)

4.) พบความสัมพันธ์ที่กระหว่างองค์-
ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยภายในเหง้า

และสีเนื้อในเหง้ากระชายดำ โดยเฉพาะกลุ่มสาย
พันธุ์ที่มีสีเนื้อในเหง้าสีจาง นั่นคือ สายพันธุ์
กระชายดำที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณและ
องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยภายใน
เหง้ากระชายดำ

เอกสารอ้างอิง

- ประเชิญ สร้อยทองคำ และสุเทพ เกือบแหลม.
2542. กระชายดำ สมุนไพรไทยสู่
ไวยากรร. วนสาร. 57(2) : 134-138.
- กาญจนาพรศน์ (นามแฝง). 2543. ความคล้ายคลึงการรับยา
พลังเพศสมุนไพรยุคโบราณของไทย.
บริษัทเพาเวอร์ ปริ้น จำกัด. กรุงเทพฯ. 160
หน้า.
- วิชัย จินดาเหม. 2543. กระชายดำสมุนไพรมากคุณ
ค่าที่เมืองเลย. เทคโนโลยีชาวบ้าน. 12 :
241. 15 มิถุนายน 2543. หน้า 38.
- ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้.
2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย
เต็ม สมิตินันท์. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท
ประชาชน จำกัด. กรุงเทพฯ. 810 หน้า.
- โสภี ทุมลา. 2545. ไม้สมุนไพรไพร่อาชีพรักษาเงิน
พ่อพิมพ์แม่พิมพ์เมืองสองแคว.
เทคโนโลยีชาวบ้าน. ปีที่ 14 ฉบับที่ 293: 15
สิงหาคม 2545 หน้า 40-41.
- เสริมสกุล พจนการุณ และเชวง แก้วรักษ์. 2546ก.
ทัศนคติ พฤติกรรมการบริโภค และปัจจัยที่
มีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์
สมุนไพรกระชายดำของผู้บริโภค:
กรณีศึกษา อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย ใน: การ
สัมมนาวิชาการเกษตรประจำปี 2546

- มหาวิทยาลัยขอนแก่น วันที่ 27-28
มกราคม 2546. ขอนแก่น. หน้า 653-669.
- เสริมสกุล พจนการณ และเชวง แก้วรักษ์. 2546ข.
การผลิตและจำหน่ายกระชายดำของ
เกษตรกรจังหวัดเลย พิษณุโลก และ
เพชรบูรณ์. การประชุมวิชาการพืชสวน
แห่งชาติครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ 23-25
เมษายน 2546 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์
คอนเวนชั่น
กรุงเทพมหานคร. หน้า 160.
- อภิชาติ ชิดบุรี. 2543. ผลิตต้นพันธุ์กระชายดำ
(โสมไทย) ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. เกษ
การเกษตร. 24(7) : 140-143.
- Adams, R.P. 1995. Identificaltion of Essential Oil
Components by Gas Chromatography /
Mass Spectroscopy. Allured Publishing,
Illinois.
- Pojanagaroon, S. and C. Kaewrak, 2003. Varietal
Selection of Collected Krachai-Dam
(*Kaempferia parviflora* Wall.) Rhizomes
by Using the Preference of
Krachai – Dam Products’
Distributors and Sellers. p. 401-407. In:
Proceedings of the International
Conference on Biodiversity and Bioactive
compounds, 17-19 July 2003, PEACH,
Pattaya, 561p.
- Pojanagaroon, S., R. Rraphet, C. Kaewrak and A.
Yotdi. 2003. Collection, Study and
Selection of Krachai-Dam (*Kaempferia
paviflora*) Cultivars: Identification of
Krachai-Dam Cultivars using RAPD (Oral
presentation). p. 226. In: 29th Congress on
Science and Technology of Thailand, 20-
22 October 2003, Golden Jubilee
Convention Hall, Khon Kaen University,
Khon Kaen, 301p.

ผลของการชะลอระยะเวลาตัดแต่งกิ่งต่อระยะเก็บเกี่ยวมะม่วงแก้วใน
ภาคเหนือตอนบน

Effect of Delayed Pruning Period on Harvesting Time of
Mango cv. Kaew in the Upper North

เบญจวรรณ ชุตินุเดช^{1/} และ ธวัชชัย รัตนชเลศ^{1/}
Benjawan Chutichudet^{1/} and Tavatchai Radanachaless^{1/}

Abstract : In order to increase the Kaew mango's value in the Upper North rainfed condition, an experiment was conducted with an objective to know the effect of different pruning period on delay flower formation and the harvesting time. Six treatments were arranged in Completely Randomized Design with different pruning periods : June, July, August, September, October and a control (no pruning). The experiment was conducted from June 2001 to June 2002, tested with mango cv. Kaew grafted on Talub Nak, 12 years old. Four replications were laid out in the farmer 's field, Chom Tong Land Reform Project Area, under Doi Lor district of Chiang Mai, one tree assigned as single replication. The analysis of data indicated that there were no significant differences on number of leaf flushing, flowering period, size of inflorescence, percentage of perfect flower and harvesting time among the treatments and control, except yield and fruits drop. Yields from June and July pruning were highest (201.9 and 249.6 kg/tree respectively) and October pruning produced the lowest yield (37.6 kg/tree). Fruit drops were highest in the October pruning (89.4%). Preliminary finding showed that delayed pruning in the Upper North rainfed condition could cause lower yield with no other significant differences on delay flower formation and the harvesting time.

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

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

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีจุดมุ่งที่จะเพิ่มมูลค่าผลผลิตมะม่วงแก้ว ภายใต้สภาพที่คอนอาสัยน้ำฝน ในเขตภาคเหนือตอนบนจึงกำหนดการทดลองที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลของการตัดแต่งกิ่งในช่วงระยะเวลาแตกต่างกัน ต่อการขึ้นระยะการสร้างดอกและอายุเก็บเกี่ยวผลผลิต วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 6 สิ่งทดลอง คือ การตัดแต่งกิ่งต้นมะม่วงเดือนมิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคมและกลุ่มควบคุม (ไม่ตัดแต่งกิ่ง) ทดลองระหว่างเดือนมิถุนายน 2544-มิถุนายน 2545 กับต้นมะม่วงแก้วต่อกิ่งบนต้นตอคล้ายกัน อายุ 12 ปี จำนวน 4 ซ้ำ บนพื้นที่เกษตรกรรม ในเขตปฎิรูปที่ดิน เพื่อเกษตรกรรม โครงการป่าจอมทอง กิ่ง อ.ดอยหล่อ จ.เชียงใหม่ โดยให้ 1 ต้นเป็น 1 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า การชะลอระยะเวลาตัดแต่งกิ่งไม่มีผลต่อจำนวนชุดใบใหม่ ระยะการพัฒนาดอก ขนาดช่อดอก เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ และอายุเก็บเกี่ยวผลผลิต แต่มีผลต่อปริมาณผลผลิตและการร่วงของผล โดยต้นมะม่วงที่ตัดแต่งกิ่งเดือนมิถุนายนและกรกฎาคมให้ผลผลิตสูงสุด (201.9 และ 249.6 กิโลกรัมต่อต้น) ขณะที่ต้นที่ตัดแต่งกิ่งเดือนตุลาคมให้ผลผลิตน้อยที่สุด (37.6 กิโลกรัมต่อต้น) นอกจากนี้การร่วงของผลยังพบปริมาณสูงสุดจากต้นที่ตัดแต่งกิ่งเดือนตุลาคม (89.4%) จากการทดลองชะลอระยะเวลาการตัดแต่งกิ่งมะม่วงแก้วบนที่คอนอาสัยน้ำฝน ส่งผลให้ผลผลิตลดปริมาณลง โดยไม่มีผลต่อการขึ้นระยะการสร้างดอกและอายุเก็บเกี่ยวผลผลิต

Index word s : มะม่วงแก้ว การขึ้นอายุการเก็บเกี่ยว การตัดแต่งกิ่ง ภาคเหนือตอนบน
Kaew Mango, Delayed Harvesting, Pruning, Upper North

คำนำ

มะม่วงแก้วในภาคเหนือตอนบน ปลูกเฉพาะในเขตที่คอนอาสัยน้ำฝน โดยทั่วไปเกษตรกรจะตัดแต่งกิ่งต้นมะม่วงประมาณเดือนพฤษภาคม-มิถุนายนภายหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อกระตุ้นให้ต้นสร้างชุดใบใหม่ (flush) ทดแทนชุดใบเก่าซึ่งมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงลดลง (Issarakraisila and Considine, 1991) การตัดแต่งกิ่งไปมีผลรบกวนต่อสมดุลของฮอร์โมนที่ควบคุมการเจริญเติบโตของต้น ทำให้กระตุ้นการเจริญเติบโตทางลำต้นขึ้นมาใหม่ (rejuvenility) ซึ่งการสร้างชุดใบใหม่นี้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ข่มการออกดอก (Menzel and Simpson, 1992)เนื่องจากมีระดับของตัวยับยั้งการออกดอก ซึ่ง

หมายถึงจิบเบอเรลลินในปริมาณที่สูงขึ้น (Saure, 1992) สอดคล้องกับ Oosthuysen and Jacobs (1999) ที่รายงานว่า การออกดอกของมะม่วงจะชะลอช้าลงตามระยะเวลาในการตัดแต่ง ดังนั้นหากเลื่อนระยะเวลาการตัดแต่งกิ่งออกไปเพื่อให้ต้นมะม่วงสร้างชุดใบใหม่ช้าลง หรือชะลอให้ยอดมะม่วงที่จะเข้าสู่ระยะออกดอกช้าลง น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งผลทำให้ต้นสร้างผลผลิตช้ากว่าปกติ โดยเฉพาะการยืดระยะเวลาให้ผลผลิตเก็บเกี่ยวล่าออกไปจากช่วงปลายฤดูหลังเดือนมิถุนายน ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการชะลอระยะเวลาการตัดแต่งกิ่งต่อการขึ้นอายุการเก็บเกี่ยวมะม่วงแก้ว เพื่อใช้เป็นแนวทางประกอบการผลิตมะม่วงล่าฤดูต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทดลองกับต้นมะม่วงแก้วที่ต่อกิ่งบนต้นต่อตลับนากอายุ 12 ปี บนพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งเป็นที่ดอนอาศัยน้ำฝนในเขตปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม โครงการป่าจอมทอง กิ่ง อ.ดอยหล่อ จ.เชียงใหม่ ระยะปลูก 6 เมตร x 6 เมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 6 กรรมวิธี ได้แก่ ไม่ตัดแต่งกิ่งต้นมะม่วง (control) ตัดแต่งกิ่งต้นมะม่วงวันที่ 15 มิถุนายน, 15 กรกฎาคม, 15 สิงหาคม, 15 กันยายน และ 15 ตุลาคม 2544 ตามลำดับจำนวน 4 ซ้ำ โดยให้มะม่วง 1 ต้นเป็น 1 ซ้ำ

บันทึกข้อมูลจำนวนการสร้างชุดใบใหม่แต่ละต้นภายหลังตัดแต่ง แล้วนำมาคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ จำนวนยอดใหม่ต่อกิ่ง ช่วงระยะเวลาการพัฒนาดอก เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวช่อดอกอายุเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์การร่วงของผล ปริมาณผลผลิต ขนาดผล (ความกว้าง ความยาว ความหนา) น้ำหนักผล เปอร์เซ็นต์เนื้อ คุณภาพภายในผล ได้แก่ ปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำ (soluble solids, SS) และปริมาณกรดในน้ำคั้น (titratable acidity, TA)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การสร้างชุดใบใหม่ จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสร้างชุดใบใหม่และจำนวนชุดใบใหม่ของต้นมะม่วงแก้วทุกกลุ่มทดลองภายหลังตัดแต่งกิ่งพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์ การสร้างชุดใบใหม่ก่อนออกดอกอยู่ใน

ช่วงระหว่าง 80-95% และจำนวนชุดใบใหม่ที่สร้างเฉลี่ย 2.2-3.1 ยอดต่อกิ่ง (ตารางที่ 1) ซึ่งใกล้เคียงกับ สุวิมล (2534) ที่รายงานว่ามีจำนวน 2.8 ยอดต่อกิ่ง

2. การพัฒนาของช่อดอก

2.1 ระยะเดียวไข่ เป็นช่อดอกระยะแรกสุด มีลักษณะ โคงแหลมที่ปลายอย่างเด่นชัดคล้ายเดียวไข่ ความยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร (ปฐมา และคณะ, 2545) ช่วงวันที่ 8 ธันวาคมถึง 16 ธันวาคม 2544 ต้นมะม่วงแก้วทุกกลุ่มทดลองปรากฏช่อดอกระยะแรกหรือระยะเดียวไข่ในเวลาใกล้เคียงกันมาก 176.0-184.3 วัน นับจาก 15 มิถุนายน ซึ่งเป็นวันแรกที่เริ่มตัดแต่งกิ่ง (ตารางที่ 2) เนื่องจากธรรมชาติการสร้างดอกในมะม่วงเป็นปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนขึ้นกับระยะการการพัฒนาของยอดและสภาพแวดล้อม (Nunez-Elisea and Davenport, 1995) โดยเฉพาะสภาพอากาศหนาวที่มีอิทธิพลต่อการออกดอก (Kalra *et al.*, 1995) สอดคล้องกับ Finnemore (2000) ที่รายงานว่าการออกดอกของมะม่วงที่สำคัญ คือ อุณหภูมิต่ำ โดยสภาพอุณหภูมิต่ำที่เพียงพอ สามารถชักนำการออกดอกของมะม่วงได้ ซึ่ง Schaffer *et al.* (1994) กล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับชักนำการออกดอกของมะม่วงควรต่ำกว่า 24°C. ดังจะเห็นได้จากระดับอุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ทดลองช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พ.ศ. 2544 มีค่า 22.1 และ 20.7°C. ตามลำดับ จึงน่าจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ต้นมะม่วงในทุกกลุ่มทดลองมีช่วงระยะดอกบานใกล้เคียงกัน

Table 1 Leaf flushing of Kaew mango trees after pruning in different months.

Pruning month	Leaf flushing	
	New leaf flushing (%)	Number of new leaf flushing / shoot
No pruning	85.0	2.70
June	95.0	2.68
July	80.0	2.53
August	95.0	2.85
September	82.5	2.15
October	92.5	3.07
LSD _{0.05}	ns	ns
C.V. (%)	15.67	22.75

¹ ns = nonstatistical difference at 95% level ($P < 0.05$)

2.2 ระยะดอกบานเต็มที่ จากการนับจำนวนวันตั้งแต่ระยะดอกเริ่มบานถึงระยะที่ดอกบานเต็มที่ พบว่าต้นมะม่วงในทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันโดยมีช่วงระยะเวลาดังกล่าวระหว่าง 259- 310 วัน (ตารางที่ 2) ซึ่งระยะเวลาที่ใช้พัฒนาจากระยะดอกเริ่มบานเต็มที่มากกว่าร้อยละ และคณะ (2545) ที่ได้รายงานไว้ว่าระยะดังกล่าวใช้เวลา 21 วัน ขณะที่ Sasaki *et al.* (2000) รายงานว่ายอดมะม่วงที่ถูกตัดแต่งกิ่งห่างกันนาน 1 เดือน จะมีช่วงระยะดอกบานใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นถึงการชักนำการออกดอกและการพัฒนาดอกภายหลังตัดแต่งในเดือนหลัง ๆ จะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ในสภาพที่ตาได้รับการชักนำจากอุณหภูมิต่ำ โดยเฉพาะอุณหภูมิต่ำในช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงมกราคมที่พบว่าพื้นที่ทดลองมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20.6°C. ทำให้ใช้ระยะเวลาในการปรากฏดอกและการบานของดอกสั้นลง

2.3 ขนาดของช่อดอก ในระยะดอกบานเต็มที่ ช่อดอกมะม่วงจากทุกกลุ่มทดลองมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (16.0-18.6 ซม.) และความยาว (29.4-33.5 ซม.) ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2) ขณะที่ รุ่งทิพย์และคณะ (2545) รายงานขนาดช่อดอกมะม่วงแก้ว มีความกว้างและความยาว 31.2 และ 38.9 เซนติเมตร ตามลำดับ

2.4 เพื่อดอก ตามธรรมชาติมะม่วงแก้วมีดอก 2 เพศในช่อเดียวกัน คือ ดอกสมบูรณ์เพศ และดอกเพศผู้ โดยมีดอกสมบูรณ์เพศอยู่ราวร้อยละ 30 (รัชชัยและคณะ, 2545) จากผลการทดลองพบว่าระยะเวลาดัดแต่งกิ่งไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ โดยจำนวนดอกสมบูรณ์เพศในทุกกลุ่มทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วงระหว่าง 22.6-50.2% ของจำนวนดอกทั้งช่อ (ตารางที่ 2)

Table 2 Flower formation period, size of inflorescence and percentage of perfect flowers of Kaew mango trees after pruning in different months.

Pruning month	Flower formation period (days)		Inflorescence size (cm)		Perfect flowers (%)
	15 Jun. – 1.5 cm	1.5 cm Inflorescence –full	Diameter	Length	
	Inflorescence	bloom stage			
No pruning	176.0	27.2	18.0	29.4	34.6
June	176.0	25.9	18.6	33.5	31.1
July	176.0	31.0	18.3	31.4	50.2
August	184.3	29.3	16.0	31.6	27.5
September	176.0	27.8	16.5	35.0	43.2
October	183.7	29.3	17.8	32.5	22.6
LSD _{0.05}	ns ¹	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.48	9.05	11.9	13.54	43.01

ns = nonstatistical difference at 95% level ($P < 0.05$)

3. การร่วงของผล ผลมะม่วงจากต้นที่ตัดแต่งกิ่งเดือนตุลาคมมีเปอร์เซ็นต์การร่วงต่อข้อสูงสุด คือ 89.5% (ตารางที่ 3) ซึ่ง Whiley (1993) กล่าวว่า การร่วงของผลในระหว่างการพัฒนาเป็นปัจจัยทางสรีรวิทยา ทำให้ได้ผลผลิตในปริมาณน้อย โดยเฉพาะต้นที่มีอาหารสะสมไม่พอ ผลจะแย่งอาหารกัน ทำให้ผลมีเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลสูง สอดคล้องกับการศึกษาของปฐมาและคณะ (2545) พบว่า ข้อดอกต้นมะม่วงแก้วที่จะสามารถติดผลและพัฒนาจนกระทั่งผลแก่มีเพียงร้อยละ 7 เท่านั้น นอกจากนี้รุ่งทิพย์และคณะ (2545) กล่าวว่า การร่วงของผลมะม่วงแก้วสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดระยะเวลาการพัฒนาของผล โดยเฉพาะผลระยะเมล็ดถั่วลิสง ซึ่งเป็นระยะแรก ที่ดอกพัฒนาไปเป็นผลครบถ้วน

เต็มข้อ (initial fruit set) พบการร่วงสูงถึงร้อยละ 72.1

4. อายุเก็บเกี่ยว ต้นมะม่วงในทุกกลุ่มทดลองมีระยะเวลานับตั้งแต่ดอกบานเต็มที่จนกระทั่งเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันในช่วง 122.0-132.2 วัน (ตารางที่ 3) เนื่องจากการพัฒนาของผลมะม่วงได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศ (Ponce de Leon *et al.*, 2000) อุณหภูมิในช่วงกลางวันที่สูงระหว่างการเจริญเติบโตของผล โดยเฉพาะเดือนเมษายนมีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 27.6°C. จะมีบทบาทกระตุ้นการแก่ของผลมะม่วงบนต้นทุกกลุ่มทดลองเข้าสู่ระยะแก่ใกล้เคียงกัน (Burondkar *et al.*, 2000) ขณะที่ปฐมาและคณะ (2545) รายงานช่วงระยะตั้งแต่ดอกบานเต็มที่จนกระทั่งผลแก่ใช้ระยะเวลาประมาณ 103 วัน

5. ผลผลิต

5.1 น้ำหนักผลต่อต้น ต้นมะม่วงที่ตัดแต่งกิ่งครั้งสุดท้ายในเดือนตุลาคมให้ผลผลิตน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ (37.6 กิโลกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 3) เนื่องจากอาหารส่วนใหญ่ที่สังเคราะห์ได้จะถูกนำไปใช้ในการเจริญของชุดใบใหม่ที่สร้างภายหลังตัดแต่งคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างที่เก็บรักษาในต้นจึงลดลง ส่งผลกระทบถึงปริมาณผลผลิตที่ได้ (Myers and Saville, 1996) ประกอบกับชุดใบใหม่ที่สร้างจากต้นที่ตัดแต่งกิ่งเดือนตุลาคมสังเคราะห์และสะสมคาร์โบไฮเดรตไว้น้อย (Oliveira and Priestley, 1988) ซึ่ง Pongsomboon *et al.* (1997) กล่าวว่าอายุของใบชุดใหม่ที่สร้างขึ้นจะสะท้อนถึงปริมาณอาหารสะสมภายในกิ่ง ทั้งนี้ Scholefield *et al.* (1986) พบว่ายอดมะม่วงพันธุ์ Kensington ที่มีอายุมากขึ้น จะมีความพร้อมหรือความไว (sensitivity) ในการออกดอกและให้ผลผลิตได้ดีกว่ายอดที่มีอายุน้อยกว่าซึ่งสอดคล้องกับ [URL 1] ที่ระบุว่าระยะเวลาการตัดแต่งกิ่งที่ดีที่สุด ควรกระทำทันทีภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต จึงทำให้ผลผลิตที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งเดือนตุลาคมมีปริมาณน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ ขณะที่ต้นที่ตัดแต่งกิ่งเดือนมิถุนายนและกรกฎาคมให้ผลผลิตสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ (201.9 และ 249.6 กิโลกรัมต่อต้น) ซึ่งน่าจะเกี่ยวข้องกับการสะสมอาหารของต้นก่อนออกดอก โดยกิ่งมะม่วงที่จะออกดอกได้ดีและให้ผลผลิตสูง ใบชุดใหม่ควรมีอายุประมาณ 4-5 เดือน (วิจิตร, 2529)

5.2 จำนวนผลต่อต้น ต้นมะม่วงแก้วที่ตัดแต่งกิ่งเดือนกันยายนและตุลาคมมีจำนวนผลผลิตต่อต้นน้อยที่สุดคือ 87.1 และ 37.6 ผลต่อต้นตามลำดับ ขณะที่ต้นที่ตัดแต่งกิ่งเดือนมิถุนายนและกรกฎาคมมีจำนวนผลต่อต้นมากที่สุดคือ 201.9 และ 274.6 ผลต่อต้น (ตารางที่ 3)

5.3 จำนวนผลต่อข้อ ต้นมะม่วงแก้วทุกกลุ่มทดลองมีจำนวนผลต่อข้อใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วงระหว่าง 1.0-1.5 ผลต่อข้อ (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรที่ต้องการให้ต้นมะม่วงมีการติดผลประมาณ 1 ผลต่อข้อ (รุ่งทิพย์ และคณะ, 2545)

5.4 ขนาดผล ผลมะม่วงจากต้นที่ตัดแต่งกิ่งเดือนมิถุนายนและตุลาคมมีความกว้าง (6.2 และ 6.4 เซนติเมตร) และความหนา (5.8 และ 5.8 เซนติเมตร) มากที่สุด ส่วนความยาวผล พบว่าทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกัน (8.3-8.9 เซนติเมตร) (ตารางที่ 4)

5.5 น้ำหนักผล ผลมะม่วงจากต้นที่ตัดแต่งกิ่งเดือนมิถุนายนและตุลาคมมีน้ำหนักมากกว่ากลุ่มอื่นๆ (179.4 และ 187.9 กรัมต่อผล) (ตารางที่ 4) เนื่องจากการให้ผลผลิตขึ้นกับความสามารถของต้นที่จะสร้างและเก็บสะสมอาหาร (Davie *et al.*, 2000) ทั้งนี้ต้นที่ตัดแต่งกิ่งในเดือนมิถุนายน ภายหลังตัดแต่ง ชุดใบที่สร้างขึ้นใหม่จะมีอายุมากที่สุด ทำให้มีอาหารสะสมภายในกิ่งไว้มาก ในขณะที่ต้นที่ตัดแต่งกิ่งเดือนตุลาคม แม้ต้นจะมีการสร้างและสะสมอาหารไว้น้อย แต่เนื่องจากต้นติดผลน้อย ทำให้การแก่งแย่งแข่งขันกันในการเจริญเติบโตระหว่างผลเกิดขึ้นน้อย (Ho, 1988)

5.6 เปอร์เซนต์เนื้อ ผลมะม่วงจากทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันในส่วนของเปอร์เซนต์เนื้อโดยน้ำหนัก มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 69.4-71.1 (ตารางที่ 4)

6. คุณภาพภายใน

6.1 ปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ (soluble solids, SS) การตัดแต่งกิ่งช่วยให้ปริมาณ

SS ในผลมะม่วงเพิ่มสูงขึ้นได้ หากตัดแต่งกิ่งเดือน มิถุนายนและตุลาคม ซึ่งพบว่ามีปริมาณ SS สูงสุด (9.9 และ 10.5%) (ตารางที่ 5)

62 ปริมาณกรดในน้ำคั้น (titratable acidity, TA) การตัดแต่งกิ่งไม่ทำให้ปริมาณ TA เปลี่ยนแปลงไปจากที่ไม่ตัดแต่งกิ่งโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.28-0.33%(ตารางที่ 5)

Table 3 Fruit drop, harvesting period, harvesting day, yield, number of fruits per tree and number of fruits per panicle of Kaew mango after pruning in different months.

Pruning month	Fruit drop (%)	Harvesting period (days)	Harvesting day	Yield (kg / tree)	No. of fruits / tree	No. of fruits / panicle
No pruning	66.7 b	127.0	11 May	151.9 bc	176.9 b	1.0
June	77.5 ab	132.2	14 May	201.9 ab	201.9 ab	1.4
July	62.1 b	123.7	11 May	249.6 a	274.6 a	1.5
August	60.4 b	125.6	19 May	138.2 c	188.2 b	1.3
September	78.9 ab	128.4	12 May	115.7 c	87.1 c	1.2
October	89.5 a	122.0	15 May	37.6 d	37.6 c	1.1
LSD _{0.05}	6.09	ns		22.57	25.09	ns
C.V. (%)	14.54	5.43		30.27	31.16	22.32

Mean within the same column followed by the same letters do not significantly differ at 5% level ($P < 0.05$) by LSD,

ns = nonstatistical difference at 95% level ($P < 0.05$)

Table 4 Fruit size, fruit weight and percent flesh of Kaew mango after pruning in different months.

Pruning month	Fruit size (cm)			Fruit weight (g)	Flesh (%)
	Width	Length	Thickness		
No pruning	6.0 cd	8.5	5.5 c	156.4 bc	70.1
June	6.2 ab	8.7	5.8 ab	179.4 ab	70.8
July	6.0 cd	8.6	5.5 bc	159.2 bc	69.6
August	5.9 d	8.3	5.4 c	149.2 c	69.4
September	6.1 bc	8.8	5.6 bc	169.4 abc	69.5
October	6.4 a	8.9	5.8 a	187.9 a	71.1
LSD _{0.05}	0.77	ns	0.73	7.98	ns
C.V. (%)	2.53	4.40	2.59	9.56	1.74

Mean within the same column followed by the same letters do not significantly differ at 5% level ($P < 0.05$) by LSD.

ns = nonstatistical difference at 95% level ($P < 0.05$)

Table 5 Fruit quality of Kaew mango after pruning in different months.

Pruning month	SS (%)	TA (%)
No pruning	9.19 bc	0.30
June	9.96 ab	0.30
July	9.46 bc	0.30
August	8.97 c	0.28
September	9.41 bc	0.29
October	10.54 a	0.33
LSD _{0.05}	0.30	ns
C.V.(%)	6.19	8.82

Mean within the same column followed by the same letters do not significantly differ at 5% level ($P < 0.05$) by LSD

ns = nonstatistical difference at 95% level ($P < 0.05$)

สรุป

การนำการตัดแต่งกิ่งมาใช้เพื่อยืดอายุเก็บเกี่ยวมะม่วงแก้วบนพื้นที่ดอนอาศัยน้ำฝน ในเขตภาคเหนือตอนบน พบว่าการตัดแต่งกิ่งที่ปฏิบัติให้ลำซ้อออกไป ตั้งแต่ 15 กันยายน ถึง 15 ตุลาคม ไม่มีผลต่อการสร้างชุดใบใหม่ พัฒนาการของดอก ขนาดของช่อดอก เปอร์เซ็นต์ดอกสมบูรณ์เพศ จำนวนผลต่อช่อ และอายุเก็บเกี่ยวผลผลิต การชะลอระยะเวลาตัดแต่งกิ่งจนถึง 15 ตุลาคม ส่งผลให้เพิ่มการร่วงของผล ลดจำนวนและน้ำหนักผลต่อต้นลง โดยต้นที่ตัดแต่งกิ่งในช่วงต้นฤดูเดือนมิถุนายนและกรกฎาคมให้ผลผลิตสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อนุเคราะห์เงินทุนสนับสนุนในการตีพิมพ์ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ปฐมา เตะระ รัชชัย รัตน์เชลส พฤกษ์ ยิมมันตะสิริ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2545. พัฒนาการของมะม่วงแก้วในสภาพที่ดอนอาศัยน้ำฝน : พฤติกรรมการออกดอกและติดผล. ว. วิทย์. กษ. 33 (4-5) : 67-70.
- รัชชัย รัตน์เชลส พฤกษ์ ยิมมันตะสิริ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2545. มะม่วงแก้ว ไม้ผลเพื่อความหวังและพันธุ์พืชภาคธรรมชาติ. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ. 199 น.
- รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์ รัชชัย รัตน์เชลส พฤกษ์ ยิมมันตะสิริ และ ปฐมา เตะระ. 2545. พัฒนาการของมะม่วงแก้วในสภาพที่ดอนอาศัยน้ำฝน : ความแปรปรวนการร่วงของผลระหว่างสายต้น. ว. วิทย์. กษ. 33 (4-5) : 71-74.
- วิจิตร วังโน. 2529. มะม่วง. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 301 น.
- สุวิมล เชื้อสุวรรณ. 2534. การผลิยดใหม่ของมะม่วงบนที่ดอนอาศัยน้ำฝน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 55 น.
- Burondkar, M.M., R.T. Bhingarde, V.N. Kore and A.G. Power. 2000. Estimation of heat units as maturity indices for different mango varieties in Konkan region of Maharashtra. Acta Hort. 509 : 297-299.
- Davie, S.J., P.J.C. Stassen and H.G. Grove. 2000. Starch reserves in the mango tree. Acta Hort. 509 : 335-346.
- Finnemore, H.J. 2000. A perspective on the South African mango industry (past & future). Acta Hort. 509 : 39-49.
- Ho, L.C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 39 : 355-378.
- Issarakraisila, M. and J.A. Considine. 1991. Pattern of vegetative and reproductive growth of mango trees in a warm temperate region of western Australia. Acta Hort. 291 : 188-197.
- Kalra, S.K., D.K. Tandon and B.P. Singh. 1995. Mango. pp. 123-170. In Salunkhe, D.K. and S.S. Kadam. (eds). Handbook of Fruit Science and Technology. Marcel Dekker, Inc., New York.

- Menzel, C.M. and D.R. Simpson. 1992. Growth, flowering and yield of lychee cultivar. *Scientia Horticulturae* 49 : 243-254.
- Myers, S.C. and A.T. Savelle. 1996. Coordination of vegetative and reproductive growth : root restriction, branch manipulation, and pruning. pp. 69-80. In Maib, K.M., P.K. Andrews, G.A. Lang and K. Mullinix. (eds). *Tree Fruit Physiology : Growth and Development*. Good Fruit Grower A Division of Washington State Fruit Commission, Washington.
- Nunez-Elisea, R. and T.L. Davenport. 1995. Effect of leaf age, duration of cool temperature treatment and photoperiod on bud dormancy release and floral initiation in mango. *Scientia Horticulturae* 62 : 63-73.
- Oliveira, C.M. and C.A. Priestley. 1988. Carbohydrate reserves in deciduous fruit trees. *Hort. Rev.* 10 : 403-430.
- Oosthuysen, S.A. and G. Jacobs. 1999. Flowering synchronization of 'Sensation' mango trees by winter pruning. *Acta Hort.* 509 : 422-430.
- Ponce de Leon G.L., M.C. Barbosa, G.E. Guillen, I.V. Garcia, S.J. Sepulveda and C.G. Hernandez. 2000. Advances in the development of early mango fruit. *Acta Hort.* 509 : 253-258.
- Pongsomboon, W., S. subhadrabandhu and R.A. Stephenson. 1997. Some aspects of the ecophysiology of flowering intensity of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Nam Dok Mai in a semi-tropical monsoon Asian climate. *Scientia Horticulturae* 70 : 45-56.
- Sasaki, R., N. Utsunomiya and H. Inoue. 2000. Floral induction in axillary buds affected by pruning at panicle emergence in mango trees cv. Irwin grown in plastic house in Japan. *Acta Hort.* 509 : 301-306.
- Saure, M. 1992. Interference of pruning with endogenous growth control. *Acta Hort.* 322 : 241-248.
- Schaffer, B., A.W. Whaley and J.H. Crane. 1994. Mango. pp. 165-197. In Schaffer, B. and P.C. Anderson. (eds). *Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops*. Vol II : Sub-Tropical and Tropical Crops. CRC Press, Inc. Florida.
- Whaley, A.W. 1993. Environmental effects on phenology and physiology of mango – A review. *Acta Hort.* 341 : 168-176.
- [URL 1] The Mango [ONLINE]. Available < [http : / / porcupine. yi. org / Mango_ net / The _ Mango. html](http://porcupine.yi.org/Mango_net/The_Mango.html) > Open document [15 December 2000]

ผลของการใช้ความร้อนต่อโปรตีนในเปลือกผลลำไยระหว่าง
การสะท้อนหนาว

Effect of Heat Treatment on Protein in Longan Fruit Peel
During Chilling Injury

ศิริโสภา อินทชะ^{1/} และ ดนัย บุญยเกียรติ^{1/}

Sirisopha Inkha^{1/} and Danai Boonyakiat^{1/}

Abstract : Longan fruits (*Dimocarpus longan* Lour. cv. "Dor") were dipped in hot water at 40 ± 1 and 50 ± 1 °C for 5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes and then stored at 1 °C, 90-95% relative humidity for 12 days. The results showed that the soluble protein contents in the peel which were determined by a dye binding method slightly increased during storage and the number of protein bands separated by SDS-PAGE 10% was 18 bands in all treatments, in the range of molecular weight 9.33-177.83 kDa. The molecular weights of major protein bands were analyzed by Gel Document. The results showed that the heated fruits had the number of major protein bands more than the control, especially low molecular weight proteins.

บทคัดย่อ: ผลลำไยพันธุ์ดอ (*Dimocarpus longan* Lour. cv. "Dor") แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 ± 1 และ 50 ± 1 °C นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 วัน ผลการทดลองพบว่า ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเปลือกผลลำไยที่วิเคราะห์โดยวิธี dye binding มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษานานขึ้น และจำนวนแถบโปรตีนที่แยกโดยวิธีเอสดีเอส-โพลีอะคริลาไมด์เจล อิเล็กโตรโฟรีซิส ความเข้มข้น 10% เปลือกผลลำไยมีแถบโปรตีนที่เห็นได้ชัดเจน 18 แถบเช่นเดียวกันในทุกกรรมวิธี และมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 9.33-177.83 กิโลดาลตัน เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนหลักโดยเครื่อง Gel Document ผลการทดลองพบว่า ผลลำไยที่ได้รับความร้อนมีแถบโปรตีนหลักมากกว่าชุดควบคุมโดยเฉพาะโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ

^{1/}ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

Index words : การใช้ความร้อน โปรตีน การสะท้อนหนาว ผลลำไย

heat treatment, protein, chilling Injury, longan fruit

คำนำ

ลำไยเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเฉพาะในเขตภาคเหนือซึ่งมีการปลูกลำไยมากในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย และลำปาง และเป็นผลิตภัณฑ์มีศักยภาพในการส่งออก ตลาดต่างประเทศที่สำคัญ ได้แก่ ฮองกง สิงคโปร์ มาเลเซีย และประเทศต่างๆ ในยุโรป (กระทรวงพาณิชย์, 2546) ปริมาณการผลิตลำไยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากสามารถควบคุมการออกดอกได้ตลอดทั้งปี ทำให้การส่งออกลำไยสดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย แต่อุปสรรคในการส่งออก คือ การที่เปลือกของผลลำไยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม และมีการเน่าเสียอย่างรวดเร็ว (Jiang *et al.*, 2002)

อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ได้เนื่องจากอุณหภูมิต่ำทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมของผลไม้ลดลง ช่วยชะลออัตราการหายใจและชะลอการสร้างเอทิลีน (Pantastico *et al.*, 1984) ฉะนั้นจึงมีการส่งออกผลลำไยไปยังประเทศเพื่อนบ้านโดยใช้รถห้องเย็นหรือใช้น้ำแข็งปิดทับภาชนะบรรจุ เพื่อให้อุณหภูมิของผลลำไยลดต่ำลง แต่การเก็บรักษาผลลำไยที่อุณหภูมิต่ำช่วง 1-5 องศาเซลเซียส จะทำให้ผลลำไยเกิดอาการสะท้อนหนาว (ฉนวนและคณะ, 2543 ; Jiang *et al.*, 2002)

การใช้ความร้อนก่อนการเก็บรักษาจะช่วยเพิ่มความทนทานต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาวในผักและผลไม้บางชนิดได้ เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้เนื้อเยื่อพืชมีการสังเคราะห์กลุ่มของโปรตีน

ชนิดพิเศษขึ้นมาเรียกว่า Heat Shock Proteins (HSPs) (Ferguson *et al.*, 2000) ซึ่งมีรายงานว่าพบ HSPs ในผลมะละกอ (Paull and Chen, 1990) ผลแอปเปิล (Lurie and Klein, 1990) ผลมะเขือเทศ (Lurie *et al.*, 1993) และผลอะโวคาโด (Florissen *et al.*, 1996) ที่ได้รับความร้อนก่อนนำไปเก็บรักษา

เนื่องจากกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่ต้องอาศัยเอนไซม์ซึ่งเป็นโปรตีนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษารังนี้คือ หาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงปริมาณและรูปแบบของโปรตีนกับการเกิดอาการสะท้อนหนาวที่เปลือกของผลลำไย ซึ่งสามารถนำไปเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นพื้นฐานในการหาวิธีป้องกันหรือลดความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาว ซึ่งจะช่วยให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลลำไยเพื่อการส่งออกได้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

นำผลลำไยพันธุ์ดอที่เก็บเกี่ยวในระยะแก่ทางการค้าชั้นมาตรฐาน A มาแช่น้ำที่มีอุณหภูมิ 40 ± 1 และ 50 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที โดยแช่ผลลำไยน้ำหนัก 2 กิโลกรัมในน้ำ 6 ลิตร ก่อนบรรจุผลลำไยในกล่องกระดาษจำนวน 3 กิโลกรัมต่อกล่อง แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ สุ่มตัวอย่างผลลำไยแต่ละซ้ำออกมาซึ่งประกอบด้วยผลลำไย 0.5 กิโลกรัม ทุก 2 วันจนหมด

อายุการเก็บรักษา เพื่อนำเปลือกผลลำไยมาสกัดโปรตีนด้วยสารละลาย extraction buffer ซึ่งประกอบด้วย SDS 1.5% (w/v) ที่มี 2-mercaptoethanol 10% (w/v) และ Tris-HCl buffer 0.5 โมลาร์ พีเอช 7.5 ในอัตราส่วนน้ำหนักเปลือกผลลำไยสดต่อปริมาตร extraction buffer เป็น 1:2 น้ำหนักต่อปริมาตรแล้วนำสารสกัดหยาบที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนที่ละลายได้โดยวิธี dye binding (Caprette, 1997) ที่วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตรแล้วคำนวณหาปริมาณโปรตีนโดยเปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน และวิเคราะห์หารูปแบบของแถบโปรตีนโดยวิธี SDS-PAGE ที่มีความเข้มข้นของ acrylamide เท่ากับ 10% โดยใช้ระบบบัฟเฟอร์ คือ สารละลาย Tris-HCl บัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.0083 โมลาร์ พีเอช 8.3 ที่มีไกลซีน 0.192 โมลาร์ และ SDS 0.1% (Laemmli, 1970) ซึ่งสามารถสังเกตแถบของโปรตีนที่แยกได้แต่ละแถบจากแถบสีน้ำเงินที่เกิดจากการย้อมสีของโปรตีนโดยใช้สารละลาย coomassie brilliant blue R-250 ความเข้มข้น 0.1% ที่มี methanol 50% และ acetic acid 10% วิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนโดยวัดการเคลื่อนที่ของสารละลายโปรตีนมาตรฐาน แต่ละชนิดที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่แน่นอนจากการเคลื่อนที่ใน separating gel แล้วคำนวณหาการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของโปรตีนมาตรฐานแต่ละชนิดจากสมการ

ค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (relative mobility, R_m) หรือ

$$= \frac{\text{ระยะทางที่โปรตีนแต่ละแถบเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ bromophenol blue เคลื่อนที่}}$$

นำค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (R_m) ของโปรตีนมาตรฐานแต่ละชนิดมาเขียนกราฟกับค่า $\log$ น้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนมาตรฐาน จากนั้นนำค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของแถบโปรตีนจากเปลือกผลลำไยไปอ่านค่าเพื่อหาน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนแต่ละแถบจากกราฟมาตรฐาน

นำแผ่นเจลจากการทำอิเล็กโตรโฟรีซิสของโปรตีนไปถ่ายภาพและวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนโดยใช้เครื่อง Gel Document ของบริษัท Adivision of Synoptic Ltd., U.S.A. ที่วิเคราะห์โดยวิธี lowest slope กำหนดความกว้างของ peak ต่ำสุดเท่ากับ 2 พิกเซล ความสูงของ peak ต่ำสุด เท่ากับ 1.9 พิกเซล volume ของ peak ต่ำสุด เท่ากับ 1% และความสูงของ filter ระบบ savitsky-golay filter ต่ำสุดเท่ากับ 3 พิกเซล

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนที่เปลือกของผลลำไย

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเปลือกของผลลำไยพันธุ์คอทเทจในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 ± 1 และ 50 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที กับชุดควบคุมที่ไม่ได้รับความร้อนเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 วัน ผลการทดลองพบว่าในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาปริมาณโปรตีนของชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 9.21 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลลำไยที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 25 และ 30 นาที และที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10 และ 25 นาที คือมีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 7.37, 7.01, 7.17, 6.97 และ 7.18 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด

ตามลำดับ ($P < 0.01$) การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนในเปลือกผลลำไยในแต่ละกรรมวิธีมีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 3.41-9.21 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมี แนวโน้มเพิ่มขึ้นจนหมดอายุการเก็บรักษา(ตารางที่ 1)

เนื่องจากโปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความสำคัญในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ซึ่งโดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบมากถึงประมาณครึ่งของน้ำหนักแห้ง โปรตีนสามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่าง ได้แก่ เป็นส่วนประกอบโครงสร้างของเซลล์และเป็นเอนไซม์ทำหน้าที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีต่าง ๆ ซึ่งกระบวนการทางชีวเคมีเหล่านี้จำเป็น ต้องอาศัยการทำงานของเอนไซม์ซึ่งเป็นโปรตีนเร่งปฏิกิริยาทั้งสิ้น (ไพโรจน์, 2538)

การที่สีผิวของผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อนำผลลำไยมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ อาจเนื่องจากการสูญเสีย น้ำ การได้รับความเครียดเนื่องจากได้รับอุณหภูมิสูงก่อนการเก็บรักษา การสะท้อนหนาวและการเสื่อมสภาพ ซึ่งเชื่อว่าการเกิดสีน้ำตาลเกิดขึ้นเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง เช่น การออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล ที่เร่งด้วยเอนไซม์ โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) เอนไซม์นี้จะถูกกระตุ้นให้มีกิจกรรมมากขึ้นเมื่อผลลำไยสูญเสีย น้ำ หากลดการสูญเสีย น้ำที่เปลือกจะช่วยทำให้ผลลำไยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลช้าลงได้ (Jiang *et al.*, 2002) ผลการวัดปริมาณโปรตีนในเปลือกผลลำไยสดพันธุ์ Shixia ของจีน ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธี dye binding เช่นกันมีค่าเท่ากับ 11.50 ไมโครกรัม/มิลลิกรัม และเมื่อสกัดแยกเอนไซม์ PPO ที่บริสุทธิ์ออกมาจากเปลือกของ ผลลำไย พบว่า เอนไซม์ PPO มีกิจกรรมดีที่สุดที่พีเอช 6.5 และอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ค่อนข้างต่ำเมื่อเก็บเกี่ยวผลลำไย และลดลงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำในช่วง 7 วันแรก และเพิ่มสูงขึ้น

จนถึงระดับสูงสุดภายหลังกการเก็บรักษานาน 30 วัน และหลังจากนั้นจึงลดลงอีกครั้ง (Jiang, 1999) ซึ่งตรงกับผลการทดลองครั้งนี้ เมื่อเก็บรักษานาน 10 วันผลลำไยในชุดควบคุมมีปริมาณโปรตีนมากกว่าผลลำไยที่ได้รับความร้อนที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากอุณหภูมิและเวลาที่ใช้แช่ผลลำไยในน้ำร้อนดังกล่าวสามารถเปลี่ยน Activation energy ของเอนไซม์ให้ลดลงเป็นผลให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีเกิดขึ้นเร็วกว่าปกติ และทำให้เกิดการสลายตัวของเอนไซม์และสับสเตรดซึ่งเป็นโปรตีน ฉะนั้นผลลำไยในชุดควบคุมมีปริมาณโปรตีนมากกว่าผลลำไยที่ได้รับความร้อน นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนในเปลือกผลลำไยที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำอาจมีเอนไซม์ PPO รวมอยู่ด้วยซึ่งส่งผลทำให้ผลลำไยมีผิวสีคล้ำลงเนื่องจากแสดงอาการสะท้อนหนาว

2. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของแถบโปรตีนที่เปลือกของผลลำไย

เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนโดยการสังเกตโปรตีนแต่ละแถบด้วยตาเปล่าพบว่า มีแถบโปรตีนทั้งหมด 18 แถบเหมือนกันในทุกกรรมวิธี ปรากฏอยู่บนแผ่นเจลที่แยกและหารูปแบบของแถบโปรตีนโดยวิธี SDS-PAGE เมื่อสกัดโปรตีนจากเปลือกผลลำไยมาวิเคราะห์ทุก ๆ 2 วัน จนกระทั่งหมดอายุการเก็บรักษา แต่ผลการวิเคราะห์รูปแบบของแถบโปรตีนโดยใช้เครื่อง Gel Document พบว่า ในชุดควบคุมที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษามีแถบโปรตีนหลักเป็นจำนวนมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น แต่ผลลำไยที่แช่ในน้ำร้อนทุกกรรมวิธีมีแถบโปรตีนหลักเป็นจำนวนมากกว่าชุดควบคุมโดยเฉพาะ โปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การวิเคราะห์รูปแบบของแถบโปรตีนแต่

ละแถบด้วยตาเปล่าแตกต่างกับการวิเคราะห์รูปแบบของแถบโปรตีนโดยใช้เครื่อง Gel Document แม้ว่าผลการวิเคราะห์รูปแบบของแถบโปรตีนที่เปลือกของผลลำไยโดยใช้เครื่อง Gel Document มีจำนวนแถบโปรตีนหลักแตกต่างจากแถบโปรตีนที่สังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่แถบโปรตีนที่ปรากฏเมื่อวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Gel Document มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกับแถบโปรตีนที่สังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า

โดยในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา พบว่าโปรตีนที่เปลือกของผลลำไยมีน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนโดยการสังเกตด้วยตาเปล่า 18 แถบเหมือนกันในทุกกรรมวิธี คือมีค่าประมาณ 123.03, 112.20, 104.71, 95.50, 83.18, 77.62, 61.66, 57.54, 53.70, 51.29, 42.66, 39.81, 38.02, 26.91, 23.38, 19.50, 15.49 และ 13.49 กิโลดาลตัน

Table 1 The soluble protein contents of longan peel dipped in hot water at 40 ± 1 and $50\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes and then stored at 1°C , 90-95% relative humidity for 12 days.

Treatments Dipping temperature and time	The soluble protein contents (mg/g fresh weight)					
	Storage time (days)					
	2	4	6	8	10	12
control	3.75ab	3.78	4.53abc	6.69	9.21a	7.08
40°C for 5 minutes	4.13a	3.86	4.63abc	7.51	7.54ab	6.25
40°C for 10 minutes	3.54ab	4.34	4.68abc	7.55	8.26ab	6.48
40°C for 15 minutes	3.78ab	3.84	4.17abc	7.62	8.07ab	7.01
40°C for 20 minutes	3.41b	4.41	5.07ab	7.80	7.94ab	7.42
40°C for 25 minutes	3.69ab	3.75	3.98abc	7.75	7.37b	6.29
40°C for 30 minutes	3.83ab	4.01	5.15a	6.99	7.01b	6.33
50°C for 5 minutes	4.15a	3.62	4.24abc	7.39	7.17b	6.93
50°C for 10 minutes	3.72ab	3.86	3.84c	7.82	6.97b	7.02
50°C for 15 minutes	4.00ab	4.30	4.12abc	7.72	7.46ab	6.54
50°C for 20 minutes	3.97ab	4.11	3.96abc	7.79	8.14ab	6.04
50°C for 25 minutes	3.83ab	3.90	3.96abc	7.92	7.18b	6.25
50°C for 30 minutes	3.76ab	4.04	4.24abc	7.53	8.29ab	6.58
C.V. (%)	18.01	8.09	9.10	6.37	7.81	7.04

Mean followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Tukey's (HSD) test

ตามลำดับ โดยแถบโปรตีนที่มีความชัดเจนมากที่สุดมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 23.38 กิโลดาลตัน (ภาพที่ 1) และการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนโดยใช้เครื่อง Gel Document ที่วิเคราะห์แถบโปรตีนหลักที่ปรากฏบนแผ่นเจล พบว่าชุดควบคุมมีแถบโปรตีนหลัก 7 แถบที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 87.84, 66.66, 41.61, 30.16, 23.53, 18.41 และ 10.64 กิโลดาลตัน ตามลำดับ โดยพบว่ารูปแบบโปรตีนในเปลือกผลลำไยที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10, 15, 20 และ 25 นาที มีแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 17.00-17.90 กิโลดาลตัน คือ 17.53, 17.65, 17.05, 17.62 และ 17.49 กิโลดาลตัน ตามลำดับและรูปแบบของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 15, 20, 25 และ 30 นาที มีแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่า 8.00 กิโลดาลตัน คือ 7.30, 6.43, 6.75 และ 6.53 กิโลดาลตัน ตามลำดับ ซึ่งเป็นแถบโปรตีนที่แตกต่างจากแถบโปรตีนหลักจากชุดควบคุมและแถบโปรตีนที่สังเกตเห็นได้ โดยแถบโปรตีนที่ปรากฏบนแผ่นเจลดังกล่าวเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ

อุณหภูมิและเวลาที่ใช้แช่ผลลำไยในน้ำร้อนไม่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงรูปแบบของโปรตีนที่เปลือกของผลลำไยเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากลำไยเป็นผลไม้ประเภท non – climacteric จึงมีการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการต่างๆ ระหว่างการสุกอย่างช้าๆ (Kader, 2002) และจากผลการทดลองกรรมวิธีในการใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงแช่ผลลำไยกับระยะเวลาที่ได้รับความร้อนของผลลำไยส่วนใหญ่ปรากฏแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำอาจเป็นไปได้ว่า

การใช้ความร้อนส่งผลทำให้โปรตีนขนาดใหญ่เกิดการเสื่อมสภาพกลายเป็นโปรตีนที่มีขนาดเล็กลง (Vierling, 1991) แต่การทดลองในครั้งนี้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของแถบโปรตีนที่เปลือกของผลลำไยอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Lunie and Klein (1991) ที่ได้ศึกษาการสังเคราะห์โปรตีนโดยใช้กรดอะมิโน [³⁵S] methionine ในเนื้อเยื่อผลมะเขือเทศแล้วแยกโปรตีนด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสแบบ SDS-PAGE และวิเคราะห์หาแถบโปรตีนโดย Fluorography พบว่ามีแถบโปรตีนปรากฏเป็นจำนวนมากบนแผ่นเจล ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี

อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองในครั้งนี้ที่วิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนหลักโดยใช้เครื่อง Gel Document พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 17.00-17.90 กิโลดาลตันในรูปแบบของแถบโปรตีนของเปลือกผลลำไยที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10, 15, 20 และ 25 นาที ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากชุดควบคุมเมื่อนำผลลำไยไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ซึ่งอาจจะเป็นกลุ่มของ HSP17 ที่มีรายงานว่าพบการสังเคราะห์ HSP17 ในผลลำไย (Ferguson *et al.*, 1994) และผลอะโวคาโด (Woolf, 1997) ที่ได้รับความร้อนก่อนนำไปเก็บรักษาแต่ไม่สามารถบ่งชี้ถึงบทบาทของกลุ่มของโปรตีนดังกล่าวที่มีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมในเปลือกผลลำไยได้ เนื่องจากวิธีการทดลองซึ่งยังไม่สามารถวิเคราะห์หาโปรตีนได้อย่างละเอียดและเฉพาะเจาะจง อย่างไรก็ตามการศึกษารุ่นนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการที่เหมาะสมและละเอียดพอที่จะหา HSPs ต่อไปในอนาคต

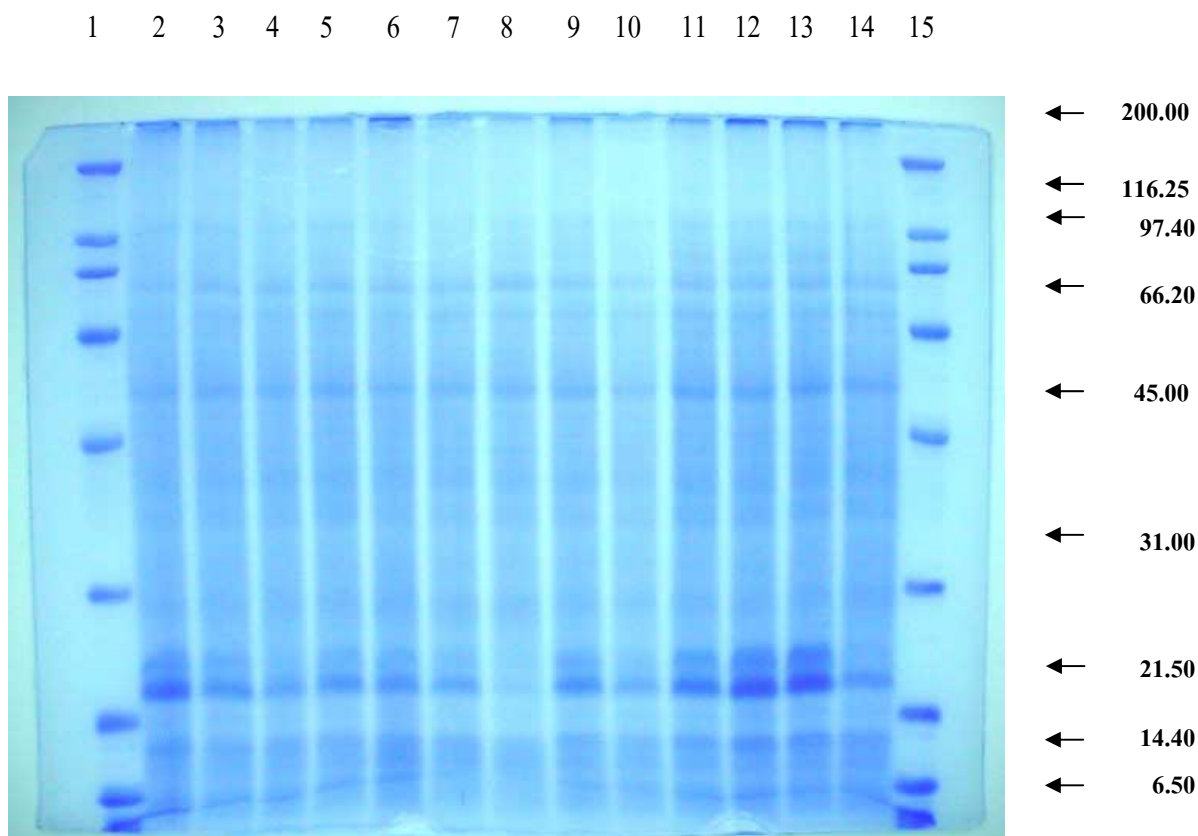


Figure 1 The protein patterns of longan peel dipped in hot water at 40 ± 1 and 50 ± 1 °C for 5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes and then stored at 1 °C, 90-95% relative humidity for 10 days.

1 and 15 = The protein pattern of standard protein.

2 = The protein pattern of longan peel that was not dip in hot water (control).

3 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 40 °C for 5 minutes.

4 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 40 °C for 10 minutes.

5 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 40 °C for 15 minutes.

6 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 40 °C for 20 minutes.

7 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 40 °C for 25 minutes.

8 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 40 °C for 30 minutes.

9 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 50 °C for 5 minutes.

10 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 50 °C for 10 minutes.

11 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 50 °C for 15 minutes.

12 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 50 °C for 20 minutes.

13 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 50 °C for 25 minutes.

14 = The protein pattern of longan peel dipped in hot water at 50 °C for 30 minutes.

สรุปผลการทดลอง

การแช่ผลลำไยพันธุ์คอกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 ± 1 และ 50 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 วัน มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเปลือกผลลำไยที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 25 และ 30 นาที และที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10 และ 25 นาที มีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าชุดควบคุมประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษานาน 10 วัน และรูปแบบของแถบโปรตีนจากการสังเกตด้วยตาเปล่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่การวิเคราะห์รูปแบบของแถบโปรตีนโดยใช้เครื่อง Gel Document มีแถบโปรตีนหลักเป็นจำนวนมากกว่าชุดควบคุม โดยเฉพาะโปรตีนที่มี น้ำหนักโมเลกุลต่ำ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพาณิชย์. 2546. “ลำไย : เนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ราคาและมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ พ.ศ. 2544-2545.” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.oae.go.th/statistic/yearbook/2001-2002.html> (6 มิถุนายน 2546).

คณัช บุญเกียรติ นิธิยา รัตนานนท์ และ ทองใหม่ แพทย์ไชโย. 2543. การเก็บรักษาผลลำไยที่อุณหภูมิต่ำ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 61 น.

ไพโรจน์ กิจจนะพานิช. 2538. วิทยาการกาวหน้าของโปรตีน. การประชุมปฏิบัติการภาคฤดูร้อนครั้งที่ 20 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สาขาวิชาเคมี สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

พระบรม-ราชูปถัมภ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช). 175 น.

- Caprette, D. R. 1997. “Bradford protein assay” [Online] Available <http://www.ruf.rice.edu/~bioslabs/methods/protein/bradford.html> (17 May 2002).
- Ferguson, I. B., S. Lurie and J. H. Bowen. 1994. Protein synthesis and breakdown during heat shock of cultured pear (*Pyrus communis* L.) cells. Plant Physiol. 104 : 1429-1437.
- Ferguson, I. B., S. Ben – Yehoshua, E. J. Mitcham, R. E. McDonald and S. Lurie. 2000. Postharvest heat treatments : introduction and workshop summary. Postharv. Biol. Technol. 21 : 1-6.
- Florissen, P., J. S. Ekman, C. Blumenthal, W. B. McGlasson, J. Conroy and P. Holford. 1996. The effects of short heat – treatment on the induction of chilling injury in avocado fruit (*Persea americana* Mill.). Postharv. Biol. Technol. 8 : 129-141.
- Jiang, Y. 1999. Purification and some properties of polyphenol oxidase of longan fruit. Food Chem. 66 : 75-79.
- Jiang, Y., Z. Zhang, D.C. Joyce and S. Ketsa. 2002. Postharvest biology and handling of longan fruit (*Dimocarpus longan* Lour.). Postharv. Biol. Technol. 26 : 241-252.
- Kader, A. A. 2002. “Longan.” [Online]. Available <http://www.postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/longan.html>. (7 January 2003).
- Laemmli, U. K. 1970. Cleavage of structure proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature. 227 : 680-685.

- Lurie, S. and J. D. Klein. 1990. Heat treatment of ripening apple : differential effects on physiology and biochemistry. *Physiol. Plant.* 78 : 181-186.
- Lurie, S. and J. D. Klein. 1991. Acquisition of low-temperature tolerance in tomatoes by exposure to high-temperature stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(6) : 1007-1012.
- Lurie, S., J. D. Klein, C. Watkins, G. Ross, P. Boss and I. F. Ferguson. 1993. Prestorage heat treatment of tomato prevents chilling injury and reversibly inhibits ripening. *Acta Hort.* 343 : 283-285.
- Pantastico, Er. B., P. F. Lam, S. Ketsa and M. Kositrakul. 1984. Postharvest physiology and storage of mango. p. 39-52. *In* D. B. Mendoza and R. B. W. Wills. (eds.). *Mango : Fruit Development, Postharvest Physiology and Marketing in ASEAN.* ASEAN Food Handling Bureau, Kualalumpur, Malaysia.
- Paull, R.E. and N. J. Chen. 1990. Heat shock response in field growth, ripening papaya fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(4) : 623-631.
- Vierling, E. 1991. The roles of heat shock proteins in plants. *Annual Rev. Plant Mol. Biol.* 42 : 579-620.
- Woolf, B. A. 1997. Reduction of chilling injury in stored 'Hass' avocado fruit by 38°C water treatments. *HortScience.* 32(7) : 1247-1251.
-

อิทธิพลของความถี่ในการตัดที่มีต่อผลผลิต และความคงอยู่ของ
หญ้าซิกแนล (*Brachiaria decumbens*)

**Influence of Cutting Frequency on Yields and Persistences of
Signal Grass (*Brachiaria decumbens*)**

สาธิต ขันทนันท^{1/} ธนอม ทาทอง^{2/} และ บุญฤา วิลาลัย^{2/}
Satith Kunthanant^{1/} Tanom Trathong^{2/} and Boonlue Wilaipon^{2/}

Abstract: The experiments was carried out from April 4, 1990 to December 15, 1990 at Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, on the Korat soil series. The objectives of the experiments were to determine the effect of frequencies of cutting at 15, 30, 45, 60 and 90 days on yields and persistences of signal grass and cut at the height of 1.5 inches from the ground level.

There was a significant response in cumulative dry matter herbage yield (207.42 gm./pot) at cutting frequency of 90 days. Crude protein contents of the grass tended to decrease with frequentce. The highest (16.9%) was obtained at the cutting frequency of 15 days. At cutting frequency of 90 days, the total non structural carbohydrate (TNC) content cumulative on root and plant density were highest ($p < 0.01$) being 505.55 mg/gm root and 35 plants / pot respectively. The result demonstrated that the frequency of cutting influenced the yields , nutritive values and persistences of signal grass.

^{1/} วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุโขทัย สถาบันการอาชีวศึกษา ภาคเหนือ 4 64110

^{1/} Sukhothai Collage of Agriculture and Technology, Institute of North Vocational Education 4, Sukhothai 64110, Thailand.

^{2/} ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

^{2/} Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

บทคัดย่อ: ทำการศึกษาทดลองถึงอิทธิพลของความถี่ในการตัดที่มีต่อผลผลิตและความคงอยู่ของหญ้าชิกแนล (*Brachiaria decumbens*) ที่ตัดทุก ๆ 15, 30, 45, 60 และ 90 วัน โดยตัดที่ความสูง 1.5 นิ้ว ทำการทดลองที่เรือนทดลองของโครงการปรับปรุงทุ่งหญ้า คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2533 ถึงวันที่ 15 ธันวาคม 2533 รวมระยะเวลา 255 วัน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยผลผลิตของหญ้าชิกแนลจะสูงที่สุด (207.42 กรัมต่อกระถาง) เมื่อมีช่วงความถี่ในการตัดทุก ๆ 90 วัน ปริมาณโปรตีนสูงที่สุด (16.9 เปอร์เซ็นต์) เมื่อมีช่วงความถี่ในการตัดทุก ๆ 15 วัน ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เก็บสะสมไว้ที่รากสูงที่สุด (505.55 มิลลิกรัมต่อกรัม) และจำนวนความหนาแน่นของหญ้าชิกแนลสูงที่สุด (35 ต้นต่อกระถาง) เมื่อมีช่วงความถี่ทุก ๆ 90 วัน จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าผลของช่วงความถี่ในการตัดจะมีอิทธิพลต่อผลผลิต คุณค่าทางโภชนาการและความคงอยู่ของหญ้าชิกแนล

Index words: ความถี่ในการตัด ผลผลิต ความคงอยู่ หญ้าชิกแนล หญ้าเลี้ยงสัตว์
cutting frequency , yield , persistence , signal grass

คำนำ

ในปัจจุบันเกษตรกรได้หันมาเลี้ยงปศุสัตว์เพิ่มมากขึ้นเพื่อให้เกิดความมั่นคงต่อรายได้ และมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น เมื่อปริมาณของสัตว์เพิ่มมากขึ้น ปริมาณพืชอาหารสัตว์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติก็ไม่เพียงพอต่อการเลี้ยงดู ถึงแม้ว่าเกษตรกรได้พยายามจัดหาผลพลอยได้ทางการเกษตร (by products) และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (crop waste) มาเลี้ยงดูสัตว์เหล่านั้นก็ตาม แต่ก็ยังไม่เพียงพอจึงพบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงปศุสัตว์เหล่านั้นได้มีการปลูกสร้างทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์กันเพิ่มมากขึ้น โดยมีเกษตรกรได้ไปขอรับบริการจากหน่วยงานของกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์เพิ่มมากขึ้น ทั้งการจำหน่ายจ่ายแจกในรูปของเมล็ดพันธุ์ หน่อพันธุ์และต้นกล้าพันธุ์ (ฝ่ายอำนวยการกองอาหารสัตว์, 2545) ซึ่งทุ่งหญ้าที่เกษตรกรปลูกสร้างขึ้นเมื่อใช้ประโยชน์และมีการจัดการอย่างถูกต้องแล้ว จะมีอายุการใช้งานได้นานหลาย ๆ ปี การจัดการเหล่านั้น ได้แก่ การควบคุมช่วงระยะ

การตัดและการเพาะเล็ม การใส่ปุ๋ยหรือการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชอาหารสัตว์ การให้น้ำ การควบคุมวัชพืช เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการตัดหรือการเพาะเล็ม หรือเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าการดีโฟลิเอชัน (defoliation) นั้นจะต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสมไม่มากหรือน้อยจนเกินไป เพราะถ้ามากเกินไปแล้ว ก็จะมีผลต่อความคงอยู่ของทุ่งหญ้าหรือพืชอาหารสัตว์ชนิดนั้น แต่ถ้าน้อยจนเกินไปก็จะทำให้การใช้ประโยชน์จากทุ่งหญ้าหรือพืชอาหารสัตว์ชนิดนั้น ๆ ต่ำลงไม่คุ้มค่า

การจัดการด้านดังกล่าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมด้านช่วงความถี่ในการตัดเมื่อได้รับความสูงในการตัดต่ำเพียง 1.5 นิ้วในหญ้าชิกแนล (*Brachiaria decumbens*) ซึ่งเป็นหญ้าเขตร้อนที่มีความสามารถในการปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความสามารถในการให้ผลผลิตและเจริญเติบโตในช่วงฤดูแล้งได้ดีกว่าหญ้ารูซี่ (*B. nuzizensis*) ซึ่งเป็นหญ้าที่ได้รับการส่งเสริมจากกรมปศุสัตว์ให้ปลูกเป็นทุ่งหญ้าเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ (บุญฤๅ, 2532)

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองในเรือนทดลองของโครงการปรับปรุงทุ่งหญ้า คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างวันที่ 4 เมษายน 2533 ถึงวันที่ 15 ธันวาคม 2533 รวมระยะเวลา 255 วัน วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) มี 8 ซ้ำแต่ละซ้ำประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง (treatment) คือตัดที่ระดับความถี่ทุก 15, 30, 45, 60 และ 90 วันตามลำดับ ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินชุดโคราชที่มี pH 5.18 อินทรีย์วัตถุ 1.03% ไนโตรเจน 0.06% ฟอสฟอรัส 9.62 ppm และโปตัสเซียม 21.87 ppm บรรจุลงในกระถางพลาสติกที่มีถุงพลาสติกใส่รองอยู่ภายในจำนวน 40 กระถางๆ ละ 12 กิโลกรัม เต็มธาตุอาหารพืชในรูปของสารละลายให้มีธาตุไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม ในอัตรา 100, 40 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีตามลำดับ โดยแบ่งใส่ก่อนปลูกและหลังจากปลูกทุกๆ 30 วัน ตามอัตราที่กำหนดตลอดการทดลอง

ปลูกหญ้าเมื่อวันที่ 4 เมษายน 2533 โดยใช้หน่อพันธุ์ (rootstocks) จำนวน 7 หน่อพันธุ์ต่อกระถางโดยหน่อพันธุ์นั้นมีอายุและขนาดใกล้เคียงกัน ทำการควบคุมความชื้นของดินภายในกระถางให้มีระดับของความชื้น อยู่ในระดับ 80 - 90% FC โดยรดด้วยน้ำกรอง (de-ionized water) ทุกๆ วันๆ ละ 2 ครั้งเช้า-เย็น เมื่อปลูกได้ 45 วัน จะตัดหญ้าทุกกระถางให้สูงจากพื้นดินประมาณ 1.5 นิ้ว ในวันที่ 20 พฤษภาคม 2533 หลังจากนั้นก็จะทำการตัดหญ้าตามสิ่งทดลองที่ได้วางไว้คือตัดทุกๆ 15 วันจำนวน 14 ครั้ง, 30 วันจำนวน 7 ครั้ง, 45 วันจำนวน 4 ครั้ง, 60 วันจำนวน

3 ครั้ง และ 90 วันจำนวน 2 ครั้งตามลำดับการตัดครั้งสุดท้ายของแต่ละสิ่งทดลองจะตัดที่ระดับผิวดิน หลังจากตัดปรับได้ 150 วัน ชั่งน้ำหนักของระบบราก และวัดความยาวของรากจำนวน 4 ซ้ำ ในวันที่ 18 ตุลาคม 2543 ส่วนอีก 4 ซ้ำทำการชั่งและวัดความยาวเมื่อสิ้นสุดการทดลองหรือ 210 วันหลังการตัดปรับในวันที่ 15 ธ.ค. 2533 ผลผลิตหญ้าจะนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงเพื่อบันทึกน้ำหนักแห้งรากที่ได้ก็นำเอาไปล้างให้เศษดินหिनออกให้หมดแล้ว นำไปอบและบันทึกน้ำหนักแห้งเช่นเดียวกัน ก่อนตัดหรือเก็บเกี่ยวจะนับจำนวนต้นหรือหน่อที่แตกออกมาทุกครั้ง

หลังจากชั่งน้ำหนักแห้งของหญ้าแต่ละตัวอย่าง นำเอาไปบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืชเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนหยาบโดยประมาณ (crude protein) ตามวิธีการของ Kjeldahl method (A.O.A.C, 1984) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตในพืชนั้น คัดแปลงจากวิธีการของ Yoshida *et al.* (1972) โดยการเตรียมสารละลาย anthrone นั้นจะใช้วิธีของ Somogyi ใน A.O.A.C (1984)

ผลการทดลอง

1. สภาพของภูมิอากาศในเรือนทดลอง

อุณหภูมิในเรือนทดลองเฉลี่ยสูงสุด คือ 34.8 องศาเซลเซียสในเดือนเมษายน และต่ำสุด 31.0 องศาเซลเซียสในเดือนธันวาคมวัดเมื่อเวลา 12.00 น. ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม และต่ำสุดในเดือนธันวาคม คือ 78 และ 63 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

2. ความหนาแน่นของต้นหญ้า

หลังจากปลูกได้ 45 วัน ทำการตรวจนับการแตกกอของหญ้าในกระถาง และก่อนการตัดแต่ละครั้งตามสิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยความหนาแน่นของหญ้าเมื่อปลูกได้ 45 วันนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือสูงสุดเฉลี่ย 18 ต้นต่อกระถาง ต่ำสุดเฉลี่ย 17 ต้นต่อกระถาง แต่หลังจากที่ได้รับช่วงความถี่การตัดที่แตกต่างกัน แล้วจะพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) ความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดของต้นหญ้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะเท่ากับ 35 ต้นต่อกระถาง เมื่อใช้ช่วงความถี่การตัดทุก ๆ 90 วัน รองลงไปเท่ากับ 28, 23, 11 และ 6 ต้น ต่อกระถาง เมื่อตัดด้วยช่วงความถี่ ทุก ๆ 60, 45, 30 และ 15 วัน ตามลำดับ

3. ผลผลิตน้ำหนักแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าในการตัดครั้งแรกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่หลังจากได้รับสิ่งทดลองก็พบว่าเมื่อเพิ่มช่วงระยะความถี่ของการตัดให้ยาวนานออกไปจะทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าเพิ่มมากขึ้น คือ เมื่อตัดด้วยความถี่ทุก ๆ 15, 30, 45, 60 และ 90 วัน จะได้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเท่ากับ 27.56, 67.80, 84.27, 109.75 และ 207.42 กรัมต่อกระถางตามลำดับ ดังแสดงใน ตารางที่ 1 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$)

Table 1 Influence of cutting frequencies on number of tillers (pl/pot) and dry matter yields (g/pot) of signal grass under different cutting frequencies.

Cutting frequencies	Number of tillers		Dry matter yield	
	Before experiment	Total average	First cutting	Total average
15	18	6	32.88	27.56
30	17	11	33.45	67.80
45	18	23	30.12	84.27
60	18	28	32.12	109.75
90	17	35	33.83	207.42
Mean	18	21	32.48	99.36
LSD. (0.05)	-	4.799	-	18.576
LSD. (0.01)	-	6.473	-	25.059
C.V. (%)	25.89	22.85	17.42	18.25

4. ความยาว และน้ำหนักแห้งของราก

ความยาวของรากหญ้าชิกแนลเมื่อมีอายุได้ 150 วัน หลังจากการตัดครั้งแรกนั้น เมื่อตัดทุก ๆ 90, 60 และ 45 วัน จะยาวเท่ากับ 49.75, 45.75 และ 44.50 เซนติเมตร โดยจะมีความยาวแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อตัดหญ้าด้วยความถี่ทุก ๆ 30 และ 15 วัน ซึ่งจะยาวเท่ากับ 33.50 และ 27.50 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนความยาวของรากเมื่อมีอายุ 210 วัน หลังจากตัดครั้งแรกนั้น จะมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยยาวมากที่สุดเท่ากับ 109.00 เซนติเมตร เมื่อตัดหญ้าด้วยความถี่ทุก ๆ 90 วัน ร่องลงไปเท่ากับ 95.00, 72.25, 55.25 และ 29.25 เซนติเมตร เมื่อมีช่วงความถี่ในการตัดทุก ๆ 60, 45, 30 และ 15 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

น้ำหนักแห้งของรากเมื่ออายุได้ 150 วัน หลังจากตัดครั้งแรกจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีช่วงความถี่ในการตัดยาวนานขึ้น คือ เท่ากับ 3.95, 22.75, 39.13, 65.33 และ 93.73 กรัมต่อกระถาง เมื่อตัดด้วยความถี่ทุก ๆ 15, 30, 45, 60 และ 90 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงใน ตารางที่ 2 เช่นเดียวกันกับน้ำหนักแห้งของรากเมื่ออายุได้ 210 วัน หลังจากตัดครั้งแรกจะเท่ากับ 26.15, 39.10, 41.58, 54.60 และ 91.10 กรัมต่อกระถาง โดยจะมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) เช่นเดียวกัน

5. ปริมาณโปรตีนหยาบ (ค่าเฉลี่ยจากการตัดแต่ละครั้ง)

ถ้าเพิ่มช่วงระยะความถี่ในการตัดให้ยาวขึ้นปริมาณโปรตีนในต้นพืชจะต่ำลง คือเมื่อตัดหญ้าด้วยความถี่ทุก ๆ 15, 30, 45, 60 และ 90 วัน ปริมาณโปรตีนหยาบจะเท่ากับ 16.94, 13.77, 11.04, 9.40 และ 6.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) ดังแสดงใน ตารางที่ 3 เช่นเดียวกับปริมาณโปรตีนในต้นพืช ปริมาณโปรตีนหยาบในรากหญ้าชิกแนลก็ลดต่ำลงไปในแนวทางเดียวกันด้วย

6. ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่พืชสะสมไว้

จากการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่พืชสะสมไว้ในรูปของ total nonstructural carbohydrate (TNC) ของหญ้าชิกแนลที่ตัดทุก ๆ 15, 30, 45, 60 และ 90 วัน ในส่วนเหง้า(stubble) จะเท่ากับ 28.74, 22.70, 20.22, 15.82, และ 14.69 มิลลิกรัมต่อกรัมตามลำดับ ในส่วนเหง้าเหนือดิน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ที่เก็บสะสมไว้ในส่วนของรากนั้นจะให้ผลตรงกันข้าม คือเท่ากับ 87.22, 117.74, 183.62, 242.03 และ 505.55 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อตัดหญ้าด้วยความถี่ทุก ๆ 15, 30, 45, 60 และ 90 วัน ($P<0.01$) ดังแสดงใน ตารางที่ 3

Table 2 Influence of cutting frequencies on root length (cm) and dry matter (g/pot) of signal grass under different cutting frequencies.

Cutting frequencies	Root length		Dry matter of root	
	Age 150 day	Age 210 day	Age 150 day	Age 210 day
15	27.50	29.25	3.95	26.15
30	35.50	55.25	22.75	39.10
45	44.50	72.25	39.13	41.58
60	45.75	95.00	65.33	54.60
90	49.75	109.00	93.73	91.10
Mean	40.60	72.15	44.98	50.58
LSD. (0.05)	12.467	10.112	20.197	40.464
LSD. (0.01)	17.477	14.177	28.315	56.727
C.V. (%)	19.93	9.10	29.15	52.00

Table 3 Influence of cutting frequencies on crude protein (% dry weight) and total nonstructural carbohydrate (mg/g) of signal grass under different cutting frequencies.

Frequency in cutting (days)	Crude protein		TNC	
	plant	root	stubble	root
15	16.94	6.60	28.74	87.22
30	13.77	5.00	22.70	117.79
45	11.04	4.79	20.22	183.62
60	9.40	4.50	15.82	242.03
90	6.64	4.22	14.69	505.55
Mean	11.56	5.03	20.43	227.24
LSD. (0.05)	1.292	1.224	3.411	57.270
LSD. (0.01)	1.743	1.715	4.602	80.288
C.V. (%)	10.92	15.84	16.30	16.36

TNC = total nonstructural carbohydrate

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการตัดครั้งแรก (อายุ 45 วัน) ทั้งปริมาณความหนาแน่น และผลผลิตน้ำหนักรากแห้งของหญ้าชิกแนลที่ปลูกนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อได้รับสิ่งทดลองแล้วพบว่าความหนาแน่นของหญ้าชิกแนลที่ตัดด้วยช่วงความถี่ทุกๆ 15 และ 30 วัน จะลดลงต่ำกว่าเดิมเพราะว่าต้นหญ้าบางส่วนได้ตายไปเนื่องมาจากความสูงของการตัดในครั้งนี้ใช้ระดับการตัดที่ต่ำ คือมีความสูงเพียง 1.5 นิ้วเท่านั้น จึงทำให้มีปริมาณใบที่เหลืออยู่น้อยไม่เพียงพอต่อการฟื้นตัวของหญ้างดงรายงานของ Ferraris and Norman (1976); Simon and Lemaire (1987) ซึ่งพ้องกันว่าการแตกหน่อขึ้นมาใหม่ของหญ้างดงมีความสัมพันธ์กับค่า LAI เพื่อให้พืชสามารถสร้างหน่อขึ้นมาใหม่ได้โดยไม่ต้องไปกระทบกระเทือนต่ออาหารสำรองที่พืชเก็บไว้มากนัก สำหรับผลผลิตของหญ้าชิกแนลนั้น การตัดด้วยช่วงความถี่บ่อยครั้งจะได้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งลดลงเพราะว่าความหนาแน่นของหญ้างดงลดลง รวมทั้งขนาดของหน่อ หรือต้นหญ้าที่แตกออกมาใหม่นั้นมีขนาดเล็กกว่าเดิมถึงแม้ว่าจะเก็บเกี่ยวหรือตัดได้มากกว่าก็ตามเช่นเดียวกับรายงานของ Gutteridge and Whiteman (1975); Dorat *et al.* (1980); Ludlow and Charles-Edwards (1980); Lowe and Bowdler (1988) และตรงกันกับผลของ Akinola (1981); Middleton (1982) ซึ่งต่างก็พบว่า การเพิ่มระยะความถี่ในการตัดหญ้าให้นานออกไปจะทำให้ได้ผลผลิตของหญ้าชิกแนลเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้จะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้น้อยครั้งกว่าก็ตาม แต่พืชก็สามารถที่จะเก็บสะสมอาหารสำรองไว้เพื่อใช้ในการฟื้นตัวหลังจากถูกตัดไปโดยจะพบว่าทั้ง

ผลผลิตและปริมาณความหนาแน่นของหญ้างดงจะสูงที่สุดเมื่อตัดด้วยช่วงความถี่ทุกๆ 90 วัน นอกจากนี้การเพิ่มช่วงระยะความถี่ในการตัดให้นานออกไปจะมีผลทำให้ทั้งความยาวของรากและน้ำหนักรากเพิ่มมากขึ้น เนื่องมาจากการที่หญ้าได้สะสมอาหารไว้ที่รากได้มากกว่า สอดคล้องกับรายงานของ Smith and Nelson (1967); White (1973); Buwai and Trilica (1977); Dovrat *et al.* (1980). เมื่อช่วงระยะการตัด (interval) เพิ่มขึ้นปริมาณโปรตีนหยาบในหญ้าจะลดต่ำลงโดยปริมาณโปรตีนจะสูงที่สุดเมื่อมีช่วงความถี่ในการตัดบ่อยครั้งขึ้นเพราะพืชจะมีการแตกใบอ่อนออกมาจึงทำให้มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นตรงกับรายงานของ Bennie and Harrington (1972); Murphy *et al.* (1977) ; Monson and Burton (1982) ; Lowe and Bowdler (1988); Holm (1973); Smith and Nelson (1967); ชาญชัย และ นวตมณี (2507); ชาญชัย และ นิศา (2510); สาธิต (2528); ฉายแสง และ คณะ (2528); ตำราญ (2531) ซึ่งในการศึกษากครั้งนี้พบว่าในหญ้างดงที่ตัดด้วยช่วงความถี่ทุกๆ 15 วันนั้นถึงแม้จะมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดแต่ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งที่ได้ก็ต่ำที่สุดตรงกันข้ามกับช่วงความถี่ในการตัดทุกๆ 90 วัน ซึ่งตามปกติแล้วแล้วปริมาณโปรตีนหยาบในพืชอาหารสัตว์ไม่ควรต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายสัตว์ แต่ถ้าเป็นสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงควรมีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 10 - 11 เปอร์เซ็นต์ (Church, 1980) สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่พืชเก็บสะสมไว้โดยจะวัดในรูปของ Total nonstructural carbohydrate (TNC) นั้นจะพบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต และปริมาณโปรตีนในรากจะเป็นไปในทางตรงกันข้ามกัน คือการเพิ่มช่วงความถี่ในการตัดให้บ่อยครั้งขึ้น จะทำ

ให้ได้ปริมาณโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นแต่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในพืชจะลดต่ำลงโดยจะพบว่าปริมาณโปรตีนในรากจะสูงสุดในหญ้าที่มีช่วงความถี่ในการตัดทุก ๆ 15 วัน และต่ำสุดเมื่อตัดทุก ๆ 90 วัน เมื่อตัดทุก ๆ 90 วัน แต่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เก็บสะสมไว้ในรากจะมีปริมาณสูงสุดในหญ้าที่มีช่วงความถี่ในการตัดทุก ๆ 90 วัน และต่ำสุดเมื่อมีช่วงความถี่ในการตัดทุก ๆ 15 วัน เพราะการตัดหญ้าด้วยช่วงความถี่ที่บ่อยครั้งจะทำให้มีการดึงเอาอาหารที่พืชเก็บสะสมไว้ไปใช้ในการฟื้นตัวของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากส่วนรากส่งขึ้นมายังส่วนเหนือดินเพื่อไว้เป็นแหล่งพลังงานของพืชก่อนที่จะเกิดขบวนการสังเคราะห์แสง เมื่ออาหารสำรองหมดก็จะทำให้พืชตายได้ซึ่งจะเห็นได้จากการตัดทุก ๆ 15 วัน นั้นจะทำให้มีปริมาณความหนาแน่นของหญ้าซิกแนลนั้นลดน้อยลงโดยหน่อที่แตกออกมาใหม่จะค่อย ๆ มีขนาดเล็กลงจึงทำให้หญ้ามีความอ่อนแอว่าการทิ้งช่วงระยะการตัดให้นานขึ้น ซึ่งถ้าเป็นเช่นนี้ต่อไปก็จะลดความคงอยู่ของหญ้าซิกแนลลงไป ตรงกับรายงานของ Donart and Cook (1970); Coyne and Cook (1970); Greub and Wedin (1971); Trilica and Cook (1971); (1972); Buwai and Trilica (1977); Anderson *et al.* (1989) ที่ศึกษาในพืชอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ

สรุป

1. ช่วงความถี่ที่เหมาะสมต่อการตัดหญ้าซิกแนลที่ใช้ระดับความสูงในการตัดอยู่ที่ระดับ 1.5 นิ้วนั้นจะอยู่ที่ทุก ๆ 60 วันถึงแม้ว่าจะได้ผลผลิตต่ำกว่าการตัดทุก ๆ 90 วันแต่จะมีความน่ากินสูงกว่าและมีระดับของโปรตีนหยาบเพียงพอต่อความต้องการในการดำรงชีพของสัตว์

2. แต่ในสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงควรใช้ความถี่ในการตัดทุก ๆ 45 วันเพราะมีระดับโปรตีนหยาบเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ในการดำรงชีพและการให้ผลผลิต และมีความน่ากินสูงจึงทำให้สัตว์กินได้มากขึ้น

3. ช่วงความถี่ในการตัดมีผลกระทบต่อระดับอาหารสำรองของหญ้าที่เก็บสะสมไว้ในรากซึ่งจะมีผลต่อความคงอยู่ของหญ้าโดยเฉพาะการได้รับความสูงในการตัดต่ำเพียง 1.5 นิ้วเท่านั้น

4. การยืดช่วงความถี่ในการตัดลดระดับโปรตีนหยาบ แต่เพิ่มระดับผลผลิตน้ำหนักรวมและความยาวและน้ำหนักรวมของราก และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่พืชสะสมไว้

เอกสารอ้างอิง

- ฉายแสง ไผ่แก้ว สมจิตร อินทรมณี พิมพาพร เทวาทดี วชิรินทร์ บุญภักดี พรพงษ์ สุริยจันทร์ทอง อุดา เสนากัสป์ กานดา นาคมนิ และ ไพบูลย์ พลบุญ. 2528. ผลของระยะเวลาตัดที่มีต่อผลผลิตเมล็ดหญ้า รุขี้, เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- ชาญชัย มณีคุณย์ และ นวณณิ กาญจนพิบูลย์. 2507. ผลกระทบต่ออาหารสำรองของหญ้ามอร์ชัสที่ถูกตัดด้วย ระดับความถี่ต่าง ๆ กัน. รายงานผลการทดลองพืชอาหารสัตว์ งานทดลองและเผยแพร่ กองอาหารสัตว์กรมปศุสัตว์. 19 - 24.
- ชาญชัย มณีคุณย์ และ นิสา โสภณ. 2510. ผลกระทบกระเทือนต่ออาหารสำรองของหญ้างินนิ อันเนื่องมาจากการตัดด้วยระดับความถี่ต่าง ๆ กัน. รายงานผลการทดลองพืชอาหารสัตว์

อิทธิพลของความถี่ในการตัดที่มีต่อผลผลิต และความคงอยู่
ของหญ้าจิกแนล (*Brachiaria decumbens*)

- งานทดลองและเผยแพร่ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- บุญฤา วิไลพล. 2532. หญ้าพืชอาหารสัตว์พันธุ์ใหม่ สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสาร วิทยาศาสตร์เกษตร. 22 (2) :119-128.
- บุญฤา วิไลพล นวลจันทร์ วิไลพล และ รัช อรรถแสง. 2532. การศึกษาผลผลิตของหญ้าและถั่วพืช อาหารสัตว์ที่จังหวัดขอนแก่น. วารสารเกษตร 5(1) : 11 – 20.
- ฝ่ายอำนวยการ กองอาหารสัตว์. 2545. รายงานประจำปี 2544 กองอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์ กระทรวง เกษตรและ สหกรณ์.
- สาธิต ชันทนันท์. 2528. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนใน ระดับต่าง ๆ และช่วงระยะเวลาในการตัดที่มีต่อ ผลผลิตของหญ้ามาริกิริ. ปัญหาพิเศษระดับ ปริญญาตรี สาขาโคนม ภาควิชาเทคโนโลยี ทางสัตว ณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบัน เทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่.
- สำราญ วิจิตรพันธุ์. 2531. อิทธิพลของการตัดที่มีต่อ ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาของหญ้าเข็ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Akinola, J.O. 1981. Growth of signal grass (*Brachiaria decumbens*) alone and with legumes in Northern Nigeria. Trop. Grasslds., 15 (3) : 130 – 134
- Anderson, B., A.G. Matches and C.J. Nelson. 1989. Carbohydrate reserves and tillering of Switch grass following clipping. Agron. J., 81: 13 – 16
- A.O.A.C. 1984. Official Method of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists : Washington, D.C.
- Bennie, R.C. and F.J. Harrington. 1972. The effect of cutting height and frequency on the productivity of Italian ryegrass sward. J. Brit. Grassld. Soc., 27 : 177 – 182.
- Buwai, M. and M.J. Trilica. 1977. Defoliation effects on root weights and total nonstructural carbohydrates of blue grama and Western wheatgrass. Crop Sci. 17: 15 – 17.
- Church, D.C. 1980. Digestive physiology and Nutrition of Ruminants . Vol. 3 Practical Nutrition. 2nd Edition. O & B Books Inc., USA.
- Coyne, P.I. and C.W. Cook. 1970. Seasonal Carbohydrate reserve cycles in eight desert range Species. J. range Mgmt. 23 (6) : 438 – 444.
- Donart, G.B. and C.W. Cook. 1970. Carbohydrate reserve content of mountain range plants following defoliation and regrowth. J. range Mgmt. 23 (1) : 15 – 19.
- Dovrat, A., E. Davan and H. Van Keulon. 1980. Regrowth potential of shoot and of roots of Rhodes Grass (*Chloris gayana* Kunth) after defoliation. Neth. J. Agric. Sci., 28 : 185 – 199.
- Ferraris, R. and M.J.T. Norman. 1976. Factors affecting the regrowth of *Pennisetum americanum* under frequent defoliation . Aust. J. Agric. Res. 27 : 365 – 371.
- Greub, I.J. and W.F. Wedin. 1971a. Leaf area, dry matter accumulation and carbohydrate reserves of alfalfa and birdsfoot trefoil under three-cut management. Crop Sci. 11: 341 – 344.

- Greub, L.J. and W.F. Wedin. 1971b. Leaf area, dry-matter production, and carbohydrate reserve levels of birdsfoot trefoil as influenced by cutting height. *Crop Sci.* 11 : 734 – 738.
- Gutteridge, R.C. and P.C. Whiteman. 1975. Effect of defoliation frequency on growth and survival of four accessions of *Psoralea eriantha*. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Hush.*, 15 : 493 – 497.
- Holm, J. 1973. Feeding Tables Coposition and Nutritive Value of Feedstuffs in Northern Thailand.(2nd ed.). Nutrition Laboratory of the Thai-German Dairy Project, Livestock Breeding Station, Huai Kaeo, Chiang Mai.
- Lowe, K.F. and T.M. Bowdler. 1988. Effects of height and frequency of defoliation on the productivity of irrigated oats (*Avena strigosa* cv. Saia) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* cv. - Kangaroo valley), grown alone or with barrel medic (*Medicago truncatula* cv. Jenalong). *Aust. J. Exp. Agric.*, 28 : 57 – 67.
- Ludlow, M.M. and D.A. Charles-Edwards. 1980. Analysis of the regrowth of a tropical grass/legume sward subjected to different frequencies and intensities of defoliation. *Aust. J. Agric. Res.*, 31 (4) : 673 – 692.
- Middleton, C.H. 1982. Dry matter and nitrogen changes in five tropical grasses as influenced by cutting height and frequency. *Trop. Grasslds.*, 16 (3) : 112 – 117.
- Monson, W.G. and G.W. Burton. 1982. Harvest frequency and fertilizer effects on yield, quality, and persistence of eight Burmuda grasses. *Agron. J.*, 74 : 371 – 374.
- Murphy, W.M., J.M. School and I. Baretto. 1977. Effect of cutting management on eight subtropical pasture mixtures. *Agron. J.*, 69: 362-366.
- Simon, J.C. and G. Lemaire. 1987. Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. *grass forage Sci.*, 42 : 373 – 380.
- Smith, D. and C.J. Nelson. 1967. Growth of Birdsfoot trefoil and Alfalfa. I. Responses to height and frequency of cutting. *Crop Sci.*, 7: 130-133.
- Smith, M.A. and P.C. Whiteman. 1983. Evaluation of tropical grasses in increasing shade under coconut canopies. *Expl. Agric. Camb.*, 19 (2) : 153-161.
- Trilica, Jr., M.J. and C.W. Cook. 1972. Carbohydrate reserves of crested Wheat grass and Russian Wildrye as influenced by development and defoliation. *J. Range Mgmt.* 25: 430-435.
- White, L.M. 1973. Carbohydrate reserves of grasses : A Review. *J. Range Mgmt.*, 26 : 13-18.
- Yoshida, S., D.A. Foruo, J.H. Cock and K.A. Gomez. 1972. Laboratory manual for physiological Studies of rice 2nd edition. The International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna : Philippines.

ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของสมาชิกกองทุนหมู่บ้านใน
จังหวัดเชียงใหม่

Loan Repayment Potential of Village Fund Members
in Chiang Mai Province

วราภา คุณาพร^{1/}

Warapa Kunaporn^{1/}

Abstract : Village and community fund was established as a revolving fund within the village and community. The operation of the village fund could be succeeded only when the member could repay loan back on time. The study of loan repayment potential of the member of village fund hence had its purpose to investigate the loan repayment of the member and the factors affecting loan repayment as well as problems for not be able to repay loan in Chiang Mai Province.

The result showed that 56.7 percent of sample member had repayed loan back to the village fund once with interest. The factors affecting loan repayment were wage earning, primary education, household income and interest rate. The problems of loan repayment included short time duration for repayment, amount of loan was not enough, high interest rate and complicated loan request process.

It was suggested that persons who got involved in village fund policy should pay special attention on 4 factors affecting loan repayment potential. The recommended interest rate was 6 percent per year. The village fund rule should also be improved in 2 aspects: extend time duration for repayment and increase amount of loan. Furthermore, the government should provide the officer to suggest the village fund member for they could have more opportunity to enhance their incomes fund more effectively.

^{1/} ภาควิชาส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

บทคัดย่อ: กองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมืองถูกจัดตั้งขึ้นเพื่อแหล่งเงินทุนหมุนเวียนในหมู่บ้านและชุมชนเมือง ซึ่งการดำเนินงานกองทุนหมู่บ้านจะสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกกองทุนผู้กู้สามารถชำระคืนเงินกู้ได้ตามกำหนด ดังนั้นการศึกษาความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของสมาชิกกองทุนหมู่บ้านในจังหวัดเชียงใหม่ในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการชำระคืน ปัจจัยที่มีผลต่อการชำระคืน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคในการชำระคืนเงินกู้กองทุนหมู่บ้านในจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ทั้งหมด 210 ตัวอย่าง

ผลการศึกษา พบว่า ตัวอย่างสมาชิกร้อยละ 56.7 ได้ทำการชำระคืนเงินกู้แก่กองทุนหมู่บ้านด้วยการชำระคืนครั้งเดียวพร้อมดอกเบี้ย และมีตัวอย่างสมาชิกเพียงร้อยละ 6.7 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกทั้งหมดเท่านั้นที่ไม่สามารถคืนเงินกู้ได้ตามสัญญา ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการชำระคืนเงินกู้กองทุนหมู่บ้าน ได้แก่ การประกอบอาชีพ รับจ้าง การศึกษาในระดับประถมศึกษา รายได้ของทั้งครัวเรือน และ อัตราดอกเบี้ยของกองทุนหมู่บ้าน สำหรับปัญหาและอุปสรรคในการชำระคืนเงินกู้ คือ ระยะเวลาในการกู้เงินสั้นเกินไป จำนวนวงเงินกู้ไม่เพียงพอ และในบางกองทุนมีอัตราดอกเบี้ยค่อนข้างสูง และขั้นตอนการขอกู้มีความซับซ้อน

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษานี้ คือ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินนโยบายกองทุนหมู่บ้านควรให้ความสนใจเป็นพิเศษกับปัจจัยทั้ง 4 ที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ โดยอัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสมนั้นควรอยู่ที่ระดับร้อยละ 6 ต่อปี นอกจากนี้ควรมีการปรับปรุงทางด้านกฎระเบียบของกองทุนใน 2 ประเด็น คือ 1) เพิ่มระยะเวลาของการกู้ยืมเงินให้มากกว่า 1 ปี และ 2) ขยายวงเงินกู้เพิ่มขึ้น สุดท้ายทางภาครัฐบาลควรมีการจัดส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปให้ความรู้ในการพัฒนาอาชีพแก่สมาชิก เพื่อให้สมาชิกสามารถสร้างโอกาส สร้างรายได้ให้แก่ตนเองจากเงินทุนที่ได้จากกองทุนหมู่บ้านได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Index words: การชำระคืนเงินกู้ กองทุนหมู่บ้าน

loan repayment, village fund

คำนำ

จากวิกฤตเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นรัฐบาลจึงได้มีนโยบายเร่งด่วนต่างๆ เพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศที่ประสบกับภาวะขบเซามาโดยตลอด หลักการหนึ่งที่รัฐบาลใช้เพื่อการกระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศ คือ ต้องทำให้ประชาชนในระดับรากหญ้า สามารถเข้าถึงแหล่งเงินทุนได้มากยิ่งขึ้น โดยได้จัดตั้งกองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมืองขึ้นสำหรับเป็นแหล่งเงินทุนหมุนเวียนในหมู่บ้านและชุมชนเมือง ซึ่งการดำเนิน

งานกองทุนหมู่บ้านจะสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกกองทุนผู้กู้สามารถชำระคืนเงินกู้ได้ตามกำหนดเท่านั้น หากกองทุนหมู่บ้านประสบปัญหาการค้างชำระหนี้ก็จะทำให้แนวทางการจัดตั้งกองทุนหมู่บ้านเพื่อแก้ปัญหาภาวะวิกฤตเศรษฐกิจไม่เป็นผลแต่อย่างใด ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของสมาชิกกองทุนหมู่บ้านเพื่อใช้เป็นแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการกองทุนหมู่บ้านต่อไป

การศึกษาความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของสมาชิกกองทุนหมู่บ้านในจังหวัดเชียงใหม่ใน

ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการชำระคืน ปัจจัยที่มีผลต่อการชำระคืน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคในการชำระคืนเงินกู้กองทุนหมู่บ้านในจังหวัดเชียงใหม่

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย เกษตรกรผู้เป็นสมาชิกกองทุนหมู่บ้านจากอำเภอและกิ่งอำเภอในจังหวัดเชียงใหม่จำนวนทั้งสิ้น 24 อำเภอ โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงคิดเป็นร้อยละ 25 ได้อำเภอทั้งสิ้น 6 อำเภอคือ อำเภอแม่สาย อำเภอค้อยเต่า อำเภอแม่วาง อำเภอสารภี อำเภอค้อยสะเกิด และอำเภอเมือง จากนั้นทำการสุ่มพื้นที่เพื่อใช้เก็บข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาร้อยละ 1.5 ของจำนวนกองทุนที่มีการเบิกจ่ายไปแล้ว 1,921 กองทุน ได้ทั้งสิ้น 30 กองทุน จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของกองทุน กองทุนละ 7 ราย ดังนั้นจึงมีจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ทั้งหมด 210 ตัวอย่าง ทำการเก็บข้อมูลในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเมษายน 2546

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามที่ประกอบได้ด้วย คำถามปลายเปิด (open – ended question) และคำถามปลายปิด (close – ended question)

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งที่เป็น ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) จากแบบสอบถาม และข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) ได้จากการสืบค้นข้อมูลจากเอกสารต่างๆ

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษานี้ได้ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ความสามารถใน

การชำระคืนเงินกู้ และใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุ (Multiple Regression Analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการชำระคืนเงินกู้ของสมาชิกกองทุนหมู่บ้าน

ผลการศึกษา

1. สภาพพื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม ของตัวอย่างสมาชิกกองทุนหมู่บ้าน

ข้อมูลตัวอย่างสมาชิกกองทุนหมู่บ้านทั้ง 210 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ตัวอย่างสมาชิกเพศชายและเพศหญิงเป็นจำนวนร้อยละ 47.1 และ 52.9 ตามลำดับ ซึ่งมีอายุเฉลี่ยประมาณ 46 ปี โดยส่วนใหญ่มีการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาเป็นจำนวน ร้อยละ 71 และ 21 ตามลำดับ และมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ยประมาณ 4 คนต่อครัวเรือน

ตัวอย่างสมาชิกฯ มีอาชีพหลักเป็นเกษตรกรมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 53.3 รองลงมาได้แก่ การทำธุรกิจส่วนตัว และ อาชีพรับจ้างตามลำดับ มีรายได้ทั้งครัวเรือนเฉลี่ยจากการประกอบอาชีพหลักเท่ากับ 108,658 บาทต่อครัวเรือน และรายได้ทั้งครัวเรือนเฉลี่ยจากการประกอบอาชีพรอง เท่ากับ 26,560 บาทต่อครัวเรือน สำหรับทางด้านพื้นที่ถือครอง พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ มีพื้นที่อยู่อาศัยเฉลี่ยประมาณ 3 งานต่อคน พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ยประมาณ 9 ไร่ต่อคน (จากตัวอย่างสมาชิกที่มีพื้นที่ทำการเกษตร)

2. ผลการศึกษาเกี่ยวกับการเป็นสมาชิกกองทุนหมู่บ้าน

จากการสำรวจ พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ร้อยละ 98.1 เป็นสมาชิกของกองทุนหมู่บ้านเป็นเวลามากกว่า 6 เดือน และมีตัวอย่างสมาชิกร้อยละ

53.8 ถือหุ้นในกองทุนหมู่บ้านน้อยกว่า 5 หุ้น ส่วนทางด้านการฝากเงินสัจจะออมทรัพย์กับกองทุนหมู่บ้าน พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ที่มีการฝากเงินสัจจะออมทรัพย์ จะฝากเงินสัจจะออมทรัพย์ไม่เกิน 50 บาทต่อเดือน ตัวอย่างสมาชิกฯ ร้อยละ 51.4 ได้กู้เงินจากกองทุนหมู่บ้านอยู่ในระดับ 15,001 – 20,000 บาทต่อคน ซึ่งตัวอย่างสมาชิกฯ ร้อยละ 59.0 เสียอัตราดอกเบี้ยให้แก่กองทุนร้อยละ 3 – 6 ต่อปี โดยตัวอย่างสมาชิกฯ ร้อยละ 50.0 ขอกู้เงินจากกองทุนหมู่บ้านเพื่อนำไปดำเนินกิจกรรมทางการเกษตรเพียงอย่างเดียว

ตัวอย่างสมาชิกฯ ส่วนใหญ่ร้อยละ 56.7 ทำการชำระคืนเงินกู้แก่กองทุนหมู่บ้านด้วยการชำระคืนครั้งเดียวพร้อมดอกเบี้ย และมีตัวอย่างสมาชิกฯ เพียงร้อยละ 6.7 เท่านั้นที่ไม่สามารถคืนเงินกู้ได้ ซึ่งตัวอย่างสมาชิกร้อยละ 64.8 จากจำนวนตัวอย่างสมาชิกที่สามารถคืนเงินกู้ได้นำเงินที่ได้จากการลงทุนด้วยเงินกู้ของกองทุนหมู่บ้านมาชำระคืน ตัวอย่างสมาชิกอื่นๆ จะสามารถชำระคืนเงินกู้ได้จากการนำเงินจากการออม หรือ กู้จากแหล่งอื่นมาคืนกองทุนหมู่บ้าน เช่น ธนาคารออมสิน และธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) จากสหกรณ์และกลุ่มออมทรัพย์อื่นๆ นอกจากนี้ตัวอย่างสมาชิกฯ ยังสามารถแก้ปัญหาที่ไม่สามารถชำระคืนเงินกู้ได้โดยขอผ่อนผันกับทางคณะกรรมการได้อีกทางหนึ่ง

3. ระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกองทุนหมู่บ้านของตัวอย่างสมาชิกกองทุนหมู่บ้าน

ในการสำรวจเพื่อวัดระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกองทุนหมู่บ้านของตัวอย่างสมาชิกนั้น ทำโดยการให้ตัวอย่างสมาชิกฯ ได้ตอบแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกองทุนหมู่บ้านเป็น

จำนวน 16 ข้อ คะแนนเต็ม 16 คะแนน ซึ่งผลการสำรวจที่ได้ พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดมีคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกองทุนหมู่บ้านโดยเฉลี่ยเท่ากับ 12.6 คะแนน คะแนนสูงสุดที่ตัวอย่างสมาชิกฯ ทำได้เท่ากับ 15 คะแนน และคะแนนต่ำสุดที่ตัวอย่างสมาชิกฯ ทำได้เท่ากับ 7 คะแนน

4. ผลการศึกษาทางการชำระคืนเงินกู้ของตัวอย่างสมาชิกกองทุนหมู่บ้าน

ผลการศึกษาในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของตัวอย่างสมาชิกฯ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สามารถชำระคืนเงินกู้ด้วยผลตอบแทนของการลงทุนจากเงินกู้มีตัวอย่างสมาชิกฯ ร้อยละ 60.5 กลุ่มที่สามารถชำระคืนเงินกู้ด้วยเงินออมของตนเองมีตัวอย่างสมาชิกฯ ร้อยละ 21.0 กลุ่มที่สามารถชำระคืนเงินกู้ด้วยการกู้เงินจากแหล่งอื่นมาคืนมีตัวอย่างสมาชิกฯ ร้อยละ 11.9 และกลุ่มที่ไม่สามารถชำระคืนเงินกู้ได้มีตัวอย่างสมาชิกฯ ร้อยละ 6.6 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของตัวอย่างสมาชิกฯ เมื่อจำแนกตามอายุ พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ที่มีความสามารถชำระคืนเงินกู้ด้วยผลตอบแทนของการลงทุนจากเงินกู้ ด้วยเงินออมของตนเอง และ ด้วยการกู้เงินจากแหล่งอื่นมาคืน ทั้ง 3 กลุ่มเป็นตัวอย่างสมาชิกฯ ที่มีอายุ 41 – 50 ปี สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 51.2 43.2 และ 44.0 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม ตามลำดับ และสำหรับตัวอย่างสมาชิกฯ ที่ไม่สามารถชำระคืนเงินกู้ได้เป็นตัวอย่างสมาชิกฯ ที่มีอายุ 31 – 40 ปี สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 42.9 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดที่ไม่สามารถชำระคืนเงินกู้ได้

4.2 ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของตัวอย่างสมาชิกฯ เมื่อจำแนกตามเพศ พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ที่อยู่ในกลุ่มมีความสามารถชำระคืนเงินกู้ด้วยผลตอบแทนของการลงทุนจากเงินกู้เป็นตัวอย่างสมาชิกเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยเป็นเพศหญิงร้อยละ 54.3 กลุ่มที่มีความสามารถชำระคืนเงินกู้ด้วยเงินออมของตนเองมีสัดส่วนของตัวอย่างสมาชิกฯ เพศหญิงและเพศชายเท่าๆ กัน กลุ่มที่สามารถชำระคืนเงินกู้ได้ด้วยการกู้เงินจากแหล่งอื่นมาคืนเป็นตัวอย่างสมาชิกฯ เพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยเป็นเพศหญิงร้อยละ 64.0 แต่สำหรับกลุ่มที่ไม่สามารถชำระคืนเงินกู้ได้กลับเป็นตัวอย่างสมาชิกฯ เพศชายมากกว่าเพศหญิง โดยเป็นเพศชายถึงร้อยละ 71.4

4.3 ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของตัวอย่างสมาชิกฯ เมื่อจำแนกตามการประกอบอาชีพหลัก พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้ง 4 กลุ่ม เป็นตัวอย่างสมาชิกฯ ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมสูงที่สุดในทุกๆ กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 55.9 50.0 52.0 และ 42.9 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดในแต่ละกลุ่มตามลำดับ

4.4 ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของตัวอย่างสมาชิกฯ เมื่อจำแนกตามระดับการศึกษา พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้ง 4 กลุ่ม เป็นตัวอย่างสมาชิกฯ ที่มีการศึกษาในระดับประถมศึกษาสูงที่สุดในทุกๆ กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 75.6 63.6 76.0 และ 42.9 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดในแต่ละกลุ่มตามลำดับ

4.5 ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของตัวอย่างสมาชิกฯ เมื่อจำแนกตามรายได้ของครัวเรือน พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ในกลุ่มที่มีความสามารถชำระคืนเงินกู้ด้วยผลตอบแทนของการลงทุนจากเงินกู้ ด้วยเงินออมของตนเอง และ ด้วย

การกู้เงินจากแหล่งอื่นมาคืน ส่วนใหญ่มีระดับรายได้ของครัวเรือน 50,000 – 100,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 38.6 34.1 และ 36.0 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม ตามลำดับ และสำหรับตัวอย่างสมาชิกฯ ที่ไม่สามารถชำระคืนเงินกู้ได้ ส่วนใหญ่มีระดับรายได้ของครัวเรือนต่ำกว่า 50,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 57.1 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดที่ไม่สามารถชำระคืนเงินกู้ได้

4.6 ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของตัวอย่างสมาชิกฯ เมื่อจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการกู้ พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้ง 4 กลุ่มกู้เงินไปเพื่อวัตถุประสงค์ในการดำเนินกิจกรรมทางการเกษตรเพียงอย่างเดียวสูงที่สุดในแต่ละกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 43.3 68.2 44.0 และ 64.3 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดในแต่ละกลุ่มตามลำดับ

4.7 ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของตัวอย่างสมาชิกฯ เมื่อจำแนกตามระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกองทุนหมู่บ้าน พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ในกลุ่มที่มีความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ด้วยผลตอบแทนของการลงทุนจากเงินกู้ และ ด้วยเงินออมของตนเอง มีคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกองทุนหมู่บ้าน 14 คะแนน เป็นส่วนใหญ่ทั้ง 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 28.3 และ 34.1 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม ตามลำดับ ตัวอย่างสมาชิกฯ ที่สามารถชำระคืนเงินกู้ได้ด้วยการกู้เงินจากแหล่งอื่นมาคืน มีตัวอย่างสมาชิกฯ ที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกองทุนหมู่บ้าน 13 และ 14 คะแนน เป็นจำนวนเท่าๆ กัน คือ ร้อยละ 28.0 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดในกลุ่ม และสุดท้ายตัวอย่างสมาชิกฯ ที่ไม่สามารถชำระคืนเงินกู้ มีตัวอย่างสมาชิกฯ ที่มีคะแนนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกองทุนหมู่บ้าน 11 13 และ 14 คะแนน

เป็นจำนวนเท่าๆ กัน คือ ร้อยละ 21.4 ของจำนวน ตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดในกลุ่ม

4.8 ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของ ตัวอย่างสมาชิกฯ เมื่อจำแนกตามปริมาณเงินกู้ที่ได้รับ พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้ง 4 กลุ่ม ส่วนใหญ่ได้รับอนุมัติเงินกู้ 15,001 – 20,000 บาท สูงที่สุดใน ทุกๆ กลุ่ม เป็นจำนวนร้อยละ 52.0 56.8 44.0 และ 42.9 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดในแต่ละ กลุ่มตามลำดับ

4.9 ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของ ตัวอย่างสมาชิกฯ เมื่อจำแนกตามอัตราดอกเบี้ยของ กองทุนหมู่บ้าน พบว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้ง 4 กลุ่ม ส่วนใหญ่เสียดอกเบี้ยให้กับกองทุนหมู่บ้านร้อยละ 6 เป็นจำนวนร้อยละ 52.8 34.1 52.0 และ 42.9 ของ จำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม ตาม ลำดับ

5. ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการชำระคืนเงินกู้ของ ตัวอย่างสมาชิกกองทุนหมู่บ้าน

ในส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผล ต่อความสามารถในการชำระคืนเงินกู้แก่กองทุน หมู่บ้านของตัวอย่างสมาชิกฯ โดยตัวแปรตาม (Y) คือ ความสามารถหรือคะแนนความสามารถในการ ชำระคืนเงินกู้ที่กำหนดให้ตัวอย่างสมาชิกฯ ที่ สามารถชำระคืนเงินกู้ด้วยผลตอบแทนของการลง- ทุนจากเงินกู้มีคะแนนความสามารถในการชำระคืน เงินกู้เท่ากับ 3 คะแนน ตัวอย่างสมาชิกฯ ที่สามารถ ชำระคืนเงินกู้ด้วยเงินออมของตนเองมีคะแนนความ สามารถในการชำระคืนเงินกู้เท่ากับ 2 คะแนน ตัวอย่างสมาชิกฯ ที่สามารถชำระคืนเงินกู้ด้วยการ กู้เงินจากแหล่งอื่นมาคืนมีคะแนนความสามารถใน การชำระคืนเงินกู้เท่ากับ 1 คะแนน และตัวอย่าง

สมาชิกฯ ที่ไม่สามารถชำระคืนเงินกู้ได้มีคะแนน ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้เท่ากับ 0 คะแนน และสำหรับตัวแปรอิสระ (X) ประกอบด้วยอายุ เพศ อาชีพ ระดับการศึกษา รายได้ของทั้งครัวเรือน วัตถุประสงค์ของการกู้เงิน ระดับความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับกองทุนหมู่บ้าน ปริมาณเงินที่กู้จากกองทุน หมู่บ้านและอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของกองทุนหมู่บ้าน

การคัดเลือกตัวแปรอิสระได้ใช้การวิเคราะห์ แบบ Stepwise ที่จะคัดเลือกเฉพาะตัวแปรอิสระที่มี ความสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่ระดับที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และกำหนดให้ตัด ตัวแปรอิสระที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามออกที่ ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.1 ซึ่งได้ผลการศึกษาดังนี้

สมการถดถอยพหุที่ได้จากการวิเคราะห์มีรูปแบบ

$$Y = 1.635 - 0.953X_1 + 0.3981X_2 + 0.015X_3 + 0.047X_4 \quad (1)$$

โดยที่ X_1 = ตัวแปรอาชีพรับจ้าง มีค่า สัมประสิทธิ์เท่ากับ -0.953 และเป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม หมายความว่า ถ้าหากตัวอย่างสมาชิกฯ ประกอบ อาชีพรับจ้างเป็นอาชีพหลักจะมีความสามารถหรือ คะแนนความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ต่ำกว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ที่ประกอบอาชีพอื่นที่ไม่ใช่อาชีพ รับจ้าง ทั้งนี้เนื่องจากอาชีพรับจ้างเป็นอาชีพที่ไม่ มั่นคง การที่ได้รับการว่าจ้างนั้นไม่แน่นอน

X_2 = ตัวแปรการศึกษาระดับประถมศึกษา มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.381 และเป็นตัวแปร เชิงกลุ่ม หมายความว่า ถ้าหากตัวอย่างสมาชิกฯ มี การศึกษาระดับประถมศึกษาจะมีความสามารถหรือ คะแนนความสามารถในการชำระคืนเงินกู้มากกว่า ตัวอย่างสมาชิกฯ ที่มีการศึกษาระดับอื่นๆ ที่ไม่ใช่ ระดับประถมศึกษา หรือไม่ได้รับการศึกษา ทั้งนี้

เนื่องจากตัวอย่างสมาชิกฯ ส่วนใหญ่ที่ทำการสำรวจ
จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความสามารถในการชำระคืนเงินกู้
และมีการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา

X_3 = ตัวแปรรายได้ของทั้งครัวเรือน มีค่า
สัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.015 หมายความว่า ถ้าหาก
รายได้ของทั้งครัวเรือนเปลี่ยนแปลงไป 1 หมื่นบาท จะ
ทำให้ตัวอย่างสมาชิกฯ มีความสามารถหรือคะแนน
ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้เปลี่ยนแปลงไป
0.015 คะแนน ในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากโดย
ปกติถ้าตัวอย่างสมาชิกฯ มีรายได้ของตนเองและของ
ทั้งครัวเรือนยิ่งมากก็ยิ่งจะทำให้ตัวอย่างสมาชิกฯ
มีความสามารถในการชำระคืนเงินกู้เพิ่มมากขึ้น

X_4 = ตัวแปรอัตราดอกเบี้ยของกองทุน
หมู่บ้าน มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.047 หมายความว่า
ถ้าหากอัตราดอกเบี้ยของกองทุนหมู่บ้าน
เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วยหรือร้อยละ 1 จะทำให้
ตัวอย่างสมาชิกฯ มีความสามารถหรือคะแนน
ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้เปลี่ยนแปลงไป
0.047 คะแนนในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้าหากอัตรา
ดอกเบี้ยยิ่งสูง ก็ยังเป็นภาระทางการเงินต่อตัวอย่าง
สมาชิกฯ มากขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงเกิดเป็นแรงจูงใจให้
ตัวอย่างสมาชิกฯ ต้องรีบชำระคืนเงินกู้ให้ทันตาม
กำหนดเวลาเพื่อไม่ให้ตนเองมีภาระหนี้เพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของ
ตัวแปรอิสระทั้ง 4 ตัว พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของ

ตัวแปรอิสระทั้ง 4 ตัวมีค่าค่อนข้างต่ำ โดยการ
เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในตัวแปรอิสระแต่ละตัวจะมี
ผลทำให้ค่าของตัวแปรตามเปลี่ยนแปลงไปเพียง
เล็กน้อยเท่านั้น จึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การ
ตัดสินใจ (R^2 square) ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่า
ค่อนข้างต่ำ แต่ถึงอย่างไรก็ตามยังคงสามารถนำผล
การวิเคราะห์ที่ได้มาใช้อธิบายถึงความสัมพันธ์
ระหว่างตัวแปรอิสระหรือปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อ
ความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ของตัวอย่าง
สมาชิกฯ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ
เชื่อมั่นร้อยละ 95

6. ปัญหาและอุปสรรคที่ควรปรับปรุงในการดำเนินงานกองทุนหมู่บ้าน

ปัญหาและอุปสรรคที่ควรปรับปรุงในการ
ดำเนินงานกองทุนหมู่บ้าน คือ เพิ่มระยะเวลาการ
กู้เงิน เพิ่มวงเงินกู้ และการลดอัตราดอกเบี้ย รวมทั้ง
ควรมีการปรับปรุงการดำเนินงานกองทุนหมู่บ้าน
ในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว เช่น ลด
ขั้นตอนการกู้ยืมเงิน ปรับปรุงกระบวนการกู้ยืม
เงินให้รัดกุมมากยิ่งขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้ตัวอย่าง
สมาชิกฯ ร้อยละ 57.1 แสดงความคิดเห็นว่ารัฐบาล
ควรมีการเพิ่มเงินกองทุนให้อีกเป็นจำนวน 1 – 3
ล้านบาทต่อหนึ่งกองทุน ในขณะที่มีตัวอย่างสมาชิก
ฯ ร้อยละ 16.7 มีความคิดเห็นว่ารัฐบาลไม่ควรเพิ่มเงิน
ให้แก่กองทุนหมู่บ้านอีก

Table 1 Analysis of multi – regression equation.

Independent variables		Coefficient	T - test	Significant level
constant		1.635	7.036	0.000
wage earning (X_1)		-0.953	-4.866	0.000
primary education (X_2)		0.381	2.864	0.005
total household income (X_3)		0.015	2.852	0.005
village fund interest rate (X_4)		0.047	2.074	0.039
Multiple R	= 0.397	Adjusted R Square	= 0.141	
R Square	= 0.157	Durbin-Watson	= 1.879	

Source : Calculated

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ สรุปผลการศึกษา

บทสรุปของการศึกษา พบว่า ตัวอย่างสมาชิกได้ทำการชำระคืนเงินกู้แก่กองทุนหมู่บ้าน ด้วยการชำระคืนครั้งเดียวพร้อมดอกเบี้ยร้อยละ 56.7 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมด และมีตัวอย่างสมาชิกฯ เพียงร้อยละ 6.7 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมดเท่านั้นที่ไม่สามารถคืนเงินกู้ได้ตามสัญญา ซึ่งแหล่งเงินทุนที่สมาชิกฯ นำมาชำระคืน พบว่า ร้อยละ 64.8 44.0 และ 25.0 ของจำนวนตัวอย่างสมาชิกฯ ทั้งหมด นำเงินจากผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนด้วยเงินกู้ของกองทุนหมู่บ้าน จากการออม และจากการกู้จากแหล่งอื่นมาคืนกองทุนหมู่บ้าน ตามลำดับ ทางด้านปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการชำระคืนเงินกู้กองทุนหมู่บ้าน ได้แก่ การประกอบอาชีพรับจ้างซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางทิศทางตรงกันข้ามกับความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ การศึกษาในระดับประถมศึกษา รายได้ของครัวเรือน อัตราดอกเบี้ยของกองทุนหมู่บ้าน และสำหรับปัญหาและอุปสรรคในการชำระคืนเงินกู้ คือ ระยะเวลาในการกู้เงินสั้นเกินไป (เพียง 1 ปี) จำนวน

วงเงินกู้ไม่เพียงพอ (รายละไม่เกิน 20,000 บาท) และในบางกองทุนมีอัตราดอกเบี้ยค่อนข้างสูง และขั้นตอนการขอกู้มีความซับซ้อน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินนโยบายกองทุนหมู่บ้านควรให้ความสนใจเป็นพิเศษกับปัจจัยทั้ง 4 ที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ในการนำไปปรับปรุงนโยบายกองทุนหมู่บ้านต่อไป ซึ่งในการศึกษานี้เสนอว่าอัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสมนั้นควรอยู่ที่ระดับร้อยละ 6 ต่อปี เพราะจากการศึกษาพบว่าตัวอย่างสมาชิกฯ ที่มีความสามารถในการชำระคืนเงินกู้ส่วนใหญ่เสียอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6 ต่อปี และควรมีการปรับปรุงทางด้านกฎระเบียบของกองทุนใน 2 ประเด็น คือ 1) เพิ่มระยะเวลาของการกู้ยืมเงินให้มากกว่า 1 ปี และ 2) ขยายวงเงินกู้เพิ่มขึ้น เพราะสมาชิกฯ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการเกษตร ซึ่งหลายๆ กิจกรรมทางการเกษตรในการลงทุนหรือดำเนินกิจกรรมต้องใช้ระยะเวลามากกว่า 1 ปี จึงจะได้รับผลตอบแทนรวม

ทั้งต้องใช้เงินทุนค่อนข้างสูง สุดท้ายทางภาครัฐบาล
ควรมีการจัดส่งเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
กับการส่งเสริมอาชีพ แนะนำอาชีพ หรือพัฒนา
ศักยภาพของการประกอบอาชีพเดิม แก่สมาชิกฯ
เพื่อให้สมาชิกสามารถสร้างโอกาส สร้างรายได้ให้
แก่ตนเองจากเงินทุนที่ได้จากกองทุนหมู่บ้านได้มี
ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กมลลักษณ์ ดิษยนันท์. 2545. “ศักยภาพและปัญหาในการ
จัดการกองทุนหมู่บ้านจังหวัดเชียงใหม่”.
การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต.
สาขาส่งเสริมและเผยแพร่ การเกษตร
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คณะกรรมการกองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมืองแห่งชาติ.
สำนักงาน. 2544. คู่มือสำหรับประชาชนเพื่อ
เตรียมการจัดตั้งและดำเนินงานกองทุนหมู่บ้าน
และชุมชนเมือง. สำนักงานคณะกรรมการ
กองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมืองแห่งชาติ
สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี.

คณะกรรมการกองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมืองแห่งชาติ.
สำนักงาน. 2544. ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี
ว่าด้วยคณะกรรมการกองทุนหมู่บ้านและ
ชุมชนเมืองแห่งชาติ พ.ศ.2544 และแก้ไข
เพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2544 ระเบียบ
คณะกรรมการกองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมือง
แห่งชาติ ว่าด้วยการจัดตั้งและบริหารกองทุน
หมู่บ้านและชุมชนเมืองแห่งชาติ พ.ศ.2544.
สำนักงานคณะกรรมการกองทุนหมู่บ้านและ
ชุมชนเมืองแห่งชาติ สำนักเลขาธิการ
นายกรัฐมนตรี.

จันทร์ศรี สมวิลาศ. 2536. “ปัจจัยที่มีผลต่อการชำระคืน
สินเชื่อเพื่อการเกษตรของสมาชิกสหกรณ์
การเกษตรสันป่าตอง อำเภอสันป่าตอง จังหวัด
เชียงใหม่”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต. สาขาส่งเสริมและเผยแพร่
การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิกร มาตุพรหม. 2542. “ปัจจัยที่มีผลต่อการชำระคืน
สินเชื่อการเกษตรของเกษตรกรลูกค้าธนาคาร
เพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สาขา
ฝาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่”. วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาส่งเสริมและ
เผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปรีชญา ชีวะเกตุ. 2545. “แนวปฏิบัติทางบัญชีสำหรับ
กองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมือง: กรณีศึกษา
กองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมืองในเขตตำบลสุ
เทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่”. วิทยานิพนธ์
บัญชีมหาบัณฑิต. คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิชิต ธานี. 2544. “รายงานผลการดำเนินงานโครงการ
พัฒนาศักยภาพหมู่บ้านในการดำเนินงานตาม
นโยบายกองทุนหมู่บ้าน จังหวัดเชียงใหม่”.
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภัทรพล คำพรหม. 2545. “การศึกษาความพึงพอใจของ
สมาชิกกองทุนหมู่บ้านเกี่ยวกับการดำเนินงาน
การกู้ยืมเงินกองทุนหมู่บ้าน: กรณีศึกษา บ้าน
หนองเหียง ตำบลหนองหนาม อำเภอเมือง
จังหวัดลำพูน”. การวิจัยทางเศรษฐศาสตร์
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุมาลย์ กุศลสารทูล. 2537. กองทุนหมู่บ้าน. ศูนย์การศึกษา
นอกโรงเรียนภาคเหนือ. ลำปาง.

โปรแกรมการบริหารจัดการแบบมีส่วนร่วม สำหรับผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง

Program for Management of Dried Longan Entrepreneur: A Participatory Approach

พิชิต ธานี^{1/} และศิริพงษ์ แสนสลิ^{1/}

Pichit Thani^{1/} and Siripong Sansari^{1/}

Abstract : The decision making on dried longan industry is one of the most important and difficult tasks faced by dried longan entrepreneur because of the absence of computer software that encourages entrepreneur to improve their performance. This project aims to develop an investment decision analysis and decision support tools for evaluating the management of dried longan entrepreneur. Microsoft access 2000 was used to develop the software. We have developed the software for calculating economic valuables such as cost, return, profit, break event point, etc. The decision maker can feel more confident on their management due to the incorporation of those valuables on their decision making process.

บทคัดย่อ: การตัดสินใจของผู้ประกอบการลำไยอบแห้งเป็นสิ่งที่ค่อนข้างยุ่งยากและอาจตัดสินใจผิดพลาดได้ เนื่องจากขาดระบบฐานข้อมูลที่จะสามารถช่วยผู้ประกอบการในการตัดสินใจ ดังนั้นโครงการจึงมีวัตถุประสงค์หลักที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จะช่วยการตัดสินใจสำหรับปรับการจัดการธุรกิจของผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอกเซล 2000 ในการเขียนโปรแกรมได้มีการเขียนสูตรในการหาตัวแปรต่างๆทางเศรษฐศาสตร์ เช่น ต้นทุน รายได้ กำไร จุดคุ้มทุน เป็นต้น โปรแกรมทำให้ผู้ประกอบการมีความเชื่อมั่นในการบริหารจัดการมากขึ้นเนื่องจากมีการนำเอาตัวแปรของเศรษฐกิจเหล่านี้มาใช้ในการบริหารจัดการโดยผ่านทางโปรแกรมทำให้ผลประกอบการดีขึ้น

Index words: ระบบฐานข้อมูล ผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง
database , dried longan entrepreneur

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

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

คำนำ

จากสภาพการประกอบธุรกิจ ลำไยอบแห้งขนาดเล็กในปัจจุบัน ทางผู้ประกอบการซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรผู้ผลิตลำไยนั้นต่างประสบปัญหาในการจัดการกับต้นทุนต่างๆที่ใช้ในการผลิตลำไยอบแห้ง ซึ่งทำให้เกษตรกรไม่ทราบถึงต้นทุนการผลิตที่แท้จริง จึงทำให้การบริหารจัดการด้านการผลิตและการตลาดไม่ประสบผลเท่าที่ควรและส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการที่ได้รับ ทำให้ประสบกับภาวะการณ์ขาดทุนและการเป็นหนี้สะสม

ดังนั้นทางโครงการฯ จึงได้มีการจัดทำโปรแกรมช่วยการบริหารจัดการการประกอบธุรกิจลำไยอบแห้ง ซึ่งอยู่ในรูปแบบโปรแกรมกึ่งสำเร็จรูปขึ้น ให้ผู้ประกอบการลำไยอบแห้งได้มีระบบช่วยการตัดสินใจที่มีการจัดเก็บข้อมูลที่แน่นอนและมีทิศทางการบริหารงานที่ง่ายขึ้นเกี่ยวกับการประกอบธุรกิจลำไยอบแห้งที่สามารถช่วยให้ผู้ประกอบการประสบความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจลำไยอบแห้งต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อได้ระบบฐานข้อมูลด้านการเงิน ด้านบริหารจัดการ ด้านการผลิต ด้านการตลาด ของผู้ประกอบการแบบมีส่วนร่วมในการจัดทำขึ้นที่เหมาะสม ง่าย สะดวก ใช้งานได้จริงของผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง
2. เพื่อได้มีการถ่ายทอดองค์ความรู้ เสริมสร้างพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทักษะ เพื่อแก้ไขปัญหา ทางด้านการเงิน ด้านบริหารจัดการ ด้านการผลิต ด้านการตลาด

วิธีการดำเนินการวิจัย

การกำหนดขอบเขตการวิจัย / พื้นที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่ศึกษาที่ต.อุโมงค์ อ. เมือง จ.ลำพูน ซึ่งเป็นแหล่งผลิตลำไยอบแห้งที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย ประกอบกับพื้นที่ดังกล่าวได้มีการดำเนินการโครงการ 1-3-5(โครงการเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและเศรษฐกิจฐานราก)ของทบวงมหาวิทยาลัย(ในขณะนั้น ปัจจุบันสังกัดสำนักงานการอุดมศึกษา) อยู่แล้วซึ่งเป็นการวิจัยและการศึกษาในลักษณะสหสาขาวิชาและมีเครือข่ายการวิจัย ประกอบกับมีองค์ความรู้และข้อมูลพื้นฐานเดิมบางส่วนอยู่แล้วและบางส่วนได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากการบันทึกข้อมูลผู้ประกอบการลำไยอบแห้งจากการสอบถามโดยใช้แบบสอบถามเพื่อให้ทราบข้อมูลด้านวิธีการผลิต,ปัจจัยที่ทำให้เกิดต้นทุนและลักษณะการประกอบการเดิมของผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง จากนั้น มีการรับสมัครผู้ประกอบการที่สนใจเข้าร่วมโครงการ จากนั้นประชุมให้ความรู้ และให้ผู้ประกอบการมองเห็นความสำคัญและประโยชน์การบันทึกข้อมูลและการจัดการฐานข้อมูลนั้น การคัดเลือกผู้ประกอบการที่จะเข้าร่วมโครงการนี้มีจำนวน 15-20 ราย โดยถือเอาความสมัครใจ นอกจากนี้ผู้ประกอบการที่คัดเลือกเข้าร่วมโครงการมีความตั้งใจที่จะบันทึกข้อมูลและเรียนรู้การใช้โปรแกรม

วิธีเก็บข้อมูลและการจัดการข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาสภาพของผู้ประกอบการเพื่อให้เข้าใจสภาพเศรษฐกิจและสังคมของผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง โดยใช้วิธีการแบบเทคนิคสนทนากลุ่มหรือ Focus group และวิธีการ

เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งจากการบันทึกข้อมูลโดยผู้ประกอบการเองและผู้ช่วยนักวิจัย เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องมากที่สุด จากการเก็บรวบรวมข้อมูลนำมาซึ่งการจัดการฐานข้อมูลที่ประกอบไปด้วยปัจจัยด้านต้นทุนแยกเป็นข้อมูลต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน, ปัจจัยด้านราคาขายและปริมาณสินค้า, ข้อมูลส่วนรายบุคคลของผู้ประกอบการและข้อมูลส่วนรวมรายตำบล โดยการจัดการฐานข้อมูลโดยการเขียนโปรแกรมที่เหมาะสมในการใช้งาน

วิธีการประมวลผลวิเคราะห์ / วิเคราะห์ข้อมูล และการฝึกอบรม

จากข้อมูลที่บันทึกจากการสอบถามไว้จะถูกนำมากรอกข้อมูลเพื่อทดลองวิเคราะห์ในโปรแกรมการบริหารจัดการ จากนั้นมีการค้นหาและปรับปรุงจุดด้อยของโปรแกรม แล้วนำมาชี้แจงให้ผู้ประกอบการทราบเพื่อรับฟังความคิดเห็นจากผู้ใช้(ผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง) เมื่อได้ระบบฐานข้อมูลที่สมบูรณ์แล้ว ก็นำผลที่ได้ไปแนะนำในการจัดการให้แก่ผู้ประกอบการทราบเพื่อวางแผนทางเกี่ยวกับการจัดการทั้งด้านการผลิต การตลาดและการเงินให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างคุ้มค่า ผู้ประกอบการสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ ด้านการผลิตโดยมีการถ่ายทอดความรู้แบบกลุ่มและแบบรายบุคคล เพื่อให้เกิดความเชี่ยวชาญในการใช้ระบบฐานข้อมูล

ผลการวิจัย

จากการเขียนโปรแกรมโดยได้จากข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจลำไยอบแห้งทางโครงการฯ ได้โปรแกรมถึงสำเร็จรูปที่สามารถ

ใช้งานได้จริง และได้ทดลองเก็บข้อมูลเพื่อกรอกข้อมูลเป็นการทดสอบ โปรแกรมเพื่อให้ได้โปรแกรมที่สมบูรณ์เหมาะสมกับการใช้งานที่สุด จากนั้นได้จัดประชุมกลุ่มผู้ประกอบการลำไยอบแห้งในชุมชนตำบลอุโมงค์ อ.เมือง จ.ลำพูน ที่มีความสนใจในการใช้โปรแกรม จำนวนประมาณ 15 คนเพื่อบรรยายวิธีการและผลการใช้โปรแกรม พร้อมทั้งปรึกษาหารือเพื่อหาจุดเด่นจุดด้อยของโปรแกรม เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานและให้ประโยชน์สูงสุด และเมื่อโปรแกรมมีความสมบูรณ์แล้ว ทางโครงการได้ถ่ายทอดผลการทดลองโดยการเข้าถึงผู้ประกอบการลำไยอบแห้งที่มีความสนใจในการใช้โปรแกรมในลักษณะเป็นรายบุคคล และรายกลุ่มย่อยเพื่อสามารถอธิบายและตอบข้อซักถามเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมให้กับผู้สนใจเพื่อสามารถใช้โปรแกรมได้อย่างถูกต้องและเป็นประโยชน์มากที่สุด ในขั้นตอนสุดท้ายจากผลการวิจัยทางโครงการฯ ได้จัดทำชุดการใช้งานโปรแกรมเพื่อแจกจ่ายแก่ผู้ประกอบการลำไยอบแห้งหรือผู้ที่สนใจซึ่งประกอบไปด้วยชุดโปรแกรมที่บันทึกในแผ่นซีดี ชุดเอกสารเรื่องวิธีการใช้และติดตั้งโปรแกรมเพื่อการใช้งานโปรแกรมที่ง่ายและสะดวกที่สุดสำหรับผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง

การติดตั้งโปรแกรมการทำงาน

การติดตั้งโปรแกรม Microsoft Access 2000 ทำได้โดยการติดตั้งชุดโปรแกรม Microsoft Office 2000 ซึ่งประกอบไปด้วย Microsoft Word, Microsoft Excel ,Microsoft PowerPoint และMicrosoft Access ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมถึงสำเร็จรูปผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง หากมีความรู้ในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Access 2000 ก็สามารถทำงานกับโปรแกรมถึงสำเร็จรูปผู้ประกอบการลำไยอบแห้งได้

โปรแกรมกึ่งสำเร็จรูปสำหรับผู้ประกอบการ
 ค่าโฆษณาแห่ง เป็นโปรแกรมระบบฐานข้อมูล
 การบริหารจัดการบัญชีการประกอบการผลิตค่าโ
 งบแห่ง ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายบุคคล เป็นการ
 วิเคราะห์โดยใช้ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการผลิต ปัจจัย
 ภายในด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคม และปัจจัย
 ภายนอกที่มีผลต่อธุรกิจ เป็นดัชนีชี้้นำการดำเนินงาน
 และง่ายต่อการจัดการเพื่อให้ได้ผลประกอบการที่น่า
 พอใจได้

รูปแบบและลักษณะของโปรแกรม

ในส่วนการทำงานของโปรแกรมประกอบไปด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญ 5 ส่วนคือ

1. ส่วนการปฏิบัติการบันทึกและแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคล
 2. ส่วนตารางการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล
 3. ส่วนการปฏิบัติการบันทึกแก้ไขและแสดงข้อมูล
- ส่วนรวมรายตำบล
4. ส่วนคำแนะนำการบริหารจัดการ
 5. ส่วนรายงานการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ซึ่งในแต่ละส่วนจะประกอบไปด้วยส่วนการบันทึกหรือแก้ไขข้อมูลและส่วนที่แสดงผลการวิเคราะห์ของข้อมูลโดยส่วนประมวลผลของโปรแกรม(โดยการใช้สูตรที่กำหนดขึ้นจากหลักทางเศรษฐศาสตร์)

การใช้งานโปรแกรม

เนื่องจากโปรแกรมกิ่งสำเร็จรูปผู้ประกอบ
การค้าขายเองเป็นโปรแกรมเพื่อสะดวกต่อการใช้
งานของผู้ใช้ และเพื่อกันความผิดพลาดของการ
คำนวณของโปรแกรม โปรแกรมจึงจัดให้บันทึกและ
ปรับแก้ข้อมูลได้ ซึ่งสูตรต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์
ทางผู้จัดทำเห็นว่าได้จัดทำสูตรได้ถูกต้องตามหลัก
เศรษฐศาสตร์ และเหมาะสมต่อการใช้งานแล้ว ดังนั้น
โครงสร้างของโปรแกรมจึงเป็นลักษณะโปรแกรมที่

เหมาะสำหรับผู้ใช้ที่มีพื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์
น้อยหรือผู้ใช้ที่ต้องการเรียนรู้ใหม่ได้

ซึ่งในส่วนต่างๆของโปรแกรมก็สำเร็จรูป
สำหรับผู้ประกอบการถ้าโยบแบ่ห้าง มีส่วนประกอบ
หลัก 5 ส่วน ซึ่งมีลักษณะและการใช้งานแตกต่างกัน
ไปคือ

- ส่วนบันทึกแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคล
- ส่วนการแสดงตารางการวิเคราะห์ข้อมูลรวม
- ส่วนการบันทึกแก้ไขและแสดงข้อมูลส่วนรวม
รายตำบล
- ส่วนคำแนะนำการบริหารจัดการ
- ส่วนรายงานการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล



เมนูหลักของโปรแกรม

ส่วนหน้าต่างเมนูหลักที่แสดงปุ่ม
เชื่อมต่อเพื่อเปิดหน้าต่างการบันทึกแก้ไขข้อมูล
ส่วนต่างๆและส่วนการแสดงค่าต่างๆจากการ
วิเคราะห์ข้อมูลด้วย

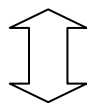


เมนูบันทึกแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคล

ส่วนบันทึกแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคล

เมนูบันทึกแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคลประกอบไปด้วยส่วนการบันทึกแก้ไขข้อมูลส่วนต่างๆและเมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จและบันทึกข้อมูลแล้วหากต้องการออกจากโปรแกรมให้กดปุ่มคำสั่ง “ จบการทำงาน ” ซึ่งในส่วนเมนูบันทึกแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคลนี้ประกอบด้วยตารางฐานข้อมูลที่สำคัญคือ

ฟอร์มการบันทึกข้อมูลต้นทุนคงที่ (Fix Cost) ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนคงที่ของการประกอบการการผลิตลำไยอบแห้ง ซึ่งประกอบไปด้วยค่าเสื่อมของเตาอบลำไย และค่าเสื่อมของยานพาหนะขนส่งที่ใช้อยู่



เมนูในส่วนบันทึกต้นทุนคงที่
(ค่าเสื่อมราคาเตาอบและค่าเสื่อมรถขนส่ง)

ฟอร์มการบันทึกข้อมูลต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) ใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนแปรผันของการประกอบการผลิตลำไยอบแห้ง ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าลำไยสด ค่าเชื้อเพลิง ค่าไฟฟ้า ค่าบรรจุภัณฑ์ และค่าเสียโอกาสแรงงาน รวมทั้งค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกี่ยวข้องอีก

ฟอร์มการบันทึกวันที่บันทึกข้อมูล ใช้สำหรับการบันทึกในส่วนครั้งที่และวันเดือนปีที่บันทึกข้อมูล

ส่วนฟอร์มการบันทึกวันที่บันทึกข้อมูล

ฟอร์มการบันทึกราคาขายสินค้าแยกตามเกรด (Price) ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับราคาขายของผลิตผลลำไยอบแห้งที่เลือกมาเฉพาะเกรดที่มีผลต่อกำไรขาดทุนคือเกรดลำไยอบแห้งขนาด AA , A และเกรด B โดยเกรด C

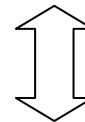
และเกรด D นั้นนั้นมีปริมาณน้อยและราคาต่ำไม่ส่งผลต่อกำไรหรือระดับความปลอดภัย

ส่วนฟอร์มการบันทึกราคาขายแยกตามเกรด

ฟอร์มการบันทึกปริมาณสินค้า (Product) ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการขายของผลิตผลลำไยอบแห้งที่เลือกมาเฉพาะเกรดที่มีผลต่อกำไรขาดทุนคือเกรดลำไยอบแห้งขนาด AA , A และเกรด B

ส่วนฟอร์มการบันทึกปริมาณสินค้า

ฟอร์มการบันทึกข้อมูลองค์ประกอบปัจจัยภายใน เป็นตารางที่ใช้เพื่อประเมินผลจากปัจจัยภายนอก(ปัจจัยทางสังคม เศรษฐกิจ, การเมือง, เทคโนโลยี และการตลาด)ซึ่งผู้จัดทำโปรแกรมได้ประเมินจากภาวะสถานการณ์ต่างๆในปัจจุบัน



ส่วนการบันทึกข้อมูลองค์ประกอบปัจจัยภายใน

ส่วนการบันทึกข้อมูลองค์ประกอบปัจจัยภายนอก

ฟอร์มการบันทึกข้อมูลองค์ประกอบปัจจัยภายนอก ตารางที่ใช้เพื่อประเมินผลจากปัจจัยภายนอก(ปัจจัยทางสังคม เศรษฐกิจ, การเมือง, เทคโนโลยี และการตลาด)ซึ่งขึ้นต้นผู้จัดทำประเมินจากการสอบถามผู้ประกอบการซึ่งหากจะได้ผลดีผู้ประกอบการการควรได้ประเมินตนเอง

ฟอร์มส่วนบันทึกแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคลสามารถบันทึกและแก้ไขข้อมูลได้ตลอดเวลาซึ่งโปรแกรมจัดทำขึ้นเพื่อบันทึกข้อมูลจากการประกอบการการผลิตลำไยอบแห้งต่อฤดูกาล และส่วนฟอร์มการประเมินองค์ประกอบภายนอกและ

องค์ประกอบภายในเป็นฟอร์มที่ใช้เพื่อประเมินผลจากปัจจัยภายนอก(ปัจจัยทางสังคม เศรษฐกิจ, การเมือง, เทคโนโลยี และการตลาด)และเพื่อประเมินผลจากปัจจัยภายใน(การตลาด, การดำเนินงาน, การบริหารบุคคล, การบริหารการเงิน และการวางกลยุทธ์)เพื่อให้ได้ตัวเลขที่จะสามารถนำมาคำนวณเพื่อเป็นดัชนีชี้แนะการทำธุรกิจการประกอบการ การใช้งาน

ส่วนการแสดงผลการวิเคราะห์รวม

ซึ่งตารางในส่วนการแสดงผลการวิเคราะห์ใช้ชื่อเรียกว่า ตารางการวิเคราะห์รวมเป็นตารางที่แสดงผลการวิเคราะห์ การประมวลผลการวิเคราะห์โดยการคำนวณจากการบันทึกข้อมูลในส่วนของการบันทึกแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคล โดยมีการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆคือ ชื่อผู้ประกอบการ วันที่วิเคราะห์ข้อมูล ผลรวมต้นทุนแปรผัน ต้นทุนผันแปรเฉลี่ย ผลรวมผลผลิต ราคาขายเฉลี่ย ยอดขาย กำไรส่วนเกิน ระดับความปลอดภัย(Margin of safety) และจุดคุ้มทุน ซึ่งในส่วนการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นค่าต่างๆที่แสดงจะเปลี่ยนแปลงตามการกรอกข้อมูลในฟอร์มต่างๆที่แสดงในเมนูหน้าต่างเช่น เมื่อกรอกหรือเปลี่ยนแปลงค่าต้นทุนแปรผัน จะทำให้ส่วนการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วน ต้นทุนผันแปรเฉลี่ยกำไรส่วนเกิน ระดับความปลอดภัย(Margin of safety) และจุดคุ้มทุนเปลี่ยนแปลงไปเป็นต้น



ตารางแสดงผลการวิเคราะห์รวม

ส่วนบันทึกแก้ไขและแสดงข้อมูลส่วนรวมรายตำบล

ส่วนบันทึกแก้ไขและแสดงข้อมูลส่วนรวมรายตำบลเป็นการแสดงข้อมูลต่างๆที่จำเป็นที่สามารถบ่งชี้ถึงขนาด และลักษณะต่างของชุมชนทั้งตำบลรวมทั้งการมีส่วนร่วมของชุมชนในการประกอบอาชีพทำลำไยอบแห้งได้ เช่น ขนาดจำนวนประชากร, พื้นที่การปลูกลำไยทั้งตำบล, จำนวนครัวเรือน, จำนวนเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียน, ต้นทุนรวมทั้งตำบล, การใช้สารโปรแตสเซียนมคอเรตในสวนลำไย, การคาดการณ์ผลผลิตลำไยต่อไร่หรือต่อตำบล, ผลกำไรหรือผลประกอบการขาดทุนรวมทั้งตำบล รวมถึงราคาขายเฉลี่ยเป็นต้น



ส่วนหน้าต่างการบันทึกแก้ไขและแสดงข้อมูลส่วนรวมรายตำบล

ส่วนคำแนะนำการบริหารจัดการ

เป็นส่วนการแสดงผลคำแนะนำในการประกอบการลำไยอบแห้งซึ่งได้จากการคำนวณเทียบจากค่าเฉลี่ยต่างๆจากค่าทั้งหมด และคำแนะนำจากการกรอกข้อมูลองค์ประกอบปัจจัยภายในและองค์ประกอบปัจจัยภายนอก โดยในส่วนนี้มีคำแนะนำในส่วนต่างอยู่ 3 ส่วนคือ

1. คำแนะนำเกี่ยวกับปัจจัยการผลิต
2. คำแนะนำเกี่ยวกับผลผลิตและราคา
3. คำแนะนำเกี่ยวกับการบริหารจัดการ



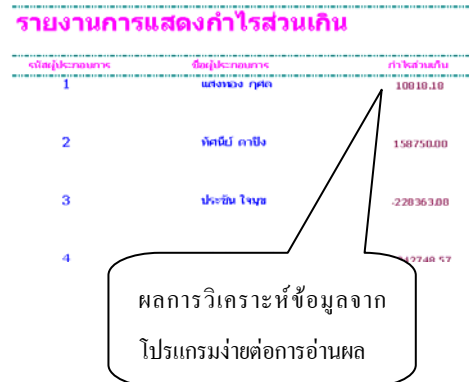
การแสดงผลคำแนะนำเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจ

ส่วนหน้าต่างคำแนะนำการบริหารจัดการ

ส่วนรายงานการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนรายงาน (Report) การแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบไปด้วยการแสดงผลการวิเคราะห์ต่างๆที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม แสดงเป็นรายบุคคลรวมเพื่อให้ง่ายต่อการการอ่านข้อมูล ซึ่งสามารถพิมพ์ออกมาเก็บไว้แสดงเป็นเอกสารประกอบได้

ส่วนตัวอย่างรายงานแสดงผลการวิเคราะห์รวม



สรุปและข้อเสนอแนะ

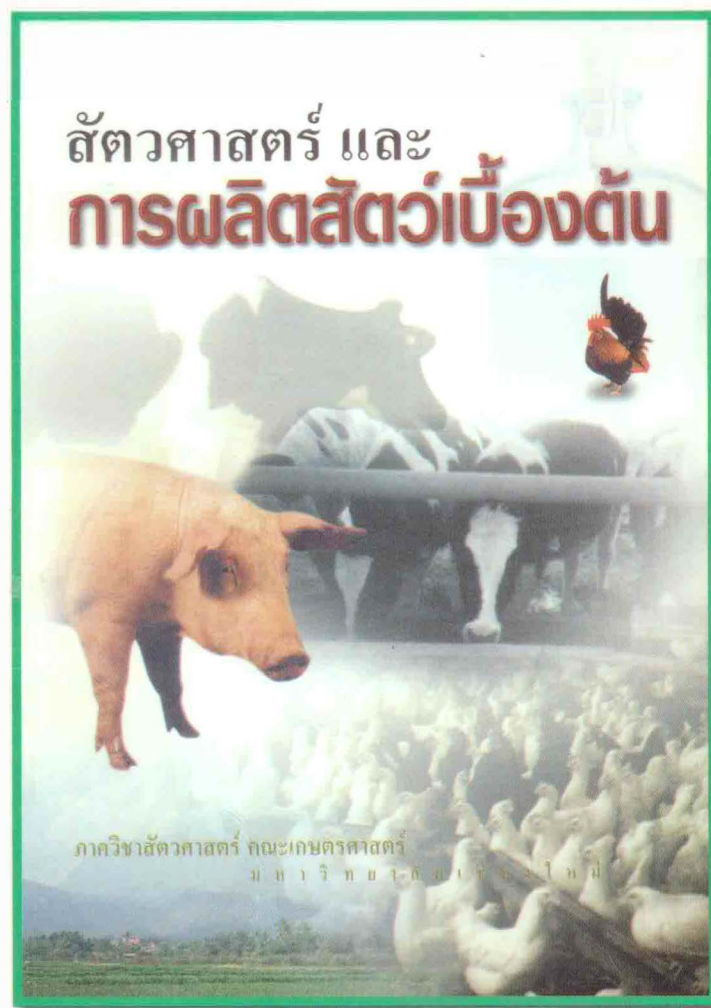
ในขั้นตอนแรกของการเขียนโปรแกรมบริหารจัดการสำหรับผู้ประกอบการลำไยอบแห้งจากข้อมูลพื้นฐานเรื่องปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อธุรกิจการค้าลำไยอบแห้งนำมาเขียนโครงสร้างโปรแกรมในลักษณะจากโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนเพื่อการทดลองการใช้งานในขั้นต้นเพื่อปรับปรุงโปรแกรมหาความเหมาะสมของการใช้งานโปรแกรมจนในที่สุดได้โปรแกรมที่มีระบบโครงสร้างที่ครอบคลุมเหมาะสมสำหรับการใช้งานได้จริง ซึ่งอุปสรรคในการเขียนโปรแกรมช่วงแรกๆคือ การเชื่อมโยงตัวแปรเข้าด้วยกัน และการจัดกลุ่มตัวแปรเพื่อให้การใช้งานโปรแกรมสอดคล้องกับหลักความเป็นจริงของการประกอบธุรกิจลำไยอบแห้งเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถจัดการทางการเงินด้านการบริหารจัดการ ด้านการผลิต ด้านการตลาด รวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเอาผลวิเคราะห์ไปใช้ในการบริหารจัดการในการประกอบธุรกิจลำไยอบแห้ง เมื่อปรับปรุงโปรแกรมในเรื่องโครงสร้างจนสมบูรณ์แล้วจึงมีการตกแต่งส่วนช่วยการใช้งาน(accessory)ต่างๆในโปรแกรมเพื่อให้

ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกที่สุดในการทดลองใช้งานจริงโดยการกรอกข้อมูลจริงจากผู้ประกอบการลำไยอบแห้งโปรแกรมสามารถใช้งานและให้ผลในทิศทางที่ดีเหมาะสมกับการบริหารจัดการของผู้ประกอบการลำไยอบแห้ง

สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาการเขียนโปรแกรมการใช้งานในส่วนการบริหารจัดการนั้น การเขียนโครงสร้างโปรแกรม(Flow chart) ควรครอบคลุมปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อผลการทำงานของโปรแกรมก่อนให้มากที่สุดเพื่อง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไขเพราะเมื่อโครงสร้างโปรแกรมไม่รัดกุมจะทำให้การปรับปรุงแก้ไขในภายหลังทำได้ยุ่งยากและการออกแบบการใช้งานของโปรแกรมจะทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นการออกแบบโครงสร้างโปรแกรมควรให้รัดกุมกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ของการใช้งานโปรแกรมให้มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- พิชิต ธานี , กมล งามสมสุข และ วราภา คุณาพร. 2543. ระบบฐานข้อมูลบัญชีฟาร์มโคนม. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว. ภาค) ร่วมกับ สหกรณ์การเกษตรไชยปราการ จำกัด และ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ประวิทย์ โคมทองชูสกุล.2537.เรียนรู้และเข้าใจการใช้งาน Microsoft Access.บริษัทซีเอ็ด อูเคชั่น จำกัด มหาชน .กรุงเทพฯ
- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่กับสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ. 2545. โครงการเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและเศรษฐกิจฐานราก ชุมชนตำบลอุโมงค์ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน.
- สิทธิชัย ประสานวงศ์. 2538. การใช้ Microsoft Access 2.0 for windows.บีซีซี คอมพิวเตอร์.กรุงเทพฯ
- สิทธิชัย ประสานวงศ์.2541.การใช้ Microsoft Access 97. ซอฟท์เพรส.กรุงเทพฯ



สัตวศาสตร์และการผลิตสัตว์เบื้องต้น

หนังสือ “สัตวศาสตร์และการผลิตสัตว์เบื้องต้น” จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้เป็นคู่มือประกอบการเรียนรู้การสอนกระบวนวิชา การเลี้ยงสัตว์ทั่วไปและการผลิต (ANS 201) ซึ่งเป็นกระบวนวิชาหนึ่งกลุ่มวิชาแกนเกษตรในหมวดวิชาเฉพาะของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยอยู่ในความรับผิดชอบของภาควิชาสัตวศาสตร์

ราคา 130 บาท

เขียนโดย คณาจารย์ภาควิชาสัตวศาสตร์

สั่งซื้อได้ที่ : คุณแสงดาว ปันธิ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โทร. 0-5394-4069-73