



วารสารเกษตร JOURNAL OF AGRICULTURE

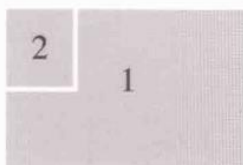
วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 มิถุนายน 2546

VOLUME 19 NO. 2 JUNE 2003



Glorisa superba



1. ดอกดองดิง (*Glorisa superba*)

เอื้อเฟื้อภาพโดย : ผศ.ดร. โสระยา ร่วมรังษี
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

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

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 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล
- 2.2 ต้นฉบับให้รวมถึงบทคัดย่อภาษาไทย และภาษาอังกฤษ
- 2.3 ระบุคำย่อ (Index word) ของเรื่อง ทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 2.4 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน
- 2.5 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบายภาพ ภาพถ่ายมีขนาด 9.00 x 13.50 ซม. ภาพเขียนใช้หมึกดำเขียนบนกระดาษอาร์ตหนา หรือกระดาษเขียนแบบ
- 2.6 กราฟ : จัดทำด้วยโปรแกรม Haward Graphic และแนบข้อมูลดิบไปด้วยเพื่อปรับแต่งด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ที่หลัง
- 2.7 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ
 - 2.7.1 ในเนื้อเรื่อง อ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องในระบบชื่อต้นและปี(พ.ศ.) เช่น พรชัย (2538) รายงานว่า....หรือ... (พรชัย,2538) ในกรณีที่ เป็นภาษาอังกฤษใช้ระบบนามสกุลและปี (ค.ศ.) เช่น Jones and Smith (1995) ในกรณีที่ผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ใช้ "และคณะหรือ et al." ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก แต่ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่องใส่ชื่อหมดทุกคน
 - 2.7.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง : ให้เรียงอักษรตามชื่อ-สกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่ เริ่มจาก ชื่อไทย ต่อด้วยชื่ออังกฤษ

1) สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้.-

ผู้แต่ง(ชื่อต้น,ชื่อสกุล)ปี(พ.ศ.) แต่ถ้าเป็นภาษาอังกฤษใช้ชื่อสกุล,ชื่อต้นและปี.ศ. ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ย่อถ้ามี) ปีที่(ฉบับที่) : หน้า ตัวอย่าง : วิเชียร เสงส์สวัสดิ์(2524).การบริหารศัตรูพืชกับระบบการปลูกพืชหลายชนิด ว.วิทย์.ภษ.14(4) : 193-196

2) สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้

ชื่อผู้แต่ง พ.ศ.(ค.ศ.)ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์.จำนวนหน้า ตัวอย่าง : เฉลิมพล แซมเพชร.(2527).หลักการเขียนรายงานการวิจัย และวิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์.ท่าแพการพิมพ์.เชียงใหม่.123 หน้า

3. การเสนอเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ส่งเรื่องพิมพ์ได้ตลอดเวลา

ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริการงานวิจัยและพัฒนา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะเสนอเพื่อตีพิมพ์ ในกรณีที่จำเป็นจะขอความเห็นชอบจากผู้เขียนอีกครั้งก่อนตีพิมพ์



ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 (2546)
Volume 19 No.2 (2003)

วารสารเกษตร JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

Contents

ผลของระดับไนโตรเจนต่อการเติบโต และปริมาณโคลชิซิน ในดอกดิ่ง	93	Effect of Nitrogen Levels on Growth and Colchicine Content in Glory Lily	93
วันเพ็ญ โลหะเจริญ และ ไสระยา ร่วมรังมี		Wanpen Lohacharoen and Sorata Ruamrungsri	
ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อคุณภาพของผล สตรอเบอรี่	100	Effect of Chitosan Coating on Quality of Strawberry Fruit	100
คนัย บุญเกียรติ และ พิมพ์ใจ อาภาวัชรคม์		Danai Boonyakiat and Pimjai Sehanam	
ผลของอุณหภูมิสูงต่อการลดอาการสะท้อนหนาว ของผล ลำไยพันธุ์ดอ	107	Effect of High Temperature on Reduction of Chilling Injury of Longan Fruit cv. Daw	107
ไพศอล หะยีสาละ และ คนัย บุญเกียรติ		Paisol Hayeesaleh and Danai Boonyakiat	
การขาดธาตุอาหารในหงส์เหิน	116	Deficiency of Mineral Nutrients in <i>Globba</i> spp.	116
วัชรพล บำเพ็ญอยู่ และ ไสระยา ร่วมรังมี		Watcharaphon Bumphenyoo and Soraya Ruamrungsri	
เปรียบเทียบการตอบสนองต่อการขาดธาตุโบรอนในข้าว บาร์เลย์และข้าวสาลี	125	Comparative Response to Boreen Deficiency in Barley and Wheat	125
จันเนียร วงษ์ไม้ คันสนีย์ จำจด และ เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม		Jumnein Wongmo Sansanee Jamjod and Benjavan Rerkasem	
ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหงส์เหิน ชนิด <i>Blobba winitii</i> Gagnep.	134	Morphology of <i>Globba winitii</i> Gagnep.	134
วีระอนงค์ คำศิริ และ ฉันทนา สุวรรณธาดา		Weeraanong Kumsiri and Chuntana Suwanthada	
การใช้ถั่วเขียวเป็นปุ๋ยพืชสดที่มีต่อการเจริญเติบโตและ ผลผลิตของข้าวเจ้าปอนิก้า	142	Mungbean as Green Manure for Growth and Yield of Subsequent Japonica Rice	142
สมเกียรติ วัฒนกิจรานต์ เฉลิมพล แซมเพชร และ สุชาติ จิรพรเจริญ		Somkiat Wattakawigran, Chalermponne Sampet and Suchart Jirapornchareon	
ผลของวัสดุปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของดอกดาวเรือง	153	Effect of Mixing Media on Growth and Flower Yield of Marigold	153
อรรณพ กณาเจริญพงษ์ อรวรรณ ฉัตรสิริรุ่ง		Annop Kanacharoenpong Arawan Shutsirung	
สุรเทพ เทพลีขิตกุล ใจศิลป์ กอนใจ และ สมพร ชุนห์ลือชานนท์		Suratep Teplikitkul Jaisilp Konjai and Somporn Choonluchanon	
สมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกรลูกผสม (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูรอค เจอร์ซี)	160	The Predicted Equation in Live-Weight of Crossbred Swine (Large White x Landrace x Duroc Jersey)	160
รักษัญญ์ ถนอมวงศ์วัฒนะ		Rukpunn Thanomwongwattana	
แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวของผลประกอบการ โรงสีข้าวสหกรณ์การเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย	167	Failure Prediction Model on Performance of Agricultural Cooperatives' Rice Mills in Northern Thailand	167
พิชิต ธานี และ ปรมะ อัสวเรืองพิภพ		Pichit Thani and Poramate Asavarangpipop	

บทบรรณาธิการ

งานวิจัยกับการเสริมสร้างศักยภาพการแข่งขันของประเทศ

ถ้ามองย้อนหลังไป 3 – 5 ปี คำว่า “การขาดแคลนงบประมาณวิจัย” หรือ “รัฐบาลไม่จริงจังในการสนับสนุนการวิจัย” ดูเหมือนจะเป็นคำขอดฮิตที่ถูกยกขึ้นมาพูดโดยนักวิชาการและนักวิจัย เมื่อมีโอกาสได้พูดถึงเรื่องนี้ในเวทีต่างๆ และได้กลายเป็นข้อกล่าวอ้างเพื่อยืนยันว่า นักวิจัยไม่ผิด แต่รัฐบาลหรือผู้มีอำนาจทั้งหลายต่างหากที่ผิด เพราะไม่ให้เงินทำวิจัยอย่างเพียงพอ จนทำให้ผลการวิจัยที่ได้ขาดคุณภาพ ไม่สามารถตอบคำถามในเชิงปฏิบัติ ไม่ส่งผลในเชิงพัฒนาตามที่ภาคเอกชนต้องการได้

ในปีหลายๆ มานี้ รัฐบาลได้กำหนดงบประมาณจำนวนมากเพื่อสนับสนุนการวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิจัยเชิงบูรณาการที่มีโจทย์และเงื่อนไขหลักเพียง 2 ประการ คือ ต้องเป็นชุดโครงการที่ทำงานเชิงสหสาขาวิชา ถ้าเป็นไปได้ต้องเป็นสหสถาบันและเป็น Value Chain และเงื่อนไขที่สองก็ต้องมีเป้าหมายของโครงการวิจัยชัดเจนในด้านกลุ่มเป้าหมายของผู้ใช้ประโยชน์ และมีความชัดเจนในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีที่เสริมสร้างศักยภาพการแข่งขันและการส่งสินค้าออกของประเทศ ทั้งนี้ โดยมีวงเงินไม่จำกัด รวมอย่างน้อย 500 – 1,000 ล้านบาทต่อปี

หลังจากประเทศให้ทุนวิจัยดังกล่าวไปเกือบ 1 ปี (ธันวาคม 2546) ปัจจุบันมีโครงการที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแล้วไม่ถึง 5 โครงการ วงเงินไม่ถึง 100 ล้านบาท

ปัญหาอยู่ที่ไหน การขาดแคลนงบประมาณวิจัยไม่น่าจะเป็นปัญหาอีกต่อไป แต่น่าจะเป็นที่ตัวนักวิจัยมากกว่า ความเคยชินในการทำงานเป็นเอกเทศตามนิสัยคนไทย การขาดประสบการณ์ในการทำงานเป็นทีม การขาดแคลนผู้นำในการประสานชุดโครงการวิจัย การขาดวิธีคิดเชิงระบบเพื่อบูรณาการเป้าหมายหนึ่งเดียว (Value Chain) หรือการขาด... ล้วนเป็นเรื่องน่าคิดทั้งสิ้น และเรื่องเหล่านี้ล้วนท้าทายการพัฒนาทั้งสำหรับหน่วยงานดูแลการวิจัยของประเทศในการกำหนดการพัฒนาบุคลากรวิจัยของประเทศ รวมทั้งท้าทายนักวิจัยเองในการที่จะพัฒนาตนเองไปในอนาคต

ดูเหมือนว่า เราจะต้องมาช่วยกันวิจัยตัวเองให้ได้เสียก่อน จึงค่อยไปช่วยเสริมสร้างศักยภาพการแข่งขันของประเทศ ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นจริงเราคงไม่มีเวลามากนัก ในอันที่จะรักษาความเป็นเลิศด้านการวิจัย เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศเพื่อนบ้านที่กำลังเร่งตนเองให้แซงหน้าประเทศไทยให้ได้

ผลของระดับไนโตรเจนต่อการเติบโต
และปริมาณโคลชิซินในคองดิง

Effect of Nitrogen Levels on Growth and
Colchicine Content in Glory Lily

วันเพ็ญ โลหะเจริญ^{1/} และ โสระยา ร่มรังษี^{2/}

Wanpen Lohacharoen^{1/} and Soraya Ruamrungsri^{2/}

Abstract: Studies on the effect of nitrogen on growth and colchicine content in glory lily were carried out in hydroponic greenhouse, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University during May, 2001-2002. The experiment was focused on the effect of nitrogen concentrations on growth and colchicine content. Glory lily tubers were cultivated in modified-Hoagland and Arnon nutrient solution supplemented with different levels of nitrogen i.e., 0, 210 (control), 420 and 630 mgN/l. It was found that nitrogen concentration at 210 mg/l was optimal for glory lily cultivation which resulted in significantly better plant height and tuber fresh weight. This treatment yielded higher numbers of flowers and pods. Colchicine in 420 mgN/l treatment was the highest at 90.469 mg/plant at flowering stage. Glory lily 210 mgN/l treatment contained the highest colchicine content at 29 DAP.

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

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

^{1/} Subproject: Graduate Study and Research in Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

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

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของความเข้มข้นของไนโตรเจนต่อการเติบโตและปริมาณโคลชิซินในดอกคิง ทำการทดลอง ณ โรงเรือนปลูกพืชไร้ดิน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2544 ถึงเดือนพฤษภาคม 2545 เปรียบเทียบความเข้มข้นของไนโตรเจน 4 ระดับ คือ 0, 210 (กรัมวิธีควบคุม), 420, และ 630 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการปลูกคองคิง คือ 210 มิลลิกรัมต่อลิตร (ในกรรมวิธีที่ 2) ซึ่งทำให้คองคิงมีความสูง และน้ำหนักห้วมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ในกรรมวิธีนี้จำนวนดอก จำนวนฝัก มีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ปริมาณโคลชิซินรวมสูงที่สุดเมื่อได้รับไนโตรเจน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะออกดอกเฉลี่ย 90.49 มิลลิกรัม การเก็บเกี่ยวคองคิงในระยะที่ 2 (29 วันหลังปลูก) ทำให้ได้ผลผลิตโคลชิซินสูงที่สุดโดยให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 210 มิลลิกรัมต่อลิตร

Index words: คองคิง ไนโตรเจน โคลชิซิน
glory lily, nitrogen, colchicine

คำนำ

คองคิง หรือ Glory lily เป็นไม้เถา มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา สามารถนำมาปลูกให้เจริญเติบโตได้ดีในทวีปเอเชียเขตร้อนทั่วไป (วิทย์, 2531) ในประเทศไทยพบเห็นได้ทั่วไปแทบทุกภาค ส่วนใหญ่พบมากในแถบชายทะเล โดยเฉพาะในรูปของวัชพืชเกาะอยู่ตามต้นไม้อื่น คองคิงเป็นพืชที่ออกดอกในช่วงฤดูฝน ดอกมีลักษณะแปลก สีสดใสสวยงาม และบานทน สามารถปลูกเป็นไม้ตัดดอกได้ และนำมาใช้ในงานด้านประดับตกแต่งได้ไม่แพ้ดอกไม้ชนิดอื่นๆ ปัจจุบันได้มีการทำการค้าแต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย คองคิงเป็นพืชสมุนไพรอีกชนิดหนึ่งที่รู้จักกันดีในหมู่แพทย์แผนโบราณของไทยว่า สามารถใช้รักษาโรคเรื้อน คุดทะราด บาดแผล และขับผายลมได้ ซึ่งในทุกส่วนของต้นคองคิงมีสารอัลคาลอยด์อยู่หลายชนิด ที่สำคัญ ได้แก่ โคลชิซิน ที่พบในปริมาณมาก (Arambewela *et al.*, 1991; Kitcharoen and Eknankul, 1993) แพทย์แผนปัจจุบันได้นำโคลชิซินไปเป็นส่วนผสมที่สำคัญในยาที่ใช้รักษาโรคปวดข้อ (gout) และมีการค้นพบว่า

โคลชิซินเป็นสารที่เป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ไซโตทอกซิก (cytotoxic) ซึ่งนำไปใช้รักษาโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของโครโมโซม สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อให้ได้พืชพันธุ์ใหม่ จากคุณสมบัติทั้งทางด้านสมุนไพร ความงามของดอก การปลูกและดูแลรักษาที่ง่าย และเป็นพืชที่สามารถทำเงินได้ จึงควรมีการส่งเสริมให้ปลูกคองคิงเพื่อการส่งออก และ/หรือผลิตเพื่อการนำมาเป็นวัตถุดิบในการสกัดสารโคลชิซิน ทดแทนการนำเข้า ซึ่งโคลชิซินเป็นสารเคมีที่สำคัญที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

ในการผลิตคองคิงเป็นการค้า จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิต และคุณภาพตามต้องการ ปัจจัยการผลิตที่สำคัญมีหลายประการ เช่น ธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นการทดลองนี้จึงมุ่งศึกษาผลของไนโตรเจนต่อการเติบโตและปริมาณโคลชิซิน ซึ่งผลการศึกษานำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการผลิตคองคิงเป็นการค้าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำหัวพันธุ์ตองตึงขนาดยาว 7-11 เซนติเมตร ที่ผ่านการกระตุ้นให้งอกด้วยวิธีแช่หัวตองตึงในน้ำ ที่มีการให้พองอากาศตลอดเวลา (นันทิรา, 2533) ปลูกลงในถังขนาดความจุ 20 ลิตร ที่บรรจุสารละลายธาตุอาหาร Hoagland and Arnon (Jones, 1997) ตามกรรมวิธีที่กำหนด ยึดหัวพันธุ์ให้ติดกับตะกร้า ด้วยฟองน้ำ ปลูกลงตองตึง 3 ต้น/ตะกร้า จากนั้นต่อสายยางอากาศเข้าไปในถัง ศึกษาความเข้มข้นของไนโตรเจนจำนวน 4 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ไนโตรเจนความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 2 ไนโตรเจนความเข้มข้น 210 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรรมวิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 3 ไนโตรเจนความเข้มข้น 420 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 4 ไนโตรเจนความเข้มข้น 630 มิลลิกรัมต่อลิตร

สำหรับธาตุอาหารอื่นพืชได้รับในปริมาณที่เท่ากัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี ๆ ละ 5 ซ้ำ 3 ครั้งต่อซ้ำ

บันทึกข้อมูล 1) การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนดอกต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนักของหัว 2) วิเคราะห์ปริมาณโคลชิซิน โดยวิธี TLC – densitometry's Method ตามวิธีการของ Kitcharoen and Eknankul (1993) สุ่มเก็บตัวอย่างพืชในส่วนต่างๆ ของพืช คือ ใบ และหัว ในระยะการเจริญเติบโตต่างกัน 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1) 29 วันหลังปลูก ระยะที่ 2) 49 วันหลังปลูก และระยะที่ 3) ระยะออกดอก

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโต

1.1 ความสูงของต้น

ก่อนให้สารละลายพบว่าความสูงของต้นตองตึงมีค่า 10.63-14.50 เซนติเมตรซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากนั้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 เป็นต้นไปพบว่า ความสูงของต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในสัปดาห์ที่ 1-3 หลังปลูก กรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความสูงเฉลี่ยมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 210 และ 630 มิลลิกรัมต่อลิตร และในสัปดาห์ที่ 6 หลังปลูกเป็นต้นไป กรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 210 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความสูงเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 630 มิลลิกรัมต่อลิตร พืชมีความสูงน้อยกว่า ในขณะที่ต้นตองตึงที่ไม่ได้รับไนโตรเจนพบว่ามีค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุดตลอดการทดลอง คือ มีค่าเฉลี่ยความสูงในสัปดาห์ที่ 7 19.20 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

1.2 จำนวนดอก

จากการศึกษาผลของระดับไนโตรเจนต่อจำนวนดอกของตองตึง พบว่า ทุกกรรมวิธีมีจำนวนดอกต่อต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนดอกเฉลี่ย 28.33 13.50 และ 12.00 ดอกต่อต้น ในกรรมวิธีที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 1 พืชไม่ได้รับไนโตรเจนพบว่าไม่สามารถออกดอก (ตารางที่ 2)

Table 1 Means of plant height at different levels of nitrogen.

Nitrogen levels (mg/l)	Height ^{1/} (cm)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	WAP	WAP	WAP	WAP	WAP	WAP	WAP	WAP
0	16.63	15.50b	17.25b	17.38b	17.38c	17.75c	19.20c	19.20c
210	13.10	28.20a	38.80a	47.20a	62.40a	81.00a	105.00a	126.80a
420	13.50	30.00a	39.50a	53.50a	68.00a	91.50a	96.80a	110.60a
630	14.50	28.00a	35.00a	43.25a	51.75b	63.00b	75.25b	85.50b
LSD _{0.05}	NS ^{2/}	9.42	6.93	9.43	10.45	14.32	20.26	21.32

^{1/} Means followed by the same letter in the same column are not significant different between treatments using LSD at P<0.05

^{2/} NS = non significant

WAP = Week after planting

1.3 จำนวนฝัก

จากการศึกษาจำนวนฝักของดองดึง พบว่าในกรรมวิธีทดลองที่ 2 พืชได้รับไนโตรเจน 210 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนฝักเฉลี่ย 16.33 ฝักต่อต้น และ ในกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 420 และ 630 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนเฉลี่ย 4.00 และ 3.50 ฝักต่อต้น ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ได้รับไนโตรเจนไม่มีการติดฝักเนื่องจากพืชไม่มีดอก จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

1.4 น้ำหนักสดของหัว

จากค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดของหัวเมื่อหัวเข้าสู่ระยะพักตัว (ตารางที่ 2) พบว่ากรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 210 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการเพิ่มของน้ำหนักหัวมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวสูงสุด 25.28 กรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนอีก 3 กรรมวิธีที่เหลือไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 630 420 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดหัว 10.46 4.77 และ 3.33 กรัม ตามลำดับ

จากการทดลองพบว่าพืชที่ได้รับไนโตรเจน 210 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ต้นดองดึงมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดการทดลองและมีแนวโน้มของจำนวนดอก จำนวนฝัก และน้ำหนักสดของหัว สูงกว่า เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ สอดคล้องกับงานของ Kumaraswamy *et al.* (1994) พบว่า การให้ไนโตรเจนในระหว่างปลูกดองดึง ส่งเสริมให้ดองดึงมีการเจริญเติบโต ลำต้นทอดยาวมากขึ้น เมื่อเพิ่มระดับไนโตรเจนตั้งแต่ 0-160 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์

Table 2 Number of flowers per plant, pod number per plant and tuber fresh weight of glory lily at different levels of nitrogen.

Nitrogen levels (mg/l)	Flower no. (per plant)	Pod no. (per plant)	Tuber fresh weight (g) ^{1/}
0	- ^{3/}	- ^{4/}	3.33b
210	28.33	16.33	25.28a
420	13.50	4.00	4.77b
630	12.00	3.50	10.46b
LSD _{0.05}	NS ^{2/}	NS	14.36

^{1/} Means followed with the same letter in the same column are not significant different between treatments using LSD at P<0.05

^{2/} NS = non significant, ^{3/} without flower, ^{4/} without pod

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นไม่ช่วยทำให้ดอกดิ่งมีการเจริญเติบโตที่ดีไปกว่านี้ เป็นการสิ้นเปลืองสารเคมีไปโดยเปล่าประโยชน์ ทั้งนี้เนื่องจากพืชที่ได้รับไนโตรเจนมากตั้งแต่ระยะแรกส่วนหน่อดินจะเจริญเร็วแต่รากเจริญช้า ดังนั้นในช่วงเวลาต่อมา รากย่อมดูดน้ำและธาตุอาหารได้น้อยกว่าที่พืชต้องการ ทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก หรืออาจตายได้ในที่สุด (สมบุญ, 2536 ; ยงยุทธ, 2543) ดังนั้นในการทดลองนี้การใช้ไนโตรเจนในสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ 210 มิลลิกรัมต่อลิตรในการปลูกเลี้ยงดอกดิ่งจึงเป็นความเข้มข้นที่ดีที่สุดในการทดลองนี้

แต่ถ้าพืชขาดธาตุใดธาตุหนึ่ง หรือได้รับไม่เพียงพอแก่ความต้องการของพืช ในขั้นแรกจะมีผลกระทบต่อการกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยธาตุชนิดนั้นในการเข้าทำปฏิกิริยา โดยจะทำให้ปฏิกิริยานั้นลดลงด้วย ส่งผลให้พืชปรากฏอาการขาดธาตุอาหาร มีผลกระทบทำ

ให้การเจริญของพืช และผลผลิตพืชลดลง (สมบุญ, 2536) ดังเช่นในการทดลองนี้ ต้นดอกดิ่งที่ไม่ได้รับไนโตรเจน ส่งผลให้การเจริญเติบโตช้ามาก และเกือบคงที่ตลอดระยะเวลาทดลอง มีอาการขาดธาตุอาหารให้เห็น คือใบเหลือง ไม่สามารถออกดอกและติดฝักได้

2. ปริมาณโคลชิซินรวม

จากการศึกษาปริมาณโคลชิซินรวมพบว่า ระยะที่ 1 กรรมวิธีที่ไม่ได้รับไนโตรเจน (กรรมวิธีที่ 1) มีปริมาณโคลชิซินรวมเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 3.86 มิลลิกรัมต่อต้นซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจากกรรมวิธีอื่น ทั้งนี้เนื่องจากพืชดิ่งไนโตรเจนจากหัวเก่าที่ใช้ปลูกมาใช้ในการกระบวนการสร้างสารต่างๆ รวมทั้งพวก secondary metabolite เช่น โคลชิซิน มากกว่าการใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้น ซึ่งเกิดขึ้นน้อยในต้นดอกดิ่งที่ไม่ได้รับไนโตรเจน ส่วนระยะที่ 2 กรรมวิธีที่ได้รับ

ไนโตรเจน 630 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณโคลชิซินรวมเฉลี่ยสูงสุด คือ 115.82 มิลลิกรัมต่อต้น แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 210 มิลลิกรัมต่อลิตร และระยะที่ 3 กรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณโคลชิซินรวมเฉลี่ยสูงสุด คือ 90.49 มิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 3) ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าปริมาณโคลชิซินในดอกจึงก็มีความแปรผันตลอด

ระยะการเจริญเติบโต สอดคล้องกับรายงานของ Briskin *et al.* (2000) ซึ่งศึกษาอิทธิพลของไนโตรเจนต่อปริมาณไฮเพอร์รีซินในใบของ St. John's Wort พบว่าระดับของไฮเพอร์รีซินซึ่งเป็นอัลคาลอยด์ชนิดหนึ่งในพืช แปรผันไปกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ไนโตรเจนและสภาพแวดล้อมที่ปลูก

Table 3 Mean of total colchicine content (leaves and tuber) of glory lily at different levels of nitrogen.

Nitrogen levels (mg/L)	Total colchicine content ^{1/} (gM/plant)		
	Stage 1	Stage 2	Stage 3
0	3.86a	48.32bc	12.88b
210	1.04b	108.43ab	18.87b
420	1.80b	18.96c	90.49a
630	0.93b	115.82a	5.85b
LSD _{0.05}	1.40	64.14	71.02

^{1/} Means followed with the same letter in the same column are not significant different between treatment using LSD at P<0.05

สรุปผลการทดลอง

1. การเจริญเติบโต

จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการได้รับไนโตรเจนในระดับ 210 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ดอกมีการเจริญเติบโตสูงสุด มีความสูงเฉลี่ย 126.80 เซนติเมตร จำนวนดอกต่อต้น 28.33 ดอก จำนวนฝักเฉลี่ย 16.33 ฝัก และน้ำหนักสดเฉลี่ย 25.28 กรัมต่อต้น

2. ปริมาณโคลชิซิน

ปริมาณโคลชิซินในดอกจึงแปรผันไปตามระยะการเจริญเติบโต ส่วนของพืช และปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ ปริมาณโคลชิซินรวมสูงสุดเมื่อได้รับไนโตรเจน 420 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะออกดอกเฉลี่ย 90.49 มิลลิกรัม

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าหากต้องการให้ได้ปริมาณโคลชิซินมากที่สุดควรเลือกสกัดในระยะการเจริญที่ 2 (49 วันหลังปลูก) โดยให้ปุ๋ย

ไนโตรเจนที่ระดับ 210 มิลลิกรัมต่อลิตรเนื่องจากให้ปริมาณโคลชิซินรวมสูงกว่ากรรมวิธีที่ได้รับไนโตรเจน 420 มิลลิกรัมต่อลิตรในระยะออกดอกและเป็นการประหยัดปุ๋ยมากกว่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัยสาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อนุเคราะห์เงินทุนสนับสนุน และวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ และ ขอขอบคุณบริษัทไพฑูรย์สระป्लीที่ให้ความอนุเคราะห์หัวพันธุ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- นันทิรา เมฆอรุณกมล. 2533. การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตดอกดิ่ง.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 88 น.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 น.
- วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2531. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. โอเคียนสโตร, กรุงเทพฯ. 880 น.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2536. สรีรวิทยาของพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 222 น.

- Arambewela, L.S.R., M.A.N. Kumudini and J. Ranatunga.1991. "Studies on *Gloriosa superba* grown in Sri Lanka." [Online]. Available <http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp> (12 March 2002).
- Briskin, D. P., A. Leroy and M. Gawienowski. 2000. Influence of nitrogen on the production of hypericins by St. John's wort. Plant Physiol. Biochem. 38(5):413-420.
- Jones Jr, J. B. 1997. Hydroponics A Practice Guide for the Soilless Grower. St. Lucie Press, Florida. 230 p.
- Kitcharoen, N. and W. D. Eknankul. 1993. Distribution of colchicine in various plant parts of *Gloriosa Superba* L. Thai J. Pharm. Sci. 17 (3) : 141-147.
- Kumaraswamy, B. K., K. M. Bhojappa and A. A. Farooqi. 1994. "Influence of nitrogen on crop duration, seed yield and its components in glory lily (*Gloriosa superba* L.)." [Online]. Available <http://dbonline2.lib.cmu.ac.th/cabi/detail.nsp> (12 March 2002).

ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อคุณภาพของผลสตรอเบอรี่

Effect of Chitosan Coating on Quality of Strawberry Fruit

दनय बुनयकियरति^{1/} และ पिमपोज सीहनम^{1/}

Danai Boonyakiat^{1/} and Pimjai Sehanam^{1/}

Abstract: Strawberry fruit var. Toyonoka was coated with chitosan 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 percent and then stored at 5^o celcius. The results showed that, coating with chitosan 1.5 and 2.0 percent could maintain freshness better than non coating fruit. This difference began on day 11 of storage. Moreover strawberry coated with 1.5 and 2.0 percent chitosan showed less fungal infection than the uncoated one. Chitosan coating has no effect on quality such as skin color, flesh color, total soluble solids, titratable acidity and flesh firmness of strawberry fruit.

บทคัดย่อ: ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Toyonoka เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ช่วยรักษาความสดของผลสตรอเบอรี่ได้ดีกว่าการไม่เคลือบผิว โดยจะเริ่มเห็นความแตกต่างในวันที่ 11 ของการเก็บรักษา นอกจากนั้นผลสตรอเบอรี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ยังมีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของเชื้อราต่ำกว่าผลที่ไม่ได้เคลือบผิว การเคลือบผิวด้วยไคโตซานไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพ เช่น สีผิว สีเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ได้เตรทได้ และความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่

Index words: สตรอเบอรี่ ไคโตซาน การเคลือบผิว คุณภาพ ผลเน่า

Strawberry, Chitosan, Coating, Quality, Fruit rot

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

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

คำนำ

สตรอเบอรี่ เป็นผลไม้เศรษฐกิจบนที่สูงในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ในแต่ละปีพื้นที่ปลูกสตรอเบอรี่ที่อยู่ในเขตจังหวัดเชียงใหม่และเชียงรายมีไม่ต่ำกว่า 3,000 ไร่ และให้ผลผลิตเกือบหนึ่งหมื่นตัน สามารถทำรายได้เป็นมูลค่านับร้อยล้านบาท (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2543) การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวสตรอเบอรี่มีปัญหาสำคัญเกิดขึ้นหลายประการ เช่น การที่สตรอเบอรี่มีอายุการวางจำหน่ายสั้นเพียง 2-3 วัน เพราะมักเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อรา *Rhizopus* sp. นอกจากนี้สตรอเบอรี่ยังแสดงอาการผิวแห้งในระหว่างการวางจำหน่าย ทำให้คุณภาพลดลง การแก้ไขปัญหาดังกล่าวจะช่วยทำให้เกษตรกรมีรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตมากขึ้น การเคลือบผิวผลไม้โดยเฉพาะการใช้สารที่บริโภคได้ช่วยจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในผลผลิต ทำให้มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และลดปริมาณออกซิเจนภายในผลทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลง ซึ่งช่วยให้ผลผลิตมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น และคุณภาพดี (दनัยและนริยา, 2535) ผลงานวิจัยหลายเรื่องที่แสดงให้เห็นว่าไคโตซานซึ่งเป็นอนุพันธ์ของไคติน (สุวลี, 2542) สามารถใช้เคลือบผิวของผลผลิตพืชสวนได้ เช่น ไพร์ตัน และคณะ (2536) ใช้ไคโตซาน 1.25 เปอร์เซ็นต์ เคลือบผิวผลมะนาวแล้วสามารถยืดระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงสีผิวมะนาวได้ Zhang and Quantick (1997) เคลือบผิวผลลิ้นจี่ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.0 หรือ 2.0 เปอร์เซ็นต์สามารถชะลอการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่ได้ El-Ghaouth *et al.* (1992) ศึกษาการเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่ด้วยไคโตซานเข้มข้น 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไคโตซานช่วยยับยั้งการเกิดเชื้อราที่ผิวของผลสตรอเบอรี่ได้ไม่แตกต่างจากสารเคมีฆ่า

เชื้อรา นอกจากนี้ยังช่วยรักษาคุณภาพของผลสตรอเบอรี่ให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อรักษาคุณภาพของสตรอเบอรี่โดยการเคลือบผิวด้วยสารประกอบ ไคโตซาน

วิธีการทดลอง

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Toyonoka ที่เก็บเกี่ยวในระยะการสุก 70 เปอร์เซ็นต์ จากสวนเกษตรกรบ้านแม่แฮ อำเภอมะเข่ จังหวัดเชียงใหม่

เคลือบผิวผลสตรอเบอรี่โดยการจุ่มผลสตรอเบอรี่ลงในสารละลายไคโตซาน เข้มข้น 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ แล้วผึ่งบนกระดาษบางสีขาวซึ่งวางอยู่บนฟองน้ำจนผลสตรอเบอรี่แห้งแล้วจึงบรรจุผลสตรอเบอรี่ลงถาดโฟม ถาดละ 15 ผล ซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 150 กรัม แล้วหุ้มด้วยแผ่นพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส บันทึกลักษณะปรากฏและการเกิดเชื้อราทุกวันจนหมดอายุการเก็บรักษา ส่วนคุณภาพทางกายภาพและเคมี บันทึกผลทุก 2 วัน โดยวิเคราะห์การสูญเสีย น้ำหนัก ความแน่นเนื้อโดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Kiya Seisakusho) รุ่น UB ขนาด 1 กรัม หัววัดรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร สีผิวและสีเนื้อโดยใช้เครื่องวัดสี Chromameter (Minolta CR300) ซึ่งบันทึกค่าในระบบ CIELAB วัดค่า L^* และ b^* แล้วคำนวณหาค่า chroma และค่า hue ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้โดยเครื่อง Refractometer รุ่น N1 (Atago, 0-32 องศาบริกซ์) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้โดยการไตเตรทด้วย NaOH 0.1 N ปริมาณวิตามินซีโดยวิธีการไตเตรทด้วยสารละลาย 2,6-dichloroindophenol และปริมาณแอนโทไซยานินตามวิธีของ Ranganna (1977)

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 5 วิธีการ ซึ่งเป็นความเข้มข้นของไคโตซาน แต่ละวิธีการมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยผลสตรอเบอรี่ 15 ผล

ผลการทดลอง

เมื่อเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่นาน 3 และ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความสดและการเข้าทำลายของเชื้อราในผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Toyonoka ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษานาน 11 วัน การเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลสตรอเบอรี่มีความสดมากกว่าการไม่เคลือบผิวคือ มีคะแนนความสด

เท่ากับ 2.50 และ 2.55 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งผลสตรอเบอรี่มี ผิวเหี่ยว กลีบเลี้ยงมีสีเหลือง ในขณะที่ผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวมีคะแนนความสดเท่ากับ 2.22 ซึ่งผลสตรอเบอรี่มีผิวเหี่ยวมาก กลีบเลี้ยงเป็นสีน้ำตาลปนเหลือง ลักษณะปรากฏของสตรอเบอรี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานดีกว่ากลุ่มที่ไม่เคลือบผิว เพราะผิวเหี่ยวน้อยกว่าและกลีบเลี้ยงมีสีเหลืองยังไม่ปรากฏสีน้ำตาล เมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน ผลสตรอเบอรี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีความสดมากกว่ากลุ่มที่ไม่เคลือบผิว ส่วนในด้านการเข้าทำลายของเชื้อรานั้น ผลปรากฏว่า ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษานาน 11 วัน โดยเคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีการเกิดเชื้อราเท่ากับ 5.00 และ 5.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าการเกิดเชื้อราบนผลสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว ซึ่งมีการเข้าทำลายของเชื้อราเท่ากับ 10.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

Table 1 Freshness and fungal infection of strawberry fruit var. Toyonoka coated with chitosan and stored at 5° celcius.

Chitosan Concentration (%)	Freshness				Fungal infection (%)			
	3 days	7 days	11 days	15 days	3 days	7 days	11 days	15 days
0.00	4.91	3.42	2.22b	1.82b	0.00	2.22	10.00a	21.67a
0.50	4.95	3.43	2.14bc	1.80b	0.00	3.61	11.11a	21.11a
1.00	4.98	3.47	2.09c	1.76b	0.00	3.89	11.39a	20.28ab
1.50	4.95	3.42	2.50a	2.12a	0.28	0.83	5.00b	15.28bc
2.00	4.98	3.53	2.55a	2.16a	0.00	1.94	5.28b	13.61c
LSD _{0.05}	0.73	0.54	0.56	0.59	0.39	2.74	3.65	5.39
C.V. (%)	4.34	3.40	3.46	3.95	38.74	60.20	23.46	16.12

Means with different letters in the same column differ significantly ($P < 0.05$)

การเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่ด้วยไคโตซานแล้วเก็บรักษานาน 15 วัน ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ โดยผลสตรอเบอรี่มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้อยู่ระหว่าง 0.98-1.03 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษานาน 15 วัน การเคลือบผิวยังไม่มีผลกระทบต่อ

ต่อปริมาณวิตามินซี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณแอนโทไซยานินและความแน่นเนื้อ (ตารางที่ 2 และ 3) นอกจากนี้การเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่ด้วยไคโตซานความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลกระทบต่อสีผิวและสีเนื้อของผลสตรอเบอรี่ (ตารางที่ 4)

Table 2 Chemical compositions of strawberry fruit var. Toyonoka coated with chitosan and stored at 5° celcius for 7 days.

Chitosan Concentration (%)	Titrateable acidity (%)	Vitamin C (mg/100 g)	Total soluble solids (%)	Anthocyanins (mg/100 g)	Firmness (kg)
0.00	0.98	67.52ab	8.88	25.05a	0.07c
0.50	0.96	66.37b	8.82	24.10a	0.08bc
1.00	1.00	67.70ab	8.73	27.19a	0.14ab
1.50	0.91	68.57a	8.40	22.20a	0.10ab
2.00	0.90	69.03a	8.65	16.12b	0.15a
LSD _{0.05}	0.09	2.00	0.54	5.63	0.06
C.V. (%)	5.25	1.62	3.40	13.49	30.71

Means with different letters in the same column differ significantly ($P < 0.05$)

Table 3 Chemical compositions of strawberry fruit var. Toyonoka coated with chitosan and stored at 5° celcius for 15 days.

Chitosan Concentration (%)	Titrateable acidity (%)	Vitamin C (mg/100 g)	Total soluble solids (%)	Anthocyanins (mg/100 g)	Firmness (kg)
0.00	1.01	68.15	8.23abc	22.30	0.13c
0.50	1.03	68.13	8.01bc	23.49	0.20ab
1.00	0.98	68.67	8.47ab	23.86	0.21a
1.50	0.99	67.63	7.83c	23.39	0.17abc
2.00	1.00	68.57	8.82a	23.25	0.14bc
LSD _{0.05}	0.06	4.70	0.59	4.85	0.06
C.V.(%)	3.15	3.79	3.95	11.46	20.38

Means with different letters in the same column differ significantly ($P < 0.05$)

ในระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน ผลสตอเบอรี่มีการปรากฏของเชื้อราเพิ่มขึ้น โดยเริ่มปรากฏเชื้อราขึ้นในวันที่ 5 หลังจากนั้นการปรากฏของเชื้อราเพิ่มขึ้น

ในทุกวิธีการ (ภาพที่ 1) สำหรับกรดที่ไดเตรทได้ และของแข็งที่ละลายได้ในระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน มีปริมาณค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 1)



Figure 1 Fungal infection of strawberry fruit coated with chitosan stored at 5° celcius for 13 days.

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าไคโตซานสามารถทำให้ผลสตอเบอรี่มีความสดมากกว่าผลสตอเบอรี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวและไคโตซานยังทำให้ผลสตอเบอรี่มีเชื้อราเกิดขึ้นน้อยกว่าปกติด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของวิเชียร (2541) ซึ่งพบว่าไคโตซานที่ใช้เคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยสามารถชะลอการเกิดโรคได้ดี นอกจากนั้น EI Ghaouth *et al.* (1992) พบว่า ไคโตซาน 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ที่เคลือบผิวผลสตอเบอรี่ทำให้การเกิดโรคจากเชื้อรา *Botrytis cinerea* และ *Rhizopus stolonifer* ลดลง และกลไกการระงับการเกิดโรค

เกิดจากคุณสมบัติของไคโตซานในการยับยั้งเชื้อรามากกว่าความสามารถในการกระตุ้นการทำงานของ chitinase และ β 1,3-glucanase ไคโตซานสามารถลดอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อราโดยยับยั้งการเจริญเติบโตและการงอกของสปอร์ โดยมีการศึกษาของ Du *et al.* (1992) แสดงให้เห็นว่าไคโตซานสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์และการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Botrytis cinerea* ได้ โดยอาจจะเป็นเพราะไคโตซานกระตุ้นให้เกิดสารบางชนิดที่สามารถชะงักการงอกของสปอร์เชื้อราได้ ในการทดสอบเคลือบผิวลิ้นจี่ด้วยไคโตซาน พบว่า ไคโตซานช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลลิ้นจี่ และยับยั้งการเกิดโรคได้ในระหว่างการเก็บรักษา (Zhang and Quantick, 1977)

จากผลการทดลองพบว่า ไคโตซานไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลสตรอเบอรี่ อาจจะเป็นเพราะว่าสตรอเบอรี่เป็นผลไม้ประเภทบ่มไม่สุก (non climacteric) ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลหลังการเก็บเกี่ยว และในการทดลองได้ใช้ผลสตรอเบอรี่ซึ่งมีสีแดง 70-80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการสุกเกือบเต็มที่แล้ว กระบวนการเปลี่ยนแปลงสีจึงเกิดขึ้นอีกไม่มาก จากผลการทดลองพบว่าไคโตซานไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลสตรอเบอรี่ สอดคล้องกับรายงานของ Miszczak *et al.* (1995) ซึ่งพบว่า การเคลือบผิวผลสตรอเบอรี่ด้วยสารไคโตซานไม่มีผลกระทบต่อปริมาณแอนโทไซยานินในผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Kent ขณะที่มีการวิจัยหลายเรื่องที่แสดงให้เห็นว่าไคโตซานช่วยรักษาสีของผลไม้ประเภทส้มซึ่งเป็นผลไม้ชนิดบ่มไม่สุกเช่นกัน (Dien and Binh, 1996) นอกจากนี้ ไพรัตน์และคณะ (2536) พบว่า ไคโตซานช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลมะนาวได้

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สรุปได้ว่า ไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อราบนผิวสตรอเบอรี่ได้โดยไม่แตกต่างจากไคโตซาน 2.0 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นควรเลือกใช้ไคโตซาน 1.5 เปอร์เซ็นต์ เพราะประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าการใช้ไคโตซาน 2.0 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามผลของไคโตซานต่อความสดของผลสตรอเบอรี่ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ เพราะแม้ว่าการเคลือบผิวด้วยไคโตซานจะทำให้ผลสตรอเบอรี่มีคุณภาพดีกว่าการไม่เคลือบผิว แต่ลักษณะของผลสตรอเบอรี่หมดอายุการเก็บรักษาไปแล้ว โดยจากการทดลองไม่สามารถบอกได้ว่าผลสตรอเบอรี่หมดอายุการเก็บรักษาในวันที่เท่าไร แต่สามารถบอกได้คร่าวๆ ว่าอยู่ระหว่างวันที่ 7 ถึง 11 ของการเก็บรักษา ในการศึกษาค้นคว้าต่อไปจึงควรศึกษาหาวันที่ผลสตรอเบอรี่หมดอายุการเก็บรักษาระหว่างผลที่เคลือบผิวและ

ไม่เคลือบผิวเปรียบเทียบกัน นอกจากนั้น ควรพัฒนาวิธีการเคลือบผิวให้ไปสู่ระดับ การค้าได้

เอกสารอ้างอิง

- กองพัฒนาเกษตรที่สูง. 2543. การปลูกสตรอเบอรี่. สำนักปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 91 น.
- ดนัย บุญเกียรติ และนิธิยา รัตนพานนท์. 2535. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 145 น.
- ไพรัตน์ โสภโณคร, สุทธิวัฒน์ เบญจกุล และวิคนตร พระพุทธร. 2536. การใช้ไคโตแซนเป็นสารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะนาว. วารสารสงขลานครินทร์. 15(3):259-265.
- วิเชียร เลี่ยมนาค. 2541. ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตแซนต่อการควบคุมโรค และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงน้ำดอกไม้และเขียวเสวย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 118 หน้า.
- สุวลี จันทร์กระจ่าง. 2542. สารไคตินและไคโตซานผลิตภัณฑ์ธรรมชาติและการประยุกต์ใช้ประโยชน์. เอกสารสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง ความร่วมมือของภาครัฐ และเอกชนในการพัฒนาการผลิตและการใช้สารไคติน - ไคโตซานแบบครบวงจร. น. 1-17.
- Dien, L.D. and T.Q. Binh. 1996. Research on using chitosan for storage of oranges in Vietnam. Proceeding of 2 Asia Pacific Symposium, Bangkok : 200-211.
- Du, J.,H. Gemma and S. Iwaholi. 1988. Effect of chitosan coating on storability and on the ultrastructural changes of "Jonagold" apple fruit in storage. Food Preservation Science. 24(1):23-29.
- Ghaout, A.El, J. Aul, J. Grenier and A. Asselin. 1992. Antifungal activity of chitosan on two postharvest

- pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology*, 82 (4):398-402.
- Miszczak, A., C.F. Forney and R.K. Prange. 1995. Development of aroma volatile and color during postharvest ripening of "Kent" strawberries. *J. Amer.Soc.Hort.Sci.* 120(4):650-655.
- Ranganna, S. 1977. *Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products*. McGraw Hill. Publishing Co. Ltd, New Delhi. 634 p.
- Zhang, D. and P.C. Quantick. 1997. Effect of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. *Post.Biol. Tech.* 12:195-202.
-

ผลของอุณหภูมิสูงต่อการลดอาการสะท้อนหนาว
ของผลลำไยพันธุ์ดอ

Effect of High Temperature on Reduction
of Chilling Injury of Longan Fruit cv. Daw

ไพศอล หะยีสานและ^{1/} และ ดนัย บุญเกียรติ^{1/}

Paisol Hayeesaleh^{1/} and Danai Boonyakiat^{1/}

Abstract: Effect of hot water on the reduction of chilling injury of longan fruit cv. Daw was studied. The fruits were dipped into hot water at 40, 45 and 50°C for 5 minutes and stored at 1°C for 5 days. The results showed that the chilling injury of longan fruit could not be reduced by hot water dipping. The hot water at 50°C caused the outer and inner peel color became dark. The electrolyte leakage of longan skin and flesh were 17.47 % and 49.01 % respectively. Weight loss was 5.14 % and hot water treatment has no effect on disease incidence aroma and flavor of longan.

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของน้ำร้อนต่อการลดอาการสะท้อนหนาวของผลลำไยพันธุ์ดอ โดยนำผลลำไยมาแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ผลการทดลองแสดงว่าการใช้น้ำร้อนไม่สามารถลดอาการสะท้อนหนาวของผลลำไยได้และน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสยังส่งผลทำให้สีเปลือกด้านนอกและด้านในมีสีเข้ม มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของเปลือกและเนื้อผลลำไยเท่ากับ 17.47 และ 49.01 % ตามลำดับ การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.14 % น้ำร้อนไม่มีผลต่อระดับการเน่าเสีย การเกิดกลิ่นและรสชาติ

Index words: อุณหภูมิสูง อาการสะท้อนหนาว ผลลำไย
high temperature, chilling injury, longan

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

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

คำนำ

ลำไย (Longan) จัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์อยู่หลายชื่อคือ *Euphoria longana* Lam.; *Euphoria longan* Strend.; *Nephelium longana* Camb. และ *Dimocarpus longan* Lour. (พาวัน, 2543) โดยมีแหล่งกำเนิดในเขตกึ่งร้อนบนพื้นที่ราบของศรีลังกา ภาคใต้ของอินเดีย พม่า และจีน และมีการปลูกเป็นการค้าอยู่ในประเทศจีนตอนใต้ ภาคกลางของไต้หวัน และภาคเหนือของประเทศไทย

ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวผลลำไยสดแล้วจะมีการเก็บรักษาเพื่อรอจำหน่ายหรือช่วงขนส่งไปยังต่างประเทศมักใช้ห้องเย็นหรืออุณหภูมิต่ำ ซึ่งการใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาทำให้ผลลำไยเกิดอาการสะท้อนหนาวได้ เช่น ผลลำไยพันธุ์ดอกเกิดอาการสะท้อนหนาวขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 3-4 วัน และยังสามารถเกิดอาการสะท้อนหนาวได้เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ โดยมีลักษณะอาการสะท้อนหนาวดังนี้ ผิวของเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีคล้ำลงทั้งด้านในและด้านนอก เน่าเสียง่าย รสชาติผิดปกติ และมีการร่วงไหลของสารอิเล็กโทรไลต์จากเนื้อเยื่อของเปลือกมากขึ้นกว่าผลลำไยปกติ (दनัยและคณะ, 2543) หากสามารถทำให้ผลิตผลที่อ่อนแอต่ออาการสะท้อนหนาว มีความต้านทานต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาวหรือสามารถชะลอการพัฒนาของอาการสะท้อนหนาวให้เกิดช้าลงได้ จะทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตผลไว้ที่อุณหภูมิต่ำได้นานขึ้น (Wang, 1990) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้อุณหภูมิสูงก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อการลดอาการสะท้อนหนาวของผลลำไย

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) มี 4 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยผลลำไย 8 กิโลกรัม

วิธีการทดลอง

ผลลำไยพันธุ์ดอกที่เก็บเกี่ยวมาจากสวนเกษตรกรที่อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ นำมาคัดแต่งก้าน คัดเลือกผลที่เสียหายและไม่ได้ขนาดออก นำผลลำไยไปแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ผึ่งให้ผิวภายนอกแห้ง หลังจากนั้นบรรจุใส่กล่องกระดาษขนาดกว้าง x ยาว x สูงเท่ากับ 29 x 41.80 x 9 เซนติเมตร ที่มีรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ด้านละ 2 รู รวมจำนวน 4 รู เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ผลทุกวัน

การบันทึกผลการทดลอง

1. วัดการเปลี่ยนแปลงสีผิว โดยเครื่อง Chroma-meter ของบริษัท Minolta
2. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
3. ปริมาณวิตามินซีในเนื้อผลลำไย โดย วิธีไตเตรทด้วยสารละลาย indophenol
4. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก
5. การร่วงไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของเปลือกและเนื้อ โดยวัดการนำไฟฟ้า ด้วยเครื่อง conductivity meter ของบริษัท Hanna รุ่น NI 8819 N
6. ระดับการเน่าเสีย โดยการสุ่มนับผลลำไยจำนวน 10 ผลต่อซ้ำ แล้วให้คะแนนตามระดับความรุนแรงของการเน่าเสีย

7. ประเมินคุณภาพโดยผู้ทดสอบชิม (test panel assessments) โดยประเมินกลิ่นและรสชาติของเนื้อลำไย

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกด้านนอกและด้านในผลลำไยพันธุ์ดอ

การเก็บรักษาผลลำไยที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน พบว่า ค่า L^* ของเปลือกด้านนอกผลลำไยในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า C^* ของเปลือกด้านนอกผลลำไยที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 45 องศาเซลเซียส แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน เท่ากับ 35.62 และ 34.85 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่า C^* ของผลลำไยที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 28.84 ส่วนค่า Hue ของเปลือกด้านนอกผลลำไยที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 75.24 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลลำไยที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 45 องศาเซลเซียสและผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อนซึ่งมีค่าเท่ากับ 80.81, 79.38 และ 79.07 ตามลำดับ แสดงว่าเปลือกด้านนอกผลลำไยที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีสีคล้ำที่สุดและค่า L^* , C^* และค่า Hue ของเปลือกด้านในผลลำไยพันธุ์ดอในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่า L^* และค่า Hue ของเปลือกด้านในผลลำไยที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสต่ำกว่าผลลำไยในกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 1) และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นสีเปลือกด้านในผลลำไยที่

ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีสีคล้ำที่สุด แสดงว่า การใช้ น้ำร้อนเพื่อแช่ผลลำไยนั้น มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกด้านนอกและด้านใน ทำให้เกิดสีคล้ำลงและสามารถทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตผลได้ (จริงแท้, 2542) เช่น เกิดจุดสีน้ำตาลหรือเป็นสีเหลืองในกรณีของผัก เช่น แตงกวา (Chan and Linse, 1989) หรืออาจเกิดสีคล้ำภายใน (Lurie, 1998)

2. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อนแล้วเก็บรักษานาน 5 วัน มีค่าเท่ากับ 18.32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียสก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18.10, 18.56 และ 18.10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แสดงว่าอุณหภูมิสะท้อนขาวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และการใช้อุณหภูมิสูงเพื่อแช่ผลลำไยก่อนการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานของคณัยและคณะ (2543) ที่รายงานว่าการเก็บรักษาผลลำไยที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานของ Paull and Chen (1987) ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยมากระหว่างการเก็บรักษาผลลำไยที่อุณหภูมิ 4 และ 22 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน แต่เมื่อเก็บรักษาผลลำไยนานขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าลดลง (ภาพที่ 1a)

Table 1 L*, C* and Hue of outer and inner skin of longan fruits treated with hot water dip before storage at 1 °C for 5 days.

Treatment	Outer skin			inner skin		
	L*	C*	Hue	L*	C*	Hue
Untreated longan fruits (control)	47.05	32.32 ab	79.07 a *	72.97	25.25	91.53
Hot water dip at 40 °C, 5 min	46.97	35.62 a	80.81 a	72.52	25.32	91.46
Hot water dip at 45 °C, 5 min	46.15	34.85 a	79.38 a	70.03	24.40	89.28
Hot water dip at 50 °C, 5 min	44.73	28.84 b	75.24 b	68.46	25.51	88.13
LSD _{0.05}	NS	3.71*	3.12 *	NS	NS	NS
CV (%)	2.84	5.99	2.11	2.65	2.00	2.01

* Means within column followed by different letter are significantly different at P>0.05

Table 2 Total soluble solids (TSS), vitamin C (VC), weight loss (WL), electrolyte leakage of skin (ELp) and flesh (ELf) of longan's fruits treated with hot water dip before storage at 1 °C for 5 days.

Treatment	TSS	VC	WL	ELs	ELf
	(%)	(mg/100g)	(%)	(%)	(%)
Untreated longan fruits (control)	18.32 ab	61.11 a	2.22 c*	18.36	47.15
Hot water dip at 40 °C, 5 min	18.10 b	54.25 b	3.76 b	14.96	47.68
Hot water dip at 45 °C, 5 min	18.56 a	49.25 c	4.23 b	16.68	45.53
Hot water dip at 50 °C, 5 min	18.10 b	48.88 c	5.14 a	17.47	49.01
LSD _{0.05}	1.01*	2.99*	0.56*	NS	NS
CV (%)	0.35	2.97	7.82	3.99	9.36

* Means within column followed by different letter are significantly different at P>0.05

3. ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อนมีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 61.11 มิลลิกรัม/100 กรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณวิตามินซีของผลลำไยในกรรมวิธีอื่นและปริมาณวิตามินซีมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิร้อนที่ใช้ในการแช่ผลลำไยเพิ่มขึ้นคือผลลำไยที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 54.25, 49.25 และ 48.88 มิลลิกรัม/100 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 2) และปริมาณวิตามินซีมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณวิตามินซีที่ลดลงอาจเกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม์หลายชนิด เช่น กรดแอสคอร์บิกออกซิเดส โพลีฟีนอลออกซิเดส และเพอร์ออกซิเดส ที่มีอยู่ในผลิตผล ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้สามารถออกซิไดซ์วิตามินซีได้มากขึ้นที่อุณหภูมิสูง นอกจากนั้นผลลำไยยังมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้อุณหภูมิสูงขึ้นในการแช่ผลลำไย ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินซีเพิ่มขึ้นด้วย (จริงแท้, 2542)

4. การสูญเสียน้ำหนัก

วันที่ 5 ของการเก็บรักษา พบว่าผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนก่อนการเก็บรักษา มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด เท่ากับ 2.22 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลลำไยที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 3.76, 4.23 และ 5.14 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และยังพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นผลลำไยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1b) แสดงว่าการแช่ผลลำไยในน้ำร้อนก่อนการเก็บรักษาทำให้ผลลำไยสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่ในน้ำร้อน

ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิของน้ำร้อนที่สูงซึ่งใช้ในการแช่ผลลำไยมีผลทำให้เซลล์ผิวและชั้นคิวติเคิลเกิดการเสียหาย สอดคล้องกับเพชรดา (2540) รายงานว่าพริกหวานที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 45 นาทีก่อนการเก็บรักษา มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าพริกหวานที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาและเช่นเดียวกับเรนสวอร์ (2541) รายงานว่าการใช้ความร้อน 34 และ 38 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงก่อนการเก็บรักษาปรากฏว่าผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาเกิดการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อน

5. การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์

การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของเปลือกและเนื้อผลลำไยที่เก็บรักษานาน 5 วัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของเปลือกผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อนมีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18.36 เปอร์เซ็นต์ ผลลำไยที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เท่ากับ 14.96, 16.68 และ 17.47 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของเนื้อผลลำไยที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50, 45, 40 และผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่ น้ำร้อนมีค่าเท่ากับ 49.01, 45.53, 47.68 และ 47.15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แสดงว่าการใช้น้ำร้อนไม่มีผลต่อการลดอาการสะท้อนหวาน เนื่องจากค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สามารถใช้บ่งชี้ถึงการเกิดอาการสะท้อนหวานได้ ดังเช่น ดนัยและคณะ (2543) ซึ่งรายงานว่าผลลำไยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เพิ่มมากในวันที่ 5-6 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับ King and Ludford (1983)

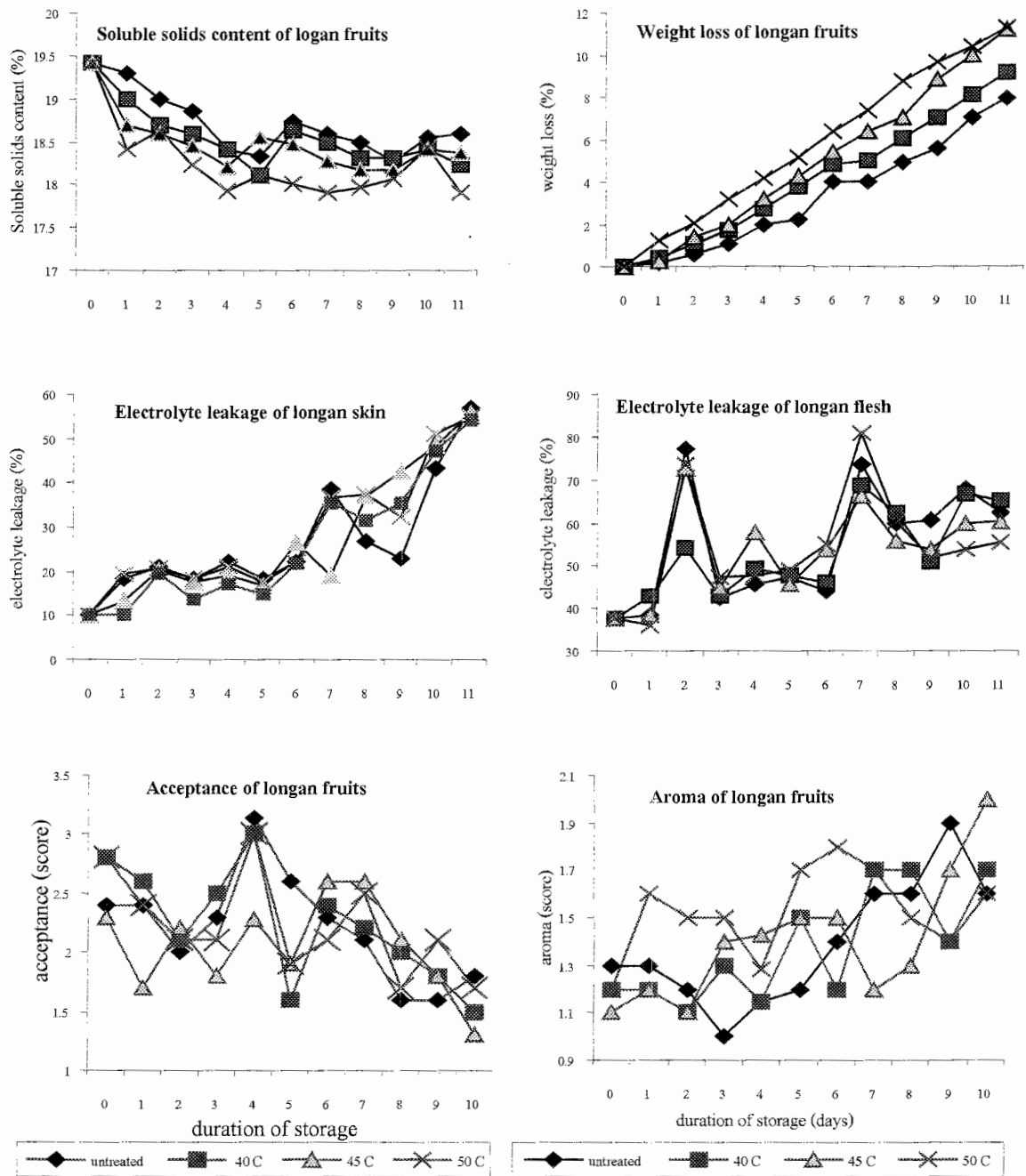


Figure 1 Soluble solids content, weight loss, electrolyte leakage of skin and flesh, acceptance and flavor of longan fruits treated with hot water dip before storage at 1 °C for 10 and 11 days .

ซึ่งรายงานว่า การร่วงไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ที่เกิดจากอุณหภูมิต่ำ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของฟอสโฟลิปิดซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เซลล์เกิดความเสียหายและยอมให้สารผ่านเข้าออกได้ง่าย จึงทำให้มีการร่วงไหลของสารอิเล็กโตรไลต์มากเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาว (दन्य, 2540) ส่วนการร่วงไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลลำไยมีความผันแปรในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพที่ 1d) แสดงว่าการร่วงไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลลำไยไม่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ว่าผลลำไยแสดงอาการสะท้านหนาว เช่นเดียวกับผลไม้หลายชนิดที่การร่วงไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ไม่สัมพันธ์กับอาการสะท้านหนาว เช่น มะม่วง และพริกหวานเป็นต้น (เพชรดา, 2540)

6. ระดับคะแนนการเน่าเสีย

ผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อนและผลลำไยที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียสในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีระดับคะแนนการเน่าเสียอยู่ในช่วงไม่เกิดการเน่าเสียเลย จนถึงเน่าเสีย 1-25% ของพื้นที่ผล ดังนี้ 1.20, 1.90, 1.70 และ 1.20 คะแนนตามลำดับ (ตารางที่ 3) แสดงว่าการใช้น้ำร้อนในการแช่ผลลำไยก่อนการเก็บรักษานั้นไม่มีผลต่อการลดระดับการเน่าเสียของผลลำไยได้ สอดคล้องกับธนสวรรค์ (2541) รายงานว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน แสดงอาการสะท้านหนาวโดยเนื้อเยื่อผิวผลเกิดการยุบตัว มีการร่วงไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ และผลมะม่วงมีการเน่าเสียมาก การเน่าเสียของผลลำไยอาจเกิดจากการร่วงไหลของสารภายในเซลล์ที่เกิดอาการสะท้านหนาว ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ จึงส่ง

ผลทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายและเจริญได้ดี ทำให้ผลลำไยเน่า (दन्य, 2540)

7. การยอมรับโดยผู้ทดสอบชิม

การประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิม พบว่าวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน 2.60 คะแนนซึ่งแสดงว่าผู้ทดสอบชิมมีความชอบเล็กน้อยถึงปานกลางและไม่มีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลลำไยที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50, 45 และ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งมีระดับคะแนนการยอมรับเท่ากับ 1.90, 1.90 และ 1.60 คะแนนตามลำดับ แสดงว่าผู้ทดสอบชิมมีความชอบอยู่ในช่วงระหว่างไม่ชอบกับชอบเล็กน้อยและการยอมรับของผู้ทดสอบชิมมีระดับคะแนนที่ลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 1e) สัมพันธ์กับคุณภาพของผลลำไย และพบว่าในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อนแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูงที่สุด อาจเป็นเพราะว่าผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อนไม่เกิดการสูญเสีย เนื่องจากความร้อนที่ใช้ในการแช่ผลลำไย

8. การประเมินกลิ่นผิดปกติ

การประเมินกลิ่นของผลลำไยโดยผู้ทดสอบชิมในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาพบว่าผลลำไยที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 40, 45 และ 50 องศาเซลเซียส และผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน มีกลิ่นที่ไร้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 1.50, 1.50, 1.70 และ 1.20 คะแนนตามลำดับ (อยู่ในช่วงระหว่างกลิ่นปกติกับผิดปกติ) แสดงว่า ผลลำไยในทุกกรรมวิธีการทดลองมีการ

เปลี่ยนแปลงจากกลิ่นปกติเป็นกลิ่นหมักเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้น ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเก็บรักษาผลลำไยที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เกิดการหายใจผิดปกติ จึงเกิดการสะสมสารพิษ เช่น อะซิโธลิดีไฮด์และเอทานอล เป็นต้น นอกจากนี้สาร

พิษบางชนิดอาจเกิดจากการที่ออกซิเจนในเนื้อเยื่อต่างๆ สูงเกินไป เพราะมีการหายใจแบบใช้ออกซิเจนน้อยและมีเอนไซม์ออกซิเดสเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้ได้สารพวกเปอร์ออกไซด์ในเซลล์ (คณัย, 2540) และคะแนนการประเมินกลิ่นผิดปกติมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 1f)

Table 3 Decay incidence, acceptance of test panel to aroma of longan fruits treated by hot water dip before storage at 1 °C for 5 days.

Treatment	Decay incidence (score)	Acceptance (score)	Aroma (score)
Untreated longan fruits (control)	1.20	2.60	1.20
Hot water dip at 40 °C, 5 min	1.90	1.60	1.50
Hot water dip at 45 °C, 5 min	1.70	1.90	1.50
Hot water dip at 50 °C, 5 min	1.20	1.90	1.70
LSD _{0.05}	NS	NS	NS
CV (%)	22.60	47.58	33.33

* Means within column followed by different letter are significantly different at $P > 0.05$

The score of acceptance, aroma and decay

-rate of decay

1= 0 % of surface area was decay

2= 1-2 5% of surface area was decay

3= 26-50 % of surface area was decay

4= 51-75 % of surface area was decay

5= 76-100 % of surface area was decay

- acceptance

1= dislike extremely

2= like slightly

3= like moderately

4= like extremely

-evaluated of aroma

1= normal

2= abnormal

สรุปผลการทดลอง

การแช่ผลลำไยในน้ำร้อนก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีการร่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ไม่แตกต่างจากผลลำไยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำร้อน และการแช่น้ำร้อนยังมีผลทำให้เปลือกด้านในผลมีสีเข้มขึ้น การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระดับอุณหภูมิที่แช่ผลลำไย และนอกจากนี้การสูญเสียวิตามินซีลดลงเมื่อมีการใช้น้ำร้อนอุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

เอกสารอ้างอิง

- จรัสแท้ สิริพานิช. 2542. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 น.
- คณัฏ บุญยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 225 น.
- คณัฏ บุญยเกียรติ นิธิยา รัตนพานนท์และทองใหม่ แพทย์ ไขโย. 2543. การเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิต่ำ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 63 น.
- ชเนศวร์ สิริระแก้ว. 2541. ผลของความร้อนต่ออาการสะท้อนหวานของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 125 น.
- พาวิน มะโนชัย. 2543. ลำไย. สาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 155 น.
- เพชรดา อยู่สุข. 2540. ผลของการใช้ความร้อนและสารละลายแคลเซียมต่ออาการสะท้อนหวานในพริกหวาน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 118 น.
- Chan, H.T. and E. Linse. 1989. Conditioning cucumbers for quarantine heat treatments. HortScience. 24: 985-989.
- King, M.M. and P.M. Ludford. 1983. Chilling injury and electrolyte leakage in fruit of different tomato cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(1): 74-77.
- Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatment. Post. Bio. And Tech. 14: 257-269.
- Paull, R.E. and N.J. Chen. 1987. Changes in longan and rambutan during postharvest storage. HortScience 22: 1303-1304.
- Wang, C.Y. 1990. Chilling Injury of Horticultural Crops. CRC Press Inc., Boca Raton Florida. 313 p.

การขาดธาตุอาหารในหงส์เหิน

Deficiency of Mineral Nutrients in *Globba* spp.

วัชรพล บำเพ็ญอยู่^{1/} และโสระยา ร่มรังษี^{1/}

Watcharaphon Bumphenyoo^{1/} and Soraya Ruamrungsri^{1/}

Abstract: Effects of mineral nutrient deficiencies on growth development and deficiency symptom were studied in globba. Plants were grown in sand which supplied with 6 treatments of different nutrient solutions. Treatment 1 : the solution consisted of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and trace elements, treatment 2 – 5 : the solution lacked of N, P, K or Ca, respectively and treatment 6 : plants were fed with nutrient free solution (water). The data was collected in every 2 weeks. The results showed that the visible symptom in –N treatments : leaf was small, yellowish green and gradually turns in to yellow. Shoot growth was retarded, roots had few ramification and average height was 20.85 cm. The pink bract was pale, the number of racemes/cluster was 1.62 racemes and no floret. In P- deficient symptom, the mature leaf was dark green, plant height was 27.59 cm, floral bract was pale as same as to show in – N treatment, the number of racemes/cluster was 2.88 racemes. In –K treatment, it was also found that flower bract was pale, leaf was small and the number of racemes/cluster were 3.38 racemes. The Ca-deficient roots were brown and the raceme did not show deficiency symptom in this treatment.

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

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

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการขาดธาตุอาหารในหงส์เหิน การเจริญเติบโต และอาการขาดธาตุอาหาร โดยปลูกพืชในทราย และให้ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกันจำนวน 6 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ ธาตุอาหารรองครบถ้วน กรรมวิธีที่ 2 – 5 สารละลายขาดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม หรือแคลเซียม ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 6 ไม่ได้รับสารละลายธาตุอาหาร บันทึกผลการทดลองทุก 2 สัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่า หงส์เหินแสดงอาการขาดไนโตรเจนโดยมีอาการ ต้นแคระแกร็น มีความสูงเฉลี่ย 20.85 ซม. รากมีการแตกแขนงน้อย ใบมีขนาดเล็กเป็นสีเขียวอมเทา และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในที่สุด จำนวนช่อดอกต่อกอเฉลี่ย 1.62 ช่อและไม่มีดอกจริง ใบประดับมีสีชมพูสด อาการขาดฟอสฟอรัส ต้นมีความสูงเฉลี่ย 27.59 ซม. ใบแก่มีสีเขียวเข้ม จำนวนช่อดอกต่อกอเฉลี่ย 2.88 ช่อ ใบประดับมีสีชมพูสดเช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน อาการขาดโพแทสเซียมใบมีขนาดเล็ก มีจำนวนช่อดอกเฉลี่ย 3.38 ช่อ ใบประดับมีสีชมพูสด ส่วนต้นที่ขาดแคลเซียมปลายรากมีสีน้ำตาล ไม่พบอาการผิดปกติที่ช่อดอก

Index words : หงส์เหิน อาการขาดธาตุอาหาร
globba, deficiency symptom

คำนำ

ในปัจจุบันผู้ปลูกไม้ตัดดอกในต่างประเทศให้ความสนใจในการนำไม้ตัดดอกชนิดใหม่ ๆ เข้าสู่ตลาด และไม้ดอกเมืองร้อนได้รับความสนใจจากตลาดต่างประเทศมากขึ้น เนื่องจากมีลักษณะแปลกใหม่สีสันสวยงาม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542) ดังนั้นหากมีการคัดเลือกและพัฒนาพันธุ์ไม้ดอกเมืองร้อนที่เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศไทยมาใช้ประโยชน์ทั้งในเชิงไม้ตัดดอกและไม้กระถาง มีโอกาสแข่งขันกับพืชอื่นในตลาดต่างประเทศได้ (อดิสร, 2535) มีไม้ดอกเมืองร้อนของไทยหลายชนิดที่น่าจะมีสู่ทางการส่งออกได้รวมถึงหงส์เหิน ซึ่งเป็นไม้ตัดดอกพื้นเมืองที่ขึ้นอยู่ในป่าทั่วไปของประเทศไทย เป็นไม้ดอกที่ปลูกได้ดีในเกือบทุกสภาพพื้นที่ของประเทศ ดอกมีอายุการใช้งานนาน และเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจในการพัฒนาเพื่อเป็นไม้ดอกสำหรับส่งออกในอนาคต (พวงเพ็ญ, 2532 ; สุรวิช, 2539)

ประเทศไทยนับเป็นแหล่งผลิตไม้ดอกเมืองร้อนที่สำคัญของโลก ซึ่งรวมไปถึงหัวพันธุ์ไม้ดอกเมืองร้อนซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชพื้นเมืองที่มีการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์โดยนักวิชาการและเกษตรกรร่วมกันพัฒนาขึ้นมาโดยเริ่มส่งออกอย่างจริงจังเมื่อไม่นานมานี้ ไม้ดอกเมืองร้อนที่ผลิตหัวพันธุ์เพื่อส่งออกที่สำคัญในปัจจุบัน ได้แก่ ปทุมมา กระเจียว หงส์เหิน และบอนสี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับข้อมูลการปลูกเลี้ยง ซึ่งเท่าที่ผ่านมามีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการปลูกเลี้ยงหงส์เหินน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับธาตุอาหารซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต คุณภาพผลผลิต และเป็นสาเหตุหนึ่งของอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในแปลงปลูก ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาผลของการขาดธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโต ปริมาณการสะสมธาตุอาหาร และอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในหงส์เหิน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตเป็นการค้าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำต่อกรรมวิธี ใช้หัวพันธุ์หงส์เหิน (*Globba rosea* Gagnep.) ขนาดเล็ก มีรากสะสมอาหารจำนวน 2 ราก ยาว 3.0-4.0 เซนติเมตร จำนวน 120 หัว ปลูกหงส์เหินในถุงดำขนาด 4x8 นิ้ว โดยใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก เมื่อต้นเริ่มงอกจึงเริ่มให้สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีต่างกัันดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 (Control) พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ ธาตุอาหารรองครบถ้วน (ดังตารางที่ 1)

กรรมวิธีที่ 2 สารละลายขาดธาตุไนโตรเจน(-N)

กรรมวิธีที่ 3 สารละลายขาดธาตุฟอสฟอรัส (-P)

กรรมวิธีที่ 4 สารละลายขาดธาตุโพแทสเซียม (-K)

กรรมวิธีที่ 5 สารละลายขาดธาตุแคลเซียม (-Ca)

กรรมวิธีที่ 6 ไม่ได้รับสารละลายธาตุอาหาร (nutrient free)

Table 1 component of nutrient solution.

Element	Chemical substance	Concentration (ppm)
N	NH ₄ NO ₃	140
	NaNO ₃	60
P	Na ₂ HPO ₄	100
K	K ₂ SO ₄	100
Ca	CaCl ₂	100
trace elements : unilate 50 ppm		

การบันทึกผลการทดลองทุก 2 สัปดาห์ ในเรื่องของ ความสูงของต้น (ซม.) วัดจากโคนต้นถึงปลายใบที่สูงที่สุดโดยรวมใบ จำนวนดอกต่อกอ อาการผิดปกติเมื่อเกิดการขาดธาตุอาหาร

ผลการทดลอง

1. ความสูงของต้น

เริ่มวัดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 หลังการให้สารละลายธาตุอาหารกรรมวิธีต่าง ๆ จนกระทั่งมีการเจริญเติบโตสูงสุดก่อนเข้าสู่ระยะพักตัว พบว่าในกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีความสูงของต้นมากที่สุด และไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(45.19 และ 46.55 ซม. ตามลำดับ) ส่วนกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส และขาดโพแทสเซียมมีความสูงรองลงมา (27.59 และ 27.04 ซม.ตามลำดับ) กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีความสูงของต้น (20.85 ซม.) ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับแต่น้ำกลั่นมีความสูงของต้นต่ำที่สุด 15.49 ซม. (ตารางที่ 2)

2. จำนวนช่อดอกต่อกอ

จากการทดลองพบว่า ในกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีจำนวนช่อดอกต่อกอมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 5.50 และ 4.88 ช่อดอก ตามลำดับ กรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัสและกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมมีจำนวนช่อดอกต่อกอ รองลงมา

Table 2 Effect of mineral nutrient deficiency on height and the number of racemes.

Treatment	Height (cm) ^{1/}		Racemes (racemes/cluster) ^{1/}	
	Week 14	Week 16	Week 14	Week 16
control	44.39a	45.19a	5.00a	5.50a
- N	20.85c	20.91b	1.62c	1.88b
- P	27.59b	^{2/}	2.88b	^{2/}
- K	27.04b	^{2/}	3.38b	^{2/}
- Ca	46.43a	46.55a	4.88a	4.88a
nutrient free	15.49d	^{2/}	0.62d	^{2/}
LSD _{0.05}	1.2973	1.0654	0.2638	0.3062
C.V. (%)	12.14	8.02	19.36	21.21

^{1/} Mean within a column followed by different letter are significant at P<0.05^{2/} at dormancy

(เฉลี่ย 2.88 และ 3.38 ช่อดอก ตามลำดับ) กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีจำนวนช่อดอกต่อกอเฉลี่ย 1.62 ช่อดอก ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นมีจำนวนช่อดอกต่อกอน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.62 ช่อดอก (ตารางที่ 2)

3. อาการผิดปกติเนื่องจากขาดธาตุอาหาร

จากการสังเกตอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังจากให้สารละลายธาตุอาหารกรรมวิธีต่าง ๆ แก่ต้นหงส์เหิน พบว่าต้นหงส์เหินที่ขาดธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ แสดงอาการดังนี้ (ดังภาพที่ 1)

3.1 อาการขาดธาตุไนโตรเจน ส่วนเหนือดินแคระแกร็น และมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ได้รับธาตุอาหารครบ การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้า ๆ ใบมีสีเหลืองซีดขนาดเล็ก โดยเริ่มแสดงอาการจากใบแก่บริเวณด้านล่างของต้นก่อน ช่อดอกมีขนาดเล็ก และใบประดับมีสีชมพู มีจำนวนน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม และไม่มีการสร้างดอกจริง นอกจากนี้ยังพบว่า รากมีการแตกแขนงน้อย

3.2 อาการขาดธาตุฟอสฟอรัส ใบมีขนาดเล็ก ใบแก่ด้านล่างมีสีเขียวเข้ม ลำต้นเหนือดินแคระแกร็น แตกกอน้อย มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ได้รับธาตุอาหารครบ และพบว่าพืชเข้าสู่ระยะพักตัวเร็วกว่ากรรมวิธีควบคุม ใบประดับมีสีชมพู มีจำนวนน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม ลักษณะรากไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม

3.3 อาการขาดธาตุโพแทสเซียม ใบมีขนาดเล็ก ต้นเหนือดินแคระแกร็น ปล้องสั้นเมื่อเทียบกับต้นที่ได้รับธาตุอาหารครบ นอกจากนี้ยังพบว่าใบแก่ด้านล่างมีสีเขียวเข้มสลับจางทำให้มองเห็นเป็นลักษณะแถบ ๆ ปลายใบ และขอบแห้งตายก่อน ใบประดับมีสีชมพูมีจำนวนน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม ลักษณะรากไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม

3.4 อาการขาดธาตุแคลเซียม ใบมีขนาดเล็ก ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม พบอาการปลายรากมีสีน้ำตาล แต่ในส่วนอื่น ๆ ไม่พบอาการผิดปกติใด ๆ เมื่อเทียบกับต้นที่ได้รับธาตุอาหารครบ

3.5 ได้รับน้ำเพียงอย่างเดียว ใบมีสีเหลืองซีดตลอดใบ และมีขนาดเล็ก ต้นแคระแกร็นมีขนาด



Figure 1 Symptoms of mineral nutrients deficiency in globba compared with control
(- N (A), - P (B), -K (C), -Ca (D) and nutrient free treatments. (E)).

เล็กมากเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ได้รับธาตุอาหารครบ
แตกกอน้อย การเจริญเติบโตหยุดชะงัก นอกจากนี้
ยังพบว่า ดอกมีขนาดเล็ก และมีสีจางเมื่อเทียบกับ
ต้นที่ได้รับธาตุอาหารครบ อาการทั่วไปคล้ายต้นที่
ขาดธาตุไนโตรเจน

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของการขาดไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ
โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมนพืช กรดนิวคลีอิก และ

สารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ ซึ่งล้วนแต่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช (ยงยุทธ, 2541) ดังนั้นการขาดไนโตรเจนจึงทำให้การเจริญเติบโตของพืชหยุดชะงัก นอกจากนี้การขาดไนโตรเจนยังทำให้หงส์เหินเกิดอาการใบมีสีเหลืองซีดขนาดเล็ก ส่วนเหนือดินแคระแกร็น การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้า ๆ โดยเริ่มแสดงอาการจากใบแก่ด้านล่างก่อน นอกจากนี้ยังพบว่าช่อดอกมีขนาดเล็ก ใบประดับสีชมพูมีจำนวนน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมและไม่มีการสร้างดอกจริง เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการในปริมาณมาก เมื่อขาดจะทำให้การเจริญเติบโต และการพัฒนาของต้นพืชผิดปกติ เมื่อพืชขาดไนโตรเจนจะเกิดอาการคลอโรซิส คือใบจะมีสีเหลืองเนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ โดยปรากฏในใบแก่ที่อยู่ส่วนล่างก่อน เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ในท่อลำเลียงอาหารได้ดี (สมบุญ, 2538) อาการขาดธาตุปรากฏชัดเจนที่ใบแก่เนื่องจากไนโตรเจนเคลื่อนย้ายจากใบเหล่านั้นไปเลี้ยงใบอ่อน และเนื้อเยื่อที่กำลังพัฒนา (ยงยุทธ, 2543) อาการเช่นนี้เกิดขึ้นเช่นเดียวกันในพืชอื่นเช่นนาซิสซัส และคาร์เนชั่นซึ่ง Ruamrungsri *et al.* (1996) รายงานว่า การปลูกนาซิสซัสพันธุ์ Garden Giant ในสารละลายที่ขาดไนโตรเจนจะทำให้การเจริญเติบโตของยอดหยุดชะงัก ใบเล็กและแคบ

ผลของการขาดฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่สำคัญ เช่น กรดนิวคลีอิกซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของฟอสโฟลิพิดในเยื่อหุ้มเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และเป็นองค์ประกอบของ ATP (adenosine triphosphate) ซึ่งเป็นสารประกอบพลังงานสูงที่มีบทบาทสำคัญในระบบชีวเคมีของเซลล์ ดังนั้นการขาด

ฟอสฟอรัสจึงมีผลกระทบต่อขบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ในเซลล์ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นและใบหยุดชะงัก (ยงยุทธ, 2543 และสมบุญ, 2538)

อาการขาดธาตุฟอสฟอรัส ทำให้ใบของหงส์เหินมีขนาดเล็ก สอดคล้องกับรายงานของ McArthur and Knowles (1993) ศึกษาอิทธิพลของธาตุฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโต การพัฒนา และปริมาณธาตุอาหารในมันฝรั่ง พบว่า ถ้าพืชขาดธาตุฟอสฟอรัสทำให้พื้นที่ใบลดลงอย่างมาก การเจริญเติบโตของตาข้างและการขยายขนาดของใบลดลงจากการทดลองนี้พบว่า ใบแก่ด้านล่างของหงส์เหินมีสีเขียวเข้ม เนื่องจากขนาดใบลดลงอย่างมากแต่คลอโรฟิลล์ลดลงน้อยกว่า ทำให้ใบพืชที่ขาดฟอสฟอรัสในระยะแรกมีใบสีเขียวเข้มขึ้น และการที่ฟอสฟอรัสจึงสามารถเคลื่อนที่ได้ดีทั้งในท่อน้ำและเคลื่อนย้ายระหว่างเซลล์ได้ดี จึงทำให้อาการที่เกิดขึ้นเกิดที่ใบแก่ก่อน (นภดล, 2538 และ ยงยุทธ, 2543) ลำต้นเหนือดินแคระแกร็น แตกกอน้อย มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ได้รับธาตุอาหารครบ และพืชเข้าสู่ระยะพักตัวเร็วกว่ากรรมวิธีควบคุม ใบประดับสีชมพูมีจำนวนน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งจากภาพที่ 1 ข จะเห็นได้ว่าการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินของหงส์เหินที่ขาดฟอสฟอรัสจะน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม ส่วนระบบรากมีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการขาดฟอสฟอรัสเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การกระจายของคาร์โบไฮเดรตลงมายู่ข้างล่างมากขึ้น ทำให้รากพืชที่ขาดฟอสฟอรัสยังสามารถยึดตัวได้ในขณะที่ส่วนเหนือดินหยุดการเจริญเติบโตแล้ว เมื่อการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินลดลงมาก แต่มีผลกระทบต่อรากน้อย ดังนั้นพืชที่ขาดฟอสฟอรัสจึงมีส่วนระหว่างส่วนเหนือดินกับรากลดลงด้วย (ยงยุทธ, 2543)

ผลของการขาดโพแทสเซียม

พบว่า ใบของหงส์เหินมีขนาดเล็ก ลำต้นเหนือดินแคระแกร็น ปล้องสั้นเมื่อเทียบกับต้นที่ได้รับธาตุอาหารครบ นอกจากนี้ยังพบว่า ที่บริเวณปลายใบและขอบแห้งตายก่อน ใบประดับสีชมพู มีจำนวนน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม เนื่องจากโพแทสเซียมเมื่ออยู่ในเซลล์ของพืชในสภาพไอออนที่ละลายน้ำ สามารถเคลื่อนที่ในพืชได้ดี (ชวนพิศ, 2544) ดังนั้นในภาวะที่ขาดแคลนโพแทสเซียมทำให้โพแทสเซียมที่สะสมอยู่ในใบแก่และอวัยวะอื่น ๆ เคลื่อนย้ายทางท่อลำเลียงอาหารไปเลี้ยงเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญ ทำให้เกิดอาการผิดปกติ เช่น ใบเหลืองเกิดคลอโรซิสเป็นทาง ๆ เกิดขึ้นในใบแก่ก่อน และใบจะแห้งตายเป็นจุด ๆ บริเวณขอบและปลายใบ หรือใบอาจม้วนงอ หลังจากนั้นจะแพร่กระจายไปทั่วลำต้น ลำต้นมีปล้องสั้น (ยงยุทธ, 2543 และสมบุญ, 2538) เนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทในการควบคุมการเปิดและปิดของปากใบ เมื่อขาดธาตุนี้ปากใบจะเปิดเพียงเล็กน้อย ความต้านทานของปากใบย่อมสูงขึ้นเป็นเหตุให้การแลกเปลี่ยนแก๊สมีอัตราต่ำลง และส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง (ยงยุทธ, 2543) ดังนั้นหงส์เหินที่ขาดโพแทสเซียมจึงมีการเจริญเติบโตทั้งความสูงและจำนวนใบ (ตารางที่ 2 และ 3) น้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม ในหงส์เหินพบว่าการเจริญเติบโตเริ่มลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 เป็นต้นไป จนกระทั่งพืชเข้าสู่ระยะพักตัว (ภาพที่ 3) สอดคล้องกับงานทดลองของ El-Midaoui *et al.* (1999) ซึ่งพบว่า ต้นทานตะวันที่ขาดธาตุโพแทสเซียมจะทำให้มีผลเสียต่อการเจริญเติบโต โดยที่ยอดจะแสดงอาการมากกว่าที่รากและพืชจะมีน้ำหนักแห้งลดลง

ผลของการขาดแคลเซียม

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า หงส์เหินที่ไม่ได้รับแคลเซียมมีความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง มีจำนวนใบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว น้ำหนักแห้งก็เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่า หงส์เหินมีจำนวนช่อดอกต้ออกมากและออกดอกเร็วที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม การที่ต้นหงส์เหินในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีการเจริญเติบโตของต้นใกล้เคียงกับกรรมวิธีควบคุมนั้น อาจเนื่องมาจากแคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นที่พืชต้องการในปริมาณไม่มาก ตัวอย่างเช่น ยาสูบและข้าวโพดสามารถเจริญเติบโตได้อย่างปกติในดินที่มีแคลเซียมเพียงเล็กน้อย (ชวนพิศ, 2544) นอกจากนี้ ยงยุทธ (2543) ยังกล่าวว่า จินไนท์ของพืชแต่ละชนิดมีอิทธิพลในการกำหนดความเข้มข้นที่เหมาะสมในพืช โดยพืชใบเลี้ยงคู่ต้องการแคลเซียมเพื่อการเจริญเติบโตมากกว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อพืชมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงสุด ในมะเขือเทศมีแคลเซียม 12.9 มก. ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ขณะที่หญ้ารำไรมีแคลเซียมในเนื้อเยื่อ 0.7 มก. ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ความเข้มข้นของแคลเซียมในมะเขือเทศสูงกว่าหญ้ารำไยถึง 40 เท่า ดังนั้นหงส์เหินซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว จึงมีความต้องการแคลเซียมต่อการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย แคลเซียมที่สะสมอยู่ในห้วก่อนปลูกอาจเพียงพอต่อการเจริญเติบโต พืชจึงไม่แสดงอาการขาดธาตุอาหารดังกล่าว อาการขาดธาตุแคลเซียมพบว่า ใบมีขนาดเล็กไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม พบอาการปลายรากมีสีน้ำตาล บริเวณปลายรากไม่เจริญเพราะเนื้อเยื่อจะไม่สร้างผนังเซลล์ทำให้เซลล์ไม่แบ่งตัว โดยบริเวณที่เป็นเนื้อเยื่อเจริญของราก ลำต้น หรือส่วนที่กำลังแบ่งเซลล์จะได้รับผล

กระทบอย่างมาก เนื่องจากแคลเซียมมีความจำเป็นสำหรับการสร้างมดเดิลลาเมลลา ซึ่งคันเซลล์ที่ได้จากการแบ่งตัวออกเป็น 2 เซลล์ แคลเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ยาก อาการขาดธาตุแคลเซียมจะเกิดที่บริเวณใบอ่อนก่อน (นิตย, 2541 และสมบุญ, 2538) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ruamrungsri et al. (1996) ศึกษาในพืชพันธุ์ Garden Giant ที่ปลูกเลี้ยงในสารละลายที่ขาดธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ อาการขาดแคลเซียม ทำให้การเจริญเติบโตของรากหยุดชะงัก ปลายรากมีสีน้ำตาล

สรุปผลการทดลอง

1. ความสูงของต้น ในกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีความสูงของต้นมากที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัสและขาดโพแทสเซียมมีความสูงรองลงมา กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีความสูงของต้น 20.85 ซม. ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับแต่น้ำกลั่นมีความสูงของต้นต่ำที่สุด (15.49 ซม.)

2. จำนวนช่อดอกต่อกอ ในกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีจำนวนช่อดอกต่อกอมากที่สุด กรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัสและกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมมีจำนวนช่อดอกต่อกอรองลงมา กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีจำนวนช่อดอกต่อกอเฉลี่ย 1.62 ช่อดอก ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นมีจำนวนช่อดอกต่อกอน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.62 ช่อดอก

3. อาการผิดปกติเมื่อเกิดการขาดธาตุอาหาร พบว่าการขาดธาตุไนโตรเจนทำให้ส่วนเหนือดินแคระแกร็นและมีขนาดเล็กมาก การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้า ๆ ใบมีสีเหลืองซีดขนาดเล็ก โดยเริ่มแสดงอาการจากใบแก่ด้านล่างก่อน รากมีการแตกแขนงน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าช่อดอกมีขนาดเล็ก

ใบประดับสีชมพูมีจำนวนน้อย และไม่มีการสร้างดอกจริง การขาดธาตุฟอสฟอรัสพบว่า ใบมีขนาดเล็ก ใบแก่ด้านล่างมีสีเขียวเข้ม ดินเหนียวดินแฉะแกร็น และพบว่า พืชเข้าสู่ระยะพักตัวเร็วกว่ากรรมวิธีควบคุม ลักษณะรากไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม ใบประดับสีชมพูมีจำนวนน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม การขาดธาตุโพแทสเซียมพบว่า ใบมีขนาดเล็ก ดินเหนียวดินแฉะแกร็น นอกจากนี้ยังพบว่าใบแก่ด้านล่างมีสีเขียวเข้มสลับขาวทำให้มองเห็นเป็นลักษณะแถบ ๆ ปลายใบและขอบจะแห้งตายก่อน ใบประดับมีสีชมพูมีจำนวนน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม อาการขาดธาตุแคลเซียมพบว่า ปลายรากมีสีน้ำตาล แต่ในส่วนอื่น ๆ ไม่พบอาการผิดปกติใด ๆ เมื่อเทียบกับต้นที่ได้รับธาตุอาหารครบ

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2542. รายงานการจัดงานอะเมซิงไมดอกเมืองร้อน ลานเอนกประสงค์ ศูนย์การค้าแฟชั่น ไอส์แลนด์. วันที่ 26-29 สิงหาคม 2542. 74 น.
- นิตย ศกุนรักษ์. 2541. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 237 น.
- นภคธ เรียบเลิศหิรัญ. 2538. การปลูกพืชไร่ดิน. สำนักพิมพ์วิทย์, กรุงเทพฯ. 100 น.
- พวงเพ็ญ ศิริรักษ์. 2532. รายงานการวิจัยการสำรวจพืชวงศ์จิงในบริเวณภาคใต้ของไทย. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 47 น.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 น.

- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. ภาค
วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 213 น.
- สุรวิษ วรรณไกรโรจน์. 2539. ปทุมมาและกระเจียว
(*Curcuma*) ไม้ดอกไม้ประดับ. สำนักพิมพ์ บ้าน
และสวน, กรุงเทพฯ. 128 น.
- อดิศร กระแสชัย. 2535. อุตสาหกรรมไม้ตัดดอกของ
ประเทศไทย. เอกสารการสัมมนา เรื่องการพัฒนา
อุตสาหกรรมไม้ดอกไม้ประดับของประเทศไทย.
คณะกรรมการการประสานงานวิจัยและพัฒนา
ไม้ดอกไม้ประดับ สำนักงานคณะกรรมการวิจัย
แห่งชาติ, กรุงเทพฯ. น. 27-32.
- El-Midaoui, M., A. Talouizete, A. Berville and M.
Benbella. 1999. Response of sunflower
(*Helianthus annuus* L.) to nitrogen and potassium
deficiency. *Helia* 22(30) : 139-148.
- McArthur, D. A. J. and N.R. Knowles. 1993. Influence of
species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi
and phosphorus nutrition on growth, development
and mineral nutrition of potato (*Solanum
tuberosum* L.) *Plant. Physiol.* 102(3) : 771-782.
- Ruamrungsri, S., S. Ruamrungsri, T. Ohyama and T.
Ikarashi. 1996 b. Visible symptoms of N, P, K,
Ca, Mg Fe and B deficiencies in *Narcissus* L. cv.
'Garden Giant'. *Bulletin of the Faculty of
Agriculture, Niigata University.* 49(1) : 41-48.

เปรียบเทียบการตอบสนองต่อการขาดธาตุโบรอน ในข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลี

Comparative Response to Boron Deficiency in Barley and Wheat

จำเนียร วงษ์โม้^{1/} ศันสนีย์ จำจด^{1/} และ เบญจวรรณ อุทัยเกษม^{1/}

Jumnein Wongmo^{1/} Sansanee Jamjod^{1/} and Benjavan Rerkasem^{1/}

Abstract: To determine if boron (B) deficiency, commonly reported to depress grain set in wheat, has the same effect in barley, two experiments compared three wheat and three barley genotypes at various B levels in sand culture. Plants were grown with varied levels of added B, from 0 to 10 μM . Without added B, the genotypes ranged in Grain Set Index (GSI) from 0 to 93 % for wheat and 0 to 67 % for barley. Boron concentration of the ear and flag leaf at boot stage in wheat and barley correlated ($r = 0.8 - 0.9$, $p < 0.01$) with the effect of B on GSI. Grain set was the only response to low B, also measurable in decreased number of grains ear⁻¹ and grains spikelet⁻¹, in wheat. In barley, B deficiency also depressed the number of spikelets ear⁻¹ by 23 to 75 % and induced a "rat-tail" symptom of terminal spikelet degeneration. There was a weak correlation between ear and flag leaf B and the effect of B on ear size in barley ($r = 0.47$ and 0.37 , respectively, $p < 0.1$). In some barley genotypes, the low B level that depressed grain set sometimes also delayed ear emergence and depressed the number of ears plant⁻¹ but sometimes increased tillering. These results demonstrate that the phenotypic response to low B is more complex in barley than wheat. Different strategies may be required for managing B nutrition and different approaches for selecting B efficient genotypes in the two species.

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

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

บทคัดย่อ: รายงานการขาดโบรอนของข้าวบาร์เลย์มีความขัดแย้งกันอยู่ บางรายงานพบว่าเมื่อขาดโบรอนข้าวบาร์เลย์มีน้ำหนักแห้งฟางลดลง ในขณะที่บางรายงานพบว่าน้ำหนักแห้งฟางเพิ่มขึ้น เพื่อยืนยันให้เห็นผลกระทบจากการขาดโบรอนทั้งการเจริญเติบโตทางลำต้นใบและการแพร่ขยายพันธุ์ที่แตกต่างกัน จึงเปรียบเทียบการตอบสนองต่อระดับโบรอนในข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ โดยทำการทดลองในกระถางทราย ในฤดูปลูก 2541/2542 ที่ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผลจากการขาดโบรอนทำให้ข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลิตดเม็ลลดลง ข้าวบาร์เลย์ยังได้รับผลกระทบจากการขาดโบรอนในการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบด้วย โดยข้าวบาร์เลย์จะมีขนาดรวงลดลง การออกรวงช้า มีจำนวนหน่อและน้ำหนักแห้งสูง ต่างจากข้าวสาลีที่ไม่พบอิทธิพลจากการขาดโบรอนในลักษณะดังกล่าว ดังนั้นอาการขาดโบรอนของข้าวบาร์เลย์อาจมีกลไกของการขาดที่มีความซับซ้อนมากกว่าข้าวสาลี ความแตกต่างระหว่างข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลีรวมทั้งความแตกต่างในระหว่างพันธุ์ต่อการตอบสนองต่อการขาดโบรอน ทำให้การจัดการเกี่ยวกับธาตุโบรอน เป็นไปได้เหมาะสม รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในงานปรับปรุงพันธุ์ เพื่อคัดเลือกหาพันธุ์ที่ทนทานต่อการขาดโบรอนต่อไป

Index words: ข้าวบาร์เลย์ การขาดโบรอน ประสิทธิภาพการใช้โบรอน ข้าวสาลี

Barley, Boron deficiency, Boron efficiency, Wheat

คำนำ

โบรอนเป็นจุลธาตุที่มีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช Shorroock (1997) รายงานว่า มีพื้นที่ที่มีปัญหาดินขาดโบรอนแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก และพื้นที่ในประเทศไทยก็มีรายงานการขาดโบรอนด้วยเช่นกัน (เบญจวรรณ และคณะ, 1989; เพิ่มพูน, 2540) เนื่องจากโบรอนเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว ดังนั้นจึงเกิดการชะล้างได้โดยง่าย โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ที่มีโครงสร้างของเนื้อดินหยาบ (Wilson *et al.*, 1951) และมีฝนตกชุก (Gupta, 1979) การปลูกพืชในพื้นที่ซ้ำๆ กันเป็นเวลานานก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ดินขาดโบรอนได้ (Rerkasem & Rerkasem, 1991) ดังนั้นปัญหาดินขาดโบรอนจึงเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตของพืชลดลง ความต้องการโบรอนเพื่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน ทำให้ปริมาณโบรอนในพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน (Bergmann, 1992) ในพืชใบเลี้ยงคู่จะต้องการโบรอน ในปริมาณที่สูงกว่าพืชใบเลี้ยง -

เดี่ยว อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าในรัฐพืชซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีความต้องการโบรอนต่ำ แต่ก็มีรายงานการขาดโบรอนด้วย (เบญจวรรณ และคันสนีย์, 2532; Simojoki, 1972; Li *et al.*, 1978 da Silva and de Andrade, 1983; Sthapit, 1988; Amak and Tadano, 1991) เช่นใน ข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) และข้าวบาร์เลย์ (*Hordeum vulgare* L.) แต่ในรายงานการขาดโบรอนที่ผ่านมา พบว่าในข้าวบาร์เลย์ยังมีความขัดแย้งกันอยู่ โดย Ambak and Tadano (1991) พบว่า การขาดโบรอนทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นเพิ่มสูงขึ้นในขณะที่ Jamjod and Rerkasem (1999) รายงานว่าลดลง การศึกษาทดลองในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความแตกต่างระหว่างรัฐพืชทั้งสองชนิดนี้ในการตอบสนองต่อการขาดโบรอน เพื่อที่จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเกี่ยวกับธาตุอาหารโบรอนได้อย่างเหมาะสม และสามารถใช้เป็นพื้นฐานในงานปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการวิจัยที่ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2541 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543 โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองแรก ใช้ข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลีย่างละ 3 พันธุ์ ข้าวบาร์เลย์ได้แก่พันธุ์ BRB 9, BCMU 96-9 และพันธุ์ CMBL 92029 ข้าวสาลี ได้แก่พันธุ์ Fang 60, SW 41 และ Tatiara ส่วนการทดลองที่สอง ใช้พันธุ์ BRB 9 (ข้าวบาร์เลย์) และพันธุ์ SW 41 (ข้าวสาลี) ปลูกในกระถางดินเผาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม. ลึก 30 ซม. บรรจุด้วยทรายแม่น้ำ ใช้สารละลายธาตุอาหารคัดแปลงมาจากสูตรของ Broughton and Dilworth (1971) ด้วยการเพิ่มไนโตรเจนในอัตรา 5 mM ใช้กรดร่วมกับโบรอนระดับต่างๆ กัน คือ 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 μM B (การทดลองแรก) 0 และ 10 μM B (การทดลองที่สอง) วันละ 2 ครั้งๆละ 1 ลิตร เข้ากับเย็นแบ่งการเก็บตัวอย่างเป็น 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เก็บเมื่อพืชเข้าสู่ระยะตั้งท้องเต็มที (full boot) และนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นโบรอนในเนื้อเยื่อส่วนรวงและใบธง โดยนำตัวอย่างไปอบที่ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง และนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของโบรอนในเนื้อเยื่อพืชโดยวิธีของ Lohse (1982)

การบันทึกผล

บันทึกอายุการออกรวง, จำนวนหน่อ/ต้น, จำนวนรวง/ต้น, จำนวนช่อดอกย่อย/รวง (ขนาดรวง), น้ำหนักแห้ง, จำนวนเมล็ด/รวง, น้ำหนักเมล็ด/กระถาง และดัชนีการติดเมล็ด (Grain Set Index; GSI) ในข้าวสาลี จะนับ 2 ดอกแรกของ 10 ช่อดอกย่อยตรงกลางรวง (Rerkasem and Loneragan, 1994)

และนับ 10 ช่อดอกย่อยตรงกลางรวง (Jamjod and Rerkasem, 1999)

ผลการทดลองทั้งหมดวิเคราะห์สถิติโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี LSD (Least Significant Difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลอง

อิทธิพลของการขาดโบรอนต่อการให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตของข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลี

การขาดโบรอนกระทบต่อการติดเมล็ดของข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลี ความรุนแรงของการขาดโบรอนแตกต่างกันในระหว่างพันธุ์และระหว่างพืชเมื่อไม่ใส่โบรอน (B0) ข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลีมีดัชนีการติดเมล็ด 12.5-32.2 % และ 0.2-94.8 % ตามลำดับ เมื่อเพิ่มระดับโบรอน การติดเมล็ดของทุกพันธุ์จะเพิ่มขึ้นด้วย การเพิ่มระดับโบรอนขึ้นไปถึง 5 μM (B5) ไม่พบว่ามีข้าวบาร์เลย์หรือข้าวสาลีพันธุ์ใดเลยที่สามารถติดเมล็ดได้เกิน 90 % ยกเว้นข้าวสาลีพันธุ์ Fang 60 ซึ่งติดเมล็ด > 90 % ทั้งที่ใส่และไม่ใส่โบรอน (ตารางที่ 1)

ระดับโบรอนที่ทำให้ดัชนีการติดเมล็ดของข้าวสาลิลดลง ไม่มีผลทำให้จำนวนช่อดอกย่อยของข้าวสาลิลดลง โดยมีจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวงอยู่ระหว่าง 13-15 ช่อดอกย่อย ในขณะที่ข้าวบาร์เลย์มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์เนื่องจากผลของการขาดโบรอน จำนวนช่อดอกย่อยต่อรวงของพันธุ์ BCMU 96-9 และ CMBL 92029 มีจำนวนต่ำสุดเมื่อปลูกที่ B0 และเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับโบรอน แต่พันธุ์ BRB 9 พบว่า ที่ระดับ B0 ถึง B5 จำนวนช่อดอกย่อยต่อรวงไม่แตกต่างกัน โดยจะมีจำนวน 8.9-10 ช่อดอกย่อยต่อรวง (ตารางที่ 2)

ผลของการขาดโบรอนทำให้ข้าวบาร์เลย์ (BRB 9) และข้าวสาลี (SW 41) มีจำนวนเมล็ดต่อรวงต่ำและทำให้ผลผลิตลดลง เมื่อปลูกที่ B0 ข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลีมีผลผลิต (กรัม/กระถาง) 5.2 และ 1.3 กรัม และเมื่อเพิ่มระดับโบรอนเป็น B10 ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 67.2 และ 82.6 กรัม ตามลำดับ

นอกจากจำนวนช่อดอกย่อยต่อรวงของข้าวบาร์เลย์ที่ลดลงแล้ว ยังพบอิทธิพลของการขาดโบรอนในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบของข้าวบาร์เลย์ด้วย โดยที่ B0 ข้าวบาร์เลย์จะมีจำนวนหน่อและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ที่ B0 การออกรวงของข้าวบาร์เลย์จะช้ากว่าที่ B10 (ตารางที่ 3)

Table 1 Response in Grain Set Index (%) in barley and wheat to boron supply in sand culture (Experiment 1).

Species/genotype	Added B (μM)			
	0	0.1	0.3	5.0
<i>Barley</i>				
BRB 9	32.2 aD	57.5 bD	67.6 cC	76.7 dC
BCMU 96-9	23.4 aC	24.8 aC	28.4 aB	54.6 bB
CMBL 92029	12.5 aB	13.5 aB	22.0 bB	41.6 cA
<i>Wheat</i>				
Fang 60	94.8 aF	94.4 aF	98.7 aE	98.5 aD
SW 41	67.3 aE	74.6 bE	77.4 bcD	81.9 cC
Tatiara	0.2 aA	1.9 aA	13.0bA	61.2 cB
Effects	Genotype	Boron	G x B	
F-test	**	**	**	

Differences (by LSD $p < 0.05$) in the same row are indicated by different lowercase letters and in the same column by different uppercase letters.

** significant at $p < 0.01$

ความเข้มข้นของโบรอนในเนื้อเยื่อใบธง และในรวง

พันธุ์ข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลีดูดโบรอนขึ้นไปที่สะสมในส่วนของใบธงและรวงได้แตกต่างกัน โดยที่ B0 ข้าวบาร์เลย์พันธุ์ BRB 9 มีโบรอนในใบธงสูงที่สุดคือ 13.2 mg/kg รองลงมาก็คือพันธุ์ CMBL 92029 มี 6.9 mg/kg และพันธุ์ CMU 96-9 มีต่ำที่สุดคือ 4.6 mg/kg ในข้าวสาลีพันธุ์ Fang 60 มีความเข้มข้นโบรอนในใบธงสูงที่สุดคือ 9.3 mg/kg รองลงมา

คือพันธุ์ SW 41 มี 7.5 mg/kg และพันธุ์ Tatiara มี ต่ำที่สุดคือ 3.8 mg/kg ส่วนความเข้มข้นของโบรอนในรวงพบว่าข้าวบาร์เลย์พันธุ์ CMU 96-9 มีความเข้มข้นของโบรอนในรวงสูงที่สุดคือ 9.3 mg/kg รองลงมาก็คือพันธุ์ BRB 9 มี 6.6 mg/kg และพันธุ์ CMBL 92029 เป็นพันธุ์ที่มีโบรอนอยู่ต่ำที่สุดคือ 4.1 mg/kg ในข้าวสาลีพันธุ์ Fang 60 และ SW 41 มีความเข้มข้นของโบรอนในรวงไม่แตกต่างกันคือ 8.5 และ 7.8 mg/kg ส่วนพันธุ์ Tatiara มีต่ำที่สุดคือ 4.9 mg/kg (ตารางที่ 4)

Table 2 Response in the number of spikelets. ear⁻¹ in barley and wheat to boron supply in sand culture (Experiment 1).

Species/genotype	Added B (μM)			
	0	0.1	0.3	5.0
<i>Barley</i>				
BRB 9	8.9 aA	9.9 aA	10.0 aA	9.2 aA
BCMU 96-9	20.2 aE	25.6 cE	24.0 bE	24.2 bE
CMBL 92029	13.0 aB	15.0 bCD	15.9 bD	17.6 cD
<i>Wheat</i>				
Fang 60	14.3 aC	14.2 aBC	14.6 aBC	14.4 aBC
SW 41	13.0 aB	13.7 aB	13.9 aB	14.0 aB
Tatiara	15.7 aD	15.8 aD	15.4 aCD	15.6 aC
Effects	Genotype (G)	Boron (B)	G x B	
F-test	**	**	**	

Differences (by LSD $p < 0.05$) in the same row are indicated by different lowercase letters and in the same column by different uppercase letters.

** significant at $p < 0.01$

Table 3 Response of vegetative and reproductive growth in wheat (SW 41) and barley (BRB 9) to boron supply in sand culture (Experiment 2).

	Added B (μM B)				G x B
	0	10	0	10	
	<i>Wheat (SW 41)</i>		<i>Barley (BRB 9)</i>		
Shoot dry weight (g. pot ⁻¹)	65.4 c	67.2 c	40.4 b	29.6 a	*
Tillers. plant ⁻¹	12.0 a	9.6 a	32.4 b	15.5 a	**
Day of ear emergence	56.9 c	57.3 c	49.1 b	45.8 a	*
Spikes. plant ⁻¹	7.2 a	6.4 a	18.8 c	13.1 b	*
Spikelets. spike ⁻¹	17.6 bc	19.0 c	8.9 a	16.9 b	*
Grains. spike ⁻¹	0.1 a	44.5 d	2.7 b	16.7 c	*
Grain yield (g. pot ⁻¹)	1.3 a	82.6 c	5.2 a	67.2 b	*
Grain Set Index (%)	0.3 a	97.7 c	24.6 b	98.0 c	*

F-test of genotype by boron interaction, significant level: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$. Differences between B levels in each species are indicated by different lowercase letters (by LSD $p < 0.05$)

Table 4 Boron concentration (mg B. kg⁻¹) in ears and flag leafs at booting of barley and wheat genotypes grown in sand culture at four levels of boron (Experiment 1).

Species/genotype	Added B (μM)			
	0	0.1	0.3	5.0
<i>Boron concentration (mg B. kg⁻¹) in flag leafs</i>				
<i>Barley</i>				
BRB 9	13.2 aD	13.4 abD	14.6 bcE	15.6 cBC
BCMU 96-9	4.6 aA	5.4 abA	6.5 bB	8.7 cA
CMBL 92029	6.9 aB	7.0 aB)	7.7 aB)	7.7 aA
<i>Wheat</i>				
Fang 60	9.3 aC	10.9 bC	12.1 cD	16.2 dC
SW 41	7.5 aB	7.7 aB	9.3 bC	14.3 cB
Tatiara	3.8 aA	4.1 aA	4.5 aA	8.1 bA
<i>Boron concentration (mg B. kg⁻¹) in ears</i>				
<i>Barley</i>				
BRB 9	6.6 aB	9.5 bC	12.3 cD	12.8 cE
BCMU 96-9	9.3 bD	8.5 abBC	8.2 aB	9.3 bC
CMBL 92029	4.1 aA	5.0 abA	5.7 bcA	6.1 cA
<i>Wheat</i>				
Fang 60	8.5 aCD	8.8aBC	9.9 bC	10.4 bD
SW 41	7.8 aC	8.2 aB	10.9 bC	10.9 bD
Tatiara	4.9 aA	5.4 aA	6.4 bcA	7.3 bB
Effects	Genotype (G)	Boron (B)	G x B	
F-test (ear)	NS	**	**	
F-test (flag leaf)	**	**	**	

Differences (by LSD $p < 0.05$) in the same row are indicated by different lowercase letters and in the same column by different uppercase letters. NS = not significant, $p < 0.05$.

** significant at $p < 0.01$

วิจารณ์ผลการทดลอง

พบความแตกต่างระหว่างข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลีและระหว่างพันธุ์ของแต่ละชนิด ในการตอบสนองต่อการขาดโบรอน เปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดซึ่งใช้ดัชนีการติดเมล็ดเป็นตัวชี้วัด มีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มข้นของโบรอนในใบธงและในรวง โดยมีค่าความสัมพันธ์ (r) 0.8-0.9 แต่เฉพาะข้าวสาลีพันธุ์ Tatiara ซึ่งอ่อนแอต่อการขาดโบรอนจะมีดัชนีการติดเมล็ดและความเข้มข้นโบรอนในรวงและใบธงต่ำ และเมื่อเพิ่มระดับโบรอน การติดเมล็ดและความเข้มข้นโบรอนก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน ในขณะที่พันธุ์ SW 41 และ Fang 60 มีความเข้มข้นของโบรอนในรวงไม่แตกต่างกัน แต่พันธุ์ SW 41 ติดเมล็ดต่ำกว่าพันธุ์ Fang 60 ข้าวบาร์เลย์เมื่อปลูกที่ B0 พันธุ์ BCMU 96-9 มีความเข้มข้นโบรอนในรวงสูงกว่าพันธุ์ BRB 9 แต่ติดเมล็ดต่ำกว่า การใช้ค่าความเข้มข้นโบรอนในใบธงและในรวง เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์จึงไม่สามารถทำได้ เช่นเดียวกับ Rerkasem and Loneragan (1994) ที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างข้าวสาลีพันธุ์ SW 41 และ Sonora 64 ว่าพันธุ์ไหนมีประสิทธิภาพมากกว่ากัน โดยการใช้ค่าความเข้มข้นของโบรอนในเนื้อเยื่อเป็นตัวบ่งชี้ Rerkasem *et al.* (1997) พบว่าข้าวสาลีพันธุ์ SW 41 มีความเข้มข้นโบรอนในส่วนของเกสรตัวผู้และส่วนของเกสรตัวเมียสัมพันธ์กับการติดเมล็ด ถ้าความเข้มข้นสูง การติดเมล็ดจะสูงด้วย การผสมเกสรเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์เมื่อมีความเข้มข้นของโบรอนในส่วนของเกสรตัวผู้ (anther) และส่วนของเกสรตัวเมีย (carpel) 10 และ 8 mg/kg DW ตามลำดับ ดังนั้น เพื่อบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่

แน่นอนกว่านี้ อาจจำเป็นต้องใช้เนื้อเยื่อส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของพืชโดยตรง เช่น ส่วนของเกสรตัวผู้ หรือเกสรตัวเมีย

งานทดลองของ Huang *et al.* (2000) พบว่าข้าวสาลีที่มีความเข้มข้นโบรอน 1 mg/kg DW จะไม่แสดงความผิดปกติทางด้านการเจริญเติบโตในระยะสร้างดินและใบ แต่ในการทดลองนี้ข้าวบาร์เลย์เมื่อปลูกที่ B0 มีความเข้มข้นของโบรอนในเนื้อเยื่อสูงเช่นเดียวกับข้าวสาลี แต่ขนาดรวงกลับลดลง จึงอาจจะเป็นไปได้ว่า ข้าวบาร์เลย์มีความสามารถในการดูดโบรอนเข้าไปในรวงที่สร้างและพัฒนาอยู่ภายในกาบใบและเป็นส่วนที่ไม่มีการคายน้ำได้ไม่ดีเท่ากับข้าวสาลีหรืออาจจะมีความต้องการโบรอนสำหรับการพัฒนาการของรวงมากกว่าข้าวสาลี และการขาดโบรอนยังทำให้ปรากฏอาการ rat-tail หรือว่าหางหนู ซึ่งมีลักษณะเป็นปอยสีขาว ขึ้นบริเวณปลายรวงของข้าวบาร์เลย์ คล้ายคลึงกับอาการขาดคอปเปอร์ (Snowball and Robson, 1983) ที่ B0 ข้าวบาร์เลย์จะแตกหน่อเพิ่มขึ้น แสดงว่าโบรอนไม่เพียงพอจำกัดในการสร้างหน่อ จำนวนหน่อที่เพิ่มขึ้นและการติดเมล็ดที่ลดลงแสดงให้เห็นว่า ความต้องการโบรอนในการสร้างผลผลิตหรือการติดเมล็ดจะสูงกว่าความต้องการสำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ลักษณะของการแตกหน่อที่เพิ่มขึ้นอาจจะเกี่ยวข้องกับการรักษาสมดุลของฮอร์โมนภายในต้นพืช เช่นเดียวกับในถั่วลิ้นเต้าที่มีการแตกตาข้างเพิ่มขึ้นเมื่อขาดโบรอน โดย Li *et al.* (1997) ให้เหตุผลว่าการขาดโบรอนไปจำกัดการเจริญของส่วนยอด ทำให้ปริมาณ IAA ที่สร้างจากส่วนยอดลดลง อิทธิพลการข่มของตายอดที่มีต่อตาข้างจึงลดลงทำให้พืชแตกตาข้างเพิ่มขึ้น

สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาพบความแตกต่างระหว่างข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลีในการตอบสนองต่อการขาดโบรอน โดยผลกระทบจากการขาดโบรอนทำให้ขนาดรวงและการติดเมล็ดของข้าวบาร์เลย์ลดลง ขณะที่ในข้าวสาลีเฉพาะการติดเมล็ดเท่านั้นที่ลดลง ทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาและความเหมาะสมสำหรับการจัดการใส่ธาตุอาหารโบรอนให้แก่พืชทั้งสองชนิด โดยข้าวบาร์เลย์จำเป็นต้องให้ธาตุอาหารโบรอนอย่างเพียงพอตั้งแต่เริ่มปลูกหรือก่อนปลูก และจะต้องให้อย่างเพียงพอต่อเนื่องไปจนถึงความต้องการในระยะผสมเกสรส่วนในข้าวสาลีนั้น การใส่ธาตุอาหารโบรอนในระยะแรกอาจจะไม่จำเป็นแต่จะจำเป็นภายหลังจากที่มีการสร้างรวงและการพัฒนารวงที่อยู่ภายในกาบใบสมบูรณ์แล้ว วิธีการปลูกพืชเพื่อทดสอบความสามารถในการทนต่อการขาดโบรอนด้วยวิธีการนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานปรับปรุงพันธุ์ เพื่อคัดเลือกหาพันธุ์ที่ทนต่อการขาดโบรอนและมีประสิทธิภาพในการนำโบรอนไปใช้ได้สูง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนส่วนหนึ่งจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ผู้วิจัยแรกได้รับเงินสนับสนุนจาก โครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัย สาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ขอขอบคุณ คุณสิทธิชัย ลอดแก้ว เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร และขอขอบคุณ รศ.ดร. สุทัศน์ จุลศรีไกรวัลย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวบาร์เลย์พันธุ์ BCMU 96-9

เอกสารอ้างอิง

- เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, รจเร เนตรแสงทิพย์, สิทธิชัย ลอดแก้ว, พิมลรัตน์ ทองรอด, สุพร ปรีดิศรีพิพัฒน์, สาวิต มีชัย, ณรงค์ ผลวงษ์. 2531. การสำรวจอาการเมื่อดกดวงในถั่วลิสงเพื่อเป็นการบ่งชี้การขาดโบรอนในภาคเหนือ. รายงานการสัมมนางานวิจัยถั่วลิสง ครั้งที่ 7.
- เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และ ศันสนีย์ จำจด. 2532. การแก้ไขปัญหารวงลีบเนื่องจากการขาดธาตุโบรอนในข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์. วารสารดินและปุ๋ย. 11, 200-209.
- เพิ่มพูน กิรติศิริกร. 2537. ผลงานวิจัยธาตุอาหารเสริมกับพืชตระกูลถั่วที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารดินและปุ๋ย. 11:155-167.
- Ambak, K. and T. Tadano. 1991. Effect of micronutrient application on the growth and occurrence of sterility in barley and rice in a Malaysian deep peat soil. Soil Sci. Plant Nutr. 37,715-724.
- Bergmann, W. 1992. Nutritional Disorders of Plants-Development, Visual and Analytical Diagnosis. Fischer Verlag, Jena.
- Broughton, W. J. and M. J. Dilworth. 1971. Control of leghaemoglobin synthesis in snake beans. Biochem. J. 125,1075-1080.
- da Silva, A. R. and J. M. V. de Andrade. 1983. Influence of micronutrients on the male sterility on upland wheat and on rice and soybean yields in red-yellow latosols. Pesq. Agropec bras. Brasilia, 18, 593-601.
- Gupta, U. C. 1979. Boron nutrition of crops. Adv.Agron.31:273-307.
- Huang, L., J. Pant, B. Dell and R. W. Bell. 2000. Effect of boron deficiency on anther development and floret fertility in wheat (*Triticum aestivum* L. 'Wilgoyne'). Annals of Botany. 85,493-500.

- Jamjod, S. and B. Rerkasem. 1999. Genotypic variation in response of barley to boron deficiency. *Plant Soil* 215,65-72.
- Li, C. J., H. Y. Yuan, Y. G. Zhang and F. S. Zhang. 1997. Growth of lateral buds versus changes of endogenous indoleacetic acid and zeatin/zeatin riboside content in pea plants grown under boron deficiency. In *Boron in Soils and Plants*. Eds. R. W. Bell and B. Rerkasem. pp. 179-182. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Li, W. H., M. C. Chao, N. S. Jerm, C. R. Li, W. J. Chu and C. L. Wang. 1978. Study on cause of sterility of wheat. *J. Northeastern Agri. College*, 31-19.
- Lohse, G. 1982. Microanalytical azomethine-H method for boron determination in plant tissues. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 13,127-134.
- Martens, D. C. and D. T. Westermann. 1991. Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In *Micronutrients in Agriculture*. 2nd ed. J.J. Mordtvedt, F.R. Cox, L.M. Shuman and R. M. Welch. pp. 549-592. SSSA Book Series no. 4. SSSA, Madison, WI.
- Rerkasem, B. and J. F. Loneragan. 1994. Boron deficiency in two wheat genotypes in a warm, subtropical region. *Agron.J.* 86,887-890.
- Rerkasem, B., S. Lordkaew and B. Dell. 1997. Boron requirement for reproductive development in wheat. *Plant nutrition*. pp. 69-73.
- Rerkasem, B. and K. Rekasem. 1991. A decline of soil fertility under intensive cropping in northern Thailand. In: *Soil Management for Sustainable Rice Production in the Tropics*, Int. Board for Soil Res and Management Monograph No.2, pp. 315-328. IBSRAM, Bangkok.
- Shorrocks, V. M. 1997. The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant and Soil*. 193,121-148.
- Simojoki, P. 1972. Tuloksia ohran boorilannoituskokeista. *Ann. Agric. Fenn.* 11, 333-341.
- Snowball, K. and A. D. Robson. 1983. Symptoms of Nutrient Deficiencies. Department of Soil Science and Plant Nutrition. Institute of Agriculture, University of Western Australia.
- Sthapit, B. R., K. D. Subedi, T. P. Tiwari, S. L. Chaudhary, K. D. Joshi, B. K. Dhital and S. N. Jaisi. 1989. Studies on causes of wheat sterility in the hill, Tar and Terai of Nepal. Seminar paper No. 5/89. Paper presented at the winter crops seminar, National Wheat Development Programe, Bhairhawa, Nepal.
- Wilson, C. M., R. L. Lovvorn. and W. W. Woodhouse. 1951. Movement and accumulation of water soluble boron within the soil profile. *Agron. J.* 43, 363-367.

วารสารเกษตร 19 (2) : 134-141 (2546)

Journal of Agriculture 19 (2) : 134-141 (2003)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหงส์เหิน

ชนิด *Globba winitii* Gagnep.

Morphology of *Globba winitii* Gagnep.

วีระอนงค์ คำศิริ^{1/} และ ฉันทนา สุวรรณชาติ^{1/}

Weeraanong Kumsiri^{1/} and Chuntana Suwanthada^{1/}

Abstract: Morphological study of white *Globba winitii* Gagnep. was carried out, observing from the plants at various stages of growth and development. It showed that the plant was monocotyledonous bulbous plant having green and slender stem. The plant produced compact rhizomes with some storage roots attached to each rhizome. The root system was fibrous. The leaf phyllotaxis was spiral. The leaf comprised of a leaf sheath folded around the stem and a green lanceolated lamina. The inflorescence was hanging, long and loose racemose panicle, bearing white bracts along the rachis. The yellow florets were found located at the axils of bracteoles of each rachilla. The flower was of asymmetrical perfect type with short pedicel. Sepals were 3 in number. Corolla comprised of 3 ordinary petals and 3 petaloid staminodes. One petaloid staminode modified as a lip. The basal parts of sepals and petals were fused forming calyx tube and corolla tube, respectively. The flower had only one normal stamen. The pistil obtained a long thread-like style located along the filament furrow. The ovary was inferior and mono-loculed. Ovules attached parietally to placenta. The oblong-shaped pod was of capsule type containing large oval seeds.

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

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

บทคัดย่อ: การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหงส์เหินชนิด *Globba winitii* Gagnep. แบบช่อขาว ศึกษาจากต้นพืชที่อยู่ในระยะของการเจริญเติบโตแตกต่างกัน พบว่า พืชชนิดนี้เป็นพืชหัวใบเลี้ยงเดี่ยว มีการเจริญเติบโตแบบแตกกอ มีลำต้นเรียวยาวสีเขียว หัวเป็นแบบเหง้าสั้นมีรากสะสมอาหารติดอยู่เป็นกระจุกที่โคนหัว รากเป็นรากฝอย ใบเรียงตัวแบบเวียนรอบลำต้น ประกอบด้วยกาบใบห่อหุ้มลำต้นและแผ่นใบรูปหอกมีสีเขียว ช่อดอกเป็นแบบช่อกระจุกแยกแขนง ช่อยาว หลวมและห้อยลง มีใบประดับสีขาวเกิดตามแกนกลางช่อดอก ดอกย่อยมีสีเหลืองเกิดออกมาจากซอกของใบประดับย่อยซึ่งอยู่บนแกนย่อยของช่อดอกดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ แบบไม่สมมาตร ก้านดอกสั้น กลีบเลี้ยงและกลีบดอกมีโคนกลีบเชื่อมกันเป็นหลอด ส่วนปลายแยกกัน กลีบเลี้ยงมี 3 กลีบ กลีบดอกมี 6 กลีบ 3 อันเป็นกลีบปกติ อีก 3 อันเป็นเกสรตัวผู้ลดรูปซึ่งหนึ่งกลีบมีลักษณะเหมือนปากเกสรตัวผู้ที่ปกติมี 1 อัน เกสรตัวเมียมีก้านเกสรยาวแทรกอยู่ในร่องของก้านชูอับละอองเกสร รังไข่อยู่ต่ำกว่าส่วนประกอบอื่นของดอก มี 1 ช่อง ไข่อ่อนติดกับผนังรังไข่แบบพลาเซนตาตามแนวตะเข็บ ฝักเป็นแบบผลแห้งแตก รูปรางกลมรี เมล็ดมีขนาดใหญ่รูปรางกลมรี

Index words : หงส์เหิน สัณฐานวิทยา

Globba winitii Gagnep. , morphology

คำนำ

หงส์เหิน (*Globba* spp.) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนชื้นจัดอยู่ในตระกูล Zingiberaceae ในป่าเมืองไทยมีพืชสกุลนี้ขึ้นกระจายอยู่ทุกภาค ประมาณ 40 ชนิด จากการสำรวจพบว่า บริเวณภาคเหนือและภาคกลางมีความหลากหลายของพันธุ์สูงกว่าภาคอื่นๆ (พวงเพ็ญ, 2539) พืชชนิดนี้มีรูปทรงของต้น ขนาดของต้น ตลอดจนลักษณะของช่อดอก ลักษณะและสีของดอกแตกต่างกันออกไปมากมายตามชนิดและพันธุ์ ซึ่งบางชนิดบางพันธุ์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเป็นไม้ดอกไม้ประดับได้เลยโดยไม่ต้องปรับปรุงพันธุ์ในขณะที่บางชนิดบางพันธุ์อาจจะต้องผ่านการปรับปรุงพันธุ์ก่อนที่จะนำมาใช้ในการค้า หงส์เหินชนิด *G. winitii* Gagnep. แบบช่อขาว เป็นชนิดที่มีช่อดอกและดอกสวยงามแปลกตา และมีศักยภาพในการพัฒนาให้เป็นไม้ดอกไม้ประดับได้ จึงควรที่จะมีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานหลายด้านเพื่อประโยชน์ในการศึกษาต่อ

เนื่องในการผลิตและการปรับปรุงพันธุ์

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *G. winitii* Gagnep. แบบช่อขาว เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาต่อเนื่องดังกล่าวข้างต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

1. พืชทดลอง คือ หงส์เหินชนิด *G. winitii* Gagnep. ช่อขาวที่ปลูกจากหัวแบบเหง้าแน่นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.3 – 1.5 เซนติเมตร และมีรากสะสมอาหาร 8 รากต่อหัว

2. อุปกรณ์ คือ วัสดุปลูก ซึ่งประกอบด้วย ดิน ขี้เถ้าแกลบ และ ทราย ในอัตราส่วน 1 : 1 วัสดุปลูกตักสีดำ ป้ายชื่อ และ ตลับเมตร

วิธีการ

ปลูกหัวของพืชทดลองลงในถุงที่บรรจุวัสดุปลูกแล้วนำไปเลี้ยงไว้ภายใต้โรงเรือนที่พราง

แสงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ แล้วติดตามและบันทึก
ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชทดลอง

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ
G. winitii Gagnep. แบบช่อขามมีดังนี้

1. ลำต้น ลำต้นในระยะเริ่มแรกมีลักษณะ
เป็นปล้องสั้น มีใบที่เป็นใบสั้น ๆ ในลักษณะของ
กาบใบ (leaf sheath) โอบอยู่รอบปล้อง หุ้มส่วน

ของลำต้นไว้ด้านใน เมื่อเกาะออกปรากฏลำต้นที่มี
ผิวด้านนอกสีน้ำตาล ด้านในมีสีเขียว มีกลิ่นหอม
เมื่อลำต้นมีการเจริญเติบโตมากขึ้นและยึดตัวเห็น
ปล้องชัดเจนขึ้นจะเห็นว่าลำต้นมีสีเขียว และมีขน
สั้นเล็ก ๆ ปกคลุม ปล้องที่อยู่บริเวณโคนจำนวน 4
ปล้องมีกาบใบสั้นหุ้มรอบปล้อง ส่วนปล้องที่อยู่
ถัดขึ้นมามีกาบใบที่มีสีเขียวหุ้มปล้องแต่ละปล้อง
และส่วนปลายของกาบใบเป็นแผ่นใบ (lamina)
ปล้องปลายสุดเป็นก้านช่อดอก ลักษณะของลำต้น
ในระยะที่ต้นพืชออกดอกแสดงไว้ในภาพที่ 1

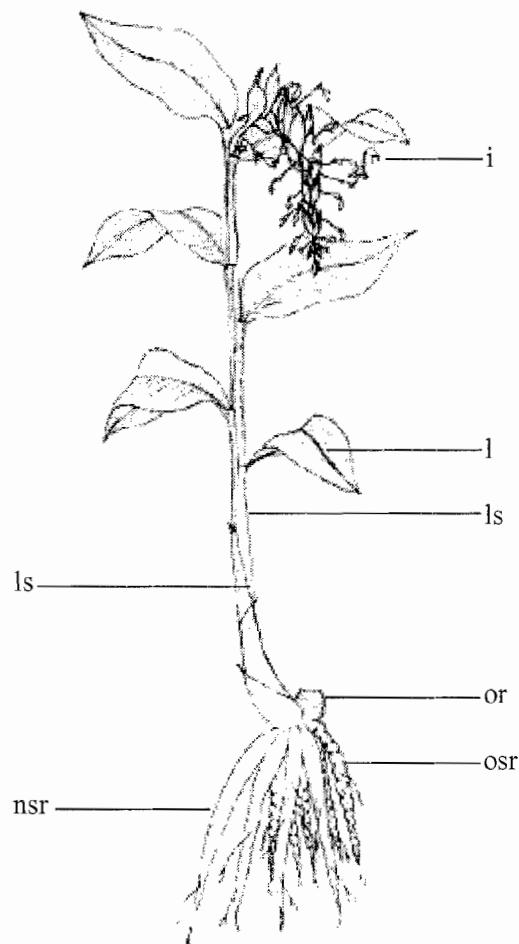


Figure 1 Illustration of flowering plant of *Globba winitii* Gagnep.

i = inflorescence ; l = lamina ; ls = leaf sheath

nsr = new storage root ; or = old rhizome ; osr = old storage root

2. หัว หัวเป็นแบบเหง้า มีลักษณะเป็นเหง้าสั้น (compact rhizome) ซึ่งเกิดจากการหดตัวของปล้องของลำต้นที่อยู่บริเวณโคนต้นกลายเป็นปล้องที่มีลักษณะหดสั้นซ้อนกันถี่ ไม่มีการขยายตัวออกทางด้านข้าง มีรากสะสมอาหาร (storage root) ติดอยู่ที่ส่วนโคนของหัว รากสะสมอาหารเหล่านี้เกิดจากการแปรรูปของโคนรากซึ่งเดิมเป็นรากที่เจริญเติบโตออกมาจากส่วนโคนของต้น รากเหล่านี้แปรรูปโดยขยายขนาดออกทางด้านข้างทำให้มีลักษณะเป็นรากอวบ (ภาพที่ 2) เนื่องจากต้นพืชทดลองมีการเจริญเติบโตในลักษณะแตกกอ กล่าวคือ นำหัวไปปลูก 1 หัว งอกต้นขึ้นมาได้หลายต้น และต้นแต่ละต้นสร้างหัวของมันเอง ดังนั้นในระยะที่ต้นตายและหัวพักตัวจึงพบว่าหัวใหม่ที่เกิดจากหัวแม่ 1 หัว เกิดขึ้นมาได้หลายหัวโดยมีจำนวนหัวเท่ากับจำนวนต้นที่ได้จากการแตกกอและหัวดังกล่าวอยู่เรียงกันเป็นแถวในลักษณะเรียงเดี่ยวขนานไปกับผิวดิน

3. ราก รากเป็นรากฝอย เจริญเติบโตออกมาจากโคนต้น ในระยะเริ่มแรกเป็นรากที่มีรูปร่างเรียวยาวสีขาว ต่อมาเมื่อเจริญเติบโตมากขึ้นบริเวณโคนรากขยายขนาดออก มีขนาดใหญ่และอวบน้ำแปรรูปไปเป็นส่วนสะสมอาหารของต้น เมื่อรากมีอายุมากขึ้นสีของรากเข้มขึ้นและกลายเป็นสีน้ำตาล ส่วนที่แปรรูปของรากเป็นส่วนที่อยู่บริเวณโคนต้น ส่วนของรากที่ต่อจากส่วนสะสมอาหารเป็นรากปกติที่มีการแตกแขนงที่ปลาย เมื่อต้นตายไปส่วนของรากปกติแห้งตายไปคงเหลือแต่เพียงรากส่วนที่สะสมอาหารที่ยังคงมีชีวิตและอวบน้ำ

4. ใบ ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงตัวแบบเวียนบนลำต้น (spiral phyllotaxis) ใบประกอบด้วยกาบใบซึ่งห่อหุ้มปล้องไว้และส่วนปลายของกาบใบเป็นแผ่นใบ กาบใบมีสีเขียว มีขนอ่อนปกคลุมแผ่นใบบางเป็นรูปหอก ปลายใบเรียวแหลม รูปสามเหลี่ยมขอบใบเรียบ มีเส้นใบแบบขนาน เส้นกลางใบเห็นเด่นชัดแผ่นใบมีสีเขียว

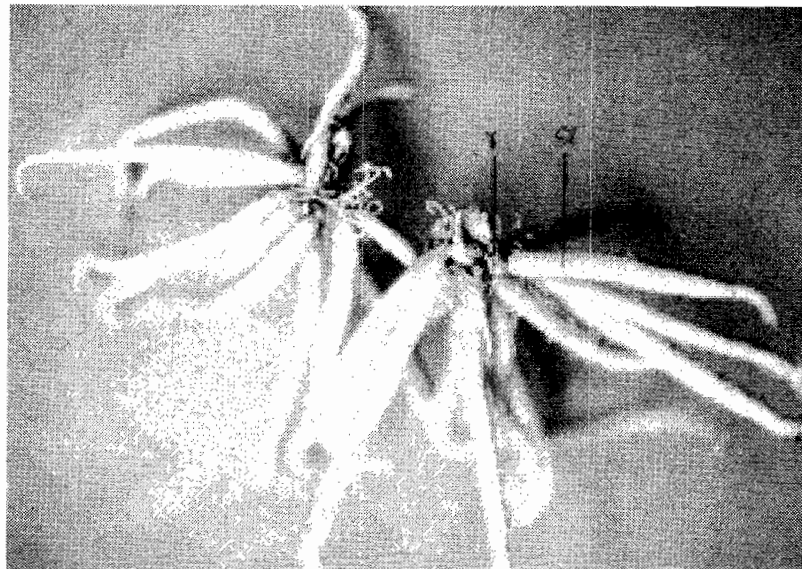


Figure 2 Compact rhizomes of *Globba winitii* Gagnep.

r = rhizome ; sr = storage root

5. ช่อดอก ช่อดอก (ภาพที่ 3) เกิดออกมาจากปล้องปลายสุดของลำต้นเป็นช่อดอกแบบช่อกระจะแยกแขนง (racemose panicle) ดังเห็นได้จากภาพที่ 4 ก้านช่อดอกยาว มีสีเขียวอ่อนมีขนเส้นเล็ก ๆ อ่อนนุ่มปกคลุม ช่อดอกยาวและโปร่ง ช่อห้อยลง แกนกลางของช่อดอก (rachis) ยาว ที่โคนปล้องของแกนกลางช่อดอกแต่ละปล้องมีใบประดับ

(bract) สีขาวเป็นแผ่นบางลักษณะรูปขอบขนานถึงรูปหอกขอบเรียบทั้ง 2 ด้าน ไม่มีขนปกคลุม ใบประดับมีปลายแหลมและฐานเป็นรูปลิ้น ในระยะที่ช่อดอกยังอ่อนอยู่บริเวณโคนของใบประดับพับลงไปทางโคนช่อทำให้ดูกลมู่นับไปกับก้านช่อดอก เมื่อดอกย่อยบานใบประดับจึงบานตามและแผ่ออกจากแกนกลางช่อดอก



Figure 3 Inflorescence of *Globba winitii* Gagnep.

b = bract ; bt = bracteole ; f = floret

6. ดอก ดอก (ภาพที่ 5) เป็นดอกสมบูรณ์เพศแบบไม่สมมาตรเจริญออกมาจากซอกของใบประดับย่อย (bracteole) ซึ่งมีรูปร่างเป็นรูปถ้วย และใบประดับย่อยนี้เกิดอยู่บนแกนย่อยของช่อดอก (rachilla) ก้านดอกสั้นมีกลีบเลี้ยงเชื่อมติดกันเป็นหลอดรูปร่างเป็นรูปถ้วย (calyx tube) ปลายถ้วยแยกออกเป็น 3 แฉก (calyx lobe) ขนาดไม่เท่ากันมีสีเหลืองอมส้ม กลีบดอกมีโคนกลีบเชื่อมกันเป็น

หลอด (corolla tube) มีขนาดเล็กและยาวเรียวยาวหลอดแยกออกจากกันเป็นกลีบดอก (corolla lobe) กลีบดอกมี 2 วง วงละ 3 กลีบ กลีบดอกวงนอกเป็นกลีบปกติ ส่วนกลีบดอกวงในเป็นกลีบดอกกลรูป (petaloid staminode) กลีบดอกบางมีรูปร่างเป็นแบบขอบขนานปลายแหลมสีเหลืองอมส้ม ผิวเรียบทั้ง 2 ด้าน กลีบดอกกลรูปด้านหน้ามีลักษณะคล้ายปากและห้อยลง รูปร่างเป็นแบบขอบ

ขนาน ปลายแหลมแยกออกจากกันเป็น 2 แฉก ผิวเรียบทั้งสองด้าน เกสรตัวผู้มี 1 อันมีก้านชูอับละอองเกสรยาว ด้านในเว้าเป็นร่องยาวตลอดก้าน ส่วนโคนของก้านชูอับละอองเกสรเชื่อมติดกับกลีบดอก อับละอองเกสรอยู่ที่ปลายก้าน มีสีครีม มี 2 พู แต่ละพูมีระยะยงค์ (appendage) มีลักษณะเหมือนปีกผีเสื้อสีส้ม 2 ปีกปลายปีกแหลมยื่นออกไปทางด้านข้าง ปีกนี้มีขนาดไม่เท่ากันโดยปีกด้านบนยาวกว่าปีกด้านล่างเล็กน้อยก้านชูเกสรตัวเมียมีสีครีมมีลักษณะเป็นเส้นด้ายยาวแทรกอยู่ในร่องของก้านชูอับละอองเกสร ยอดเกสรตัวเมียมีลักษณะกลม มีขนโดยรอบ รังไข่อยู่ต่ำกว่าส่วนอื่นของดอก มีลักษณะ

กลม ผิวเรียบ สีเขียวอ่อน รังไข่มี 1 ช่อง มีไข่อ่อนติดกับผนังรังไข่แบบพลาเซนตาตามแนวตะเข็บ (perietal placentation)

7. ผล ผลเป็นแบบผลแห้งแตก (capsule) มีลักษณะกลมรีสีเขียวปนเหลือง ที่โคนผลมีหลอดกลีบเลี้ยงติดอยู่ซึ่งจะหลุดไปเมื่อแก่ ผลแก่แตกออกตามแนวตะเข็บ

8. เมล็ด เมล็ดมีลักษณะกลมรี มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.2 มิลลิเมตร มีสีขาวเมื่ออ่อนอยู่และมีสีน้ำตาลเข้มเมื่อแก่ ที่โคนเมล็ดมีรกลีขาวติดอยู่ เมล็ดติดกับผนังของผลแบบติดตามแนวตะเข็บ

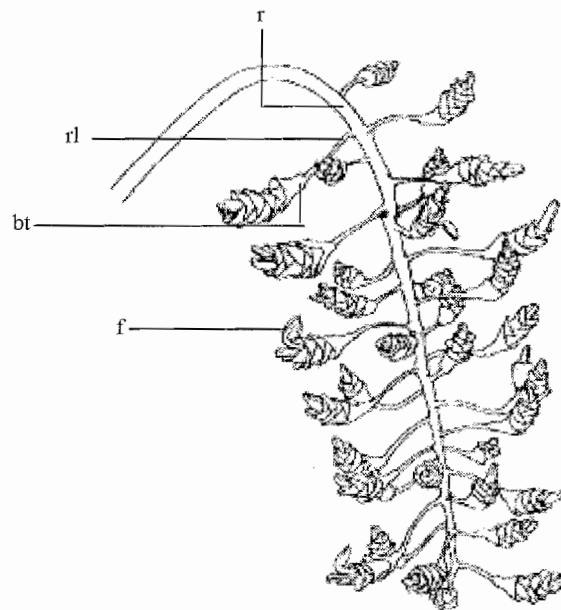


Figure 4 Illustration of inflorescence with bracts detached showing racemose panicle type of inflorescence.

b = bracteole ; f = floret ; r = rachis ; rl = rachilla

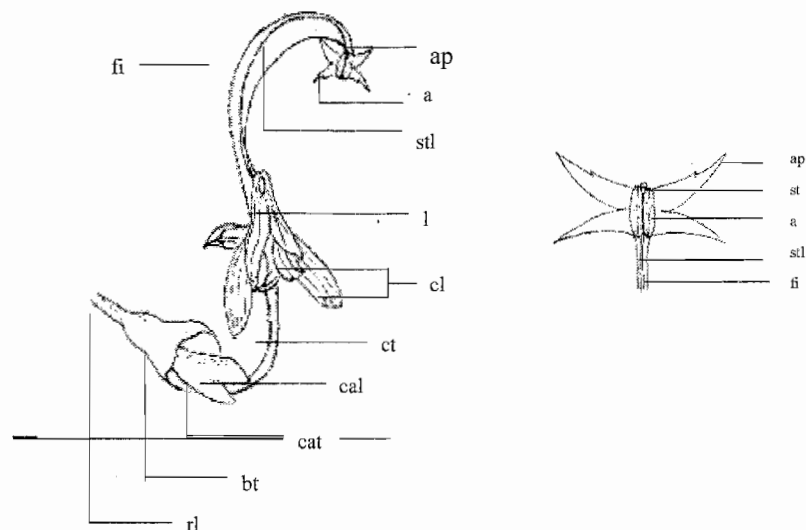


Figure 5 Illustration of floret of *Globba winitii* Gagnep.

- a = anther ; ap = appendage ; bt = bracteole
 cal = calyx lobe ; cat = calyx ; cl = corolla lobe
 ct = corolla tube ; fi = filament ; l = lip
 rl = rachilla ; st = stigma ; stl = style

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาทางสัณฐานวิทยาของพืชทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาจากต้นพืชที่มีการเจริญเติบโตในระยะที่แตกต่างกันจึงให้ข้อมูลของลักษณะของต้นพืชได้ชัดเจน สามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์และลักษณะประจำพันธุ์ของพืชต้นนี้ได้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ทำให้ทราบรายละเอียดของต้นพืชทดลองชนิดนี้ ซึ่งมีลักษณะหลายลักษณะที่เฉพาะตัวแตกต่างไปจากพืช

ในสกุลเดียวกัน เช่น การเรียงตัวของใบของต้นพืชเป็นการเรียงตัวแบบเวียนรอบต้นซึ่งแตกต่างไปจากการเรียงตัวของใบของต้นพืชชนิดอื่นในสกุลเดียวกันดังที่รายงานไว้โดยก่าปิ่น (2541) และ Keng (1969) ว่าเป็นแบบสลับในระนาบเดียว (distichous phyllotaxis) และลักษณะของช่อดอกซึ่งผลการศึกษาปรากฏว่าเป็นช่อดอกแบบช่อกระจจะแยกแขนงซึ่งแตกต่างจากลักษณะช่อดอกของหงส์เหินโดยทั่วไปซึ่งก่าปิ่น (2541) รายงานไว้ว่าเป็นช่อดอกแบบช่อกระจจะ (raceme) นอกจากนี้ยังได้ราย-

งานถึงลักษณะของผลของพืชทดลองไว้ด้วยซึ่งอาจจะเป็นลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างจากหงส์เหินชนิดอื่น ๆ

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าหงส์เหินช่อดอกขาวซึ่งเป็นพืชทดลองมีลักษณะทางสัณฐานที่สามารถบันทึกไว้เพื่อเป็นลักษณะประจำพันธุ์ได้คือเป็นพืชหัวใบเลี้ยงเดี่ยว มีการเจริญเติบโตแบบแตกกอ มีหัวเป็นเหง้าสั้นที่มีรากสะสมเป็นกระจุกที่โคนหัว รากสะสมมีลักษณะยาวเรียว ลำต้นยาวเรียวตั้งตรง ปล้องปลายสุดเป็นที่เกิดของช่อดอกใบเรียงตัวแบบเวียนรอบลำต้น ใบเดี่ยวประกอบด้วยกาบใบและแผ่นใบสีเขียว ใบเป็นรูปหอกปลายแหลม ออกดอกเป็นช่อ ช่อดอกเป็นแบบช่อกระจุกแยกแขนง ช่อโปร่งมีลักษณะห้อยย้อยมีใบประดับสีขาวรูปร่างขอบขนานปลายแหลมเกิดที่ข้อของแกนกลางช่อดอก ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศแบบไม่สมมาตรเจริญออกมาจากใบประดับย่อยที่เป็นรูป

ถ้วย กลีบเลี้ยงและกลีบดอกมีโคนกลีบเชื่อมกันเป็นกรวย กลีบดอกมี 2 วง วงละ 3 กลีบ วงนอกเป็นกลีบปกติ วงในเป็นเกสรตัวผู้ลดรูปและกลีบด้านหน้ามีลักษณะเป็นปาก เกสรตัวผู้มี 1 อัน รังไข่กลมผิวเรียบอยู่ต่ำกว่าส่วนอื่น ฝักเป็นแบบผลแห้งแตก

เอกสารอ้างอิง

- คำปิ่น ธรรมสนธิ. 2541. การเจริญเติบโตของหงส์เหินบางชนิด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 184 น.
- พวงเพ็ญ ศิริรักษ์. 2539. พืชสกุลขิง - ข่าในประเทศไทย (Zingiberaceae in Thailand). เอกสารประกอบการประชุมวิชาการทางพฤกษศาสตร์ เรื่อง ทรัพยากรพืชของเชิงเขาหิมาลัย, เชียงใหม่. 30 น.
- Keng, H. 1969. Orders and Families of Malayan Seed Plants. University of Malaya, Kuala Lumpur. 418 p.

การใช้ถั่วเขียวเป็นปุ๋ยพืชสดที่มีต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตของข้าวจากปอนิก้า

Mungbean as Green Manure for Growth
and Yield of Subsequent Japonica Rice

สมเกียรติ วัฒนกิจวานันต์^{1/} เฉลิมพล แหม่มเพชร^{2/} และ สุชาติ จิรพรเจริญ^{3/}

Somkiat Wattakawigran^{1/}, Chalermphone Sampet^{2/} and Suchart Jirapornchareon^{3/}

Abstract: An experiment on the use of mungbean (*Vigna radiata*) as green manure for subsequent japonica rice yield was conducted at the Faculty of Agriculture, Chiang Mai University during May – December 1997. The experimental design was a split plot with four replications. Two soil managements, semidry and flooded conditions, after green manure incorporation used as main plot and the incorporation at flowering and maturity with and without pod removal used as sub plot including control plots (weeds fallow) which receiving 0, 6.0 and 12.0 kgN/rai as urea. Two third of the N fertilizer was applied at the time of transplanting and the rest was applied at the panicle initiation stage. All experimental plots were puddled for rice transplanting 2 weeks after green manure incorporation

The biomass (the above ground dry matter) production at flowering of green manure was 301 kg/rai with its N accumulation of 8.0 kg. At maturity, the total biomass and N accumulation were 801 kg/rai (with pod 326 kg.) and 18.1 kg/rai respectively. The N retained in the pods was 12.1 kg/rai. The biomass of weeds of the control plot (weed fallow) was 118 kg/rai with its N 1.6 kg. The incorporation of green manure under both semidry and flooded conditions significantly increased growth (dry matter accumulation and tillering) and grain yield. The higher yields were observed from the flooded condition than the semidry treatments. The yields obtained from the flooded conditions were 36-67%,

^{1/} สถานีทดลองข้าวไร่และธัญพืชเมืองหนาวปางมะผ้า สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร

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

^{3/} ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/} Upland Rice and Temperate Cereal Research Station, Pang mapha, Rice Research Institute, Bangkok, Thailand.

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

^{3/} Department of Soil science and Conservation, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

(depending on the incorporating practices) greater than the control plot (279 kg/rai) compared with 1-10% observed from the semidry condition. The highest yield 469 kg/rai was obtained from the treatment of incorporating green manure at maturity with pods. The other two treatments, incorporation at flowering and maturity with pod removal, under flooded condition, gave grain yields 425 and 385 kg/rai respectively. This recorded yield (469 kg/rai) was equivalent to the yield of the 6 kg N treatment and the highest yield 650 kg/rai was obtained from the 13.0 kgN/rai application.

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของการใช้ถั่วเขียว(ควม้น)เป็นปุ๋ยพืชสดที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวจากปอนิก้า (พันธุ์ กว.ก.1) ที่ปลูกตามหลังได้ดำเนินการที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเวลาการไถกลบ และวิธีการจัดการหลังการไถกลบ วางแผนการทดลองแบบ split plot มี 4 ซ้ำ โดยมีการปล่อยให้มีและไม่มีน้ำขังเป็นเวลา 2 สัปดาห์หลังการไถกลบก่อนทำเทือกปลูกข้าวเป็น main plot และให้การไถกลบถั่วเขียวที่ระยะออกดอก ที่ระยะพืชแก่พร้อมเก็บเกี่ยว และที่ระยะพืชแก่เช่นกัน แต่การทำกรเก็บเกี่ยวออกเป็น sub plot เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 0, 6.0 และ 12.0 กก./ไร่

ผลการสุ่มวัดปริมาณของมวลชีวภาพและ N ของถั่วเขียวพบว่า การไถกลบที่ระยะออกดอกมีมวลชีวภาพ(น้ำหนักแห้ง) 310 กก./ไร่ และ N 0.8 กก. ส่วนที่ระยะพืชแก่พร้อมเก็บเกี่ยวมีน้ำหนักแห้งรวมทั้งหมด 810 กก./ไร่ และ N 21.3 กก. จากน้ำหนักแห้งนี้เป็นส่วนของฝักและเมล็ด 320 กก./ไร่ และมี N รวมอยู่ 12.1 กก. สำหรับแปลงเปรียบเทียบมีน้ำหนักแห้งของวัชพืช 118 กก./ไร่ และ N 1.6 กก. N ในถั่วเขียวทั้งหมดที่ระยะออกดอก และระยะแก่พร้อมเก็บเกี่ยวเป็น N ที่ได้จากกระบวนการตรึงร้อยละ 54 และ 63 ตามลำดับ ปุ๋ยพืชสดมีผลทำให้การเจริญเติบโตในรูปของการสะสมน้ำหนักแห้ง และการแตกกอและผลผลิตของข้าวจากปอนิก้าที่ปลูกตามหลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากแปลงเปรียบเทียบและกรรมวิธีการปล่อยให้มีน้ำขังหลังการไถกลบให้ผลดีกว่าที่ไม่มีน้ำขัง ภายใต้กรรมวิธีปล่อยให้มีน้ำขังให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 36-37% จากแปลงเปรียบเทียบ (279 กก./ไร่) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการไถกลบ โดยการไถกลบทั้งต้นที่ระยะพืชแก่ให้ผลผลิตสูงสุด (469 กก./ไร่) ส่วนการไถกลบที่ระยะออกดอก และที่ระยะพืชแก่แต่เก็บฝักออกให้ผลผลิต 425 กก./ไร่ และ 383 กก./ไร่ ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีที่ไม่มีน้ำขังนั้นให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 1-10% ผลผลิตที่ดีที่สุดของกรรมวิธีปุ๋ยพืชสด ไม่แตกต่างในทางสถิติจากผลผลิตเมื่อใช้ปุ๋ย N 6.0 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิต 497 กก./ไร่ และผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 650 กก./ไร่ เมื่อเพิ่มปุ๋ย N เป็น 12.0 กก./ไร่

Index words: ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยไนโตรเจน การดูดใช้ในโตรเจน การสะสมมวลชีวภาพและไนโตรเจนของถั่วเขียว
ผลผลิตข้าว

Green manure, N fertilizer, N uptake, Mungbean biomass and N accumulation,
Subsequent rice yield

คำนำ

ในพื้นที่นาปรังในเขตที่มีการชลประทาน จะมีการใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกพืชค่อนข้างเข้มข้น หรือปลูกพืชตลอดทั้งปีอย่างน้อยสองครั้งหรือสอง พืชต่อปีหรือห้าครั้งในรอบ 2 ปี โดยมีข้าวเป็นพืช หลัก จากกิจกรรมการเพาะปลูกเช่นนี้ทำให้พื้นที่ดิน นั้นแทบไม่มีโอกาสได้พักหรือฟื้นตัว ประกอบกับ ในหลายพื้นที่นิยมการทำการเผาตอซังข้าวหรือ วัชพืชก่อนการเตรียมดิน การปฏิบัติเช่นนี้มีผลทำให้ อินทรีย์วัตถุลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อ การใช้พื้นที่ดินเพื่อการเพาะปลูกที่ยั่งยืน และอย่างมี ประสิทธิภาพ (Kawaguchi and Kyuma, 1977) อินทรีย์วัตถุในดินต่ำจะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติ ทางกายภาพของดิน และส่งผลให้ประสิทธิภาพของ ปุ๋ยในการเพิ่มผลผลิตพืชลดลง (Vlex and Byrnes, 1986) ผลที่ตามมาก็คือเกษตรกรต้องใช้ปุ๋ย (เคมี) เพิ่มมากขึ้นเท่ากับเป็นการเพิ่มต้นทุนและการใช้ปุ๋ย มากเช่นนั้นไม่เป็นผลดีต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นการ บริหารเพื่อรักษาอินทรีย์วัตถุในดินไว้ในระดับที่ เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญ การ ปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุในดินนั้นสามารถ ทำได้หลายทาง การใช้ปุ๋ยพืชสดก็เป็นทางเลือกที่ดี ทางหนึ่ง (Becker, 1988) และถ้าพืชที่ใช้เป็นพืช ตระกูลถั่วก็จะเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจนให้กับ พืชปลูกตามได้อีกด้วย (Bouldin, 1988 ; Westcott and Mikkelsen, 1988) แต่อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยพืช สดต้องมีการปลูกและไถกลบก่อนถึงเวลาปลูกพืช และเมื่อพิจารณาระบบและเวลาการเพาะปลูกพืช สองครั้งต่อปีโดยมีข้าวปลูกในฤดูฝนเป็นหลัก นั้นพบว่าระหว่างที่รอเวลาการปลูกข้าวก็ยังพอมี เวลาให้ปลูกพืชบางอย่างที่มีอายุสั้น เช่นถั่วเขียวและ ไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดก่อนปลูกข้าว การใช้ถั่วเขียว อาจได้ประโยชน์จากการเก็บผลผลิตก่อนไถกลบ

ซากที่เหลือเป็นการเพิ่มรายได้อีกด้วย วัตถุประสงค์ ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาการจัดการไถกลบถั่ว เขียวที่เหมาะสมเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับข้าวจากปอ นิกล้าที่ปลูกตามหลัง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาทดลองดำเนินการที่แปลงทดลอง พื้นที่นาของภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในระหว่างเดือน พฤษภาคม- ธันวาคม 2541 ผลการวิเคราะห์ดินมี pH 5.1, N 0.008% P 6.4 ppm, K 3.0 ppm และ CEC 13.25 meq/100g.

วางแผนการทดลองแบบ split plot มี 4 ซ้ำ main-plot ประกอบด้วย การปล่อยให้น้ำขัง และ ไม่มีน้ำขัง หลังการไถกลบ ถั่วเขียวและวัชพืชเป็น ปุ๋ยพืชสดเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนเตรียมดินและย้าย กล้าปลูกข้าว และ sub-plot ประกอบด้วยการไถกลบ ถั่วเขียวที่ระยะออกดอก ที่ระยะสุกแก่ที่มีการเก็บฝัก และ ไม่เก็บฝักออกและการไถกลบวัชพืชนั้นมีการ ใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 0, 6 และ 12 กก./ไร่ วัชพืชนั้น เป็นพืชที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ปุ๋ย N ทำการแบ่งใส่ สองครั้ง ๆ แรกใส่ในวันปักดำข้าวจำนวน 2 ใน 3 และส่วนที่เหลือใส่ที่ระยะประมาณกำเนิดช่อดอก พันธุ์ถั่วที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดครั้งนี้คือพันธุ์ กพส. 1 ปลูกด้วยความหนาแน่น 20 × 50 ซม. ไม่มีการใส่ ปุ๋ยใด ๆ ให้ทั้งสิ้น ส่วนข้าวที่ใช้ทดสอบเป็นข้าวจา- ปอนิกล้าพันธุ์ กว.1 ปลูกด้วยระยะปลูก 20 × 25 ซม. กล้า 6 ต้นต่อหลุม อายุกล้า 30 วัน แปลงทดลอง ปลูกทุกแปลงได้รับปุ๋ย P_2O_5 และ K_2O อัตรา 10 กก./ ไร่ ทั้งถั่วเขียวและวัชพืชถูกไถกลบพร้อมกันทั้ง หมดโดยกำหนดแผนการปลูกถั่วเขียวให้ไถกลบให้ พร้อมกันตามระยะการเจริญที่กำหนด ก่อนการไถ กลบปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว หรือวัชพืช) ได้ทำการสุ่ม

เก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณมวลชีวภาพ (ส่วนที่อยู่เหนือดิน) และไนโตรเจน และในส่วน ของถั่วเขียวได้ทำการวัดปริมาณการตรึงไนโตรเจน โดยวิธีของยูรีโอคเทค (People *et al.*, 1989) เมื่อ ข้าวเริ่มออกรวงทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ การแตกกอ การสะสมน้ำหนักแห้ง และไนโตรเจน การวิเคราะห์ไนโตรเจนใช้วิธีของ micro-Kjeldahl

ผลการทดลอง

น้ำหนักแห้งและไนโตรเจนของถั่วเขียวก่อนถูกไถ กลบ

ถั่วเขียวที่ถูกไถกลบที่อายุการเจริญต่างกัน ให้น้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพและการสะสม N ต่าง- กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การไถกลบที่ระยะออก ดอกให้น้ำหนักแห้ง 301 กก./ไร่ และมี N สะสมอยู่

8.0 กก. ซึ่ง N จากจำนวนนี้ได้จากการคำนวณการตรึง 4.3 กก. และเมื่อไถกลบที่ระยะพืชแก่พร้อมที่จะเก็บ เกี่ยวได้น้ำหนักแห้งและ N เพิ่มขึ้นเป็น 810 กก./ไร่ และ 21.3 กก./ไร่ ตามลำดับ จาก N ทั้งหมด 21.3 กก. นั้นเกิดจากการคำนวณการตรึง 13.5 กก. หรือเท่ากับร้อยละ 63.4 แต่เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตออก ก่อนไถกลบจะเหลือเป็นน้ำหนักแห้ง 490 กก./ไร่ และ N 9.2 กก. สำหรับแปลงเปรียบเทียบ (weed fallow) นั้นมีน้ำหนักแห้งของวัชพืชรากก่อนถูกไถกลบ 118 กก./ไร่ และมี N เป็นส่วนประกอบอยู่ 1.6 กก. (ตารางที่ 1)

จากน้ำหนักแห้งและปริมาณ N เมื่อนำมา คำนวณหาค่า C/N เรโซ (ตารางที่ 1) ปรากฏว่าที่ ระยะออกดอกมีค่า C/N 15.2 : 1 ส่วนที่อายุเก็บเกี่ยว เมื่อคำนวณรวมและไม่รวมเมล็ดได้เท่ากับ 18.4 : 1 และ 22.5 : 1 ตามลำดับ ในขณะที่แปลงเปรียบเทียบ ให้ค่ากว้างที่สุดคือ 30.6 : 1

Table 1 The above ground biomass, N accumulating and C/N ratio of mungbean and weeds prior to incorporated into the soil as green manure.

Incorporation Managements	Above ground Biomass	Total N	Derived from N ₂ -fixation	C/N Ratio
-----kg/rai-----				
<i>Mungbean</i>				
- At flowering	301	8.0	4.3	15.2 : 1
- At maturity with pods	810	21.3	13.5	18.4 : 1
- At maturity without pods	490	9.2*	-	22.5 : 1
<i>Weeds fallow</i>	118	1.6	0	30.6 : 1

* N retained in pods = 21.3 – 9.2 = 12.1 kg N/rai.

น้ำหนักแห้งและการแตกกอของข้าว

การสะสมน้ำหนักแห้ง (ระยะออกดอก) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการใช้ถั่วเขียวเป็นปุ๋ยพืชสด หรือปุ๋ย N (ตารางที่ 2) แปลงเปรียบเทียบ

(ไถกลบวัชพืชและไม่มีการใส่ปุ๋ย N) ให้น้ำหนักแห้งของข้าวเฉลี่ย 444 กก./ไร่ ในขณะที่ปุ๋ยพืชสดจากถั่วเขียวให้น้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 559-668 กก./ไร่ และ 494-537 กก./ไร่ ภายใต้สภาพมีน้ำขัง และ

Table 2 The effect of green manure managements and incorporation conditions on dry matter and tillering (at heading stage) of the subsequent japonica rice.

Incorporation managements	Incorporation conditions		Mean
	Flooded	Semidry	
Dry matter (kg/rai)			
Mungbean			
- At flowering	625	503	564
- At maturity with pods	668	534	601
- At maturity without pods	559	494	527
Weeds fallow			
- Plus 0 kg N/rai	446	442	444
- Plus 6 kg N/rai	757	715	736
- Plus 12 kg N/rai	940	975	958
No. of tillers/m ²			
Mung bean			
- At flowering	290	213	252
- At maturity with pods	291	216	254
- At maturity without pods	263	208	236
Weeds fallow			
- Plus 0 kg N/rai	201	202	202
- Plus 6 kg N/rai	298	293	295
- Plus 12 kg N/rai	336	343	340
	Lsd (0.05)	Dry matter	Tillering
Incorporation conditons		ns	ns
Incorporation managements		4.0	7.7
Interaction		ns	57

ไม่มีน้ำขังตามลำดับ การไถกลบเมื่อพืชแก่แต่ไม่มีการเก็บฝักออกให้น้ำหนักแห้งของสูงสุด ส่วนปุ๋ย N ให้น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นเป็น 736 และ 593 กก./ไร่จากการใส่ปุ๋ย N อัตรา 6 และ 12 กก./ไร่ ตามลำดับ การไถกลบปุ๋ยพืชสดและปล่อยให้มือน้ำขังมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในรูปของการสะสมน้ำหนักแห้งมากกว่าไม่มีน้ำขัง แต่ไม่มีผลแตกต่างกันในกรรมวิธีของวัชพืชและปุ๋ย N

การแตกกอของข้าวเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการสะสมน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 2) กล่าวคือการไถกลบถั่วเขียวตั้งต้นเมื่อฝักแก่และมีน้ำขังให้การแตกกอมากที่สุดคือ 291 หน่อ/กอ เปรียบเทียบกับ 254 หน่อต่อกอ จากไม่มีน้ำขัง แต่การใส่ปุ๋ย N ให้การแตกกอสูงกว่าปุ๋ยพืชสดคือ 340 หน่อ/กอ (12 กก./ไร่) สำหรับแปลงเปรียบเทียบนั้นให้การแตกกอ 201 หน่อ/กอ

Table 3 N uptake (kg/rai) of the subsequent japonica rice at heading and harvesting stages following the incorporation of green manure.

Incorporation managements	Incorporation conditions		Mean
	Flooded	Semidry	
Heading stage			
Mung bean			
- At flowering	4.4	3.7	4.05
- At maturity with pods	4.9	4.0	4.45
- At maturity without pods	4.2	3.6	3.90
Weeds fallow			
- Plus 0 kg N/rai	3.1	3.1	3.10
- Plus 6 kg N/rai	5.6	5.5	3.10
- Plus 12 kg N/rai	7.2	7.3	7.25
	4.90	4.53	
Harvesting stage			
Mung bean			
- At flowering	9.7	4.5	7.10
- At maturity with pods	10.6	7.7	9.15
- At maturity without pods	8.9	7.0	7.95
Weeds fallow			
- Plus 0 kg N/rai	6.5	6.6	6.55
- Plus 6 kg N/rai	11.5	11.4	11.45
- Plus 12 kg N/rai	14.9	15.1	15.00
	10.35	8.72	

การดูดใช้ในโตรเจนของข้าว

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณการสะสมไนโตรเจนในต้นข้าวที่ระยะเริ่มออกรวง และเมื่อแก่พร้อมเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นผลมาจากการดึงดูดจากดินในระหว่างการเจริญของพืช จากตารางแสดงให้เห็นว่าข้าวมีการสะสมไนโตรเจนมากขึ้นตามอายุการเจริญ และการสะสมเพิ่มขึ้นทั้งภายใต้กรรมวิธีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยพืชสด การดูดใช้ในโตรเจนจากปุ๋ยพืชสดในสภาพที่ไม่มีน้ำขังน้อยกว่าที่มีน้ำขัง การสะสมไนโตรเจนที่ระยะออกรวงของกรรมวิธีที่มีน้ำขังอยู่ระหว่าง 4.2 – 4.9 กก./ไร่ และเพิ่มขึ้นประมาณเท่าตัวคือ 8.9-10.6 กก./ไร่ ที่ระยะเก็บเกี่ยว

เช่นเดียวกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยจาก 5.6-7.2 กก./ไร่ เป็น 11.5 – 14.9 กก./ไร่ (ขึ้นอยู่กับอัตราปุ๋ย) ส่วนกรรมวิธีเปรียบเทียบมีการสะสมไนโตรเจน 3.1 และ 6.5 กก./ไร่ ที่ระยะออกรวง และเก็บเกี่ยวตามลำดับ

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งจากการใช้ถั่วเขียวเป็นปุ๋ยพืชสด และการใช้ปุ๋ย N ในระหว่างกรรมวิธีของปุ๋ยพืชสด การไถกลบทั้งต้นที่ระยะฝักแก่และปล่อยน้ำขังให้ผลผลิตสูงสุดคือ 469 กก./ไร่ เปรียบเทียบกับ 280 กก./ไร่ ของกรรม-

Table 4 The effects of green manure and N fertilizer managements on the subsequent japonica rice grain yields .

Incorporation Managements	Incorporation conditions		Mean
	Flooded	Semidry	
Grain dry weight (kg/rai)			
Mung bean			
- At flowering	425	303	365
- At maturity with pods	469	307	388
- At maturity without pods	383	282	332
Weeds fallow			
- Plus 0 kg N/rai	280	279	279
- Plus 6 kg N/rai	497	486	491
- Plus 12 kg N/rai	650	662	656
Mean	451	387	

Lsd (0.05)

Incorporation conditons	ns
Incorporation managements	64.32
Interaction	105.92

Table 5 The effects of green manure and N fertilizer managements on the yield components of the subsequent japonica rice.

Incorporation managements	Incorporation conditions		Mean
	Flooded	Semidry	
<i>Mungbean</i>	<i>No. of panicles/m²</i>		
- At flowering	299	228	264
- At maturity with pods	308	227	268
- At maturity without pods	274	222	248
<i>Weeds fallow</i>			
- plus 0 kg N/rai	221	219	220
- plus 6.0 kg N/rai	319	310	315
- plus 12.0 kg N/rai	360	367	364
<i>Mungbean</i>	<i>No. of seeds/panicle</i>		
- At flowering	31.5	30.2	30.8
- At maturity with pods	32.8	29.9	31.4
- At maturity without pods	29.7	28.8	29.3
<i>Weeds fallow</i>			
- Plus 0 kg N/rai	28.2	27.9	28.1
- Plus 6.0 kg N/rai	34.3	34.1	34.2
- Plus 12.0 kg N/rai	39.9	40.4	40.2
<i>Mungbean</i>	<i>1,000 seeds wt. (g)</i>		
- At flowering	28.6	27.4	28.0
- At maturity with pods	28.8	28.6	28.7
- At maturity without pods	29.2	28.1	28.6
<i>Weeds fallow</i>			
- Plus 0 kg N/rai	27.9	28.3	28.1
- Plus 6.5 kg N/rai	28.6	28.7	28.7
- Plus 12.0 kg N/rai	28.3	29.8	28.1
Lsd (0.05)	No. of panicles	No. of seeds	1,000 seeds wt.
Incorporation conditions	ns	0.8	ns
Incorporation management	33	4.0	ns
Interaction	62	ns	ns

วิธีเปรียบเทียบ ซึ่งผลผลิตนี้ไม่แตกต่างจากผลผลิตของการใช้ปุ๋ย N อัตรา 6 กก./ไร่ (497 กก./ไร่) และผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 650 กก./ไร่ เมื่อเพิ่มปุ๋ย N เป็น 12 กก./ไร่ การไถกลบปุ๋ยพืชสดและไม่มีน้ำขังให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคืออยู่ระหว่าง 282-307 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างในทางสถิติกับกรรมวิธีเปรียบเทียบ (ตารางที่ 4)

สำหรับองค์ประกอบของผลผลิตนั้น พบว่าจำนวนรวง (ต่อพื้นที่) และจำนวนเมล็ดต่อรวงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ภายใต้อิทธิพลของปุ๋ยพืชสด สภาพมีน้ำขัง และการใช้ปุ๋ย N แต่ขนาดเมล็ด (น้ำหนัก 1000 เมล็ด) ไม่ได้รับผลกระทบ (ตารางที่ 5) จำนวนรวงเพิ่มขึ้นจาก 220 รวง/ม² ต่อการใช้ปุ๋ยพืชสดและ 319-360 รวง/ม² จากการใช้ปุ๋ย N ส่วนจำนวนเมล็ดต่อรวง 29.7-31.5 เมล็ด/รวง จากการใช้ปุ๋ยพืชสด และ 34.3-39.9 เมล็ด/รวง จากการใช้ปุ๋ย N เปรียบเทียบกับ 25.1 เมล็ด/รวง จากแปลงเปรียบเทียบ สำหรับน้ำหนัก 1000 เมล็ดของทุกกรรมวิธีอยู่ระหว่าง 27.4 – 29.1 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้ถั่วเขียวเป็นปุ๋ยพืชสดสามารถเพิ่มการเจริญเติบโต (การสะสมน้ำหนักแห้ง และการแตกกอ) และผลผลิตของข้าวจากปอน้ำที่ปลูกตามหลังได้ แต่การเจริญเติบโตและผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณมวลชีวภาพและ N ของถั่วเขียวที่ถูกไถกลบ การไถกลบถั่วเขียวทั้งต้นที่ระยะฝักแก่โดยไม่มีการเก็บฝักออก ซึ่งเป็นระยะที่มีมวลชีวภาพและ N สูงสุด ส่งผลให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวดีที่สุด และการปล่อยให้น้ำท่วมขัง (เป็นเวลา 2 สัปดาห์) หลังการไถกลบให้ผลดีกว่าที่ไม่มีการปล่อยน้ำขัง

ผลผลิตของข้าวจากการใช้ปุ๋ยพืชสดเพิ่มขึ้น 67.5% เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยพืชสด ซึ่งผลผลิตนี้ (469 กก./ไร่) ไม่แตกต่างในทางสถิติกับการใช้ปุ๋ย N ในอัตรา 6 กก./ไร่ (497 กก./ไร่) และจากการทดลองนี้ผลผลิตของข้าวได้เพิ่มขึ้นเป็น 650 กก./ไร่ เมื่อเพิ่มปุ๋ย N เป็น 12 กก./ไร่ ผลผลิตของข้าวที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนรวงต่อพื้นที่ และจำนวนเมล็ดต่อรวงเป็นสำคัญ

เมื่อพิจารณาถึงการดูดใช้ N (N uptake) ของข้าว (ตารางที่ 3) จะเห็นว่ามีความโน้มไปตามปริมาณของมวลชีวภาพของถั่วเขียวที่ถูกไถกลบ และปริมาณของปุ๋ย N ที่ใส่ และการดูดใช้ในโตรเจนภายใต้สภาพของกรรมวิธีที่ปล่อยให้น้ำท่วมขังหลังไถกลบจะสูงกว่าที่ไม่มีน้ำขัง ที่เป็นเช่นนี้อาจอธิบายได้ว่าเป็นผลมาจากการย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุ N ของอินทรีย์สารภายใต้สภาพ aerobic จะอยู่ในรูปของ NO₃⁻ และเมื่อมีการปล่อยน้ำเข้าท่วมขังในเวลาต่อมาเพื่อทำเทือกก่อนปลูกกล้าข้าวมีผลทำให้ NO₃⁻ นั้นสูญเสียไปอย่างรวดเร็วในรูปของก๊าซ N₂O และ N₂ และบางส่วนจะถูกชะล้างไปกับน้ำ แต่ถ้าเป็นการย่อยสลายภายใต้สภาพที่มีน้ำขัง (anaerobic) จะอยู่ในรูปของ NH₃ ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้หรือสะสมในดิน และนำไปใช้ต่อไปได้ (Buresh and De Datta, 1991 ; Sing *et al.* 1991) เกี่ยวกับเรื่องนี้ George *et al.* (1992) ได้ศึกษากับถั่วเขียว ได้ผลสนับสนุนว่า การไถกลบถั่วเขียวทิ้งไว้ในสภาพดินแห้งเป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ แล้วจึงปล่อยน้ำเข้ามีผลทำให้มีการสูญเสีย NO₃⁻ ไปถึงร้อยละ 80 ความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยพืชสดนอกจากขึ้นอยู่กับปริมาณของมวลชีวภาพและ N ที่สะสมแล้วยังขึ้นอยู่กับค่าอัตราส่วนระหว่าง C และ N (C/N ratio) ของอินทรีย์วัตถุนั้นด้วย กล่าวคืออินทรีย์วัตถุที่มี C/N แลบนจะมีการย่อยสลายและปลดปล่อย N ได้ง่าย

และเร็วกว่า ซึ่งยืนยันได้จากรายงานการศึกษากับ
แหวนแดง (Ito and Watanabe, 1985) และในพืช
ตระกูลถั่วหลายชนิด (Nagarajar, 1988)

ด้วยเหตุผลนี้จึงเห็นว่าการไถกลบถั่วเขียวที่
ระยะออกดอกซึ่งให้มวลชีวภาพและ N ต่ำกว่าแต่มี
ค่า C/N แล่กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับไถกลบที่
ระยะพืชแก่และเก็บเกี่ยวผลผลิตออกจึงให้

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การใช้ถั่วเขียว
เป็นปุ๋ยพืชสด สามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวที่ปลูก
ตามหลังได้ โดยหลังการไถกลบปล่อยให้น้ำท่วมขัง
ประมาณ 2 สัปดาห์ก่อนทำเทือกปลูกข้าว จะให้ผลดี
กว่าที่ไม่ปล่อยให้น้ำขัง และการไถกลบทั้งต้นที่
ระยะเก็บเกี่ยวจะให้ผลดีที่สุดคือทำให้ผลผลิตของ
ข้าวเพิ่มขึ้นประมาณ 68% แต่ถ้าเก็บฝักออกก่อนไถ
กลบถึงแม้ทำให้ผลผลิตของข้าวที่เพิ่มขึ้นน้อยกว่า
คือเพิ่มขึ้นประมาณ 36% ก็ตามแต่ก็จะได้ผลผลิต
ของถั่วเขียวจำนวนหนึ่งคือประมาณ 209 กก./ไร่ ที่
สามารถนำไปขายเป็นการชดเชยได้ และการไถกลบ
ที่ระยะออกดอกก็ได้ผลดีเช่นเดียวกันคือผลผลิตข้าว
เพิ่มขึ้นประมาณ 51% เนื่องจากการทดลองนี้เป็น
การเปรียบเทียบปุ๋ยพืชสดกับปุ๋ย N ในการเพิ่มผล
ผลิตของข้าว ไม่ได้ศึกษาถึงอิทธิพลร่วมกันระหว่าง
ปุ๋ยพืชสดกับปุ๋ย N ซึ่งน่าที่จะได้มีการศึกษาต่อไป
เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตของข้าวให้มากขึ้นโดย
ใช้ปุ๋ย N น้อยที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- Becker, M. 1988. Stem-nodulating legumes as green manure for lowland rice. Philipp. J. Crop Science, 13(3): 121-127.
- Bouldin, D.R. 1988. Effect of green manure on soil organic matter content and N availability. In green manure in rice farming. Proceeding of a symposium on sustainable agriculture IRRI 25-29 May, 1987 pp. 151-162.
- Buresh, R.J. and S. K. De Datta. 1991. Nitrogen dynamics and management in rice-legume cropping systems. Adv. Agron. 45 : 1-59.
- Dreyfus, B. 1983. Use of *Sesbania rostrata* as green manure in paddy fields. OSTOM, Dakar, Senegal.
- George, T., J.K. Ladha, R.j. Buresh and D. P. Garrity. 1992. Managing native and legume-fixed nitrogen in lowland rice-based cropping systems. Plant and Soil. 141 : 69-91.
- Herrera, W.T., C. Vejpas and D.P. Garrity. 1990. Green manure seed production: Components and systems research to overcome the critical constraints on small farm. Paper presented at the 1990 Asian Farming System Research and Extension Symposium, 19-22 November , 1990. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Ito, O and I. Watanabe. 1985. Availability to rice plants of nitrogen fixed by azolla. Soil Sci. Plant Nutr. 31 (1): 91-104.
- Ishikawa, M. 1988. Green manure in rice : The Japan experience. In green manure in rice farming. Proceeding of a symposium on sustainable agriculture IRRI 25-29 May 1987 pp. 45-61
- Kawaguchi, K. and K. Kyuma. 1977. Paddy soils in tropical Asia; Thesis material nature and fertility. University Press of Hawaii, Honolulu, 258p.
- Meelu, O.P. and R.A. Morris 1988. Green manure management in rice-base cropping systems. Proceeding

- Nagarajar, S. 1988. Transformation of green manure nitrogen in lowland rice soils. In Sustainable Agriculture : Green Manure in Rice Farming. IRRI. Los Banos, Laguna, Philippines. pp. 193-208.
- People, M.B., A.W. Faizah, B. Rerkasem and D.F. Herridge. 1989. Methods for Evaluating Nitrogen Fixation by Nodulated Legumes in the Field. ACIAR Monograph No. 11, ACIAR, Canberra.
- Singh, Y., C.S. Khind and B. Singh. 1991. Efficient management of leguminous green manures in wetland rice. Adv. Agron. 45 : 135-189.
- Vlek, P.L.G. and Bymess, B.H. 1986. The efficacy and loss of fertilizer N in lowland rice in nitrogen economy of flooded rice soils. In S.K. De Datta and W.,H. Patrick, Jr.(eds) Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands.
- Westcott, M.P. and D. S. Mikkelsen. 1988. Effect of green manure on rice soil fertility in the United State. In Green manure in rice farming. Proceeding of a symposium on sustainable agriculture IRRI 25-29 May 1987 pp. 151-162
-

ผลของวัสดุปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของดอกดาวเรือง

Effect of Mixing Media on Growth and Flower Yield of Marigold

อรรณพ คณาเจริญพงษ์^{1/} อรวรรณ ฉัตรสีรุ่ง^{2/} สุรเทพ เทพลีติกุล^{1/} ใจศิลป์ ก้อนใจ^{1/}

และ สมพร ชุนห์ลือชานนท์^{2/}

Annop Kanacharoenpong^{1/}, Arawan Shutsirung^{2/}, Suratep Teplikitkul^{1/}, Jaisilp Konjai^{1/} and

Somporn Choonluchanon^{2/}

Abstract : Marigold (*Tagetes erecta*) is a popular flower for cut flower or pot-plant production. In addition, it is used in landscape situation. One of the most important factors for pot-plant production is a growing medium, which serves as nutrients reserve and is not heavy. Different mixing ratios of materials were investigated to find out suitable mixing media for marigold pot-plant production. Soil compost, bio-organic fertilizer and rice husk charcoal were used as mixing materials at the ratios of 1:1:1, 1:2:1 and 1:3:1. Marigold was grown in these mixing media compared with that grown in soil with recommended rate of chemical fertilizer grade 15-15-15 at the rate of 15 gram per pot. The plants grown in the mixing media at every ratio showed significantly different in growth performances and flower yield from that grown in soil incorporated with chemical fertilizer. The mixing media at the ratios of 1:2:1 and 1:3:1 gave higher plant height, shoot and root dry biomass and size of plant canopy than the soil with chemical fertilization. Moreover, plants grown in the mixing media flowered more quickly (40 days after transplanting) than those grown in soil treated with chemical fertilizer (60 days after transplanting). Number of flowers, dry flower biomass and flower size of the plants grown in the mixing media were also significantly higher than those grown in the soil containing chemical fertilizer indicating that the mixing media innovated in this investigation are the most suitable for pot-flowering production.

^{1/} สถาบันวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมเกษตรแม่เหิระ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

^{2/} ภาควิชาปฐพีศาสตร์ และ ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

^{2/} Department of Soil Science, and Multiple Cropping Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ: ดาวเรืองเป็นไม้ดอกที่นิยมปลูกอย่างแพร่หลาย ทั้งปลูกเพื่อตัดดอกจำหน่ายและปลูกเป็นไม้ดอกกระถางสำหรับใช้ในการประดับตกแต่งสวน ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการผลิตดาวเรืองกระถางได้แก่วัสดุปลูกที่เหมาะสม มีน้ำหนักเบา มีธาตุอาหารพืชเพียงพอแก่การเจริญเติบโตและออกดอก การทดลองนี้เป็นการศึกษาอัตราส่วนของวัสดุปลูกที่เหมาะสมโดยใช้วัสดุหลัก 3 ส่วนคือ ดินหมัก ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ และถ่านเกลบ ในอัตราส่วน 1:1:1, 1:2:1 และ 1:3:1 เปรียบเทียบกับการปลูกในดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำของการปลูกดาวเรืองคือ ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 15 กรัมต่อกระถาง ผลการทดลองพบว่า วัสดุปลูกทั้ง 3 อัตราส่วน ทำให้ดาวเรืองมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตดอกดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี กล่าวคือวัสดุผสมอัตราส่วน 1:2:1 และ 1:3:1 ทำให้ต้นดาวเรือง มีความสูง มวลชีวภาพแห้ง และขนาดทรงพุ่มดีที่สุด และมีจำนวนดอก ขนาดดอก และน้ำหนักแห้งรวมของดอกมากกว่า ยิ่งไปกว่านั้น ดาวเรืองยังออกดอกเร็วขึ้นโดยมีดอกบานเต็มที่ในเวลา 40 วัน ในขณะที่การใช้ดินและใส่ปุ๋ยใช้เวลา 60 วัน นอกจากนี้ วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมดังกล่าวยังมีน้ำหนักเบาเหมาะสมที่จะใช้เป็นวัสดุปลูกสำหรับไม้ดอกในกระถางได้เป็นอย่างดี

Index words: ดาวเรือง วัสดุปลูก ดินหมัก ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ

Marigold, Mixing media, Soil compost, Bio-organic fertilizer

คำนำ

ไม้ดอกเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย การผลิตไม้ดอกส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ โดยมีทั้งผลิตในแปลงเพื่อตัดดอกและการผลิตเป็นไม้ดอกกระถาง ซึ่งปัจจุบันไม้ดอกกระถางกำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นและเป็นที่ต้องการของตลาด เนื่องจากสามารถนำมาใช้ในการประดับ ตกแต่งอาคารสถานที่ ร้านค้าและบ้านเรือน โดยเฉพาะในเทศกาลต่างๆ จะมีความต้องการมากเป็นพิเศษ ในบรรดาไม้ดอกด้วยกัน ดาวเรือง (Marigold) เป็นไม้ดอกชนิดหนึ่งที่มีความนิยมมาก จัดอยู่ในตระกูล Compositae (นันทิยา, 2545) กลุ่มเดียวกับกับ เบญจมาศ เยอรมัน และ บานชื่น (วัลลภ, 2541) ดาวเรืองเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว สามารถให้ดอกในเวลาสั้น คงทนต่อสภาพแวดล้อม รูปทรงดอกกลมสวยงาม มีสีสดใส ดอกบานทนนาน

การปลูกไม้ดอกกระถางให้เจริญเติบโตดี และให้ดอกสมบูรณ์นั้น วัสดุที่ใช้ปลูกเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ต้องมีโครงสร้างทางกายภาพที่ดีคือ โปร่งและร่วนซุย สามารถดูดซับน้ำได้พอเหมาะ ระบายน้ำและอากาศได้ดี มีสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสม (ประมาณ 6-7) รวมทั้งมีความอุดมสมบูรณ์สูง โดยมีแร่ธาตุที่ไม้ดอกต้องการในปริมาณที่พอเพียง ดินและวัสดุอินทรีย์จึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของวัสดุปลูกนอกเหนือไปจากปุ๋ยเคมี ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีวัสดุปลูกให้เลือกใช้หลากหลายในท้องตลาด แต่บางชนิดมีคุณภาพไม่เหมาะสมในการใช้ปลูกไม้ดอกกระถาง จึงมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของดอก เพื่อให้วัสดุที่ใช้ปลูกมีคุณสมบัติและคุณภาพที่เชื่อถือได้จึงได้ทำการศึกษาหาส่วนผสมที่เหมาะสมของวัสดุต่างๆ โดยใช้วัสดุที่มีองค์ประกอบตามความต้องการของพืชเพื่อพัฒนาและผลิตเป็นวัสดุปลูกที่ดีสำหรับดาวเรืองต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ปลูกดาวเรืองพันธุ์ทอริดอร์ (Toreador) สีส้มในกระถางขนาด 12 นิ้ว โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนของส่วนผสมของวัสดุปลูก จำนวน 7 กรรมวิธี

วัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย ส่วนที่ 1 คือ ดินหมัก (Soil compost) เตรียมได้จากการผสมดินร่วมกับปุ๋ยหมัก มูลไก่ และแกลบ ในอัตราส่วน 2:1:2:3 โดยหมักทิ้งไว้ประมาณ 2 เดือน ส่วนที่ 2 คือ ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ เตรียมจากการผสมปุ๋ยหมักกับหินฟอสเฟตและจุลินทรีย์ย่อยหินฟอสเฟต และส่วนที่ 3 เป็นถ่านแกลบ

กรรมวิธีที่ 1 ใช้ดินหมักเป็นวัสดุปลูกเพียงอย่างเดียว

กรรมวิธีที่ 2-4 วัสดุปลูกประกอบด้วย ดิน-หมัก : ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ : ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1:1, 1:2:1 และ 1:3:1 ตามลำดับ

กรรมวิธีที่ 5 ใช้วัสดุปลูกผสมอัตรา 1:1:1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ (7.5 กรัมต่อกระถาง)

กรรมวิธีที่ 6 ปลูกในดินโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

กรรมวิธีที่ 7 ปลูกในดินและใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตราแนะนำ (15 กรัมต่อกระถาง)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) 3 ซ้ำ (กระถาง) โดยปลูกดาวเรือง 2 ต้น ต่อกระถาง ในกระถางขนาด 12 นิ้ว ทำการทดลองระหว่างเดือนกันยายน-ตุลาคม 2544 บันทึกผลการทดลองได้แก่ การเจริญเติบโต (ความสูง ความกว้าง ทรงพุ่ม น้ำหนักแห้งของต้น น้ำหนักแห้งของราก) การออกดอก คุณภาพดอก และวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง

(pH, ดิน:น้ำ 1:1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Walkley Black) ปริมาณฟอสฟอรัส (Available P, Bray II)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง

เมื่อดาวเรืองอายุได้ 40 วัน พบว่าบางต้นมีดอกบานเต็มที่แล้วจึงทำการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตในช่วงอายุดังกล่าว ปรากฏว่าการเจริญเติบโตทางลำต้นของดาวเรืองมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ($P \leq 0.05$) ทั้งในด้านความสูง ความกว้าง ทรงพุ่ม น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง (ตารางที่ 1 และรูปที่ 1) กล่าวคือ ดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุปลูกผสมอัตราส่วน 1:2:1 อัตราส่วน 1:3:1 และอัตราส่วน 1:1:1 ร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ (15 กรัมต่อกระถาง) ในกรรมวิธีที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ทำให้ต้นดาวเรืองมีความสูงและความกว้างทรงพุ่ม มากที่สุดอยู่ในระหว่าง 30.5 ถึง 31.7 เซนติเมตร และ 28.2 ถึง 30.5 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาได้แก่วัสดุผสมอัตรา 1:1:1 (กรรมวิธีที่ 2) ส่วนการปลูกดาวเรืองในดินและใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 15 กรัมต่อกระถาง (กรรมวิธีที่ 7) มีความสูงและทรงพุ่มน้อยกว่าการปลูกด้วยดินผสม สำหรับการปลูกดาวเรืองในดินหมักอย่างเดียว (กรรมวิธีที่ 1) และในดินที่ไม่ใส่ปุ๋ย (กรรมวิธีที่ 6) นั้น ต้นดาวเรืองมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงและทรงพุ่มน้อยที่สุด (ตารางที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบการสะสมน้ำหนักแห้งของต้น และราก พบว่าเป็นไปในทำนองเดียวกันกับความสูงและขนาดทรงพุ่ม กล่าวคือ ดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุปลูกที่ประกอบด้วยส่วนผสมของดินหมัก ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ และถ่านแกลบ มีการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วน of ต้นและรากมากกว่าปลูกในดินและใส่ปุ๋ยเคมี สอดคล้องกับงานทดลองของบริษัท Zeoponix

Table 1 Plant height, canopy size and dry biomass of Marigold at 40 days after transplanting.

Treatments	Height ^{1/} (cm)	Canopy size ^{1/} (cm)	Dry shoot ^{1/} biomass (g)	Dry root ^{1/} biomass (g)
T1: Soil compost	24.5c	20.7b	6.17c	2.40b
T2: Mixing media (1:1:1)	29.5ab	28.2a	12.47b	5.30a
T3: Mixing media (1:2:1)	31.1a	30.5a	15.20ab	6.17a
T4: Mixing media (1:3:1)	31.7a	30.2a	17.07a	5.33a
T5: Mixing media (1:1:1) + chemical fertilizer 15-15-15	30.5a	30.2a	16.23a	5.77a
T6: Soil	24.7c	16.0c	4.23c	1.37b
T7: Chemical fertilizer 15-15-15	27.5b	20.8b	10.57b	2.43b
LSD _{0.05}	2.42	3.93	3.32	1.12

^{1/} Means within column followed by different letters are significantly different at $P \leq 0.05$



Figure 1 Growth and flowering of Marigold at 40 days after transplanting in different ratio.

ซึ่งพบว่าการใช้วัสดุปลูก Zeoponix media สามารถผลิตดอกดาวเรืองที่มีคุณภาพสูงได้โดยไม่ต้องใช้ปุ๋ยเคมีหรือใช้ในอัตราที่ต่ำ (Zeoponix Inc. 2000, http://www.zeoponix.com/marigold3_1.htm)

การออกดอกและผลผลิตของดอก

1. จำนวนดอก

จากการนับจำนวนดอกดาวเรืองเมื่ออายุได้ 40 วันซึ่งบางต้นมีดอกบานเต็มที่แล้ว โดยแยกออก

เป็นดอกบานเต็มที่ ดอกแฉ่ำ และดอกตูม (ตารางที่ 2) พบว่า การปลูกดอกดาวเรืองโดยใช้วัสดุปลูกในอัตรา 1:1:1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ (กรรมวิธีที่ 5) และวัสดุปลูกอัตราส่วน 1:3:1 (กรรมวิธีที่ 4) ทำให้ดาวเรืองมีจำนวนดอกรวมมากที่สุด คือ 15.83 และ 14.67 ดอก ส่วนวัสดุปลูกอัตราส่วน 1:1:1 และ 1:2:1 ดาวเรืองมีจำนวนดอกรวมน้อยกว่าคือ 12.33 และ 13.33 ดอกตามลำดับ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมีมีจำนวนดอกเฉลี่ย 11.33 ดอก โดยที่การใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมทุกอัตราส่วนและการใช้ปุ๋ยเคมีมีจำนวนดอกตูมใกล้เคียงกันคือเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.50 ถึง 8.17 ดอก ใน

ขณะที่การใช้วัสดุอัตราส่วน 1:3:1 และวัสดุอัตรา 1:1:1 . ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำมีจำนวนดอกแฉ่ำมากกว่า (เฉลี่ย 5.83 ถึง 6.67 ดอก) การปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งมีจำนวนดอกแฉ่ำเฉลี่ย 2.33 ดอก สำหรับจำนวนดอกบานเต็มที่ พบว่า การใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมทุกอัตราส่วน และ วัสดุอัตรา 1:1:1 ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำมีจำนวนดอกบานเต็มที่ใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 2.17-3.83 ดอก แต่วัสดุอัตราส่วน 1:2:1 และ 1:3:1 ให้จำนวนดอกบานเต็มที่สูงสุด (เฉลี่ย 3.00-3.83 ดอก) ในขณะที่การใช้ดินหมัก ดินค้ำจุนธรรมดา และปุ๋ยเคมี มีค่าต่ำสุด (เฉลี่ย 0.83-1.17 ดอก)

Table 2 Total number, size and weight of marigold flower growing in different media.

Treatments	Number of non-open flowers ^{1/}	Number of medium-open flowers ^{1/}	Number of full-bloom flowers ^{3/}	Total number of flowers ^{1/}	Flower diameter (cm) ^{1/}	Total flower dry weight (g) ^{1/}
T1: Soil compost	3.17b	1.50c	1.17b	5.83d	8.37c	7.47c
T2: Mixing media (1:1:1)	5.50ab	4.50b	2.33ab	12.33bc	9.60b	18.70b
T3: Mixing media (1:2:1)	5.67ab	3.83b	3.83a	13.33b	10.43a	19.23b
T4: Mixing media (1:3:1)	5.83ab	5.83ab	3.00a	14.67ab	10.00ab	24.40a
T5: Mixing media (1:1:1) + chemical fertilizer 15-15-15	7.00a	6.67a	2.17ab	15.83a	9.20b	24.83a
T6: Soil	3.00b	0.83c	0.83b	4.67d	7.20d	6.53c
T7: Chemical fertilizer 15-15-15	8.17a	2.33c	0.83b	11.33c	8.67c	16.70b
LSD _{0.05}	1.77	2.03	1.68	1.69	0.72	4.50

^{1/} Means within column followed by different letters are significantly different at $P \leq 0.05$

ขนาดและน้ำหนักแห้งของดอก

ขนาดของดอกดาวเรืองที่บานเต็มที่ที่ปลูกในวัสดุผสมอัตราส่วน 1:2:1 (กรรมวิธีที่ 3) และ 1:3:1 (กรรมวิธีที่ 4) มีขนาดใหญ่กว่าการปลูกดาวเรืองในวัสดุปลูกอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 2) โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.43 และ 10.00 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงไปได้แก่ วัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนผสม 1:1:1 และวัสดุปลูกที่ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ มีขนาดเฉลี่ย 9.60 และ 9.20 เซนติเมตร ตามลำดับ ถึงแม้ว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในการปลูกดาวเรืองจะมีขนาดเล็กกว่าการใช้วัสดุผสมในการปลูก แต่ก็ยังอยู่ในขนาดมาตรฐานของดาวเรืองพันธุ์นี้คือ 8.5- 10 เซนติเมตร (วัลลภ, 2541) อย่างไรก็ตามโดยเฉลี่ยแล้วการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของวัสดุทั้ง 3 ชนิด ทำให้ดอกดาวเรืองมีขนาดใหญ่กว่าการปลูกในดินและการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ

ในส่วนของน้ำหนักแห้งของดอกรวมทั้งหมด (ดอกตูม ดอกแย้ม และดอกบาน) พบว่าดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุผสมอัตราส่วน 1:3:1 (กรรมวิธีที่ 4) และอัตราส่วน 1:1:1 ร่วมกับปุ๋ยเคมี (กรรมวิธีที่ 5) มีน้ำหนักแห้งของดอกมากที่สุดคือ 24.40 และ 24.83 กรัม รองลงไปได้แก่ดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุที่มีอัตราส่วน 1:2:1, 1:1:1 และการปลูกในดินที่ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 15 กรัมต่อกระถางส่วนการปลูกในดินหมัก และดินเปล่า ดาวเรืองให้ผลผลิตที่เป็นน้ำหนักแห้งของดอกน้อยที่สุด

จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นได้ว่าดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุที่มีส่วนผสมของดินหมัก ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ และถ่านแกลบ มีการเจริญเติบโตโดยมีจำนวนดอกมากและดอกมีขนาดใหญ่กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่ไม่มีส่วนผสมเหล่านี้ อยู่

ด้วย นอกจากนั้นยังพบอีกว่าดอกดาวเรืองบานเต็มที่เร็วกว่าปกติคือ ในเวลา 40 วัน ซึ่งโดยทั่วไปดาวเรืองจะให้ดอกบานเต็มที่และเก็บเกี่ยวดอกได้ในเวลาประมาณ 55-65 วัน (ไมตรี, 2541 และ ประดับพันธ์, 2539) ใกล้เคียงกับการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของพีทมอส (peatmoss) และ เพอร์ไลท์ (perlite) ในอัตรา 3:1 แต่ต้องใส่ปุ๋ย 20-10-20 อัตรา 100 มก./ลิตร (ppm) ร่วมกับธาตุรองอื่นๆ ที่ทำให้ดอกบานในเวลา 42 วัน (Zeoponix Inc. 2000. http://www.zeoponix.com/marigold3_1.htm)

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของวัสดุผสม (ตารางที่ 3) พบว่ากรรมวิธีที่มีอินทรีย์วัตถุและฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูง (กรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4) รวมทั้งมี pH ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยทั่วไปนั้นให้ขนาดดอกที่ใหญ่กว่าและดอกบานเร็วกว่ากรรมวิธีอื่นๆอย่างเห็นได้ชัดเจน ส่วนกรรมวิธีที่ 6 ซึ่งมีดินเป็นส่วนประกอบเพียงอย่างเดียวมีปริมาณของธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำ (8.60 mg kg^{-1}) ให้ขนาดดอกเล็กกว่าประมาณครึ่งหนึ่งของกรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าอินทรีย์วัตถุและธาตุฟอสฟอรัสมีบทบาทเป็นอย่างมากที่ทำให้ดาวเรืองมีการเจริญเติบโตให้ดอกมาก ดอกขนาดใหญ่ และดอกบานเร็วขึ้น โดยที่อินทรีย์วัตถุมีคุณสมบัติแลกเปลี่ยนประจุบวกได้ดี จึงดูดซับและปลดปล่อยธาตุอาหารพืชอย่างช้าๆ ให้พืชใช้ในการเจริญเติบโต ส่วนฟอสฟอรัสช่วยให้ระบบรากดีและออกดอกง่าย (เจริญ และคณะ, 2541) ดังนั้นวัสดุปลูกสำหรับไม้ดอกไม้ประดับ หรือแม้แต่สมุนไพร จึงต้องมีปุ๋ยหมักซึ่งเป็นอินทรีย์วัตถุเป็นองค์ประกอบหลัก และมีวัสดุที่ช่วยให้เกิดความโปร่งร่วนซุยเพื่อการระบายน้ำและอากาศได้ดีเป็นส่วนประกอบร่วม

Table 3 Chemical analysis of soil and mixing media at different ratios.

Treatments	pH	OM (%)	P (mg.kg ⁻¹)
Soil	5.9	1.57	8.60
Soil compost	7.5	5.21	659.40
Mixing media (1:1:1)	7.8	5.6	2,331.00
Mixing media (1:2:1)	7.8	6.95	2,090.60
Mixing media (1:3:1)	7.2	6.84	2,300.00

T2 = mixing media at the ratio of 1:1:1, T3 = mixing media at the ratio of 1:2:1,

T4 = mixing media at the ratio of 1:3:1

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดินหมัก ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพและถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:2:1 และ 1:3:1 ทำให้ต้นดาวเรืองมีการเจริญเติบโตดีกว่า มีจำนวนดอกมาก ดอกมีขนาดใหญ่และออกดอกเร็วกว่าการปลูกดาวเรืองในวัสดุที่มีส่วนผสมอื่น ๆ รวมถึงการปลูกในดินที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราแนะนำทั่วไปด้วย ดังนั้นวัสดุปลูกในอัตราส่วนดังกล่าวนี้จึงเหมาะสมในการใช้ปลูกดาวเรืองในกระถาง เพราะนอกจากวัสดุที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จะมีธาตุอาหารพืชที่เพียงพอต่อการเจริญของต้นดาวเรืองแล้วยังมีน้ำหนักเบาอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- เจริญ ชาญวิศนุรักษ์ สุรวิธ วรรณไกรโรจน์ และ อำไพวรรณ ภราครณวัฒน์. 2541. *ไม้ดอกกระถาง*. เอกสารประกอบการฝึกอบรมศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- นันทิยา วรรณะภูติ. 2545. คู่มือการปลูกไม้ดอก. หจก. สำนักพิมพ์ตรีสวิน (ซิลค์เวอร์บดส์). เชียงใหม่. 248 หน้า.
- ประดับพันธ์ สกุตพิทยา. 2539. *ไม้ตัดดอก*. อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร. 80 หน้า.
- ไมตรี ปทุมวงศ์. 2541. *ไม้ดอกเศรษฐกิจ*. อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร. 160 หน้า.
- วัลลภ พรหมทอง. 2541. *ไม้ดอกยอดฮิตตระกูลคอมโพสิต์*. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพมหานคร. 115 หน้า.
- Zeoponix, Inc. and Boulder Innovative Technologies. Inc. 2000 'Marigold (Flo 3.1-4" Pot Production, less fertilization needed with ZeoponiX materials to produce better plants' [http : // www.zeoponix.com/marigold3_1.htm](http://www.zeoponix.com/marigold3_1.htm)

สมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกรลูกผสม
(ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดูร็อก เจอร์ซี)

The Predicted Equation in Live-Weight of Crossbred Swine
(Large White x Landrace x Duroc Jersey)

รักษัปัญญ์ ถนอมวงศ์วัฒนะ^{1/}

Rukpunn Thanomwongwattana^{1/}

Abstract : The purpose of this study was to obtain the predicted equation in live-weight of crossbred swine (Large White x Landrace x Duroc Jersey) from various body parameters and age. The live-weight values computed by using predicted equation and those by commercial tape measure were compared. The heart girth, body length, age and weight of a total of 450 Large White x Landrace x Duroc Jersey crossbred swine aged between 10-26 weeks were studied the relationship of those factors and their live-weight by using linear regression. The results revealed that every factor is highly related ($P < 0.01$) to the live-weight. The predicted equation is as follows : $W = 1.09G + 0.23L + 2.03A - 80.86$; when W, G, L and A are live-weight (kg), heart girth (cm), body length (cm) and age (week), respectively. $R^2 = 0.97$ is specific coefficient. The predicted equation is : $W = 1.90G - 100.89$; $R^2 = 0.96$, when only heart girth is used for live-weight predicted equation. The results show that live-weight derived from the predicted equation is obviously different from that the commercial weight band, except the weights are from the heart girth between 70-75 cm.

^{1/} คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาเขตปทุมธานี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปทุมธานี 12130

^{1/} Department of Animal Science, Pathumthani Campus, Rajamangala Institute of Technology, Pathumthani 12130, Thailand.

บทคัดย่อ: การศึกษาเพื่อทราบสมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกรลูกผสม (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x คูร์ล็อก เจอร์ซี่) จากส่วนต่างๆ ของร่างกาย และอายุ และเปรียบเทียบน้ำหนักมีชีวิตจากค่าที่คำนวณได้จากสมการทำนาย และค่าที่ได้จากสายวัดน้ำหนักทางการค้า โดยนำข้อมูลจากปัจจัยความยาวรอบอก ความยาวลำตัว อายุ และน้ำหนักของสุกรลูกผสมลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x คูร์ล็อก เจอร์ซี่ อายุระหว่าง 10-26 สัปดาห์ จำนวน 450 ตัว มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดังกล่าวต่อน้ำหนักมีชีวิตของสุกร โดยวิธีถดถอยเชิงเส้นตรง (linear regression) ปรากฏว่า ทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิตอย่างสูง ($P < 0.01$) ได้สมการทำนายเป็น $W = 1.09G + 0.23L + 2.03A - 80.86$ เมื่อ W, G, L และ A คือ น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม), ความยาวรอบอก (เซนติเมตร), ความยาวลำตัว (เซนติเมตร), และอายุ (สัปดาห์) ตามลำดับ มีสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) เท่ากับ 0.97 เมื่อนำเฉพาะปัจจัยความยาวรอบอกมาสร้างสมการทำนายน้ำหนักมีชีวิต ได้สมการทำนายเป็น $W = 1.90G - 100.89$ ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด เท่ากับ 0.96 และพบว่า น้ำหนักมีชีวิตที่ได้ มีค่าแตกต่างไปจากน้ำหนักที่ได้จากสายวัดน้ำหนักทางการค้าค่อนข้างมาก ยกเว้นน้ำหนักในช่วงความยาวรอบอก 70-75 เซนติเมตร

Index words: สมการทำนาย น้ำหนักมีชีวิต สุกรลูกผสม ความยาวรอบอก ความยาวลำตัวและอายุ
Predicted equation, Live-weight, Crossbred swine, Heart girth, Body length and Age

คำนำ

การจัดการฟาร์มสุกรโดยทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นสุกรพันธุ์หรือสุกรขุน น้ำหนักของสุกรมักเป็นปัจจัยสำคัญที่ถูกนำมาพิจารณาประกอบการจัดการฟาร์มเสมอ ทั้งในด้านการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ การแบ่งกลุ่มสุกรเพื่อให้อาหารหรือการขุน การป้องกันและรักษาโรคด้วยการฉีดวัคซีนและการฉีดยาที่ต้องใช้ปริมาณยาให้เหมาะสมกับขนาดของสัตว์ รวมทั้งการจำหน่ายสุกร เป็นต้น ในทางปฏิบัติการชั่งน้ำหนักมักทำเฉพาะเวลาจำหน่าย ในขณะที่การจัดการอื่นๆ ซึ่งต้องอาศัยน้ำหนักเป็นข้อพิจารณา มักใช้วิธีการประมาณด้วยสายตา เนื่องจากการชั่งน้ำหนักโดยตรงขาดความสะดวกและมีข้อจำกัด โดยเฉพาะฟาร์มขนาดเล็ก วิธีดังกล่าวแม้ว่าจะไม่เกิดผลเสียหายทันทีก็ตาม แต่ส่งผลเสียหายทางอ้อมต่อประสิทธิภาพงานฟาร์ม โดยเฉพาะการให้อาหารและเวชภัณฑ์ ที่ชั่งน้ำหนักเป็นเกณฑ์สำคัญ วิธีที่ง่ายและสะดวกในการทราบน้ำหนักมีชีวิตของสุกรมักใช้สายวัดน้ำหนักหรือตารางประมาณ

น้ำหนัก โดยอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักมีชีวิตและส่วนต่างๆ ของร่างกายสุกรด้วยวิธีการทางสถิติ อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวจะถูกใช้อย่างเหมาะสมเฉพาะประชากรสุกรในกลุ่มที่มีการศึกษาเท่านั้น การผลิตสุกรขุนในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้สุกร 3 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นสุกรลูกผสมระหว่าง แลนด์เรซ x ลาร์จไวท์ x คูร์ล็อก เจอร์ซี่ (นาม และสุกัญญา, 2537) การประมาณน้ำหนักมีชีวิตของสุกรเหล่านี้ในปัจจุบันมักใช้สายวัดน้ำหนักซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ ในขณะที่ตารางประมาณน้ำหนักมีชีวิตของสุกรที่มีรายงานไว้โดย สุพัฒน์ และสมชัย (2525) นั้น ใช้เฉพาะสุกรพันธุ์แลนด์เรซสายวัดน้ำหนักและตารางประมาณน้ำหนักดังกล่าวจึงไม่มีความเหมาะสมในการใช้ประมาณน้ำหนักของสุกร 3 สายพันธุ์ อย่างไรก็ตาม เป็นที่ยอมรับและได้รับการพิสูจน์แล้วว่า ส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะความยาวรอบอกของสัตว์เลี้ยงทั่วไปมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิตอย่างสูง (ตารางที่ 1) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างสมการทำนายและตารางประมาณน้ำหนักมีชีวิตของ

สุกรลูกผสมระหว่างแลนด์เรซ x ลาร์จไวท์ x ดอร์ค
เจอร์ซี

อุปกรณ์และวิธีการ

สุกรลูกผสม 3 สายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ x
แลนด์เรซ x ดอร์ค เจอร์ซี) อายุระหว่าง 10-26
สัปดาห์ จำนวน 450 ตัว ซึ่งเลี้ยงดูภายใต้สภาพ
การจัดการฟาร์มเชิงอุตสาหกรรม และได้รับอาหาร
ตามวิธีการให้อาหารสุกรเล็ก สุกรรุ่น และสุกรขุน
โดยทั่วไป ที่ปทุมรัฐฟาร์ม อ.เมือง จ.ปทุมธานี
ถูกนำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งพิคค 0-500
กิโลกรัม และวัดส่วนต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ ความ
ยาวรอบอกและวัดความยาวของลำตัวด้วยสายวัดที่มี
ความยาว 300 เซนติเมตร โดยความยาวรอบอกวัดที่

ตำแหน่งซิดหลังขาหน้าผ่านปุ่มหลัง (wither) ดึงให้
สายวัดตึงแนบกับร่างกายของสุกร ส่วนความยาว
ของลำตัววัดจากปุ่มไหล่ (point of shoulder) ถึงปุ่ม
ตะโพก (thurl) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์สห-
สัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ต่อน้ำหนักมีชีวิตของ
สุกร โดยวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย
(simple linear regression) และการถดถอยพหุคูณ
เชิงเส้นตรง (multiple linear regression) ด้วย
โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS,1988) จากนั้นสร้าง
สมการทำนายน้ำหนักจากตัวแปรที่มีผลต่อน้ำหนัก
มีชีวิตของสุกร และสร้างตารางประมาณน้ำหนักมี
ชีวิตจากสมการที่พิจารณาเฉพาะตัวแปรด้านความ
ยาวรอบอก เพื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักมีชีวิตกับค่า
ประมาณที่ได้จากสายวัดน้ำหนักทางการค้า

Table 1 Regression equations derived from body weight and heart girth measurements of various animals.

Animals	Equations	R ²	Source
Holstein Friesian crossbred 62.5 - 75%	$Y = 2.99X - 206.58$	0.91	Suwit (1998)
Holstein Friesian crossbred female $\geq 75\%$	$Y = 5.28X - 521.47$	0.85	
Milking Holstein Friesian crossbred cow $\geq 75\%$	$Y = 5.30X - 528.63$	0.75	Somrak and Sommart (1999)
Abyssinian Shorthorn Zebu oxen	$Y = 4.21X - 364.90$	0.75	
Thai native cattle	$Y = 3.89X - 322.70$	-	Somjit <i>et al</i> (2001)
Thai buffalo	$Y = 8.36X - 1159.01$	0.85	
Crossbred goat	$Y = 0.79X - 29.74$	0.83	Goe <i>et al</i> (2001)
			Suwat (1974)
			Direkrit <i>et al</i> (2000)
			Sumfre <i>et al</i> (1999)

Y = live-weight and X = heart girth

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษา พบว่า ความยาวรอบอก ความยาวลำตัว และอายุของสุกรลูกผสม (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x คูรีก เจอร์ซี) ล้วนเป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิตอย่างสูง ($P < 0.01$) ทำให้การสร้างสมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรงสำหรับประมาณน้ำหนักมีชีวิต มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดสูง ($R^2 = 0.97$) ดังแสดงในตารางที่ 2 เช่นเดียวกับเมื่อนำปัจจัยเหล่านี้ มาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้น

ตรงอย่างง่าย สำหรับทำนายน้ำหนักมีชีวิตของสุกรทดลอง พบว่า สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดก็ยังคงมีค่าค่อนข้างสูง ($R^2 = 0.94-0.97$) ยกเว้น การประมาณน้ำหนักจากความยาวลำตัวที่สัมประสิทธิ์ตัวกำหนดมีค่าค่อนข้างต่ำ ($R^2 = 0.83$) แสดงให้เห็นว่า สุกรมีรูปทรง (conformation) และรูปแบบการเจริญเติบโต (growth pattern) ที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการคัดเลือกพันธุ์ และการจัดการด้านต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ

Table 2 Predicted equation of live-weight from various body and age of crossbred Swine.

Body parameters and age.	Predicted equation	R^2	CV(%)
Heart girth, Body length, Age	$W = 1.09G + 0.23L + 2.03A - 80.86$	0.97	6.56
Heart girth, Body length	$W = 1.61G + 0.50L - 110.13$	0.96	7.94
Heart girth, Age	$W = 1.16G + 2.22A - 73.96$	0.97	6.68
Body length, Age	$W = 0.66L + 4.24A - 53.79$	0.95	9.41
Heart girth	$W = 1.90G - 100.89$	0.96	8.44
Body length	$W = 2.73L - 127.82$	0.83	16.47
Age	$W = 5.34A - 25.36$	0.94	10.18

W = live-weight, G = heart girth, L = body length and A = age

หากพิจารณาถึงปัจจัยที่สัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิตของสุกรทีละปัจจัย จะเห็นว่า ความยาวรอบอกสัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิตสูงที่สุด เนื่องจากร่างกายส่วนนี้ของสัตว์โดยทั่วไปมีการขยายหรือลดขนาดได้เมื่อสัตว์อ้วนหรือผอม (ศิริชัย, 2524 อ้างโดยสมจิตรและคณะ, 2544) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาในสัตว์ชนิดอื่นๆ เช่น ในโคนม (สมรักษ์ และสมมาตร, 2542 และสมจิตร และคณะ, 2544) กระบือปลักไทย (ดิเรกฤทธิ์ และคณะ,

2543) และแพะลูกผสม (ข้าพรี และคณะ, 2542) ที่ความยาวรอบอกผันแปรไปตามน้ำหนักมีชีวิตมากกว่าส่วนอื่นๆ ของร่างกาย และเมื่อนำหลายๆ ปัจจัยจากส่วนต่างๆ ของร่างกายมาวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรงจะทำให้ได้สมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตที่มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดสูงกว่าการใช้ปัจจัยไม่มากนัก อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความยาวรอบอกเป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิตสูงใกล้เคียงกับการ

วิเคราะห์โดยใช้หลายปัจจัย นอกจากนี้ยังพบว่า อายุของสุกรในช่วงที่ใช้ศึกษา มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิตอย่างสูงใกล้เคียงกับปัจจัยความยาวรอบอก เนื่องจากการเลี้ยงดูและการให้อาหารสุกรในปัจจุบันมีประสิทธิภาพสูงทำให้รูปทรง (conformation) และน้ำหนักของสุกรที่อยู่ในวัยเดียวกันมีความสม่ำเสมอหรือใกล้เคียงกัน (uniformity) มากขึ้นส่งผลให้อายุมีความสัมพันธ์กับรูปทรงและน้ำหนักมีชีวิตสูงด้วย

เมื่อนำเฉพาะปัจจัยความยาวรอบอกมาสร้างสมการทำนาย และตารางประมาณน้ำหนักมีชีวิตเปรียบเทียบกับน้ำหนักมีชีวิตจากสายวัดน้ำหนักทางการค้า ปรากฏว่ามีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมากยกเว้นในช่วงความยาวรอบอกที่ 70-75 เซนติเมตร (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่า การประมาณน้ำหนักมีชีวิตของสุกรโดยการวัดขนาดของร่างกายจะมีความเหมาะสมเฉพาะประชากรของแหล่งที่ได้รับ การสุ่มตัวอย่างเพื่อการศึกษาเพื่อสร้างสมการมากกว่าที่จะนำไปใช้กับประชากรของสุกรทั่วไป

Table 3 The comparison of live-weight of crossbred swine derived from commercial weight band and predicted equation.

Heart girth (cm)	Live-weight (kg)		Different (kg)	Heart girth (cm)	Live-weight (kg.)		Different (kg)
	Commercial weight band	Equation from study			Commercial weight band	Equation from study	
60	24	13.11	10.89	74	38.5	39.71	-1.21
61	25	15.01	9.99	75	40	41.61	-1.61
62	26	16.91	9.09	76	41	43.51	-2.51
63	27.5	18.81	8.69	77	42	45.41	-3.41
64	28	20.71	7.29	78	43	47.31	-4.31
65	29.5	22.61	6.89	79	44	49.21	-5.21
66	30.5	24.51	5.99	80	45	51.11	-6.11
67	31.5	26.41	5.09	81	46	53.01	-7.01
68	32	28.31	3.69	82	47	54.91	-7.91
69	33.5	30.21	3.29	83	48	56.81	-8.81
70	34	32.11	1.89	84	49	58.71	-9.71
71	35	34.01	0.99	85	50	60.61	-10.61
72	36.5	35.91	0.59	86	51	62.51	-11.51
73	37.5	37.81	-0.31	87	52	64.41	-12.41

Table 3 (continue)

Heart	Live-weight (kg)		Different	Heart	Live-weight (kg)		Different
girth	Commercial	Equation	(kg)	girth	Commercial	Equation	(kg)
(cm)	weight band	from study		(cm)	weight band	from study	
88	53	66.31	-13.31	114	88	115.71	-27.71
89	54	68.21	-14.21	115	91	117.61	-26.61
90	55	70.11	-15.11	116	93	119.51	-26.51
91	56	72.01	-16.01	117	95	121.41	-26.41
92	57	73.91	-16.91	118	97	123.31	-26.31
93	58	75.81	-17.81	119	99	125.21	-26.21
94	59	77.71	-18.71	120	101	127.11	-26.11
95	60	79.61	-19.61	121	103	129.01	-26.01
96	61	81.51	-20.51	122	105	130.91	-25.91
97	62	83.41	-21.41				
98	63	85.31	-22.31				
99	64	87.21	-23.21				
100	65	89.11	-24.11				
101	66	91.01	-25.01				
102	67	92.91	-25.91				
103	68	94.81	-26.81				
104	69	96.71	-27.71				
105	70	98.61	-28.61				
106	72	100.51	-28.51				
107	74	102.41	-28.41				
108	76	104.31	-28.31				
109	78	106.21	-28.21				
110	80	108.11	-28.11				
111	82	110.01	-28.01				
112	84	111.91	-27.91				
113	86	113.81	-27.81				

สรุป

ความยาวรอบอก ความยาวลำตัว และอายุ เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักมีชีวิตของสุกรลูกผสม (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดอร์คเจอร์ซี) อย่างชัดเจน มีสมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตเป็น $W = 1.09G + 0.23L + 2.03A - 80.86$ ($R^2 = 0.97$) หากนำเฉพาะปัจจัยความยาวรอบอกมาสร้างสมการทำนายและตารางประมาณน้ำหนักมีชีวิต พบว่าได้สมการเป็น $W = 1.90G - 100.89$ ($R^2 = 0.96$) และได้น้ำหนักแตกต่างไปจากสายวัดน้ำหนักทางการค้าค่อนข้างมาก ยกเว้นน้ำหนักในช่วงความยาวรอบอก 70-75 เซนติเมตร แสดงว่า การประมาณน้ำหนักมีชีวิตโดยใช้ตารางหรือสายวัดน้ำหนัก จะมีความเหมาะสมเฉพาะประชากรกลุ่มนั้นๆ การนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้กับประชากรของสัตว์กลุ่มอื่น ๆ จึงมีความคลาดเคลื่อนสูง

เอกสารอ้างอิง

คำพรี ใจมูซอ นิรัญ ศิลากุล และนิวัฒน์ นิลสกุล. 2542. สมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของแพะในเขตภาคใต้. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. วิทยาเขตนครศรีธรรมราช สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, นครศรีธรรมราช.

ดิเรกฤทธิ์ ล่องพาดิข สุทิน คงปาน และ ชารินทร์ สุดใจ. 2543. สมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของกระบือในจังหวัดนครศรีธรรมราช. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. วิทยาเขตนครศรีธรรมราช สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, นครศรีธรรมราช.

นาม ศิริเสถียร และ สุกัญญา จิตตพรพงษ์. 2537. การผลิตสุกรเชิงอุตสาหกรรมเล่ม1. ทีพีพริน, กรุงเทพฯ. 323 น.

สุพัฒน์ ฟัวรุ่งตาง และ สมชัย จันทรสว่าง. 2525. การทำนายน้ำหนักของสุกรรุ่นโดยอาศัยค่าสังเกตที่ได้จากภายนอก. น. 401-414. ใน. การประชุมทางวิชาการครั้งที่20. สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุวิช บุญโปร่ง. 2541. การประมาณน้ำหนักตัวของโคลูกผสมไฮลอสไต์นั้ ฟรีเซียนแพสเมีย จากการวัดสัดส่วนของร่างกาย. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุวัฒน์ รัตนธนาชาติ. 2517. ลักษณะและความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของโคและกระบือไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมจิตร ถนอมวงษ์วัฒนะ ถกษชัย ช่วยมั่ง นิวัติ เมืองแก้ว และ ประดิษฐ์ อาจรมภู. 2544. รายงานการวิจัยศึกษาสมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของโคนมในภาคใต้. วิทยาเขตนครศรีธรรมราช สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, นครศรีธรรมราช. 41 น.

สมรักษ์ ราชพิบูลย์ และ สมมาตร สงวนนพรัตน์. 2542. สมการทำนายน้ำหนักมีชีวิตของโคนมในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. วิทยาเขต นครศรีธรรมราช สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, นครศรีธรรมราช.

Goe, M.R., J.R.Allredge and D. Light. 2001. Use of heart girth to predict body weight of working oxen in the Ethiopian highlands. Livestock Production Science. 69 : 187-195

SAS. 1988. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute, Cary, North Carolina. 584 p.

แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวของผลประกอบการ
โรงสีข้าวสหกรณ์การเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย

**Failure Prediction Model on Performance of
Agricultural Cooperatives' Rice Mills in Northern Thailand**

พิชิต ธานี^{1/} และ ปรมัตร์ อัสวเรืองพิภพ^{1/}

Pichit Thanit^{1/} and Poramate Asavarangpipop^{1/}

Abstract: This study shows the development of a logit and discriminant failure prediction model to prediction failure or non - failure in the cooperatives' rice mills of Northern Thailand. The objective of the study is to provide a failure prediction model developed for the the cooperatives' rice mills of Northern Thailand using financial data and efficiency of management which is derived from data envelopment analysis (DEA). The theoretical model developed for the study include five constructs that indicate success or failure in cooperatives' rice mills. The five constructs are capital (C), asset (A), management (M), earning (E) and liquidity (L) position – hence the term CAMEL rating is used in the study. Prediction results show that the logit failure prediction model predicted failure more accurately than discriminant failure prediction model. The logit failure prediction model accuracy rate of 95.77% compare to 93.75% of discriminant failure prediction model. Policy recommendation from this study was to set up the failure prediction model and early warning system for the agricultural cooperatives' rice mills in northern thailand by using the Logit failure prediction model due to the higher accuracy and better result of early warning system. For the setting of the failure prediction model it was recommended that it should consist of total operating income to total operating expense ratio, total operating income to current assets ratio and efficiency of management (variable returns to scale).

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

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

บทคัดย่อ: การศึกษาในครั้งนี้จะแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Logit และแบบ Discriminant เพื่อนำไปใช้ทำนายความล้มเหลวหรือไม่ล้มเหลวจากการประกอบการของโรงสีข้าวสหกรณ์การเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา คือ เพื่อสร้างแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวของโรงสีข้าวสหกรณ์การเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลทางการเงินและประสิทธิภาพของการจัดการที่ได้จากการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA)

แบบจำลองทางทฤษฎีสำหรับการศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วยโครงสร้าง 5 ส่วนที่จะชี้ให้เห็นถึงความสำเร็จหรือความล้มเหลวในโรงสีข้าวของสหกรณ์ คือ ทุน (C) สินทรัพย์ (A) การจัดการ (M) ความสามารถในการทำกำไร (E) และสภาพคล่อง (L) ตามหลัก CAMEL

ผลการศึกษา พบว่า แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Logit มีความเที่ยงตรงในการทำนายสูงกว่าแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Discriminant โดยแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Logit มีความเที่ยงตรงในการทำนายได้ถูกต้องร้อยละ 95.77 เมื่อเปรียบเทียบกับ 93.75% ของแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Discriminant

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่ได้จากการศึกษา คือ ผู้บริหารของโรงสีข้าวสหกรณ์ควรจะใช้แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Logit และควรใช้ข้อมูลจากรายงานทางการเงินในการพยากรณ์ผลประกอบการด้วยแบบจำลองการทำนายความล้มเหลว 3 ตัว คือ อัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน อัตราส่วนรายได้ต่อสินทรัพย์หมุนเวียน และ ประสิทธิภาพของการจัดการแบบผลตอบแทนต่อขนาดคันแปร

Index words: แบบจำลองการทำนายความล้มเหลว ระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า

Failure Prediction Model , Early Warning System

คำนำ

ระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning System: EWS) มีประโยชน์อย่างยิ่งแก่ธุรกิจ เพราะสามารถชี้ให้เห็นถึงภาวะที่จะนำไปสู่ความล้มเหลวหรือความมั่นคงของระบบธุรกิจจากการประกอบการ ซึ่งธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรจัดได้ว่าเป็นระบบธุรกิจหนึ่งที่สำคัญ ถึงแม้ว่าจะเป็นองค์กรที่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐบาล แต่ก็หลีกเลี่ยงไม่พ้นที่จะต้องมีการแข่งขันเพื่อความอยู่รอดทางธุรกิจ ดังนั้นการสร้างแบบจำลองการทำนายความล้มเหลว ของผลประกอบการ โรงสี

ข้าวสหกรณ์การเกษตร จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้เป็นระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าในการดำเนินกิจการโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตร เพื่อป้องกันความล้มเหลวที่อาจจะเกิดขึ้น โดยใช้ข้อมูลทางการเงินบัญชีในงบการเงินด้วยอัตราส่วนทางการเงิน (financial ratios) ที่ครอบคลุมตามหลัก CAMEL คือ ทุน (C) ทรัพย์สิน (A) การจัดการ (M) กำไร (E) และสภาพคล่อง (L) โดยในการศึกษานี้จะวัดประสิทธิภาพของการจัดการ ด้วยการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA)

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อทราบแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวของผลประกอบการธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย
2. เพื่อทราบผลการทำนายความล้มเหลวของการประกอบการของธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทยด้วยแบบจำลองที่สร้างขึ้น
3. เพื่อทราบความเที่ยงตรงของผลการทำนายความล้มเหลวของการประกอบการของธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทยจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษานี้คาดว่าจะมีประโยชน์ต่อโรงสีข้าวเอกชนและสหกรณ์การเกษตร รวมทั้งผู้ประกอบการ นักลงทุน กรมการค้าภายใน กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงการคลัง ดังนี้

1. ทำให้ทราบถึงสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning System) ของการประกอบการธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตร
2. เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการบริหารจัดการโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตร และโรงสีข้าวอื่นๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
3. เป็นแนวทางให้ธุรกิจอื่นในการสร้างและพัฒนาแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวและระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า

แนวคิดและทฤษฎีของการวิเคราะห์แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวของธุรกิจ

แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวของธุรกิจจะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานที่ครอบคลุมทางด้านทุน (Capital) สินทรัพย์ (Asset) การจัดการ (Management) ความสามารถในการหากำไร (Earning ability) และสภาพคล่อง (Liquidity) หรือรวมเรียกว่า CAMEL เดิมมักใช้การวิเคราะห์อัตราส่วนที่เรียกว่า Ratio Analysis ซึ่งมีจุดอ่อน คือ ไม่สามารถได้ข้อสรุปที่ตรงกัน ต่อมา Berkson (1994) อ้างใน Barr และ Siems (1996) จึงใช้อัตราส่วนทางการเงินมาวิเคราะห์พร้อมๆ กันแบบภาพรวม แต่ในความเป็นจริงการวิเคราะห์มักจะไม่สามารถครอบคลุมตามหลัก CAMEL โดยเฉพาะประสิทธิภาพของการจัดการ (M) ที่มีความยุ่งยากในการวัด Barr และ Siems (1996) จึงเสนอให้ประเมินประสิทธิภาพของการจัดการ ด้วยการวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (Data Envelopment Analysis: DEA)

นอกจากนี้แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวของธุรกิจยังสามารถนำไปใช้ในการสร้างระบบเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning System: EWS) ที่มีเป้าหมายหลักในการส่งสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าเพื่อป้องกันและทำนายความล้มเหลวหรือลดต้นทุนของความล้มเหลวของธุรกิจที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้อีกแนวทางหนึ่ง

ระเบียบวิธีการวิจัย

ขอบเขตการศึกษา

ประชากรที่ทำการศึกษา คือ สหกรณ์การเกษตรทุกแห่งในภาคเหนือของประเทศไทยที่มีการดำเนินธุรกิจโรงสีข้าวตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป รวมทั้งชุมนุมสหกรณ์การเกษตรระดับจังหวัดในภาคเหนือของประเทศไทยที่มีการดำเนินงานทางด้านธุรกิจโรงสีข้าวเช่นเดียวกับสหกรณ์การเกษตร

ข้อมูลและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

เป็นข้อมูลที่ได้จากงบดุล และงบกำไรขาดทุนของโรงสีข้าวสหกรณ์การเกษตรและชุมนุมสหกรณ์การเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2540 ถึงปี 2544

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษานี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive analysis) และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative analysis) ดังนี้

การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive analysis)

เพื่อแสดงถึงลักษณะโดยทั่วไปของข้อมูล อัตราส่วนทางการเงินและค่าประสิทธิภาพของการจัดการ และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปประกอบการวิเคราะห์เชิงปริมาณต่อไป

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative analysis)

เป็นการวิเคราะห์หาระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning System) จากแบบจำลองการทำนายความล้มเหลว (Failure prediction model) ของธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตร ด้วยตัวแปรอัตราส่วนทางการเงินและประสิทธิภาพของการจัดการที่เป็นไปตามหลัก CAMEL โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

การสร้างระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning System)

การสร้างระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าจากแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Logit สามารถทำได้โดยการนำข้อมูลตัวแปรต่างๆ ของธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรแต่ละแห่งใน

ปัจจุบันไปแทนค่าในฟังก์ชัน Logistic (ดังสมการที่ 1)

$$P_i = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_8 X_8 + \beta_9 M_1 + \beta_{10} M_2}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_8 X_8 + \beta_9 M_1 + \beta_{10} M_2}} \quad (1)$$

โดยที่

P_i = ความน่าจะเป็นที่ธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรที่ i จะถูกจำแนกให้อยู่ในกลุ่มที่มีผลประกอบการมั่นคงหรือล้มเหลว โดยถ้าหากค่า P_i มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แสดงว่า ธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรที่ i มีความน่าจะเป็นว่ามีผลประกอบการอยู่ในกลุ่มที่มั่นคง ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากค่า P_i น้อยกว่า 0.5 แสดงว่า มีความน่าจะเป็นว่ามีผลประกอบการอยู่ในกลุ่มที่ล้มเหลว

สำหรับกรณีที่จะสร้างระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าจากแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Discriminant สามารถทำได้โดยการนำข้อมูลตัวแปรต่างๆ ของธุรกิจโรงสีข้าวของ สหกรณ์การเกษตรแต่ละแห่งในปัจจุบัน ไปแทนค่าในฟังก์ชัน Discriminant (ดังสมการที่ 2)

$$D_i = \beta_{i0} + \beta_{i1} X_1 + \dots + \beta_{i8} X_8 + \beta_{i9} M_1 + \beta_{i10} M_2 \quad (2)$$

โดยที่

D_i = คะแนนการจำแนกกลุ่ม (Discriminant Score) ของธุรกิจโรงสีข้าวของ สหกรณ์การเกษตรที่ i ซึ่งคะแนนการจำแนกกลุ่ม (Discriminant Score) จะนำไปใช้เป็นสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า โดยการคำนวณหาระยะห่างระหว่างคะแนนการจำแนกกลุ่มของแต่ละธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรกับค่ากลางของคะแนนการจำแนกกลุ่มของกลุ่มที่มีผลประกอบการที่มั่นคงและกลุ่มที่มีผลประกอบการที่ล้มเหลว ซึ่งถ้าหากคะแนนการจำแนกกลุ่มอยู่ใกล้

กับค่ากลางของกลุ่มที่มีผลประกอบการที่มั่นคง แสดงว่า ธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรจัดอยู่ในกลุ่มที่มีผลประกอบการมั่นคง ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากคะแนนการจำแนกกลุ่มอยู่ใกล้กับค่ากลางของกลุ่มที่มีผลประกอบการที่ล้มเหลว แสดงว่า ธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรจัดอยู่ในกลุ่มที่มีผลประกอบการล้มเหลว

การวิเคราะห์หาแบบจำลองการทำนายความล้มเหลว (Failure Prediction Model)

แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวของธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรทั้งแบบ Logit (Y คือ log (odds)) และ แบบ Discriminant (Y คือ discriminant score) มีรูปแบบดังต่อไปนี้

$$Y_i = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 M_1 + \beta_{10} M_2 + e \quad (3)$$

โดย

Y_i = ผลประกอบการของธุรกิจโรงสีข้าว สหกรณ์การเกษตร ($Y_i = 1$ ธุรกิจโรงสีข้าวของ สหกรณ์การเกษตรที่มั่นคง หรือ $Y_i = 0$ ธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรที่ล้มเหลว) α = ค่าคงที่ (constant) β = ค่าสัมประสิทธิ์ regression ของตัวแปร X

X_1 = อัตราส่วนหมุนเวียนของสินค้างเหลือ X_2 = อัตราส่วนรายได้ต่อหนี้สินหมุนเวียน X_3 = อัตราส่วนหมุนเวียนของรายได้ X_4 = อัตราส่วนรายได้จากการขายข้าว (ค่าขาย) ต่อต้นทุน X_5 = อัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน X_6 = อัตราส่วนรายได้ต่อสินทรัพย์หมุนเวียน X_7 = อัตราส่วนกำไรต่อทุน M_1 = ประสิทธิภาพของการจัดการแบบผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ M_2 = ประสิทธิภาพของการจัดการแบบผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร และ e = ค่าความคลาดเคลื่อน (error term)

การแบ่งกลุ่มธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรที่มั่นคงหรือล้มเหลวออกจากกันเพื่อนำไปกำหนดเป็นค่าของตัวแปรตาม (Y_i) ทำได้โดยการนำข้อมูลอัตราส่วนทางการเงินและค่าประสิทธิภาพของการจัดการแต่ละค่า (แต่ละตัวแปร) ของธุรกิจโรงสีข้าวในแต่ละตัวอย่าง ไปเปรียบเทียบกับค่ากลางของตัวแปรนั้นๆ ซึ่งถ้าหากข้อมูลมีความเบ้ของการแจกแจงความถี่เกิดขึ้นจะใช้ค่าฐานนิยม (Mode) เป็นค่ากลาง แต่ถ้าหากข้อมูลมีการแจกแจงความถี่เป็นแบบเส้นโค้งสมมาตรจะใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) เป็นค่ากลาง โดยเกณฑ์การพิจารณาความมั่นคงของตัวอย่างธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์ คือ

ถ้าหากอัตราส่วนหมุนเวียนของสินค้างเหลือมีค่ามากกว่าค่ากลางแสดงว่ามีผลประกอบการล้มเหลว สำหรับอัตราส่วนรายได้ต่อหนี้สินหมุนเวียน อัตราส่วนหมุนเวียนของรายได้ อัตราส่วนรายได้จากการขายข้าวต่อต้นทุน อัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน อัตราส่วนรายได้ต่อสินทรัพย์หมุนเวียน อัตราส่วนกำไรต่อทุน ประสิทธิภาพของการจัดการแบบผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ และประสิทธิภาพของการจัดการแบบผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร มีค่ามากกว่าค่ากลางแสดงว่ามีผลประกอบการมั่นคง ซึ่งถ้าหากตัวอย่างธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์ใดมีอัตราส่วนทางการเงินและค่าประสิทธิภาพของการจัดการที่แสดงถึงความมั่นคงตั้งแต่ 5 ตัวขึ้นไป แสดงว่า ตัวอย่างธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์แห่งนั้นมีผลประกอบการจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความมั่นคง ในทางตรงกันข้ามถ้าหากมีอัตราส่วนทางการเงินและค่าประสิทธิภาพของการจัดการที่แสดงถึงความล้มเหลวตั้งแต่ 5 ตัวขึ้นไป แสดงว่า ธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์แห่งนั้นมีผลประกอบการจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความล้มเหลว

ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลในปี 2540 ถึง 2543 จากตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตร 19 แห่ง มาวิเคราะห์ร่วมกันเป็นจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 71 ตัวอย่าง และสำหรับการวิเคราะห์หาระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าจะใช้ข้อมูลในปี 2544 จากตัวอย่างโรงสีข้าวสหกรณ์การเกษตร 16 แห่ง

การทดสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวและระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า

ก่อนที่จะนำแบบจำลองที่ได้ไปใช้สร้างระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าจะต้องทำการทดสอบความเที่ยงตรงในการทำนายของแบบจำลอง ดังนี้

ค่าความเที่ยงตรงของแบบจำลองการทำนายความล้มเหลว

$$= \frac{\text{จำนวนตัวอย่างที่ทำนายด้วยแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนตัวอย่างที่นำไปใช้ในการศึกษาทั้งหมด}} \quad (4)$$

และเมื่อนำแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวไปสร้างระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าแล้ว ต้องทำ

การทดสอบความเที่ยงตรงของสัญญาณเตือนภัยที่ได้ด้วยวิธีดังกล่าวเช่นกัน

ผลการศึกษา

ผลประกอบการของตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรในปี 2540 ถึง ปี 2543 จำนวน 71 ตัวอย่าง มีตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มีความล้มเหลว 37 ตัวอย่าง และมีความมั่นคง 34 ตัวอย่าง สำหรับผลประกอบการของตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ในปี 2544 จำนวน 16 ตัวอย่าง พบว่า มีตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มีความล้มเหลว 7 ตัวอย่าง และมีความมั่นคง 9 ตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Logit

แบบจำลอง Logit ที่ได้จะประกอบด้วยตัวแปรอิสระ 3 ตัว คือ ตัวแปรอัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน (X_5) ตัวแปรอัตราส่วนรายได้ต่อสินทรัพย์หมุนเวียน (X_6) และตัวแปรประสิทธิภาพของการจัดการแบบผลตอบแทนต่อขนาดพื้นที่แปรรูป (M_2) ดังสมการที่ 5 และเขียนในรูป Logistic Response Function หรือแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวได้ ดังสมการที่ 6

$$Y_i = -55.2257 + 25.589 (X_5) + 9.7095 (X_6) + 28.2889 (M_2) \quad (5)$$

$$P_i = \frac{e^{-55.2257 + 25.589 X_5 + 9.7095 X_6 + 28.2889 M_2}}{1 + e^{-55.2257 + 25.589 X_5 + 9.7095 X_6 + 28.2889 M_2}} \quad (6)$$

ความเที่ยงตรงของแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Logit

แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Logit สามารถทำนายได้ถูกต้องร้อยละ 95.77 จากจำนวนข้อมูลตัวอย่าง 71 ตัวอย่าง โดยทำนายผลประกอบการของตัวอย่างโรงสีข้าวของ สหกรณ์ที่มีความมั่นคงได้ถูกต้องร้อยละ 94.12 หรือเท่ากับ 32 ตัวอย่างจากทั้งหมด 34 ตัวอย่างที่มีความมั่นคง ในขณะที่แบบจำลองเกิดปัญหา Type I error คือทำนายผลประกอบการของโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มั่นคงผิดพลาดเป็นล้มเหลวย้อยละ 5.88 หรือ 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 34 ตัวอย่างที่มีความมั่นคง

แบบจำลองทำนายผลประกอบการของโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่ล้มเหลวได้ถูกต้องร้อยละ 97.30 หรือเท่ากับ 36 ตัวอย่างจากทั้งหมด 37 ตัวอย่างที่มีความล้มเหลว ในขณะที่แบบจำลองเกิดปัญหา Type II error คือทำนายผลประกอบการของโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่ล้มเหลวผิดพลาดเป็นมั่นคงร้อยละ 2.70 หรือ 1 ตัวอย่างจากทั้งหมด 37 ตัวอย่างที่มีความล้มเหลว

ระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าที่ได้จากแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Logit

ผลที่ได้จากระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า พบว่า มีตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มีผลประกอบการมั่นคงเป็นจำนวน 8 ตัวอย่าง และมีตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มีผลประกอบการล้มเหลวเป็นจำนวน 8 ตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาถึงความเที่ยงตรงของระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า พบว่า ระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าที่ได้สามารถส่งสัญญาณเตือนภัยได้ถูกต้องร้อยละ 93.75 จากจำนวนข้อมูลตัวอย่าง 16 ตัวอย่าง โดยส่งสัญญาณเตือนให้ทราบว่าตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ในปี 2544 มีผลประกอบการมั่นคงได้ถูกต้องร้อยละ 88.89 หรือเท่ากับ 8 ตัวอย่างจาก 9 ตัวอย่างที่มีผลประกอบการมั่นคง ในขณะที่แบบจำลองเกิดปัญหา Type I error คือส่งสัญญาณเตือนผิดพลาดจากตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มีความมั่นคงเป็นล้มเหลวย้อยละ 11.11 หรือ 1 ตัวอย่างจาก 9 ตัวอย่างที่มีผลประกอบการมั่นคง นอกจากนี้ระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้ามีความสามารถในการส่งสัญญาณเตือนภัยให้ทราบว่าตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ในปี 2544 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีผลประกอบการล้มเหลวได้ถูกต้องร้อยละ 100.00 หรือเท่ากับ 7 ตัวอย่าง โดยไม่เกิดปัญหา Type II error คือส่งสัญญาณเตือนผิดพลาดจากตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มีผลประกอบการล้มเหลวเป็นมั่นคง

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Discriminant

แบบจำลอง Discriminant ที่ได้จะประกอบด้วยตัวแปรอิสระ 3 ตัว คือ ตัวแปรอัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน (x_3) ตัวแปรอัตราส่วนรายได้ต่อสินทรัพย์หมุนเวียน (x_6) และตัวแปรประสิทธิภาพของการจัดการแบบผลตอบแทนต่อขนาดผันแปร (M_2) ดังสมการที่ 7

$$Y_i = -8.225 + 5.022 (X_3) + 0.946 (X_6) + 3.401 (M_2) \quad (7)$$

โดยที่ Y_i = ค่าคะแนนการจำแนกกลุ่ม (Discriminant score หรือ D_i)

ความเที่ยงตรงของแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Discriminant

แบบจำลองการทำนายความล้มเหลว Discriminant มีความสามารถในการทำนายได้ถูกต้องร้อยละ 88.70 จากจำนวนข้อมูลตัวอย่าง 71 ตัวอย่าง โดยทำนายผลประกอบการของตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มีความมั่นคงได้ถูกต้องร้อยละ 97.10 หรือเท่ากับ 33 ตัวอย่างจากทั้งหมด 34 ตัวอย่างที่มีผลประกอบการมั่นคง ในขณะที่แบบจำลองเกิดปัญหา Type I error คือทำนายผลประกอบการของตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มั่นคงผิดพลาดเป็นล้มเหลวยุทธะ 2.90 หรือ 1 ตัวอย่างจากทั้งหมด 34 ตัวอย่างที่มีผลประกอบการมั่นคง

แบบจำลองทำนายผลประกอบการของตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่ล้มเหลวได้ถูกต้องร้อยละ 81.10 หรือเท่ากับ 30 ตัวอย่างจากทั้งหมด 37 ตัวอย่างที่มีผลประกอบการล้มเหลว ในขณะที่แบบจำลองเกิดปัญหา Type II error คือทำนายผลประกอบการของตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่ล้มเหลวผิดพลาดเป็นมั่นคงร้อยละ 18.90 หรือ 7 ตัวอย่างจากทั้งหมด 37 ตัวอย่างที่มีผลประกอบการล้มเหลว

ระบบสัญญาณเตือนภัยที่ได้จากแบบจำลองการทำนายความล้มเหลว Discriminant

ผลที่ได้จากค่าดัชนีสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าหรือคะแนนการจำแนก (Discriminant score) ที่คำนวณจากแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Discriminant พบว่า มีตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มีประกอบการมั่นคงเป็นจำนวน 12 ตัวอย่าง และมีตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มีผลประกอบการล้มเหลวเป็นจำนวน 4 ตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาถึงความเที่ยงตรงของระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า พบว่า ระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าที่ได้มีความสามารถส่งสัญญาณเตือนภัยได้ถูกต้องร้อยละ 81.25 จากจำนวนข้อมูลตัวอย่าง 16 ตัวอย่าง โดยส่งสัญญาณเตือนให้ทราบว่าธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์ในปี 2544 มีผลประกอบการมั่นคงได้ถูกต้องร้อยละ 100.00 หรือเท่ากับ 9 ตัวอย่าง โดยไม่เกิดปัญหา Type I error คือส่งสัญญาณเตือนผิดพลาดจากธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มีความมั่นคงเป็นล้มเหลว ส่วนความสามารถในการส่งสัญญาณเตือนภัยให้ทราบว่าตัวอย่างโรงสีข้าวของสหกรณ์ในปี 2544 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีผลประกอบการล้มเหลวได้ถูกต้องร้อยละ 57.14 หรือเท่ากับ 4 ตัวอย่างจาก 7 ตัวอย่างที่มีผลประกอบการล้มเหลว โดยเกิดปัญหา Type II error คือส่งสัญญาณเตือนผิดพลาดจากธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์ที่มีผลประกอบการล้มเหลวเป็นมั่นคงร้อยละ 42.86 หรือเท่ากับ 3 ตัวอย่างจาก 7 ตัวอย่างที่มีผลประกอบการล้มเหลว

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. ในการสร้างแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวและระบบสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าสำหรับธุรกิจโรงสีข้าวของสหกรณ์ในภาคเหนือควรใช้แบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Logit เนื่องจากมีความเที่ยงตรงในการทำนายและการส่งสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าถึงภาวะที่จะนำไปสู่ความล้มเหลวของผลประกอบการได้สูงกว่าแบบจำลองการทำนายความล้มเหลวแบบ Discriminant
2. ผู้บริหารควรให้ความสนใจเป็นพิเศษสำหรับตัวแปร อัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน อัตราส่วนรายได้ต่อสินทรัพย์หมุนเวียน และประสิทธิ-

ภาพของการจัดการแบบผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ในการนำไปใช้ตรวจสอบความมั่นคงของโรงสีข้าวสหกรณ์ เพราะจากการศึกษาพบว่าตัวแปรทั้ง 3 ตัวนี้มีความสามารถในการทำนายภาวะความนำไปสู่ความล้มเหลวหรือมั่นคงจากการประกอบการของโรงสีข้าวสหกรณ์ได้เป็นอย่างดี

3. ในการประสิทธิภาพของการจัดการหรือตัว M ตามหลัก CAMEL ควรใช้การวิเคราะห์เส้นห่อหุ้ม (DEA) ในการประมาณค่าประสิทธิภาพของการจัดการของโรงสีข้าวสหกรณ์

เอกสารอ้างอิง

สุคา เจริญพงศ์ไพฑูย์ และสาโรช อังสุมาลิน (2537). ความมั่นคงทางการเงินของสหกรณ์ออมทรัพย์. วารสารเศรษฐศาสตร์. 1 (กรกฎาคม – ธันวาคม) : 57 – 76.

Altman, Edward I. (1968). Financial Ratio, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. The Journal of Finance. 23 (September) : 589 - 609.

Barr, Richard S. and Thomas F. Siems. (1996). Bank Failure Prediction Using DEA to Measure Management Quality. Texas : Federal Reserve Bank of Dallas.

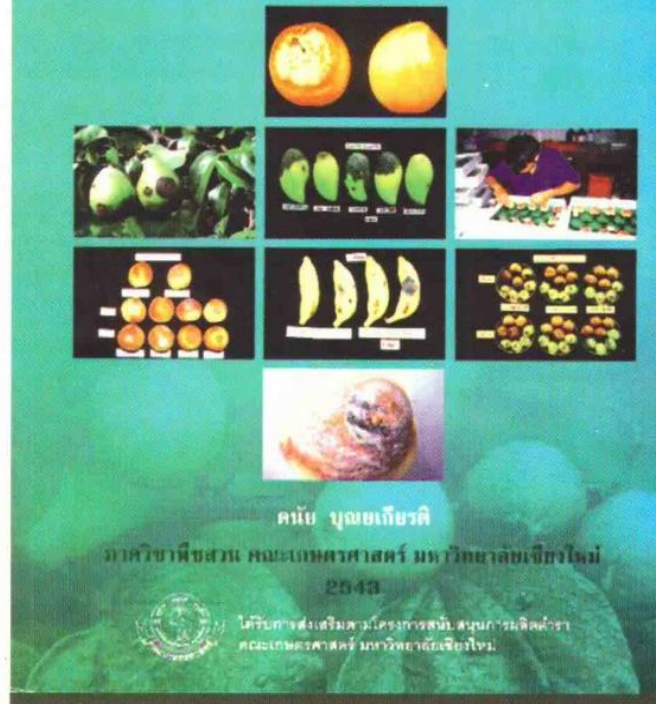
Coelli, Tim., D.S.Prasada Rao and George E. Battese. (1997). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Norwell : Kluwer Academic Publishers.

Kolari, James., Dennis Glennon, Hwan Shin and Michele Caputo. (2000). Predicting Large U.S. Commercial Bank Failures. Texas : U.S. Comtroller of the Currency.

Shirata, Cindy Y. 1998. Financial Ratios as Predictors of Bankruptcy in Japan: An Empirical Research. Tsukuba College of Technology Japan.

โรคหลังเก็บเกี่ยวของพืชสวน

Postharvest Diseases of Horticultural Crops



คณีย์ บุญเกียรติ

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2543

ได้รับการส่งเสริมตามโครงการสนับสนุนการผลิตตำรา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โรคหลังเก็บเกี่ยวของพืชสวน

หนังสือเล่มนี้ได้รับส่งเสริมตามโครงการสนับสนุนการผลิตตำรา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประกอบด้วยเนื้อหาตั้งแต่
กระบวนการเข้าทำลายผลิตผลของเชื้อสาเหตุ สรีรวิทยาของผลิตผล
ที่สัมพันธ์กับโรคหลังเก็บเกี่ยว ตลอดจนการควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยว
โดยวิธีต่างๆ

เขียนโดย : รศ.ดร. คณีย์ บุญเกียรติ

สั่งซื้อได้ที่ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โทร. 0-5394-4040-1