วารสารเกษตร
JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม 2544 VOLUME 17 NO. 1 JANUARY 2001

1
2 3 4

1. Microtome Section ของยอดลำไยพันธุ์ดอ ระยะ 2 สัปดาห์ ก่อนการแทงช่อดอก (กำลังขยาย 10 เท่า)
2. ช่อดอกลำไย
3. ดอกลำไยเพศผู้
4. ดอกลำไยเพศเมีย

ISSN 0857-0841

วารสารเกษตร

Journal of Agriculture

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 สรวมศิริ

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

พิมพ์ที่ หน่วยพิมพ์ออฟเซ็ท สำนักงานเลขานุการ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 โทร.(053) 944015

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเกษตร เป็นวารสารวิชาการราย 4 เดือน ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตร สัตวแพทย์ และชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่ตีพิมพ์

1.1 ผลงานวิจัย

1.2 บทความรีวิวปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

2.1 ต้นฉบับ : ควรส่งต้นฉบับที่จัดพิมพ์ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Microsolf Word ความยาวไม่เกิน 10 หน้า บรรทัดหนึ่งกำหนดให้มี 70ตัวอักษร และหน้าละ 32 บรรทัดส่งต้นฉบับที่พิมพ์หน้าเดียวลงบนกระดาษ 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. ภาพเขียนใช้หมึกดำเขียนบนกระดาษอาร์ตหนาหรือกระดาษเขียนแบบ

2.6 กราฟ : จัดทำด้วยโปรแกรม Haward Graphic และแนบข้อมูลดิบไปด้วยเพื่อปรับแต่งด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ทีหลัง

2.7 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ

2.7.1 *ในเนื้อเรื่อง* อ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องในระบบชื่อต้นและปี(พ.ศ.) เช่น พรชัย (2538) รายงานว่า....หรือ... (พรชัย,2538) ในกรณีที่เป็นภาษาอังกฤษใช้ระบบนามสกุลและปี (ค.ศ.) เช่น Jone and Smith (1995) ในกรณีที่มีผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ใช้"และคณะหรือ *et al.*" ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก แต่ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่องใส่ชื่อหมดทุกคน

2.7.2 *ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง* : ให้เรียงอักษรตามชื่อ-สกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่ เริ่มจาก ชื่อไทยต่อด้วยชื่ออังกฤษ

1) **สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้.-**

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

2) **สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้**

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

3. การเสนอเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ส่งเรื่องพิมพ์ได้ตลอดเวลา

ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริการงานวิจัยและพัฒนา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่เสนอเพื่อตีพิมพ์ ในกรณีที่จำเป็นจะขอความเห็นชอบจากผู้เขียนอีกครั้งก่อนตีพิมพ์

ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 (2544)
Volume 17 No.1 (2001)

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของเอทธิลีนและคาร์โบไฮเดรต ที่ไม่ใช่โครงสร้างในช่วงก่อนการออกดอกของยอดลำไยพันธุ์ดอ 1
วันทนา ทองเล่ม และ ธนะชัย พันธ์เกษมสุข

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทธิลีนและคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างก่อนการแตกใบอ่อนของยอดลำไย ลิ้นจี่ และมะปราง 11
ศิริเพ็ญ ปั้นดี และ ธนะชัย พันธ์เกษมสุข

ความผันแปรลักษณะทางไอโซไซม์ของมะม่วงแก้วสายต้นคัด 19
ปฐมา เดชะ และ ธวัชชัย รัตน์ชเลศ

ผลของโปแตสเซียมต่อคุณภาพของฝรั่ง 29
นิภาพร สอนสุด และ ตระกูล ตันสุวรรณ

วงจรการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส 38
บดินทร์ จันทร์คำ และ ฉันทนา สุวรรณธาดา

การศึกษาจำนวนโครโมโซมของว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้านและพันธุ์ลูกผสม 43
ประภัสสร อารยะกิจเจริญชัย และ ฉันทนา สุวรรณธาดา

การปรับปรุงพันธุ์เห็ดหอมโดยการผสมพันธุ์ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว 50
ศิริพร เดชะอุป และ วิเชียร ภู่สว่าง

เชื้อรา Macrophomina phaseolina ที่ติดมากับเมล็ดถั่วเขียวและถั่วเขียวผิวดำ : ผลต่อความงอกและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี 59
แชมซูร รอฮอมาน สุชาดา เวียรศิลป์ และ สมบัติ ศรีชุวงศ์

รูปแบบจำลองอย่างง่ายของดุลยภาพน้ำในดินสำหรับกาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์คาร์ติมอร์ 66
ดนัย ศุภโกศล บัณฑรูย์ วาฤทธิ์ ชวลิต กอสัมพันธ์ และ ถนอม คลอดเพ็ง

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำการเกษตรยั่งยืนในการส่งเสริมการปลูก และผลิตกาแฟอาราบิก้า : กรณีศึกษาหมู่บ้านมูเซอห้วยคาค ตำบลอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 75
รำไพพรรณ อภิชาติพงศ์ชัย

การใช้ใบกระถินเทพาเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารโคนม 82
สมปอง สรวมศิริ

Contents

Changes in Ethylene and Total Nonstructural Carbohydrate Contents in Stem Apex prior to Flowering of Longan cv. Dor 1
Wanthana Thonglem and Tanachai Pankasemsuk

Changes in Ethylene and Total Nonstructural Carbohydrate Contents prior to Shooting of Longan, Lychee and Marian Plum 11
Siripen Pundee and Tanachai Pankasemsuk

Variation in Isozyme Characteristics of Selected Clones of Mango cv. Kaew 19
Patama Decha and Tavatchai Radanachaless

Effect of Potassium on Quality of Guava 29
Nipaporn Sonsud and Tragool Tunsuwan

Growth Cycle of Gladiolus 38
Bordinth Chankhum and Chuntana Suwanthada

Chromosome Investigation of Local Vareity and Hybrids of Amaryllis 43
Praphatsorn Arayakitcharoenchai and Chuntana Suwanthada

Improvement of Shiitake Mushroom by Dikaryon - Monokaryon Crossing 50
Siriporn Dechaoup and Wichian Pooswang

Seed-borne *Macrophomina phaseolina* in Mungbean and Blackgram:Effect on Germination and Some Biochemical Change 59
Shamsur Rahman Suchada Vearasilp and Sombat Srichuwong

Simple Model of Soil Water Balance in Arabica Coffee cv. Catimor 66
Danai Supakosol Bantoone Warrit Chawalit Korsomphan and Thanom Klodpeng

Factors Influencing Arabica Coffee Production and Extension for Sustainable Agriculture : A Case Study of Huai Tadt Muser Village, Inthakin Sub-district, Mae Taeng District, Chiang Mai Province 75
Rampaipan Apichatpongchai

The Use of Acacia *(Acacia mangium)* as Protein Source in Dairy Ration 82
Sompong Sruamsiri

ISSN 0857-0841

บทบรรณาธิการ

นวัตกรรมกับการพัฒนาชุมชน: สองเป้าหมายหลักของงานวิจัยที่ต้องสมดุลกัน

เมื่อไม่นานมานี้ ได้มีโอกาสไปร่วมประชุมนานาชาติที่มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในประเทศญี่ปุ่น เดินทางไปด้วยความหวังและเป้าหมายในการสร้างความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยแห่งนี้ทางด้านการเกษตร เพราะคณะเกษตรศาสตร์ของมหาวิทยาลัยนี้มีชื่อเสียง ฝ่ายจัดการจัดให้ไปเยี่ยมชมกิจการของคณะดังกล่าวตามที่ได้ร้องขอไว้ แต่หลังจากหารือร่วมกันภาพที่ออกมาแตกต่างไปจากที่วาดหวังไว้โดยสิ้นเชิง งานวิจัยทางด้านการเกษตรของเขาเปลี่ยนไปเป็นวิทยาศาสตร์การเกษตรมากเสียจน เขาเลิกพูดเรื่องเกษตรยั่งยืน เกษตรพอเพียงไปแล้ว กลิ่นอายของ GMOs ฟุ้งกระจายอยู่ทั่วไปในทุกแล็ป ไม่ว่าจะเป็นทางสัตว์ ทางพืช การศึกษาทางยีน เอนไซม์เพื่ออุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นสิ่งที่เขามุ่งเน้นมาก ตัวอย่างที่เบาที่สุดและยังอิงสภาพแวดล้อมอยู่บ้าง ได้แก่ การศึกษาเพื่อหาทางย้ายยีนที่สร้างสารไล่แมลงจากพืชหรือสาหร่ายทะเลไปใส่ในข้าวหรือพืชผัก เพื่อลดการใช้สารเคมีเกษตรป้องกันกำจัดแมลง เป็นต้น

หันมามองประเทศไทยเราล้าหลังเขาจริง ๆ ถ้ามองประเด็นเหล่านี้ แต่บทเรียนด้านการมุ่งเน้นแต่นวัตกรรมและการฝากอนาคตไว้กับอุตสาหกรรมอย่างเดียว ทำให้เราบาดเจ็บเกินไปจริงๆ จนทำให้ต้องถามตัวเองว่า เราควรวิ่งตามญี่ปุ่นไปดี หรือเราควรจะร่วมมือกับชุมชนของเราทำวิจัย เพื่อพัฒนาระบบการผลิตรากหญ้าดี ยิ่งในสภาวะที่เสี่ยงต่อด้านอาหารปนเปื้อน GMOs ดังก้องอย่างทุกวันนี้

ความสมดุลของงานวิจัยเพื่อนวัตกรรม และเพื่องานพัฒนาชุมชนน่าจะเป็นคำตอบที่ดี...เดินสายกลางนั่นแหล่ะ

วารสารเกษตร 17(1) : 1 - 10 (2544)
Journal of Agriculture 17(1) : 1 - 10 (2001)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของเอทธิลีนและคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในช่วงก่อนการออกดอกของยอดลำไยพันธุ์ดอ

Changes in Ethylene and Total Nonstructural Carbohydrate Contents in Stem Apex prior to Flowering of Longan cv. Dor

วันทนา ทองเล่ม[1] และ ธนะชัย พันธ์เกษมสุข[1]

Wanthana Thonglem[1] and Tanachai Pankasemsuk[1]

Abstract : The study was made on changes in ethylene and total nonstructural carbohydrate (TNC) contents in stem apexes prior to flowering of longan cv. Dor. It revealed that changes in ethylene concentration in the intercellular space of longan during 8th, 6th and 4th weeks before flowering did not show any significant difference at $\alpha = 0.05\%$. However, ethylene concentrations tended firstly to reduce and then increased dramatically in the 2nd week before flowering. The results showed that ethylene should have effects on longan flowering. The TNC were nearly constant between 8th and 6th weeks before flowering, but increased in the 4th week before flowering, after that decreased in the 2nd week before flowering. It inferred that TNC content should have effects on longan flowering.

บทคัดย่อ : การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเอทธิลีนและคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (total nonstructural carbohydrate, TNC) ในช่วงก่อนการออกดอกของยอดลำไยพันธุ์ดอ พบว่าความเข้มข้นของเอทธิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ในยอดลำไยพันธุ์ดอไม่แตกต่างกัน ($\alpha = 0.05\%$) ในระหว่างสัปดาห์ที่ 8, 6 และ 4 ก่อนการออกดอก อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของเอทธิลีนของลำไยมีแนวโน้มลดลง จากนั้นความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก แสดงว่าเอทธิลีนน่าจะมีอิทธิพลต่อการออกดอกของลำไย การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ในช่วงก่อนการออกดอกในยอดลำไยพันธุ์ดอ พบว่าปริมาณ TNC ค่อนข้างคงที่ในสัปดาห์ที่ 8 และ 6 ก่อนการออกดอก และเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการออกดอก หลังจากนั้นจะลดลงในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าปริมาณ TNC เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการออกดอกของลำไย

Index words: การออกดอก, ลำไย, ฮอร์โมนพืช, Flowering hormone, Longan.

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 50200 เชียงใหม่

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

ลำไยเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีแหล่งเพาะปลูกมากในภาคเหนือตอนบน แต่การปลูกลำไยในภาคเหนือของประเทศไทยมีปัญหาการออกดอกไม่สม่ำเสมอบางปีจะมีการออกดอกน้อย เพราะลำไยที่ปลูกในภาคเหนือของไทยต้องการอุณหภูมิต่ำประมาณ 10-20 องศาเซลเซียส เพื่อกระตุ้นให้เกิดตาดอกในปีที่ฤดูหนาวอากาศไม่หนาวเย็น และฤดูหนาวสั้นจะทำให้มีการออกดอกน้อย (ธนัท, 2538)

แต่เดิมเชื่อว่าอัตราส่วนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจน เป็นปัจจัยที่ควบคุม การออกดอก แต่ทฤษฎีดังกล่าวถูกคัดค้านโดยงานทดลองจำนวนมาก นอกจากนี้มีสมมติฐานเกี่ยวกับ "สารกระตุ้นการออกดอก" (Florigen) ซึ่งขณะนี้ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเป็นสารอะไร และทำงานอย่างไร สมมติฐานใหม่ที่คิดว่าน่าจะเป็นไปได้ในปัจจุบันเชื่อว่าความสมดุลของฮอร์โมนพืชน่าจะเป็นตัวควบคุมการออกดอก แต่ยังไม่มีข้อพิสูจน์เรื่องความสมดุลนี้ (ธนัท, 2538) นักวิทยาศาสตร์ในสายงานนี้เชื่อว่าความสมดุลของฮอร์โมนเป็นปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นให้ตายอดเปลี่ยนไปเป็นตาดอก และฮอร์โมนที่น่าจะเกี่ยวข้อง ได้แก่ จิบเบอเรลลิน เอทธิลีน และ ไซโตไคนิน และการออกดอกของไม้ผลยืนต้นหลายชนิดถูกควบคุมโดยปริมาณจิบเบอเรลลินและ เอทธิลีนที่พืชสร้างขึ้น ในช่วงที่มีการออกดอกพบว่าปริมาณจิบเบอเรลลินจะลดระดับลง และมีการสร้างเอทธิลีนมากขึ้น (พีรเดช, 2537) นอกจากปัจจัยของสมดุลฮอร์โมนแล้วธาตุอาหารก็มีส่วนสนับสนุน การออกดอก แม้จะไม่ได้เป็นตัวควบคุมการออกดอก (Bernier *et al.*, 1985)

การทดลองนี้มุ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอทธิลีนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาสมดุลของฮอร์โมนพืช และศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (Total Nonstructural Carbohydrate, TNC) ในช่วงก่อนการออกดอกของลำไยพันธุ์ดอ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาสมดุลฮอร์โมนและปริมาณคาร์โบไฮเดรตในช่วงก่อนการออกดอก ซึ่งความรู้นี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการใช้ฮอร์โมนและปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมกับการออกดอก ซึ่งอาจเป็นหนทางที่แก้ปัญหาการออกดอกในลำไยได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทธิลีนและการพัฒนาในช่วงก่อนการออกดอกของยอดลำไยพันธุ์ดอ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์มี 4 วิธีการ ทำ 10 ซ้ำ โดยวิธีการ คือ จำนวนสัปดาห์ ก่อนการออกดอก 8, 6, 4 และ 2 สัปดาห์ โดยมี 1 หน่วยการทดลอง คือ ยอดลำไยยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 10 ยอด น้ำหนักสดรวมประมาณ 10 กรัม

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บตัวอย่าง เริ่มเก็บตัวอย่างวันที่ 6 ธันวาคม 2541 และเก็บทุกๆ 14 วัน เก็บตัวอย่าง วันสุดท้ายวันที่ 17 มกราคม 2542 โดยตัดยอด ลำไยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (วัดที่โคนกิ่ง) 0.3-0.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15 เซนติเมตร จำนวน 10 ยอดเป็นหนึ่งหน่วยการทดลอง ตัดใบทิ้งแล้วใส่ถุงพลาสติก แช่ในกระติกน้ำแข็ง หลังจากนั้นนำกลับมายังห้องปฏิบัติการทันทีเพื่อ ทำการดูดก๊าซออกจากยอดลำไย

2.การเตรียมตัวอย่างและการดูดก๊าซออกจากยอดลำไย

นำยอดลำไยมาตัดให้มีความยาว 10 เซนติเมตร แต่ละหน่วยการทดลองใช้จำนวน 10 ยอด แต่ละหน่วยการทดลองใช้ยางมัดรวมกัน และนำไปดูดก๊าซออกจากยอดตามวิธีที่ดัดแปลงมา จาก Saltveit (1982) หลังจากนั้นเก็บก๊าซไว้ในขวดวัคซีน โดยการแทนที่สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตที่อิ่มตัว แล้วปิดฝาขวดวัคซีนด้วยจุกยาง และผนึกรอบจุกยางกับปากขวดด้วยแผ่นพาราฟิล์ม และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 °ซ) โดยคว่ำขวดวัคซีนลง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเอทธิลีนต่อไป

3. การวิเคราะห์เอทธิลีน

การทำกราฟมาตรฐาน โดยการ เตรียมก๊าซเอทธิลีนมาตรฐานความเข้มข้น 0.1, 1 และ 10 ส่วนต่อล้าน ซึ่งเตรียมจากก๊าซเอทธิลีน มาตรฐาน 99.5 %

การวิเคราะห์ปริมาณเอทธิลีนในตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างก๊าซที่ดูดได้มาดูดเอาก๊าซออกโดยวิธีการแทนที่สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตที่อิ่มตัว และฉีดตัวอย่างก๊าซเข้าเครื่อง gas chromatograph (GC) ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่นGC-9A (SHIMADZU, Japan) ซึ่งตรวจวัดเอทธิลีนโดยใช้ H2-flame ionization detector และใช้ column stainless steel ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ยาว 1.5 เมตร ซึ่งบรรจุ activated alumina 80/100 โดยใช้อุณหภูมิ injector , detector และ column 90, 90 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

4. การทำ microtome section ตามวิธีที่ ดัดแปลงมาจาก มนัส (2525)

5.การบันทึกผลการทดลอง บันทึกพื้นที่ใต้กราฟที่อ่านได้จาก เครื่อง gas chromatograph และนำมาเทียบกับกราฟมาตรฐาน แล้วคำนวณความเข้มข้นของเอทธิลีน มีหน่วยเป็นส่วนต่อล้าน วิเคราะห์ผลการทดลองโดยการวิเคราะห์ test of AOV assumption, AOV, LSD, C.V., linear regression และ correlation

การทดลองที่ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในช่วงก่อนการออกดอกของยอดลำไยพันธุ์ดอ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 วิธีการ ทำ 15 ซ้ำ โดยวิธีการ คือจำนวนสัปดาห์ ก่อนการออกดอก 8, 6, 4 และ 2 สัปดาห์ โดยมี 1 หน่วยการทดลอง คือ ยอดลำไยยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 10 ยอด น้ำหนักสดรวมประมาณ 10 กรัม

อุปกรณ์และวิธีการ

1.การเก็บตัวอย่าง ตัดยอดลำไยที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.3 - 0.5 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 10 ยอด เป็นหนึ่งตัวอย่าง โดยใช้เวลาเก็บตัวอย่างเหมือนการทดลองที่ 1

2.การเตรียมตัวอย่าง ตัดยอดลำไยให้มีความยาวเหลือ 10 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำกลั่นและผึ่งให้แห้ง นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปบดด้วยเครื่อง Wiley intermediate mill ผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh ใส่ลงในถุงกระดาษ เก็บไว้ที่แห้งและเย็น เพื่อนำไปสกัดต่อไป (Chaitrakulsup, 1981)

3.การหาน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง ตามวิธีการของ AOAC (1984)

4.การทำกราฟมาตรฐาน ทำกราฟมาตรฐานโดยเตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐานที่มีกลูโคส 0.25-2.00 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร

5.การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล ตามวิธีการของ AOAC (1984) โดยดูดสารละลายตัวอย่างที่คาดว่าจะมี reducing property เท่ากับกลูโคส 0.25-2.00 มิลลิกรัมใน 5 มิลลิลิตรใส่ในหลอด test tube ขนาด 25x200 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Shaffer-Somogy carbonate 50 reagent 5 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน เตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ใส่ reagent 5 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดทดลองด้วย aluminum foil และนำไปต้มให้เดือดนาน 15 นาที ค่อยๆ ยกออกมาไม่ให้กระเทือน นำไปวางในน้ำเย็นที่ 0 องศาเซลเซียส ที่ไหลเวียนนาน 4 นาที เปิด aluminum foil เทสารละลาย iodide oxalate ลงในหลอดอย่างช้าๆ หลอดละ 2 มิลลิลิตร เติม H_2SO_4 2 N หลอดละ 3 มิลลิลิตร เขย่าให้ CuO_2 ละลายและนำไปแช่ในน้ำเย็น 0 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เขย่า 2 ครั้ง ในขณะที่ทำให้เย็น จากนั้นนำไปไตเตรตกับสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ 0.005 N นำปริมาตรที่ได้จากการไตเตรต ไปลบกับ blank แล้วคำนวณหาปริมาณกลูโคส ในสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร โดยเทียบกับ กราฟมาตรฐาน

6. การบันทึกผลการทดลอง

1) บันทึกปริมาณ sodium thiosulfate ที่ใช้ในการไตเตรตกับสารละลายตัวอย่างมีหน่วยเป็นมิลลิลิตร แล้วเทียบหาปริมาณน้ำตาล จากกราฟมาตรฐาน แล้วคำนวณหาปริมาณ TNC มีหน่วยเป็น mg glucose equivalent / g dry weight

2) วิเคราะห์ผลการทดลองโดยการวิเคราะห์ test of AOV assumption, AOV, LSD, C.V., polynomial contrast, linear regression และ correlation

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทธิลีนและการพัฒนาในช่วงก่อนการออกดอกของยอดลำไยพันธุ์คอ

พบว่าความเข้มข้นของเอทธิลีนในยอดลำไยค่อนข้างจะคงที่ในระหว่างสัปดาห์ที่ 8, 6 และ 4 สัปดาห์ก่อนการออกดอก หลังจากนั้นความเข้มข้นของเอทธิลีนจะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก (ภาพที่ 1) โดยปริมาณเอทธิลีนสูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก คือ 1.7613 สตล และในสัปดาห์ที่ 8, 6 และ 4 ก่อนการออกดอกไม่แตกต่างกัน คือ เป็น 1.3246, 1.2084 และ 1.0452 สตล ตามลำดับ (ตารางที่ 1) การทำ microtome section ของยอดลำไยพันธุ์คอระยะ 8, 6, 4 และ 2 สัปดาห์ก่อนการออกดอก (ภาพที่ 2) พบว่า สัปดาห์ที่ 8 ก่อนการออกดอก (ภาพที่ 2a.) เป็นช่วงที่พบ flower initiation โดยตรวจพบ 10 % ในสัปดาห์ที่ 6, 4 และ 2 ก่อนการออกดอก (ภาพที่ 2b, 2c และ 2d) ตรวจพบ flower initiation 20, 30 และ 50 % ตามลำดับ

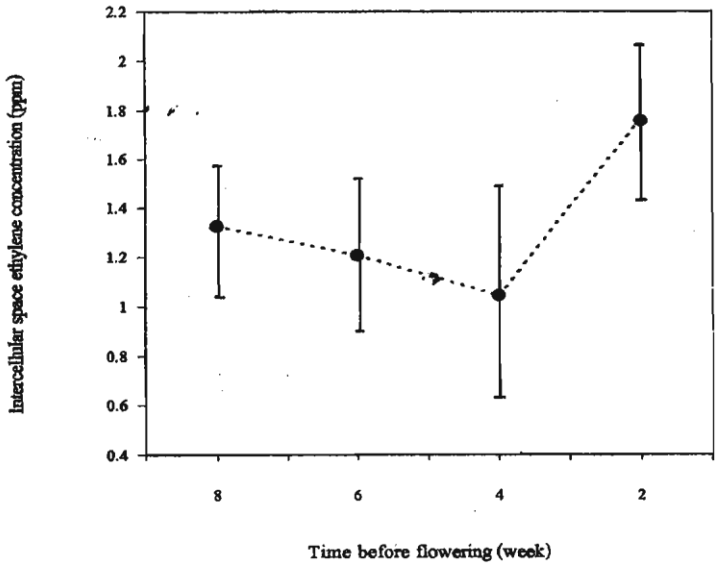


Figure 1 Ethylene concentration of longan cv. Dor shoots before flowering.

Remarks : C.V. = 22.97 % 10 replications

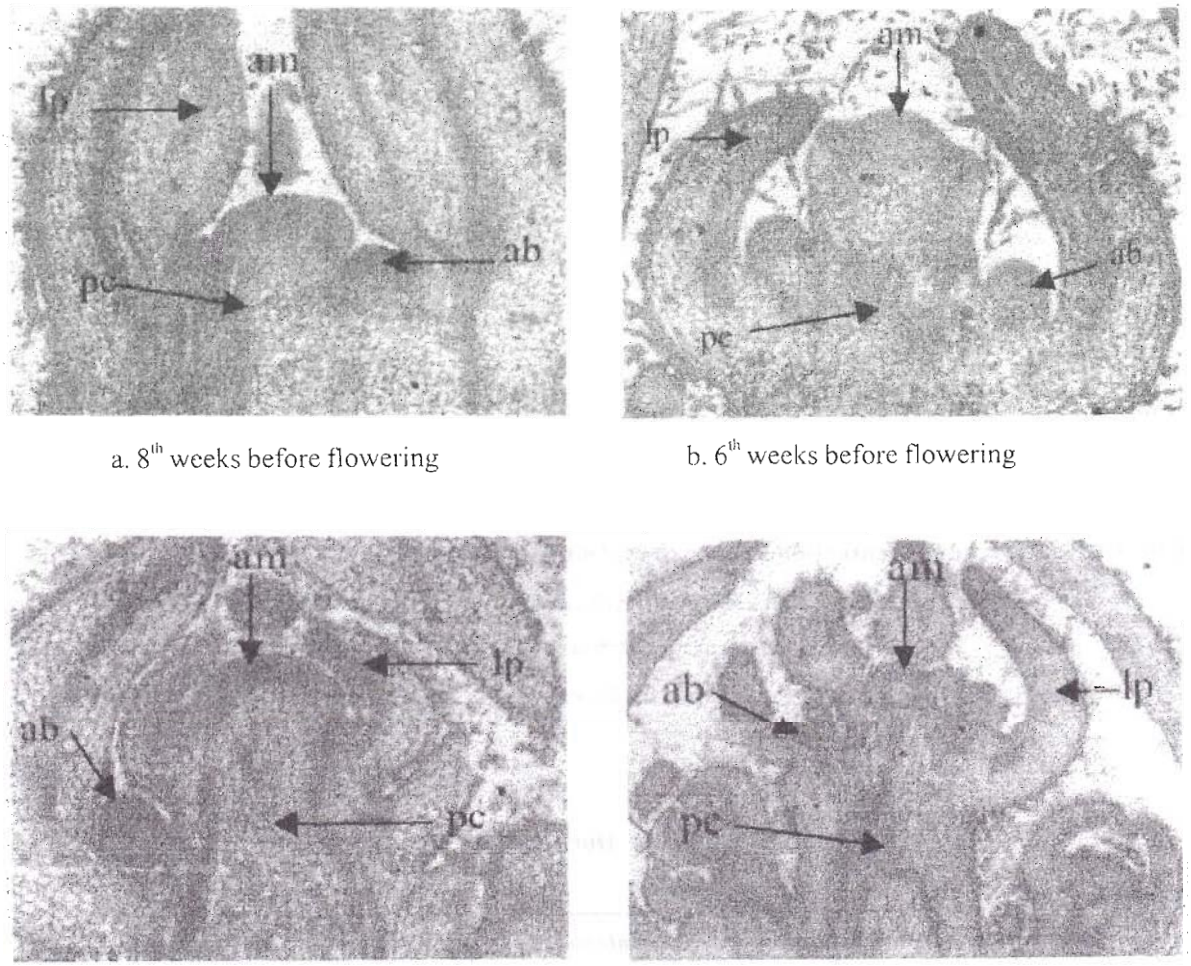
Treatment means difference = 22 % of overall means

= Standard deviation

Table 1 Ethylene concentrations of longan cv. Dor shoots before flowering.

Time before flowering (week)	Intercellular space ethylene concentration (ppm)
8	1.3246b
6	1.2084b
4	1.0452b
2	1.7613a
$LSD_{0.05}$	0.2814

Remarks: Means within the column followed by the different letter were significant difference tested by LSD at a= 0.05%, C.V.= 22.97 %, 10 replications, treatment means difference = 22 % of overall means



a. 8th weeks before flowering

b. 6th weeks before flowering

c. 4th weeks before flowering

d. 2nd weeks before flowering

Figure 2 **Longsection of longan cv. Dor shoots on 8th, 6th, 4th, and 2nd weeks before flowering**

Remarks : am = apical meristem pc = procambium

lp = leaf primordium ab = axillary bud

การทดลองที่ 2. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในช่วงก่อนการออกดอกของยอดลำไยพันธุ์ดอ

พบว่าปริมาณ TNC ไม่แตกต่างกัน ในสัปดาห์ที่ 8 และ 6 ก่อนการออกดอก ปริมาณ TNC เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการออกดอก หลังจากนั้นลดลงในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก (Figure 3) โดยปริมาณ TNC ในสัปดาห์ที่ 8, 6, 4 และ 2 ก่อนการออกดอก คือ เป็น 41.908, 43.900, 55.881 และ 48.492 mg glucose equivalent / g dry weight ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

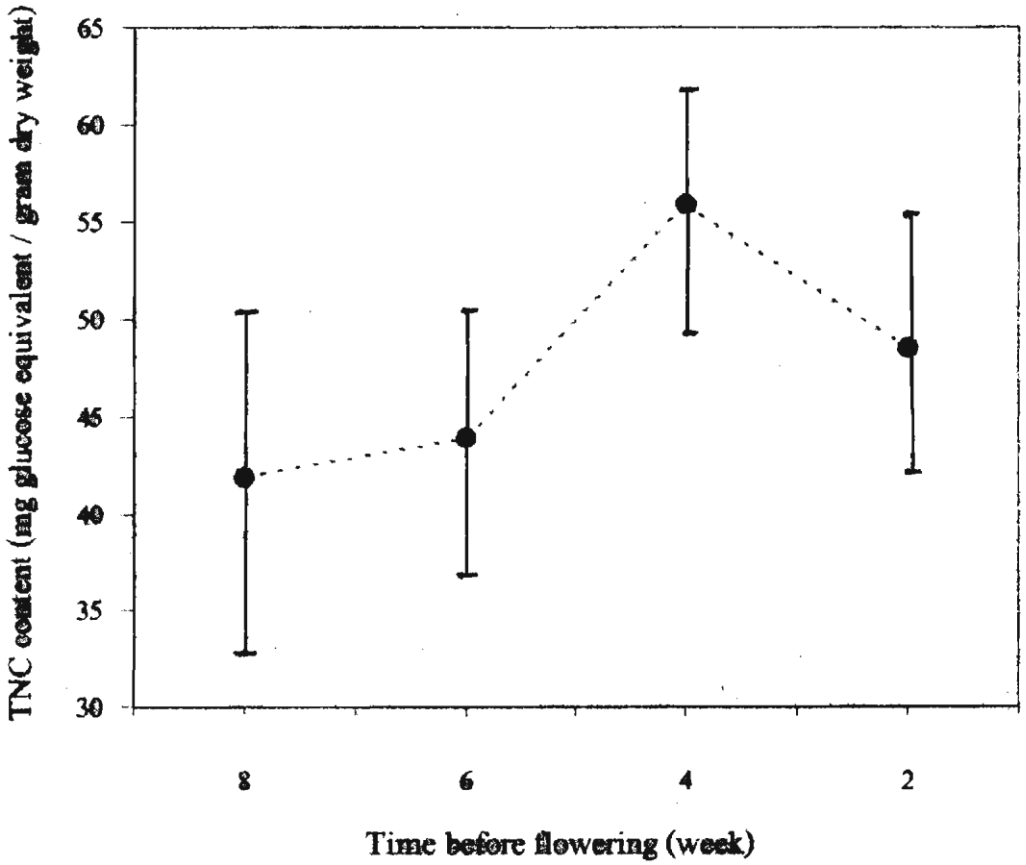


Figure 3 **TNC contents of longan cv. Dor shoots before flowering.**

Remarks: C.V. = 14.69 %, 15 replications

treatment means difference = 12 % of overall means

= standard deviation

Table 2 TNC contents of longan cv. Dor shoots before flowering.

Time before flowering (week)	TNC content (mg glucose equivalent / g dry weight)
8	41.908c
6	43.900c
4	55.881a
2	48.492b
$LSD_{0.05}$	5.1105

Remarks: Means within the column followed by the different letter were significant difference tested by LSD at α= 0.05%
C.V. = 14.69 %, 15 replications treatment means difference = 12 % of overall means

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทธิลีนในช่วงก่อนการออกดอกในยอดลำไยพันธุ์ดอ โดยพบว่า ในช่วงสัปดาห์ที่ 8, 6 และ 4 ก่อนการออกดอก ความเข้มข้นของเอทธิลีนของลำไยมีแนวโน้มลดลง แต่จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) และความเข้มข้นของเอทธิลีนจะเพิ่มมากขึ้นจนแตกต่างกันทางสถิติ ($p< 0.05$) ในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก และเมื่อตรวจสอบระยะที่เกิด flower initiation ด้วยวิธี microtome section พบว่า flower initiation ของลำไยสามารถตรวจพบได้ในสัปดาห์ที่ 8 ก่อนการออกดอก โดยตรวจพบ 10% ส่วนในสัปดาห์ที่ 6, 4 และ 2 ก่อนการออกดอก สามารถตรวจพบ 20, 30 และ 50% ตามลำดับ จากผลการตรวจสอบระยะที่เกิด flower initiation ของลำไย ความเข้มข้นของเอทธิลีนเพิ่มขึ้นขณะที่เปอร์เซ็นต์การออกดอกเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับพีรเดช (2537) ที่กล่าวว่าในช่วงที่มีการออกดอกของไม้ผลยืนต้นหลายชนิดจะมีการสร้างเอทธิลีนมากขึ้น ดังนั้นเอทธิลีนจึงน่าที่จะมีความสำคัญต่อการออกดอกของลำไย

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ในยอดลำไยพันธุ์ดอพบว่าปริมาณ TNC มีการเปลี่ยนแปลงโดยจะมีปริมาณที่คงที่ในสัปดาห์ที่ 8 และ 6 ก่อนการออกดอก และจะเพิ่มขึ้นสูงสุด ในสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการออกดอก หลังจากนั้นจะ ลดลงในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก เมื่อตรวจสอบระยะที่เกิด flower initiation โดยวิธี microtome section ในยอดลำไยในช่วง 8, 6, และ 4 สัปดาห์ก่อนการออกดอก พบว่าการเปลี่ยนแปลง ปริมาณ TNC จะสอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์การเกิดดอกคือเปอร์เซ็นต์การเกิดดอกเพิ่มขึ้นจะมี การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC เพิ่มขึ้นด้วย ส่วนใน สัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดดอกเพิ่มขึ้นแต่การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ลดลง อาจเป็นเพราะว่า ในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนการออกดอกมีการนำคาร์โบไฮเดรตไปใช้ในการพัฒนาดอกและช่อดอก เช่นเดียวกับการทดลองของตระกูลและเสริมสกุล (2542) ที่พบว่าในช่วง 1 สัปดาห์ก่อนการออกดอกของมะม่วง จะมีปริมาณ TNC ต่ำ และ พงษ์นาถ

(2540) ที่พบว่าปริมาณ TNC ของมะม่วงจะลดลงในระหว่างการพัฒนาของช่อดอก

นอกจากเอทธิลีนและคาร์โบไฮเดรตที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกแล้ว ยังมีฮอร์โมนชนิดอื่นที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกด้วย เช่น จิบเบอเรลลิน และ ไซโตไคนิน ดังนั้นควรจะมีการศึกษาปริมาณของฮอร์โมนชนิดอื่นด้วยเพื่อศึกษาถึงสมดุลฮอร์โมน เนื่องจากฮอร์โมนพืชแต่ละชนิดจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้งในด้านส่งเสริม และยับยั้งการเจริญเติบโต กระบวนการเหล่านี้จะถูกควบคุมโดยระดับความสมดุลระหว่างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตและสารยับยั้งการเจริญเติบโต

การออกดอกของไม้ผลหลายชนิดถูกควบคุมโดยปริมาณจิบเบอเรลลินและเอทธิลีนที่พืชสร้างขึ้น ในช่วงที่มีการออกดอกพบว่าปริมาณจิบเบอเรลริน จะลดระดับลงและมีการสร้างเอทธิลีนมากขึ้น (พีรเดช, 2537) นอกจากนี้ Chen (1990) ได้รายงานการศึกษาใน xylem sap และปลายยอดของลิ้นจี่ พบว่าในช่วงแตกใบอ่อนมีปริมาณจิบเบอเรลลินมากและปริมาณจะลดลงในช่วงสร้างตาดอกในขณะที่ปริมาณไซโตไคนินในช่วงแตกใบอ่อนมีปริมาณน้อยกว่าในช่วงสร้างตาดอก ส่วนปริมาณ ABA ในปลายยอดในช่วงแตกใบอ่อนมีปริมาณน้อยกว่าในช่วงออกดอก ดรุณี (2539) รายงานว่าในช่วงก่อนการออกดอกและแตกใบอ่อนของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยจะมีปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินเพิ่มขึ้น ส่วนการศึกษาปริมาณจิบเบอเรลลิน คณพล (2532) พบว่าในช่วงก่อนการออกดอกของยอดมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินจะลดลงต่ำสุดในสัปดาห์ที่ออกดอก

จากรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนแต่ละชนิด ในช่วงก่อนการออกดอกและแตกใบอ่อน สามารถนำความรู้นี้มาใช้ในการทดลอง Plant Growth Regulator (PGR) เพื่อกระตุ้นหรือยับยั้งการออกดอก โดย PGR จะเข้าไปเปลี่ยนแปลงสมดุลของฮอร์โมนภายในพืชเพื่อให้เกิดกระบวนการทางชีวเคมีอันอาจจะเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นหรือยับยั้งการออกดอกดอก

สรุปผลการทดลอง

1. ความเข้มข้นของเอทธิลีนในช่องว่างเซลล์ของยอดลำไยพันธุ์ดอคงที่ ในระหว่างสัปดาห์ที่ 8, 6 และ 4 ก่อนการออกดอก และความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก

2. ปริมาณ TNC ในยอดลำไยพันธุ์ดอ จะคงที่ในสัปดาห์ที่ 8 และ 6 ก่อนการออกดอก และเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการออกดอก หลังจากนั้นลดลงในสัปดาห์ที่ 2 ก่อนการออกดอก

เอกสารอ้างอิง

คณพล จุฑามณี. 2532. การเปลี่ยนแปลงระดับของสารคล้ายจิบเบอเรลลินในช่วงการเจริญทางกิ่งใบและการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 67 น.

ดรุณี นาพรหม. 2539. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินในช่วงก่อนการออกดอกของยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 91 น.

ตระกูล ตันสุวรรณ และ เสริมสกุล พจนการุณ. 2542. อิทธิพลของต้นตอมะม่วงทะวายต่อลักษณะนิสัยการเจริญเติบโตของมะม่วง. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 150 น.

ธนัท ธัญญาภา. 2538. หลักการทำสวนไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 118 น.

พงษ์นาถ นากวรานันท์. 2540. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในส่วนต่างๆ ของต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ต่อการติดผล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 79 น.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. วิชัยการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 196 น.

มนัส สุจวิพันธ์. 2525. ไมโครเทคนิคทางพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 251 น.

AOAC. 1984. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Inc., Virginia. 1141 p.

Bernier, G., J. M. Kinit and R.M. Sachs. 1985. The Physiology of Flowering.Volume II. Transition to Reproductive Growth. CRC Press, Florida.231 p.

Chaitrakulsup, T. 1981. Seasonal Changes in Total Nitrogen and Total Nonstructural Carbohydrates Contents in Leaves and Stem Apexes of *Litchi chinensis* Sonn.var.'Hong Huay'.M.S.Thesis in Horticulture.Kasetsart University,Bangkok. 72 p.

Chen, W. S. 1990. Endogenous growth substances in xylem and shoot tip diffusate of lychee in relation to flowering. HortScience 25(3) : 314-315.

Saltveit, Jr. M. E. 1982. Procedures for extracting and analyzing internal gas samples from plant tissue by gas chromatograph. HortScience 17(6) : 878-881.

วารสารเกษตร 17(1) : 11 - 18 (2544)
Journal of Agriculture 17(1) : 11 - 18 (2001)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทธิลีนและคาร์โบไฮเดรต ที่ไม่ใช่โครงสร้างก่อนการแตกใบอ่อน ของยอดลำไย ลิ้นจี่ และมะปราง

Changes in Ethylene and Total Nonstructural Carbohydrate Contents prior to Shooting of Longan, Lychee and Marian Plum

ศิริเพ็ญ ปั้นดี[1/] และ ธนะชัย พันธ์เกษมสุข [1/]
Siripen Pundee[1/] and Tanachai Pankasemsuk[1/]

Abstract : Changes in ethylene and total nonstructural carbohydrate (TNC) were investigated in lychee cv. 'Hong Huay', longan cv. 'Dor' and marian plum cv. 'Toon Klaow'. Ethylene concentrations in intercellular cells and changes of TNC at week 8th,6th,4th and 2nd prior to shooting were measured. It revealed that ethylene concentrations in intercellular spaces of lychee and marian plum shoots decreased during week 8th to 6th before shooting, then increased until shooting occurred. Whereas in longan, the ethylene concentration remained constant during week 8th to 4th before shooting, then increased until shooting occurred.

TNC contents prior to shooting of lychee cv. 'Hong Huay' and longan cv. 'Dor' tended to decrease from week 8th before shooting until shooting occurred. However, TNC content in marian plum cv. 'Toon Klaow' decreased during 8 to 6 weeks before shooting, then it remained constant until shooting occurred.

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1/] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทธิลีนและการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (total nonstructural carbohydrate, TNC) ในไม้ผล 3 ชนิด คือ ลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย ลำไยพันธุ์ดอ และมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า โดยทำการวัดปริมาณความเข้มข้นของเอทธิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ และการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ในช่วงเวลา 8 , 6 , 4 และ 2 สัปดาห์ก่อนการแตกใบอ่อน ผลการทดลองพบว่าในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยและมะปรางพันธุ์ทูลเกล้ามีความเข้มข้นของเอทธิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 8-6 ก่อนการแตกใบอ่อน จากนั้นเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน ส่วนในยอดลำไยมีความเข้มข้นค่อนข้างคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8-4 ก่อนการแตกใบอ่อน จากนั้นเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน

ปริมาณ TNC ของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย และลำไยพันธุ์ดอมีแนวโน้มลดลงจากสัปดาห์ที่ 8 ก่อนการแตกใบอ่อนไปจนถึงสัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน ส่วนในยอดมะปรางพันธุ์ทูลเกล้าพบว่าปริมาณ TNC ลดลงในสัปดาห์ที่ 8-6 ก่อนการแตกใบอ่อนจากนั้นปริมาณ TNC ค่อนข้างคงที่จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน

Index words:ลำไย, ลิ้นจี่, มะปราง, เอทธิลีน, คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง, การแตกใบอ่อน

Longan, Lychee, Marian Plum, Ethylene, TNC, Total Nonstructural Carbohydrate, Shooting, Flushing

คำนำ

ลำไยและลิ้นจี่เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญโดยเฉพาะทางภาคเหนือตอนบน จัดเป็นพืชสวนซึ่งทำรายได้ให้แก่ชาวสวนภาคเหนือมูลค่าหลายล้านบาท (พิชัย, 2532) ตลาดของลำไย และลิ้นจี่นอกจากมีอยู่ในประเทศแล้ว ยังส่งออกไปยังฮ่องกง สิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และประเทศต่างๆในยุโรป (เกศิณี, 2522) ลำไยมีพื้นที่เพาะปลูกมากถึง 295,137 ไร่ มีอัตราการเพิ่มการเพาะปลูก 10.6 เปอร์เซ็นต์ (ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการค้า, 2543) ส่วนลิ้นจี่ที่ปลูกทางภาคเหนือเป็นลิ้นจี่ที่มีคุณภาพ และรสชาติดี (เอี่ยน, 2536) มีพื้นที่ในการเพาะปลูก 73,623 ไร่ มีอัตราเพิ่มการเพาะปลูก 8.4 เปอร์เซ็นต์(ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการค้า, 2543) ลิ้นจี่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องจากมีรสชาติที่หอม หวานอร่อย (จำเนียร, 2543)

มะปรางเป็นไม้ผลเมืองร้อนที่ทางราชการส่งเสริมให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูก ทางกรมส่งเสริมการเกษตรมีแผนระยะยาวที่จะสนับสนุน ให้ส่งผลสดไปขายยังต่างประเทศ ระยะเวลาที่มะปรางออกสู่ตลาดไม่ตรงกับผลไม้ชนิดอื่นจึงสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาการตลาดได้ นอกจากนี้ตลาดในประเทศยังสามารถขยายตัวได้อีกมาก ส่วนตลาดต่างประเทศก็มีศักยภาพมากและเป็นไม้ผลที่ไม่มีคู่แข่ง ถึงแม้ไม่มีตัวเลขยืนยันว่ามีการส่งออกไปขายยังต่างประเทศโดยรวมปริมาณเท่าใด แต่มีการรายงานว่ามีการส่งไปขายยัง ฮ่องกงและ สิงคโปร์(ทวีศักดิ์,2539) นอกจากนี้ในด้านอุตสาห กรรมน้ำผลไม้ มะปรางเป็นผลไม้ที่สามารถนำมาแปรรูป เป็นน้ำผลไม้ได้ดี เพราะมีสีสวย และรสชาติหวาน อมเปรี้ยวตามความนิยมของตลาดต่างประเทศ (นรินทร์, 2537)

การปลูกลำไย และลิ้นจี่ในภาคเหนือของประเทศไทย มีปัญหาการออกดอกไม่สม่ำเสมอ บางปีมีการออกดอกน้อย เนื่องจากในธรรมชาติลำไยและลิ้นจี่ที่ปลูกในภาคเหนือของไทย ต้องการอุณหภูมิต่ำประมาณ 10-20 องศาเซลเซียส เพื่อกระตุ้นให้เกิดตาดอก ในปีที่ฤดูหนาวอากาศไม่หนาวเย็นและฤดูหนาวสั้นทำให้มีการออกดอกน้อย

(ธนัท, 2538) ส่วนปัญหาการออกดอกน้อยของมะปรางอาจมีสาเหตุได้หลายสาเหตุ นรินทร์ (2537)กล่าวว่าแหล่งปลูกมะปรางที่ดีควรมีฤดูฝนกับฤดูแล้ง (หนาว และร้อน) ที่เด่นชัด เพราะช่วงแล้ง (อากาศเย็น) มีความสำคัญต่อการออกดอกของมะปรางโดยทำให้ต้นมะปรางมีการพักตัวเกิดการชะงักการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและอุณหภูมิต่ำช่วยให้มะปรางออกดอกได้ดี ปัญหาการออกดอกของลำไย ลิ้นจี่ และมะปราง จึงคล้ายคลึงกัน กล่าวคือไม้ผลทั้ง 3 ชนิด ออกดอกไม่สม่ำเสมอ ทุกปี (สมบุญ, 2536) ซึ่งอาจมีปัจจัยหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง การแตกใบอ่อนก็เป็นปัจจัยหนึ่ง ที่มีความสำคัญต่อการออกดอก และการเจริญเติบโตของพืช จึงได้มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทธิลีน และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ ใช่โครงสร้าง ในส่วนของไม้ผลทั้ง 3 ชนิด เพื่อดูความสัมพันธ์ว่าปัจจัยทั้งสองดังกล่าวมีส่วนส่งเสริม หรือยับยั้งการแตกใบอ่อนของไม้ผลทั้ง 3 ชนิด อย่างไร ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาเกี่ยวกับการออกดอกในโอกาสต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทธิลีน

การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 กรรมวิธี ทำ 9 ซ้ำ โดยกรรมวิธีคือจำนวนสัปดาห์ก่อนการแตกใบอ่อน 8 , 6 , 4 และ 2 สัปดาห์ โดยตัดยอดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (วัดที่โคนกิ่ง) 0.2-0.4 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร

การเก็บตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง และดูดก๊าซออกจากยอดตัวอย่าง เก็บตัวอย่างยอด ลำไย ลิ้นจี่ และมะปรางความยาว 15 เซนติเมตร โดยเก็บจำนวนยอดที่เหมาะสมคือ ยอดลำไย 10 ยอด ลิ้นจี่ และมะปราง 25 ยอด เป็นหนึ่งหน่วยการทด ลอง เก็บ 5 ต้น โดยลำไยเริ่มเก็บวันที่ 22 สิงหาคม 2542 และเก็บทุกๆ 14 วัน เก็บตัวอย่าง วันสุดท้ายวันที่ 3 ตุลาคม 2542 ส่วนเก็บยอดลิ้นจี่ เริ่มเก็บวันที่ 16 ตุลาคม 2542 และเก็บทุกๆ 14 วัน เก็บตัวอย่าง วันสุดท้ายวันที่ 27 พฤศจิกายน 2542 และยอดมะปรางเริ่มเก็บวันที่ 17 มิถุนายน 2543 และเก็บทุกๆ 14 วัน เก็บตัวอย่างวันสุดท้ายวันที่ 29 กรกฎาคม 2543 เมื่อเก็บตัวอย่างมาแล้ว ริดใบทิ้งให้หมดใส่ในถุงพลาสติกแล้วเก็บในกระติกน้ำแข็ง หลังจากนั้นนำกลับมายังห้องปฏิบัติการ พืชสวน ตัดยอดให้เหลือความยาว 10 เซนติเมตร เพื่อทำการดูดก๊าซออกจากยอดตามวิธีที่ดัดแปลง มาจาก Saltveit (1982) โดยการลดความดันบรรยากาศลงเหลือ 600 มิลลิเมตรปรอทแล้วให้ ก๊าซตัวอย่างที่ได้จากช่องว่างภายในเซลล์ของยอดแทนที่สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตที่อิ่มตัว (ภาพที่ 1) จากนั้นทำการวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซ เอทธิลีน โดยเครื่อง Gas chromatograph (GC) (SHIMADZU รุ่น GC-9A, Shimadzu, Japan) ซึ่งตรวจวัดเอทธิลีน โดยใช้ H_2 - Flame ionization detector และใช้ column stainless steel ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ยาว 1.5 เมตร ซึ่งบรรจุ activated alumina 80/100 โดยใช้อุณหภูมิ injector, detector และ column 90 , 90 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

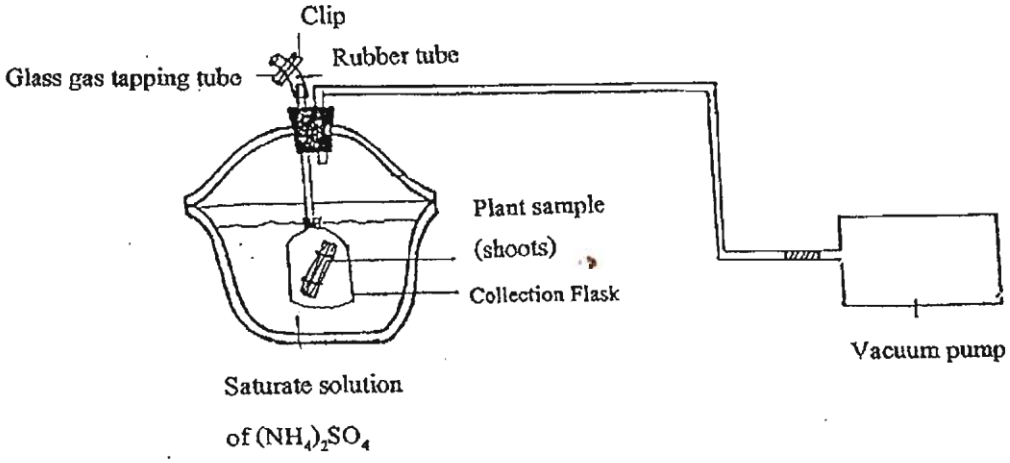


Figure 1 Equipment for gas tapping equipment from plant sample (Saltveit, 1982).

การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกพื้นที่ใต้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง gas chromatograph และนำมาเทียบกับกราฟมาตรฐาน แล้วคำนวณความเข้มข้นของเอทธิลีน มีหน่วยเป็นส่วนต่อล้านต่อ 1ยอดของพืชตัวอย่าง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง

การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 กรรมวิธี ทำ 15 ซ้ำ โดยกรรมวิธี คือ จำนวนสัปดาห์ก่อนการแตกใบอ่อน 8 , 6 , 4 และ 2 สัปดาห์

การเตรียมตัวอย่าง ตัดยอดให้มีความยาว 10 เซนติเมตร จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำกลั่นและผึ่งให้แห้ง แล้วนำเข้าตู้อบที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นานเป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างไปบดด้วยเครื่อง Wiley intermediate mill(Artur. H. Thomas Co., Philadelphia, U.S.A) ผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh นำตัวอย่างที่ได้เก็บใส่ในถุงกระดาษ เก็บไว้ที่แห้งและเย็นเพื่อนำไปสกัดต่อไป (Chaitrakulsup , 1981)

การหาน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง โดยการทำตามวิธีของ AOAC (1984)

การสกัดตัวอย่าง ทำการสกัดตามแบบของ Chaitrakulsup (1981) โดยการชั่งน้ำหนักของตัวอย่างขึ้นอยู่กับชนิดพืชทดลอง โดยลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยในการสกัดตัวอย่างชั่งยอดลิ้นจี่ที่บดแล้ว 0.6 กรัม ลำไยพันธุ์ดอ ในการสกัดตัวอย่างชั่งยอดลำไยที่บดแล้ว 0.4 กรัมและมะปรางพันธุ์ทูลเกล้าในการสกัดตัวอย่างชั่งยอดมะปรางที่บดแล้ว 0.25 กรัม

การวิเคราะห์ปริมาณ reducing sugar (RS) โดยการใช้ Shaffer – Somogyi Copper Iodometric Titration (AOAC, 1984)

การทำกราฟมาตรฐาน ทำกราฟมาตรฐานโดยการเตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐานที่มีกลูโคส 0.25-2.25 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล ตามแบบของ (AOAC, 1984)

การบันทึกผลการทดลอง บันทึกปริมาณ sodium thiosulfate ที่ใช้ในการไตเตรตกับสารละลายตัวอย่างมีหน่วยเป็นมิลลิลิตรแล้วเทียบหา

ปริมาณน้ำตาลจากกราฟมาตราฐาน จากนั้นคำนวณหาปริมาณ TNC มีหน่วยเป็น mg glucose equivalent/ g dry weight

ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทธิลีน

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทธิลีนในไม้ผล 3 ชนิด คือ ลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย ลำไยพันธุ์ดอ และมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า โดยทำการวัดปริมาณความเข้มข้นของเอทธิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ในช่วงเวลาก่อนการแตกใบอ่อน 8 , 6 , 4 และ 2 สัปดาห์ พบว่าความเข้มข้นของเอทธิลีนในยอดลิ้นจี่ และมะปรางลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 8-6 ก่อนการแตกใบอ่อน จากนั้นเพิ่มขึ้นจนถึง สัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน ส่วนในยอดลำไย พบว่าความเข้มข้นค่อนข้างคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8-4 ก่อนการแตกใบอ่อน จากนั้นเพิ่มขึ้นจนถึง สัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน(ภาพที่ 2)และปริมาณ เอทธิลีนในยอดลิ้นจี่ พันธุ์ฮงฮวย ลำไยพันธุ์ดอ และมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า แสดงไว้ในตารางที่ 1

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC) ในยอด ตัวอย่างจำนวน 1 กรัม มาเปรียบเทียบลักษณะ การเปลี่ยนแปลง พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ของยอดลิ้นจี่ และลำไยมีแนวโน้มลดลง จากสัปดาห์ที่ 8 ก่อนการแตกใบอ่อน ไปจนถึง สัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน ส่วนในยอดมะปราง พบว่าปริมาณ TNC ลดลงในสัปดาห์ที่ 8-6 ก่อน การแตกใบอ่อน จากนั้นปริมาณ TNC ค่อนข้าง คงที่จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน ส่วนปริมาณ TNCพบว่าในยอดมะปรางมีปริมาณมาก รองลงมาคือลิ้นจี่และลำไยมีปริมาณน้อย ที่สุด (ภาพที่ 3) และปริมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย ลำไยพันธุ์ดอ และมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า แสดงไว้ในตารางที่ 1

Table 1 Ethylene concentration of lychee cv. Hong Huay, longan cv. Dor and marian plum cv. Toon Klaow shoots before shooting.

Time before Shooting (week)	Intercellular space ethylene concentration (ppm)			TNC contents (mg glucose equivalent / g dry weight)		
	Lychee	Longan	Marian Plum	Lychee	Longan	Marian Plum
8	0.7670b	0.6034b	0.2717c	29.818a	17.027a	81.253a
6	0.7169d	0.6230b	0.1956d	29.283a	16.095a	62.756b
4	0.7347c	0.6034b	0.3984b	26.058b	15.186ab	60.948b
2	0.8562a	0.8253a	0.5706a	25.352b	13.507b	61.547b
$LSD_{0.05}$	0.0161	0.0609	0.0688	2.2185	2.0948	5.8301

Remark : Means within the same column followed by a difference letter were significantly difference at $p<0.05$

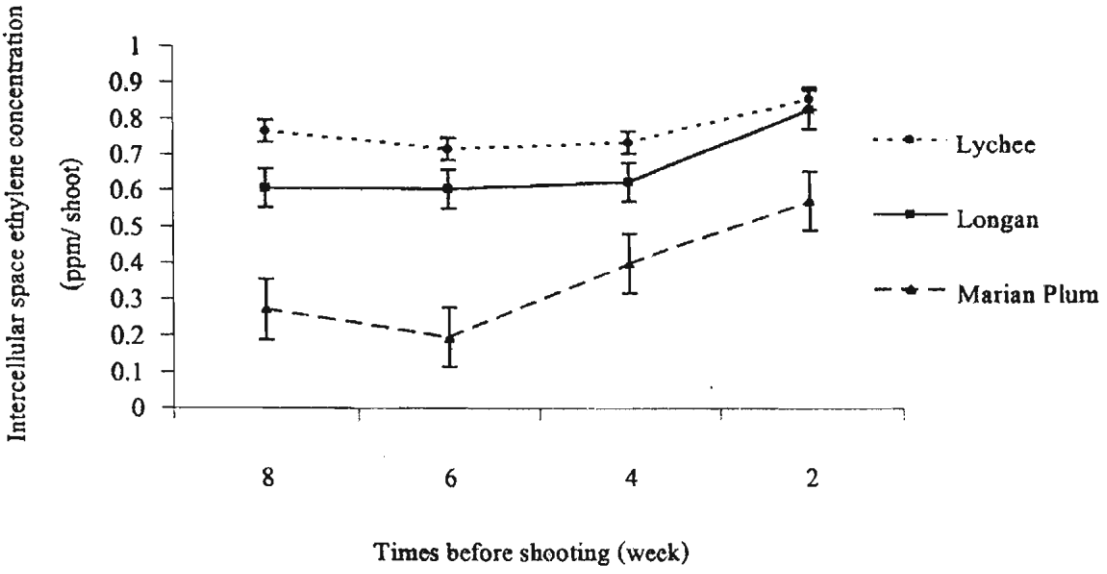


Figure 2 Ethylene concentration of lychee cv. Hong Huay, longan cv. Dor and marian plum cv. Toon Klaow shoots before shooting.

(Remark : ⊕ = standard deviation)

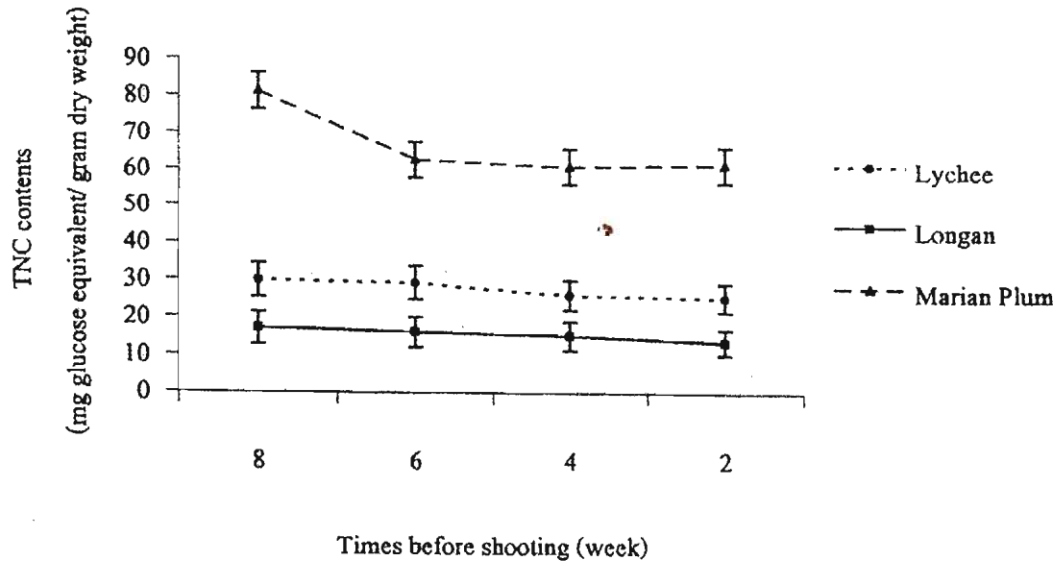


Figure 3 **Total Nonstructural Carbohydrate contents of lychee cv. Hong Huay, longan cv. Dor and marian plum cv. Toon Klaow shoots before shooting.**
(Remark : ⊕ = standard deviation)

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเอทธิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ของลำไย ลิ้นจี่ และมะปราง มีแบบแผนการเปลี่ยนแปลงไปในทำนองเดียวกัน โดยที่ความเข้มข้นของเอทธิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ สูงในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ก่อนการแตกใบอ่อนแล้วลดลงจากนั้นมีปริมาณเอทธิลีนเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน สอดคล้องกับรายงานที่ว่าใน ช่วงที่มีการออกดอกและแตกใบอ่อนของไม้ยืนต้น หลายชนิดมีการสร้างเอทธิลีนมากขึ้น (พีรเดช, 2537)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC พบว่าลำไย และลิ้นจี่ มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกัน โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC มีแนวโน้มลดลงจากสัปดาห์ที่ 8 ก่อนการแตกใบอ่อน ไปจนถึงสัปดาห์ที่มีการแตกใบอ่อน ส่วนในยอดมะปราง พบว่าปริมาณ TNC ลดลง ในสัปดาห์ที่ 8-6 ก่อนการแตกใบอ่อน จากนั้น ปริมาณ TNC ค่อนข้างคงที่จนกระทั่งถึงสัปดาห์ ที่มีการแตกใบอ่อน ซึ่งผลการทดลองที่ได้นั้นให้ ผลเช่นเดียวกับงานทดลองของ Chaitrakulsup (1981) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TNC ในใบ และยอดของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยในรอบปี พบว่ามี การสะสม TNC ในใบหรือในยอดลดต่ำลงใน ช่วงก่อนการออกดอกหรือแตกใบอ่อนซึ่งปริมาณ TNC ที่ต่ำลงนี้อาจมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุ อาหารด้วยซึ่งในส่วนนี้ควรจะได้มีการศึกษาต่อไป ดังที่ Stephenson and Cull (1986) ได้กล่าวว่าผล ที่ได้จะนำมาอธิบายถึงความสัมพันธ์

ระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการออกดอกได้ ในส้ม จีน (*Citrus reticulata* Blanco) พันธุ์ Yoshida ได้มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการออกดอกกับปริมาณ TNC พบว่าถ้ามีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบน้อยส่งผลให้มีปริมาณ TNC ในใบมาก และยังส่งเสริมให้มีการออกดอกมากขึ้น

นอกจากเอทธิลีน และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างเกี่ยวข้องกับการแตกใบอ่อนแล้ว ยังมีฮอร์โมนชนิดอื่นที่เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน และ ไซโตไคนิน โดยเฉพาะ ออกซินนั้นยังสามารถกระตุ้นให้เซลล์พืชชนิดต่างๆ สร้างเอทธิลีนได้

เอกสารอ้างอิง

เกศิณี ระมิงค์วงศ์. 2522. หลักการปรับปรุงไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 203 น.

จำเนียร บุญมาก. 2543. การผลิตลิ้นจี่. สิรินาฏการพิมพ์, เชียงใหม่. 120 น.

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองเดช. 2539.คัมภีร์มืออาชีพมะปรางหวาน ไม้ผลพืชทอง. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ. 80 น.

ธนัท ธัญญาภา. 2538. หลักการทำสวนไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 80 น.

นรินทร์ มูลเพิ่ม. 2537. รวมกลยุทธิ์มะปราง.เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 117 น.

พิชัย สราญรมย์. 2532. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับลำไย สำหรับการศึกษาระดับปริญญา. วิทยาลัย รำไพพรรณี, จันทบุรี. 271 น.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537.ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. วิชัยการพิมพ์,กรุงเทพฯ. 196 น.

ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการค้า. 2543. สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย. กรมการเศรษฐกิจ พาณิชย์, กรุงเทพฯ. 110 น.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2536. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 222 น.

เอี่ยน ศิลาย้อย. 2536. โรคพืชไม้ผลสมุนไพรและการป้องกันกำจัด. กรมวิชาการเกษตรกระทรวงการเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 313 น.

AOAC. 1984. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Inc., Virginia. 1141 p.

Chaitrakulsup, T. 1981. Seasonal Changes in Total Nitrogen and Total Nonstructural Carbohydrates Contents in Leaves and Stem Apexs of *Litchi chinensis* Sonn. var. 'Hong Huay'. M. S. Thesis in Horticulture. Kasetsart University, Bangkok. 72 p.

Saltveit, M. E. Jr. 1982. Procedures for extracting and analyzing internal gas samples from plant tissue by gas chromatograph. HortScience 17(6): 878-881.

Stephenson, R. A. and B. W. Cull. 1986. Vegetative flushing patterns of macadamia trees in south east Queensland. Scientia Horticulturae 30:53-62.

วารสารเกษตร 17(1) : 19 - 28 (2544)
Journal of Agriculture 17(1) : 19 - 28 (2001)

ความผันแปรลักษณะทางไอโซไซม์ของมะม่วงแก้วสายต้นคัด

Variation in Isozyme Characteristics of Selected Clones of Mango cv. Kaew

ปฐมา เดชะ[1/] และ ธวัชชัย รัตน์ชเลศ[1/]
Patama Decha[1/] and Tavatchai Radanachaless[1/]

Abstract : 52 selected Kaew mango clones from eight provinces of the Upper North were studied in order to compare isozyme characteristics for the identification purpose. Isozyme characteristics were studied by polyacrylamide gel electrophoresis technique. Enzyme from seven month-old leaves was extracted by Tris-buffer 0.1 M, pH 8.2. Twenty-two percent of gel concentration was suitable for acid phosphatase and esterase, while 7.5 percent concentration was suitable for peroxidase. It was found that the three isozyme systems: acid phosphatase, esterase and peroxidase separately could identify 52 clones into 10, 4 and 15 groups respectively. Using the combination of three isozyme systems, the 52 clones could be grouped into 20 clones and other 9 groups.

บทคัดย่อ : การศึกษามะม่วงแก้วสายต้นคัดจำนวน 52 สายต้น จาก 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางชีวเคมีสำหรับการจำแนกกลุ่มการศึกษารูปแบบไอโซไซม์โดยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส จากใบแก่อายุ 7 เดือน ด้วยสารสกัด Tris-buffer 0.1 M, pH 8.2 ใช้ตัวกลาง โพลีอะคริลาไมด์เจล ความเข้มข้น 22 เปอร์เซ็นต์เหมาะสม สำหรับไอโซไซม์ acid phosphatase และ esterase ขณะที่ 7.5 เปอร์เซ็นต์สำหรับไอโซไซม์ peroxidase สามารถจำแนก สายต้นมะม่วงแก้วออกได้เป็น 10, 4 และ 15 กลุ่มตามลำดับ เมื่อนำไอโซไซม์ทั้ง 3 ชนิดมาร่วมวิเคราะห์ ทำให้สามารถ จำแนกมะม่วงแก้วทั้ง 52 สายต้น ออกได้เป็น 20 สายต้น และอีก 9 กลุ่ม

Index words : มะม่วงแก้ว อิเลกโตรโฟรีซีส ไอโซไซม์ การจัดจำแนก
mango cv. Kaew, electrophoresis, isozyme, identification

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[1/] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

มะม่วงเป็นไม้ผลเขตร้อนที่มีการปลูกในประเทศไทยมาเป็นเวลานาน จวบจนปัจจุบันมะม่วงกลายเป็นไม้ผลที่นิยมปลูกกันทั่วไปทุกภาค (ไพโรจน์, 2539) จากสถิติขององค์การอาหาร และเกษตร (FAO) ในปี พ.ศ. 2538 ประเทศไทย เป็นผู้ผลิตมะม่วงเป็นอันดับ 4 ของโลก มีพื้นที่ การปลูกมะม่วง 2,195,000 ไร่ ให้ผลผลิตแล้ว 1,366,000 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) โดยที่พื้นที่การปลูกมะม่วงได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มาโดยตลอดซึ่งเป็นผลจากนโยบายการปรับปรุง โครงสร้างและระบบการผลิตทางเกษตรของรัฐบาลตั้งแต่ปี 2535 เป็นต้นมา (เปรมปรี, 2540) ที่ผ่านมารัฐบาลได้มีการส่งเสริมให้ปลูกมะม่วงเฉพาะพันธุ์เศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้นจนทำให้มะม่วงพันธุ์ดั้งเดิมและที่ให้ผลผลิตในเชิงเศรษฐกิจไม่ดีถูกปล่อยปละละเลยจนทำให้แหล่งยีนถูกทำลาย หรือไม่มีการรวบรวมพันธุ์ดังกล่าวไว้ (วิชาญ, 2543)

มะม่วงแก้วเป็นพันธุ์ที่มีการปลูกมากที่สุดในประเทศไทย ซึ่งรวมทั้งพื้นที่ในเขตภาคเหนือตอนบน มะม่วงแก้วเป็นพันธุ์ที่มีความหลากหลายในสายต้นค่อนข้างสูง เนื่องจากเกือบทั้งหมดยังปลูกจากเมล็ด ขณะที่มะม่วงพันธุ์การค้าอื่น ๆ ได้ขยายพันธุ์โดยวิธีอื่นที่ไม่ใช้เมล็ดแล้ว ซึ่งการขยายพันธุ์แบบใช้เมล็ดนั้น ต้นกล้าที่ได้แต่ละต้นแม้จะมาจากเมล็ดเดียวกัน ก็อาจมีพันธุกรรมและลักษณะทางสัณฐาน ตลอดจนนิสัยการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ธวัชชัย (2540) ได้นำความหลากหลายในสายต้นดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกเพื่อหามะม่วงสายต้นดีที่สุด สำหรับภาคเหนือตอนบน อย่างไรก็ตามมะม่วงแก้วสายต้นดีท้องถิ่นที่คัดเลือกไว้ในเบื้องต้นนั้น ยังขาดข้อมูลพื้นฐานของแต่ละสายต้น ซึ่งลักษณะทางชีวเคมีเป็นข้อมูลที่จะช่วยจำแนกสายต้นมะม่วงได้ในระดับหนึ่งการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางไอโซไซม์สำหรับการจำแนกกลุ่มมะม่วงแก้ว

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิเคราะห์ลักษณะทางชีวเคมีโดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิสศึกษารูปแบบของไอโซไซม์ ในใบมะม่วงแก้ว 52 สายต้นคัดจาก 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ในต้นลูกที่ได้จากการต่อกิ่งโดยดัดแปลงจากวิธีการของเพิ่มพงษ์และคณะ (2538) เลือกเก็บใบที่สะอาดไม่เป็นโรคอายุ 7 เดือน ล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วเช็ดให้แห้งตัดเส้นใบออกแล้วหั่น เป็นชิ้นเล็ก ๆ ชั่ง 3 กรัม บรรจุในถุงพลาสติกเก็บที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส แล้วนำมาสกัดเอนไซม์โดยใส่ไนโตรเจนเหลวเพื่อช่วยให้บดง่ายขึ้น เติม extraction buffer [Tris buffer 0.1 M , pH 8.2 ปริมาณ 5 มิลลิลิตร] และ polyvinyl–pyrrolidone (PVP) 0.36 กรัม จากนั้นนำส่วนผสมที่เข้ากันดีไปแยกด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงสารชนิดควบคุมความเย็นได้ด้วยความเร็ว10,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วแยกสารละลายใสด้านบนที่ได้ลงในหลอดใส่สารขนาดเล็ก ความจุ 1.5 มิลลิลิตรแล้วนำไปหมุนเหวี่ยงอีกครั้งด้วยความเร็วและอุณหภูมิเดิม เป็นเวลา 10 นาที แยกสารละลายใสด้านบนลงในหลอดใส่สารเก็บไว้ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส แล้วเติม marker dye solution ในอัตราส่วน 1:9 ก่อนนำไปทำอิเล็กโทรโฟรีซิสโดยใช้เจลหนา 1.0 มิลลิเมตร separating gel สูง 12.5 เซนติเมตร และ stacking gel สูง 3-4 เซนติเมตร แล้วนำเจลที่ได้มาย้อมสีเพื่อ

ศึกษาไอโซไซม์ 3 ชนิด คือ acid phosphatase, esterase และ peroxidase บันทึกตำแหน่งจำนวนของแถบสีที่เกิดขึ้น ถ่ายภาพเขียนแผนภาพ zymogram จากแถบโปรตีนของไอโซไซม์แต่ละ ชนิดพร้อมแสดงค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (relative migration, Rf) (อาภัสสรา, 2537) ของแถบโปรตีน ของไอโซไซม์พิจารณาการมีและไม่มีแถบสีของ ไอโซไซม์ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง สายต้น (cluster analysis) ด้วยโปรแกรม SPSS release 6.0

ผลการทดลอง

การทำอิเล็กโทรโฟรีซิสเพื่อใช้ในการจำแนกสายต้นของมะม่วงแก้วทั้ง 52 สายต้น โดยใช้ไอโซไซม์ 3 ชนิดคือ acid phosphatase, esterase และ peroxidase ให้ผลดังนี้

1. ไอโซไซม์ acid phosphatase พบ จำนวนแถบสีทั้งหมด 10 แถบ โดยมีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.579, 0.638, 0.690, 0.843, 0.962, 1.010, 1.029, 1.048 และ 1.093 นำไปเขียนแผนภาพ (ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมะม่วงแก้วทั้ง 52 สายต้น โดยพิจารณา จาก การมีและไม่มีแถบสีของไอโซไซม์ acid phosphatase สามารถจำแนกสายต้นมะม่วงแก้ว ได้ 10 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 จำนวน 31 สายต้น ได้แก่ MCC 5, 13, 14, 15, 17, 25, 30, 37, 41, 43, 45, 46, 50, 51, 53, 54, 56, 60, 62, 64, 65, 66, 71, 77, 84, 85, 88, 89, 91, 92 และ 93 มีจำนวนแถบ 9 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.579, 0.638, 0.690, 0.843, 0.962, 1.010, 1.029 และ 1.048 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 2 จำนวน 5 สายต้น ได้แก่ MCC 7, 55, 63, 75 และ 81 มีจำนวนแถบ 6 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.638, 0.690, 0.843, 0.962 และ 1.048 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 จำนวน 5 สายต้น ได้แก่ MCC 2, 4, 29, 70 และ 90 มีจำนวนแถบ 8 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.579, 0.638, 0.690, 0.843, 0.962, 1.010 และ 1.048 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 4 จำนวน 3 สายต้น ได้แก่ MCC 23, 40 และ 94 มีจำนวนแถบ 7 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.638, 0.690, 0.843, 0.962, 1.029 และ 1.048 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 5 จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ MCC 47 และ 49 มีจำนวนแถบ 8 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.638, 0.690, 0.843, 0.962, 1.010, 1.029 และ 1.048 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 6 จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ MCC 57 และ 68 มีจำนวนแถบ 7 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.579, 0.638, 0.690, 0.843, 0.962 และ 1.048 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 7 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 16 มีจำนวนแถบ 8 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.638, 0.690, 0.843, 0.962, 1.010, 1.048 และ 1.093 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 8 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 26 มีจำนวนแถบ 10 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.579, 0.638, 0.690, 0.843, 0.962, 1.010, 1.029, 1.048 และ 1.093 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 9 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 83 มีจำนวนแถบ 7 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.638, 0.690, 0.843, 0.962, 1.010 และ 1.048 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 10 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 87 มีจำนวนแถบ 8 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.579, 0.638, 0.690, 0.843, 0.962, 1.029 และ 1.048 ตามลำดับ

ไอโซไซม์ acid phosphatase สามารถจำแนกมะม่วงแก้วออกมาได้อย่างชัดเจนจำนวน 4 สายต้น ได้แก่ MCC 16, 26, 83 และ 87 ส่วน สายต้น

ที่จำแนกไม่ได้มีจำนวน 48 สายต้น ซึ่งแยกออกได้เป็น 6 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1-6 ข้างต้น

2. ไอโซไซม์ esterase พบจำนวนแถบสีทั้งหมด 7 แถบ โดยมีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.583, 0.629, 0.671, 0.843, 0.962 และ 1.038 นำไปเขียนแผนภาพ (ภาพที่ 2) จากการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมะม่วงแก้วทั้ง 52 สายต้น โดยพิจารณาจากการมีและไม่มีแถบสีของไอโซไซม์

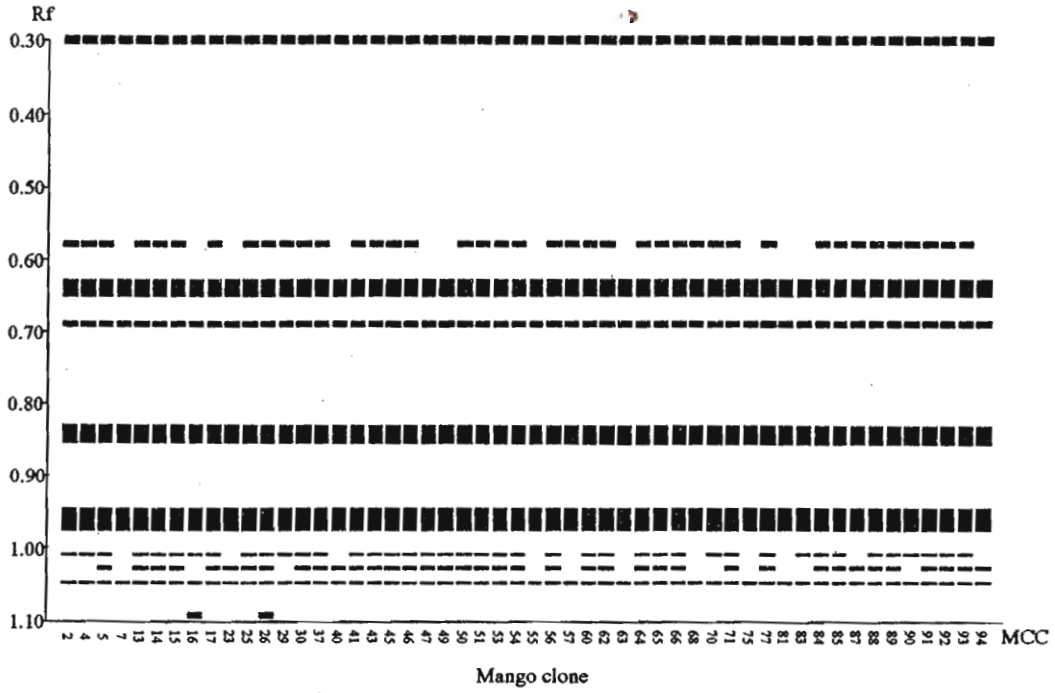


Figure 1 Zymogram of acid phosphatase isozyme of 52 Kaew mango clones.

esterase สามารถจำแนกสายต้นมะม่วงแก้วได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 จำนวน 46 สายต้น ได้แก่ MCC 2, 4, 5, 13, 14, 17, 23, 25, 29, 30, 37, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 70, 71, 75, 77, 81, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93 และ 94 มีจำนวนแถบ 7 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.583, 0.629, 0.671, 0.843, 0.962 และ 1.038 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 2 จำนวน 4 สายต้น ได้แก่ MCC 7, 15, 16 และ 83 มีจำนวนแถบ 6 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.629, 0.671, 0.843, 0.962 และ 1.038 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 26 มีจำนวนแถบ 5 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.629, 0.843, 0.962 และ 1.038 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 4 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 51 มีจำนวนแถบ 5 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.300, 0.671, 0.843, 0.962 และ 1.038 ตามลำดับ

ไอโซไซม์ esterase สามารถจำแนกมะม่วงแก้วออกมาได้อย่างชัดเจนจำนวน 2 สายต้น ได้แก่ MCC 26 และ 51 ส่วนสายต้นที่จำแนกไม่ได้มีจำนวน 50 สายต้น ซึ่งแยกออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 และ 2 ข้างต้น

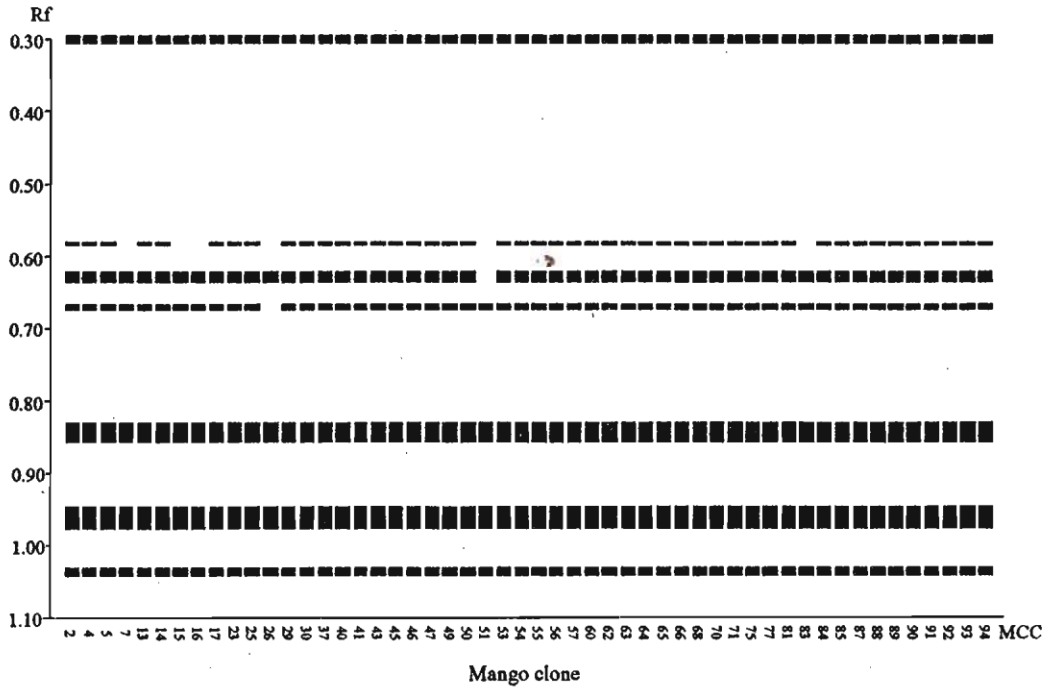


Figure 2 Zymogram of esterase isozyme of 52 Kaew mango clones.

3. ไอโซไซม์ peroxidaseพบจำนวนแถบสีทั้งหมด 18 แถบ โดยมีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.169, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.571, 0.581, 0.596, 0.618, 0.691, 0.718, 0.750, 0.782, 0.816, 0.831 และ 0.890 นำไปเขียนแผนภาพ (ภาพที่ 3) จากการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมะม่วงแก้วทั้ง 52 สายต้น โดยพิจารณาจากการมีและไม่มีแถบสี ของ ไอโซไซม์ peroxidase ทำให้สามารถจำแนกสายต้นมะม่วงแก้วได้ 15 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 จำนวน 14 สายต้น ได้แก่ MCC 4, 40, 41, 46, 54, 60, 63, 71, 81, 84, 85, 87, 89 และ 93 มีจำนวนแถบ 11 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581, 0.618, 0.691, 0.718 และ 0.816 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 2 จำนวน 8 สายต้น ได้แก่ MCC 2, 29, 37, 51, 57, 65, 92 และ 94 มีจำนวนแถบ 12 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270 , 0.539, 0.561, 0.581, 0.618, 0.691, 0.718, 0.750 และ 0.816 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 จำนวน 7 สายต้น ได้แก่ MCC 13, 14, 25, 50, 55, 66 และ 77 มีจำนวนแถบ 13 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581, 0.618, 0.691, 0.718, 0.750, 0.782 และ 0.816 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 4 จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ MCC 5, 30, 53, 56, 68 และ 83 มีจำนวนแถบ 14 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581, 0.618, 0.691, 0.718, 0.750, 0.782, 0.816 และ 0.890 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 5 จำนวน 3 สายต้น ได้แก่ MCC 15, 17 และ 43 มีจำนวนแถบ 10 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581, 0.618, 0.691 และ 0.718 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 6 จำนวน 3 สายต้น ได้แก่ MCC 47,

90 และ 91 มีจำนวนแถบ 8 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581 และ 0.691 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 7 จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ MCC 16 และ 26 มีจำนวนแถบ 10 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581, 0.691, 0.718 และ 0.816 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 8 จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ MCC 64 และ 70 มีจำนวนแถบ 10 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581, 0.618, 0.691 และ 0.816 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 9 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 7 มีจำนวนแถบ 13 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.571, 0.596, 0.618, 0.691, 0.718, 0.750, 0.782 และ 0.816 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 10 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 23 มีจำนวนแถบ 15 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581, 0.618, 0.691, 0.718, 0.750, 0.782, 0.816, 0.831 และ 0.890 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 11 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 45 มีจำนวนแถบ 10 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.571, 0.596, 0.618, 0.691 และ 0.718 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 12 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 49 มีจำนวนแถบ 9 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581, 0.691 และ 0.816 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 13 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 62 มีจำนวนแถบ 8 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581 และ 0.816 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 14 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 75 มีจำนวนแถบ 13 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581, 0.618, 0.691, 0.718, 0.750, 0.816 และ 0.890 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 15 จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ MCC 88 มีจำนวนแถบ 9 แถบ มีค่า Rf เท่ากับ 0.130, 0.169, 0.223, 0.250, 0.270, 0.539, 0.561, 0.581 และ 0.618 ตามลำดับ

ไอโซไซม์ peroxidase สามารถจำแนกมะม่วงแก้วออกมาได้อย่างชัดเจนจำนวน 7 สายต้น ได้แก่ MCC 7, 23, 45, 49, 62, 75 และ 88 ส่วนสายต้นที่จำแนกไม่ได้มีจำนวน 45 สายต้นซึ่งแยกออกได้เป็น 8 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1-8 ข้างต้น

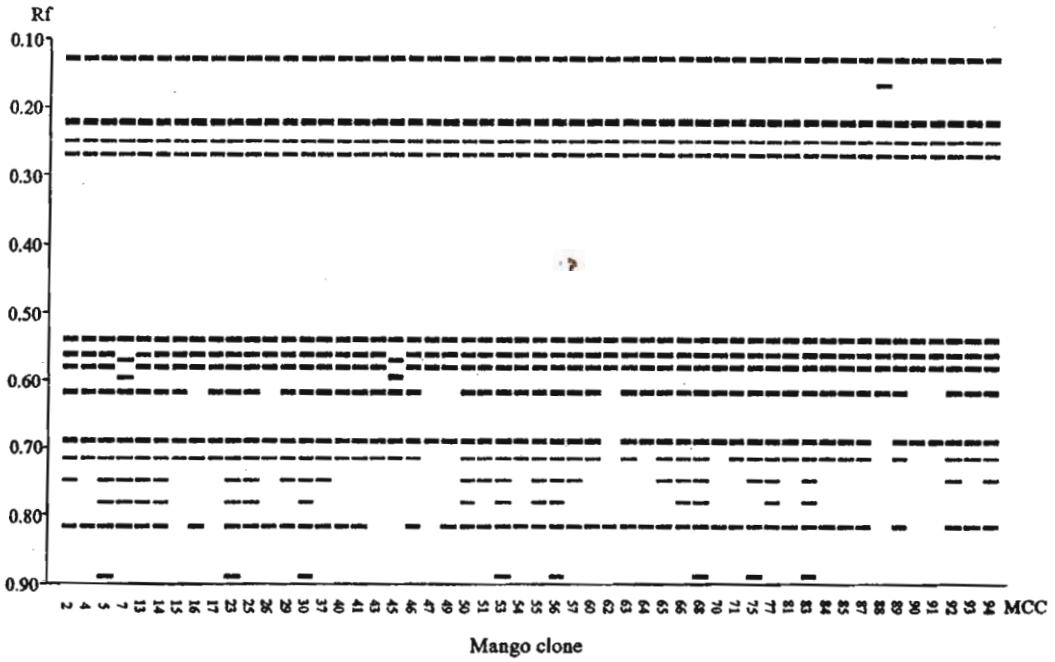


Figure 3 Zymogram of peroxidase isozyme of 52 Kaew mango clones.

จากการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมะม่วงแก้วทั้ง 52 สายต้น โดยพิจารณาจากการมีและไม่มีแถบสี ไอโซไซม์ peroxidase จำแนกมะม่วงแก้วออกได้เป็น 7 สายต้น และอีก 15 กลุ่ม acid phosphatase สามารถแยกกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 6 และ 7 ซึ่งแยกได้ในตอนแรกโดยไอโซไซม์ peroxidase และสามารถจำแนกมะม่วงแก้วออกจากกันอย่างชัดเจนได้เพิ่มเติมอีกจำนวน 11 สายต้น ได้แก่ MCC 4, 16, 26, 40, 47, 55, 57, 68, 83, 87 และ 94 ส่วนไอโซไซม์ esterase พบว่าสามารถ แยกกลุ่มที่แยกไม่ได้ด้วยไอโซไซม์ acid phosphatase ออกได้อีก และจำแนกสายต้นมะม่วง แก้วออกจากกันอย่างชัดเจนได้ 2 สายต้น ได้แก่ MCC 15 และ 51 จากการใช้ไอโซไซม์ 3 ชนิดร่วม กันสามารถจำแนกสายต้นมะม่วงแก้ว 52 สายต้น ออกเป็น 20 สายต้นเดี่ยว ได้แก่ MCC 4, 7, 15, 16, 23, 26, 40, 45, 47, 49, 51, 55, 57, 62, 68, 75, 83, 87, 88 และ 94 ส่วนสายต้นที่เหลือมีจำนวน 32 สายต้น สามารถแยกออกได้เป็น 9 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 จำนวน 9 สายต้น ได้แก่ MCC 41, 46, 54, 60, 71, 84, 85, 89 และ 93

กลุ่มที่ 2 จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ MCC 13, 14, 25, 50, 66 และ 77

กลุ่มที่ 3 จำนวน 4 สายต้น ได้แก่ MCC 5, 30, 53 และ 56

กลุ่มที่ 4 จำนวน 3 สายต้น ได้แก่ MCC 37, 65 และ 92

กลุ่มที่ 5 จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ MCC 2 และ 29

กลุ่มที่ 6 จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ MCC 17 และ 43

กลุ่มที่ 7 จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ MCC 63 และ 81

กลุ่มที่ 8 จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ MCC 64 และ 70

กลุ่มที่ 9 จำนวน 2 สายต้น ได้แก่ MCC 90 และ 91 ดังภาพที่ 4

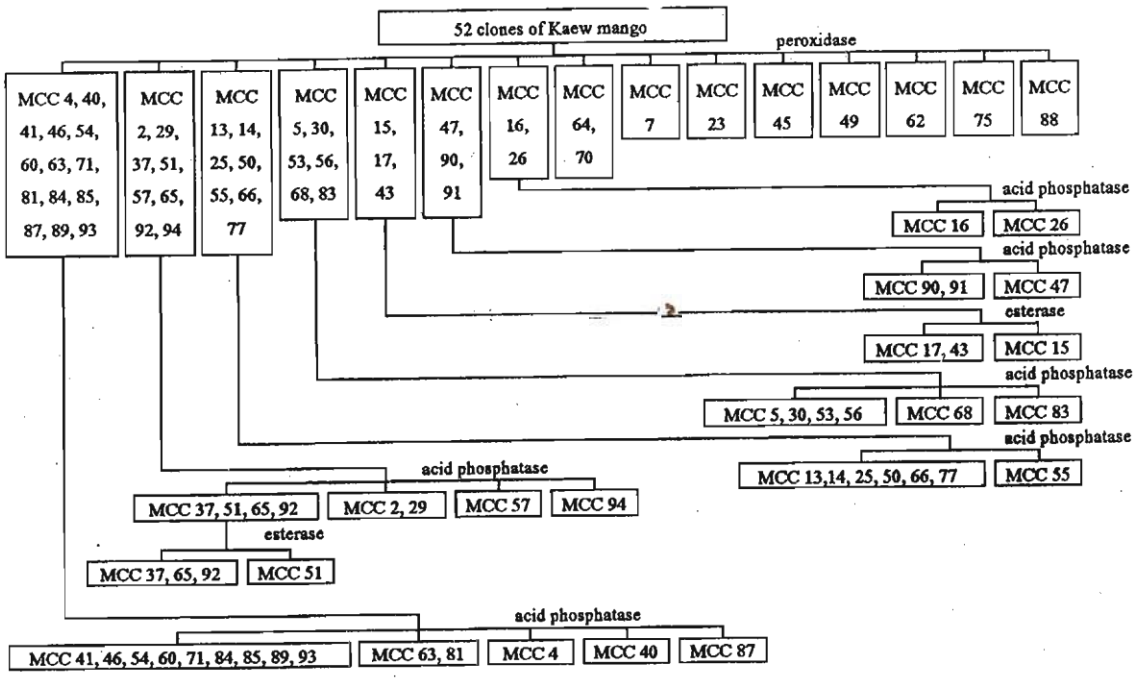


Figure 4 Identical chart of 52 Kaew mango clones by acid phosphatase, esterase and peroxidase.

วิจารณ์ผลการทดลอง

ตัวอย่างที่นำมาสกัดเอนไซม์โดยการใช้ใบแก่อายุ 7 เดือน สามารถให้แถบสีที่ชัดเจน และมีจำนวนแถบสีมากกว่าใบที่มีอายุต่ำกว่าความเข้มข้นของเจล ใช้ความเข้มข้นของ stacking gel เท่ากันคือ 4 เปอร์เซ็นต์ ในไอโซไซม์ทั้ง 3 ชนิด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะใช้ที่ความเข้มข้น 3-5 เปอร์เซ็นต์ (พิสสวรรณ, 2531) ในขณะที่ separating gel ในการศึกษาไอโซ-ไซม์ peroxidase ใช้ ความเข้มข้น 7.5เปอร์เซ็นต์ ค่าเปอร์เซ็นต์ T เท่ากับ 30 และค่าเปอร์เซ็นต์ C เท่ากับ 2.67 ให้แถบสีที่ชัดเจนและกระจายดีที่สุดเทียบกับเมื่อใช้ความเข้มข้นของเจลที่สูงหรือต่ำกว่านี้ สำหรับไอโซไซม์ acid phosphatase และ esteraseต้องใช้ความเข้มข้นของเจลสูงถึง 22 เปอร์เซ็นต์ ค่าเปอร์เซ็นต์ T เท่ากับ 30 และค่าเปอร์เซ็นต์ C เท่ากับ 6 จึงจะสามารถเห็นแถบสีของไอโซไซม์ได้ ซึ่งปกติความเข้มข้นของเจลที่เหมาะสมสำหรับการแยกโปรตีนมีค่าเปอร์เซ็นต์ T ประมาณ 5-15 และค่าเปอร์เซ็นต์ C ประมาณ 2-4 แสดงให้เห็นว่าไอโซไซม์ acid phosphatase และ esterase ประกอบด้วยโมเลกุลที่มีมวลโมเลกุลต่ำมาก กล่าวคือมีขนาดมวลโมเลกุลต่ำกว่า 15,000 (อาภัสสรา, 2537) และเป็นที่สังเกตว่ามีบางโมเลกุล ที่มีขนาดเล็กมากจนเคลื่อนที่ได้ไกลกว่า marker จึงทำให้ค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์บางตัวมีค่ามากกว่า 1 ปริมาณสารสกัด จากการศึกษาไอโซไซม์ peroxidase พบว่าสารสกัดปริมาณ 50 ไมโครลิตรเหมาะสมที่สุดเทียบกับเมื่อใช้มากหรือน้อยกว่านี้ สำหรับไอโซไซม์ acid phosphatase และ esterase พบว่าสารสกัดปริมาณ 70 ไมโครลิตรเหมาะสมที่สุดเทียบกับเมื่อใช้มากหรือน้อยกว่านี้ กล่าวคือ ทำให้เห็นแถบสีจำนวนมาก และชัดเจนที่สุด

ในการจำแนกสายต้นมะม่วงแก้วได้พิจารณาจากการมีและไม่มีแถบสีเพียงอย่างเดียว เนื่องจากความเข้มและความหนาของแถบสีมีความแปรปรวนหลายระดับมาก ไม่อาจจะแบ่งแยกได้

อย่างเด่นชัดหากนำมาพิจารณาร่วมด้วยจะทำให้การจำแนกเกิดความผิดพลาดขึ้นได้

ไอโซไซม์ peroxidase แสดงแถบสีที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ 18 แถบจำนวนใกล้เคียงกับการศึกษาลักษณะไอโซไซม์peroxidase ของมะม่วงในประเทศไทย ซึ่งเพิ่มพงษ์และ คณะ (2538) ใช้ตัวกลางเป็นพอลิอะคริลาไมด์เจลเหมือนกัน แต่ใช้ความเข้มข้นของ separating gel ต่ำกว่าคือ 7เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่ามีแถบสีอยู่ระหว่าง 16-19แถบ ส่วนมะม่วงแก้วในการศึกษา นี้มี 17 แถบเท่า ๆ กับพันธุ์ หนองแซง พิมเสนมัน อกร่อง และหนังกลางวัน

ไอโซไซม์ acid phosphatase และ esterase ไม่พบว่ามีผู้ศึกษาโดยใช้ตัวกลางเป็นพอลิอะคริลา-ไมด์เจลแต่ในการศึกษาครั้งนี้ไอโซไซม์ acid phosphatase แสดงแถบสีที่ชัดเจนและนำมาเปรียบเทียบได้10แถบ ในขณะที่ไอโซไซม์esterase แสดงแถบสีที่นำมาเปรียบเทียบได้ 7 แถบ อย่างไรก็ตามการใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิสในการศึกษาลักษณะไอโซไซม์ สามารถใช้ จำแนกสายต้นมะม่วงแก้วได้ในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะไอโซไซม์ peroxidase ที่แสดงแถบสีได้ถึง 18แถบ และแสดงความแตกต่างได้พอสมควร ในขณะที่ ไอโซไซม์ acid phosphatase และ esterase แสดงแถบที่ชัดเจนและแบ่งกลุ่มได้น้อยกว่าและเมื่อใช้ทั้ง 3 ไอโซไซม์ พิจารณาร่วมกันทำให้แบ่งกลุ่มได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งถ้าเพิ่มชนิดของไอโซไซม์ที่ศึกษาอีกก็อาจจะแยกสายต้นของมะม่วงแก้วทั้งหมดออกจากกันได้

สรุปผลการทดลอง

การทำอิเล็กโทรโฟรีซิสโดยใช้ไอโซไซม์สามารถแยกสายต้นมะม่วงแก้ว 52 สายต้นออกจากกันได้ เฉพาะไอโซไซม์ acid phosphatase แยกมะม่วงแก้วได้ 4 สายต้น และอีก 6 กลุ่ม ไอโซไซม์ esterase แยกมะม่วงได้ 2 สายต้น และ 2 กลุ่ม และไอโซไซม์peroxidase แยกมะม่วงแก้ว ได้ 7 สายต้นและอีก 8 กลุ่ม เมื่อนำไอโซไซม์ทั้ง 3 ชนิดมาพิจารณาร่วมกัน สามารถจำแนกมะม่วง แก้วทั้ง 52 สายต้นออกได้เป็น 20 สายต้นและอีก 9 กลุ่ม

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2543. คู่มือพืชสวนเศรษฐกิจ. กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการ เกษตร, กรุงเทพฯ. 314 น.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ. 2540. รายงานความก้าวหน้าของโครงการในรอบ 6 เดือนที่ 1 ระหว่าง 1 มีนาคม -31 สิงหาคม 2540. โครงการการคัดเลือกการพัฒนาและการขยายพันธุ์มะม่วงอุตสาหกรรมสายพันธุ์ดีที่ปรับตัวแล้วบนที่คอนอาศัยน้ำฝน. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,เชียงใหม่. 32 น.

เปรมปรี ณ สงขลา. 2540. มะม่วงของเรา ณ วันนี้ และวันข้างหน้า. วารสารเคหการเกษตร 21 (6) : 46-50.

พิสสวรรณ เจียมสมบัติ. 2531. อิเลคโตรโฟรีซีส, น. 1-13. *ใน* เอกสารประกอบการฝึกอบรมทางวิชาการ เทคนิคทางอิเลคโตรโฟรีซีสในการ จำแนกพันธุ์พืช. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

เพิ่มพงษ์ ศรีประเสริฐศักดิ์ สมนึก พรมแดง สุภาพร นทีวัฒนา และพิสสวรรณ เจียมสมบัติ. 2538. เปอร์ออกซิเดส ไอโซไซม์ในมะม่วง, น. 91-101. *ใน* รายงานผลการวิจัยศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์. 2539. พ่อขุนฯ ต้นกำเนิด พันธุ์และเจ้าของมะม่วงสวนแรกของไทย. วารสารเคหการเกษตร 20 (7) : 46-52.

วิชาญ เอียดทอง. 2543. แหล่งพันธุกรรมของมะม่วงตอนที่ 1.วารสารเคหการเกษตร 24 (7) : 81-89.

อาภัสสรา ชมิดท์. 2537. เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 106 น.

วารสารเกษตร 17(1) : 29 - 37 (2544)
Journal of Agriculture 17(1) : 29 - 37 (2001)

ผลของโปแตสเซียมต่อคุณภาพของฝรั่ง

Effect of Potassium on Quality of Guava

นิภาพร สอนสุด[1/] และ ตระกูล ตันสุวรรณ[1/]
Nipaporn Sonsud[1/] and Tragool Tunsuwan[1/]

Abstract : Guava plants were grown in 50 liters pot with fine sand. The plants were treated with four different levels of potassium concentrations i.e. 600, 800, 1000 and 1200 meq/l. The guava plants were given about 1-2 liters of the nutrient solution every day. The experiment was conducted at Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University during December 1998 to July 1999. The results showed that all treatments had no effect on the stem height, stem diameter and dry weight, but it was significant by affected canopy width and fruit growth. At 1200 meq/l fruit weight, fruit size, Tritrable Acid (TA) and Total Soluble Solids (TSS) of fruits were higher than other treatments, whereas the firmness of fruit and vitamin C content were not different. The concentration of potassium affected the accumulation of Mg in leaf. Guava leaves had more Mg content when low K concentration was applied. The Mg content decreased when the level of K supply was high. However the levels of N, P, K, Ca, chlorophyll-a and chlorophyll-b content were not different in all the treatments.

บทคัดย่อ : ผลของโปแตสเซียมต่อคุณภาพของฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่ ที่ปลูกในกระถางดินเผาขนาดความจุ 50 ลิตร ซึ่งใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุปลูก โดยมีการควบคุมระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียม 4 ระดับคือ 600, 800, 1000 และ 1200 meq/l ทุกกรรมวิธีรดสารละลายประมาณ 1-2 ลิตรให้กับต้นฝรั่งทุกวัน ทำการทดลองตั้งแต่เดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนกรกฎาคม 2542 ณ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า โปแตสเซียมทั้ง 4 ระดับไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้น เส้นผ่าศูนย์กลาง และน้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนของต้น แต่จะมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างของทรงพุ่ม และการเจริญเติบโตของผล ที่ระดับความเข้มข้น 1200 และ 1000 meq/l มีการเจริญเติบโตดังกล่าวมากกว่าที่โปแตสเซียมระดับความเข้มข้น 600 และ 800 meq/l โปแตสเซียมระดับความเข้มข้น 1200 meq/l

[1/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200
[1/]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

มีผลทำให้ฝรั่งมีน้ำหนักผล ขนาดผล ความหนาของเนื้อ ปริมาณกรดรวม (TA) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เฉลี่ยมากกว่าระดับโปแตสเซียมที่ 1000, 800 และ 600 meq/l แต่ไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อและปริมาณวิตามินซีระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมมีผลต่อการสะสมปริมาณธาตุแมกนีเซียมในใบฝรั่ง โดยใบฝรั่งจะมีการสะสมธาตุแมกนีเซียมปริมาณมากในโปแตสเซียมระดับความเข้มข้นต่ำและจะมีการสะสมปริมาณน้อยลงเมื่อระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีในใบของทุกระดับความเข้มข้นไม่แตกต่างกัน

Index word : โปรแตสเซียม คุณภาพ ฝรั่ง ธาตุอาหารพืช
Potassium, Quality, Guava, Plant nutrient

คำนำ

ฝรั่งเป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จัก นิยมรับประทานกันทั่วไป มีรสชาติกรอบอร่อย และช่วยระบบขับถ่ายได้ดี นอกจากนี้ยังให้คุณค่าทางอาหาร (ระเบียบ, 2535) กล่าวคือ เป็นผลไม้ที่มีวิตามินซีและเพคตินสูง ผลฝรั่งประกอบด้วยน้ำ 82.5 เปอร์เซ็นต์ กรด 2.45 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 4.45-5.23 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ 9.73 เปอร์เซ็นต์ วิตามินซี 260 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักผล 100 กรัม ซึ่งคุณค่าทางอาหารนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุการแก่ของผลและฤดูกาล นอกจากนี้ยังมีแร่เหล็ก แคลเซียม และฟอสฟอรัสอีกด้วย ผลของฝรั่งใช้แปรรูปได้ เช่น เยลลี่ น้ำฝรั่ง และ ฝรั่งผง ใบใช้รักษาโรคท้องร่วงและระงับกลิ่นปาก (สัมฤทธิ์, 2536)

ฝรั่งเป็นผลไม้เขตร้อนที่พบเห็นได้ทั่วไปในประเทศไทย ทั้งที่ปลูกเป็นการค้าหรือขึ้นตามสวนหลังบ้านและหัวไร่ปลายนาเป็นพืชที่ค่อนข้างทนทานต่อสภาพแวดล้อม ติดผลดกและให้ผลตอบแทนสูง โดยมิต้องดูแลเอาใจใส่มากนัก (สัมฤทธิ์และคณะ, 2535) นอกจากนี้ยังเป็นหนึ่งในผลไม้ส่งออกของประเทศไทย โดยสามารถส่งออกได้ตลอดปี ซึ่งยังไม่มีประเทศคู่แข่งเหมือนกับผลไม้ส่งออกชนิดอื่นๆ (ธนัท, 2538) ปัจจุบันเกษตรกรให้ความสนใจกับการปลูกฝรั่งกันมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากฝรั่งเป็นไม้ผลที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกรต่อเนื่องตลอดทั้งปีและมีการปลูกกันมากพอสมควร

ปัญหาของเกษตรกรในขณะนี้ นอกจากเรื่องการใช้แรงงานก็ยังมีความเสี่ยงในด้านการตลาด (ระเบียบ, 2535) เมื่อใดที่ผลผลิตออกสู่ตลาดมาก จะทำให้เกิดการตกต่ำด้านราคา รวมทั้งคุณภาพ ถึงแม้ว่าฝรั่งเป็นผลไม้ที่สามารถให้ผลผลิตได้ตลอดปีแต่คุณภาพของฝรั่งมิได้สม่ำเสมอตลอดทั้งปี ซึ่งในบางช่วงฝรั่งมีผลขนาดเล็ก เนื้อไม่กรอบ มีรสชาติจืดไม่หวานเท่าที่ควร หรือมีรสเปรี้ยวนำไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ส่งผลกระทบต่อราคา ผลิตผลดังนั้นในการปรับปรุงคุณภาพของผล เช่น การทำให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น มีรสหวานมากขึ้น ซึ่งการควบคุมธาตุอาหารต่างๆในดิน ให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมนั้นเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพผล (ธนัท, 2538)

การปลูกฝรั่งเพื่อให้ได้คุณภาพผลผลิตดีขึ้นอยู่กับการจัดการดูแลรักษาที่ดี ตลอดจนการให้ความสำคัญด้านธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุโปแตส-เซียมซึ่งมีผลต่อคุณภาพผลิตผลโดยตรง ทำให้รสชาติของผลิตผลดีขึ้น ถ้ามีการให้ NPK ที่มี K สูงจะช่วยเพิ่มความหวานของเนื้อฝรั่งได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะช่วงที่ผลฝรั่งกำลังเจริญเติบโตซึ่ง

โปแตสเซียมเข้าไปเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายสารสังเคราะห์ระหว่างแหล่งสร้างไปยังแหล่งสะสมทำให้เกิดน้ำตาลมากและเร็วขึ้น (วิจิตร, 2532)

งานทดลองครั้งนี้เน้นถึงอิทธิพลของการใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมที่มีต่อคุณภาพของฝรั่ง โดยใช้ฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่ เนื่องจากมีคุณลักษณะพิเศษกว่าพันธุ์อื่น กล่าวคือ มีเนื้อแน่น กรอบ รสชาติหวานและมีผิวเรียบ ผลอ่อนสีเขียว เมื่อสุกมีสีขาวนวลให้ผลเร็ว ผลดกมาก การเจริญเติบโตดี ต้นเป็นพุ่มกว้าง ผลเก็บไว้ได้นานกว่าฝรั่งพันธุ์อื่น เมื่อเก็บจากต้นแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิปกติ จะเก็บได้นาน 4-5 วัน จึงจะสุก ถ้าเก็บไว้ในตู้เย็นจะเก็บไว้ได้นานประมาณ 7 วัน อย่างไรก็ตามฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่นี้มีข้อด้อยคือ ขนาดผลค่อนข้างเล็ก เนื้อผลค่อนข้างบาง จำนวนเมล็ดมาก (จิรดา, 2539) โดยเฉพาะรสชาติในบางช่วงมีรสค่อนข้างจืด หรือมีรสเปรี้ยวนำแนวทางหนึ่งในการที่ทำให้มีผลฝรั่งใหญ่ขึ้น มีความหนาของเนื้อเพิ่มขึ้น มีรสชาติหวานขึ้น คือ การให้ความสำคัญในการให้ปุ๋ยโปแตสเซียมแก่ต้นฝรั่งโดยเฉพาะช่วงผลกำลังเจริญเติบโต

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาผลของความเข้มข้นของโปแตสเซียมที่มีผลต่อคุณภาพของฝรั่ง

วิธีการทดลอง

ต้นฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่อายุ 1 ปี ปลูกในกระถางดินเผาขนาดความจุ 50 ลิตร ซึ่งใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุปลูก ทำการปลูก ณ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี 7 ซ้ำๆละ 1 ต้น มีระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียม 4 ระดับ คือ 600, 800, 1000 และ 1200 meq/l ธาตุอาหารรองตามคำแนะนำของ Hoagland and Arnon (1952) ปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 6.5 ทุกกรรมวิธีทำการรดสารละลายประมาณ 1-2 ลิตร ให้กับต้นฝรั่งทุกวันในเวลาช่วงเช้าตั้งแต่ 7.00 น. ถึง 8.00 น.

การบันทึกข้อมูลแบ่งเป็น การเจริญเติบโตของต้น การเจริญเติบโตของผล และคุณภาพผลหลังการเก็บเกี่ยวโดยตรวจสอบคุณภาพภายนอกและภายใน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของโปแตสเซียมต่อการเจริญเติบโตของต้นฝรั่ง การศึกษาการเจริญเติบโตของฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่ โดยใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ระดับคือ 600, 800, 1000 และ 1200 meq/l ในระหว่างเดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนกรกฎาคม 2542 มีผลทำให้อัตราการขยายตัวด้านกว้างของทรงพุ่ม แตกต่างกันในเพียงบางเดือนเท่านั้น คือในเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ส่วนความสูงของต้นและเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมีอัตราการขยายตัวที่ใกล้เคียงกันมาก จึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2, 3 และ 4) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมในช่วงดังกล่าว เนื่องจากในเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ในประเทศไทยจะมีอากาศหนาวเย็น โดยเฉพาะในแถบภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าที่อื่นมาก คือมีอุณหภูมิต่ำสุดระหว่าง 18.1-19.3 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 1) ซึ่งอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปจะส่งผลให้การเจริญเติบโตของพืชไม่ดีเท่าที่ควร

Table1 Meteorological data during the experimental period, (December 1998 to July 1999).

	Air temperature °C			Relative Humidity %			Rain	E-pan	Wind	Sunshine (hrs)	
Month	max	min	mean	max	Min	Mean	mm	(mm/day)	(km/day)	act	poss
Dec-98	31.1	18.1	23.6	85	46.6	65.7	5.8	3.6	66.7	7.7	10.9
Jan-99	31	16.8	22.9	89.3	47.7	68.2	29.3	3.3	58.6	7.9	11
Feb-99	34.2	19.3	25.7	81.8	41.9	61.9	48	3.9	69.8	7.5	11.4
Mar-99	35.7	18.7	26	80.7	59	70.1	25.1	5	72.9	8.5	11.9
Apr-99	35.2	23.4	28.4	82.5	52.1	67.7	50.4	4.7	95.4	5.6	12.4
May-99	32.9	23	27.2	89.4	63.1	76.4	268.7	4.3	89.2	5.1	12.9
Jun-99	32.6	23.4	27.4	89.9	67.7	79.2	82	3.7	88.4	4.3	13.1
Jul-99	33.2	23.6	27.7	90.1	64.6	77.4	132.1	4.1	72.4	3.9	13

Multiple Cropping Center, 1998-1999.

จินดา (2524) กล่าวว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการควบคุมกระบวนการเมตทาโบลิซึมและปฏิกิริยาภายในเซลล์พืช ซึ่งจะส่งผลลัพธ์ออกมาเป็นการเติบโตของพืชทั้งต้น ผลของอุณหภูมิต่ำลดกิจกรรมต่างๆ ในเซลล์พืช ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของพืชลดลง ได้แก่ การขยายพื้นที่ใบ การเคลื่อนย้ายสารอาหารสู่ส่วนต่างๆ กระบวนการหายใจ ผลผลิตอาจมีขนาดเล็ก และการแจกจ่ายผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง ไม่สามารถดำเนินไปตามปกติ แต่จะมีการเพิ่มจำนวนกิ่ง การออกดอกและการติดผลเร็วผิดปกติ เช่นเดียวกับสรสิทธิ์(2518) กล่าวว่าถ้าอุณหภูมิต่ำลง อัตราการหายใจก็ช้าลงด้วย การสะสมสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรตในใบ ต้น และรากของพืชจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิกลางคืน (เฉลิมพล, 2535; สิทธิพร, 2536)

นอกจากนี้ในฤดูหนาวทางภาคเหนือ แดดจะแรงในช่วงกลางวัน ซึ่งจะมีอุณหภูมิสูงเกินไป ประกอบกับวัสดุปลูกเป็นดินทรายซึ่งจะดูดซับความร้อนได้มาก จะส่งผลต่ออุณหภูมิรากที่สูงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิมีบทบาทต่ออัตราการขยายตัว การดูดน้ำและธาตุอาหาร อุณหภูมิสูงขึ้น อาจทำให้พืชดึงเอาน้ำและธาตุอาหารไปใช้ไม่เพียงพอ ซึ่งส่งผลให้มีการขาดแคลนน้ำและธาตุอาหาร ทำให้การสะสมคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในพืชจะมีปริมาณลดลง ดังนั้นจะเห็นว่า พืชบางชนิดอยู่ในเขตอบอุ่น มีการเจริญเติบโตได้ไม่ค่อยดีเมื่อนำมาปลูกในเขตร้อน ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากพืชเหล่านี้ เมื่อเจริญเติบโตอยู่ในที่มี อากาศร้อน การสะสมคาร์โบไฮเดรตของพืชจะน้อยด้วย เพราะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจมากขึ้น (สรสิทธิ์, 2518; Berry and Raison, 1981)

Menzel *et al.*(1989) พบว่าอุณหภูมิรากที่สูงพอเพียงทำให้ลิ้นจี่มีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบมากกว่าอุณหภูมิรากที่ต่ำอาจสืบเนื่องมาจากอุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อการทำงานของเอนไซม์

แต่อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ การเจริญเติบโตของต้นฝรั่งที่ได้รับปุ๋ยโปแตสเซียมในระดับความเข้มข้นต่างๆ ค่าเฉลี่ยโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในต้นที่ได้รับปุ๋ยโปแตสเซียมที่ระดับความเข้มข้น 1200 meq/l มีแนว

โน้มการเจริญเติบโตทั้งด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางความกว้างของทรงพุ่มมากกว่าในต้นที่ได้รับปุ๋ยโปแตสเซียมระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่า

ผลของโปแตสเซียมต่อการเจริญเติบโตของผล

จากการทดลองพบว่าผลฝรั่งนั้นมีลักษณะการเจริญเติบโตเป็นแบบ simple sigmoid curve กล่าวคือผลมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นพอประมาณใน 45-50 วันแรกและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 95-100 วันหลังจากนั้นก็เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ (ภาพที่ 1) ในช่วงฝรั่งออกดอกติดผลนี้ โปแตสเซียมมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากโปแตสเซียมจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับขนาดผล โดยปริมาณโปแตสเซียมในใบน้อยมีผลทำให้ขนาดผลเล็กลง เมื่อโปแตสเซียมในใบมากผลจะมีขนาดใหญ่ (สมศักดิ์, 2541) แต่จากการทดลองขนาดผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณโปแตสเซียมในใบไม่แตกต่างกันเป็นเพราะช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างใบพืชที่นำมาวิเคราะห์เป็นคนละช่วงของการบันทึกการเจริญเติบโตของผล

Table 2 Effect of potassium concentrations on rate of height increase during December 1998 to July 1999.

Potassium Conc (meq/l)	Rate of height increase (%)							
	1998	1999						
	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July
600	11.02	18.23	21.05	24.28	27.13	31.69	35.65	40.87
800	9.980	16.61	21.09	26.56	28.46	31.44	35.30	41.66
1000	8.900	17.06	19.67	24.54	26.82	31.56	37.85	43.97
1200	9.597	17.54	20.54	25.56	29.13	33.89	37.64	41.54
$LSD_{0.05}$	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	22.18	9.39	8.41	8.83	7.67	7.48	6.47	9.82

1/ Mean in each column followed by similar letter do not differ significantly at $p<0.05$

* Significant difference at $p<0.05$

NS = Non-significant

Table 3 Effect of potassium concentrations on rate of canopy width increase during December1998 to July 1999.

Potassium conc (meq/l)	Rate of canopy width increase (%)							
	1998	1999						
	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July
600	8.21	13.63	17.73	24.04	27.54	30.19b	34.80	39.26
800	8.95	14.19	19.60	26.28	30.16	31.93ab	36.44	39.62
1000	7.63	12.59	16.67	24.76	28.27	34.27a	37.05	40.76
1200	9.57	14.57	19.53	26.87	29.45	33.88a	38.73	41.28
$LSD_{0.05}$	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
C.V. (%)	21.98	24.46	14.05	10.34	8.45	7.96	10.28	9.58

1/ Mean in each column followed by similar letter do not differ significantly at $p<0.05$

* Significant difference at $p<0.05$

NS = Non-significant

Table 4 Effect of potassium concentrations on rate of stem diameter increase during December 1998 to July 1999.

Potassium conc (meq/l)	Rate of stem diameter increase(%)							
	1998	1999						
	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	July
600	5.69	12.53	15.39	17.54	22.44	27.60	29.80	34.80
800	6.84	11.96	15.76	19.70	23.20	29.70	31.56	36.76
1000	5.45	11.57	14.82	19.27	25.04	29.33	32.11	37.10
1200	5.80	10.63	13.42	17.01	22.78	27.74	30.43	35.32
$LSD_{0.05}$	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	26.26	15.85	14.71	14.19	11.13	7.35	7.09	6.24

1/ Mean in each column followed by similar letter do not differ significantly at $p<0.05$

* Significant difference at $p<0.05$

NS = Non-significant

ระดับของโปแตสเซียมที่สูงขึ้นส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของผลฝรั่งมีการเจริญเติบโตทำให้เกิดมากและเร็วขึ้นทั้งนี้พืชจะมีการสังเคราะห์แสงมากขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการเลี้ยงดอกและผล อาหารจะถูกนำมาใช้ในกระบวนการหายใจมากขึ้นเพื่อการดำรงชีพของเซลล์จึงต้องใช้ photosynthate มากขึ้น พืชจึงมีการสังเคราะห์แสงมากในช่วงขณะนี้ และโปแตสเซียมมีบทบาทสำคัญในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพต่อการสังเคราะห์แสง เนื่องจากธาตุนี้มีผลต่อการเปิดปิดของสโตมาตาทำให้มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในพืช เพื่อเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (สมชาย, 2531) นอกจากนี้โปแตสเซียมยังเข้ามาช่วยในการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลจากแหล่งผลิตคือใบไปยังผลได้มากและเร็วขึ้น ทำให้ผลมีการเจริญเติบโตมากและเร็วขึ้นด้วย (วิจิตร, 2532 ; Watscher and Smith, 1993)

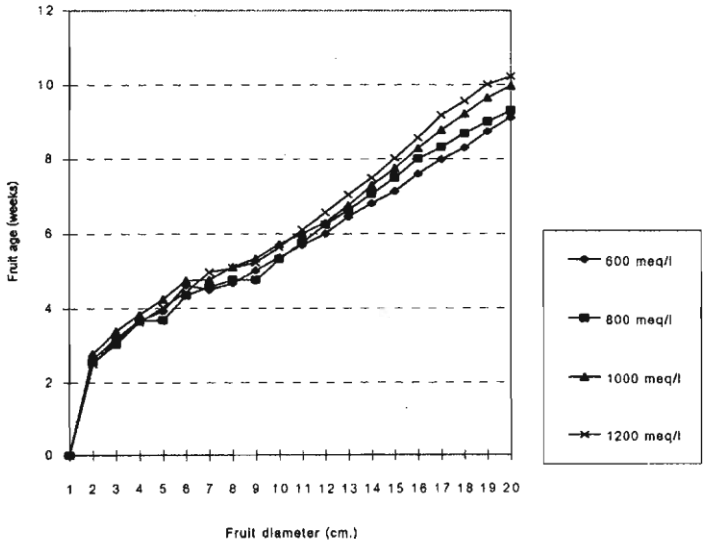


Figure 1 Growth of fruit when applying with 600, 800, 1000 และ 1200 meq/l potassium.

ผลของโปแตสเซียมต่อคุณภาพผล

การทดลองครั้งนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของปุ๋ยโปแตสเซียมมีผลต่อคุณภาพผลฝรั่งโดยตรง โดยที่ระดับความเข้มข้น 1200 meq/l มีผลทำให้น้ำหนักผล ขนาดผล ความหนาของเนื้อ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าต้นที่ได้รับปุ๋ยโปแตสเซียมในระดับ 1000, 800, และ 600 meq/l ตามลำดับ (ตารางที่ 5) เนื่องจากปุ๋ยโปแตสเซียมมีบทบาทสำคัญต่อกิจกรรมหรือกระบวนการ เมตทาบอลิซึมต่างๆในเซลล์พืช ส่งผลต่อคุณภาพผลผลิตโดยตรง (วิจิตร, 2532) ทั้งในด้านกระบวนการสร้างน้ำตาลและแป้ง นอกจากนี้โปแตสเซียมมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล (carbohydrate) จากแหล่งสร้างไปยังแหล่งสะสมทำให้เกิดมากและเร็วขึ้น วิจิตร, (2532) ได้พบว่าการเคลื่อนย้ายของน้ำตาลในอ้อยหยุดชะงักเนื่องจากการที่พืชขาดโปแตสเซียม และในอ้อยซึ่งมีโปแตสเซียมพอเพียงมีอัตราการเคลื่อนย้ายน้ำตาลเท่ากับ 2.5 เซนติเมตร/นาที แต่ในอ้อยที่ขาดโปแตสเซียม อัตราการเคลื่อนย้ายได้ลดลงไปมาก คือน้อยกว่า 1.25 เซนติเมตร/นาที ซึ่งจากการผลการทดลองครั้งนี้ สอดคล้องกับ

Table 5 **Physical and chemical characteristics of Quava fruit after applying with 600, 800 , 1000 and 1200 meq/l potassium.**

Potassium conc. (meq/l)	Weight (g)	Diameter (cm)	Firmness ($kg/inch^2$)	Thickness (cm)	TSS (^{o} brix)	TA (%)	Vit. C (mg)
600	408.5c	8.82b	4.807	1.96c	9.837b	2.393b	93.36
800	489.0bc	9.30ab	4.403	2.19b	9.847b	2.413b	97.28
1000	519.3b	9.78a	4.361	2.23b	10.43ab	2.414b	96.25
1200	617.8a	10.16a	4.616	2.39a	11.17a	2.467a	95.38
$LSD_{0.05}$	*	*	NS	*	*	*	NS
C.V. (%)	20.9	10.86	17.17	9.21	10.27	2.21	6.08

Means [1/] In cach column, valuce followed by the same letter do not differ significantly at $p<0.05$

* Significant difference at $p<0.05$

NS = Non-significant

Ghose (1994) ศึกษาความต้องการธาตุอาหารของฝรั่งพันธุ์ Lucknow-49 ที่มีอายุ 3 ปี โดยทำการให้ไนโตรเจน 3 ระดับ คือ 100, 175, และ 225 กรัม ฟอสฟอรัส 3 ระดับคือ 150, 225, และ 300 กรัม โปแตสเซียม 3 ระดับคือ 100, 175 และ 225 กรัม รายงานว่าฝรั่งจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อมีการให้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมในระดับที่สูงขึ้น และโดยเฉพาะทางด้านคุณภาพ ได้แก่ ปริมาณ Total Soluble Solids และปริมาณน้ำตาลจะมีเพิ่มขึ้น เมื่อมีการให้โปแตสเซียมในอัตราที่สูงขึ้น Embleton *et al.*(1975) ซึ่งกล่าวว่าการเพิ่มระดับโปแตสเซียมในใบมะนาวส่งผลต่อคุณภาพที่ดีขึ้น ได้แก่ ความสด ปริมาณผลผลิต ขนาดผล รูปร่าง ปริมาณน้ำมะนาว และปริมาณกรด

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของโปแตสเซียมต่อ คุณภาพของฝรั่ง โดยให้ปุ๋ยโปแตสเซียมในระดับความเข้มข้นต่างกันคือ 600, 800, 1000 และ 1200 meq/l พบว่า ความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่มและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามต้นที่ได้รับปุ๋ยโปแตสเซียมในระดับความเข้มข้น 1000 และ 1200 meq/l มีแนวโน้มการเจริญเติบโตมากกว่าต้นที่ได้รับปุ๋ยโปแตสเซียมในระดับความเข้มข้น600 และ 800 meq/l จากการตรวจสอบทางด้านคุณภาพผล พบว่า น้ำหนักผล ขนาดผล ความหนาของเนื้อ ปริมาณกรดที่ ไตเตรทได้ (TA) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(TSS) มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อได้รับโปแตสเซียมในระดับความเข้มข้น 1200 meq/l และมีค่าเฉลี่ยน้อยลงในระดับความเข้มข้นของโปแตสเซียมที่น้อยลงตามลำดับ แม้ว่าความแน่นเนื้อ ปริมาณวิตามินซี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการทดลองครั้งนี้ มีความแปรปรวนบ้าง กล่าวคือ ไม่มีความแตกต่างกันทางการเจริญเติบโต

ของต้น ปริมาณวิตามินซี ความแน่นเนื้อ ซึ่งไม่เป็นไปตามที่ได้สันนิษฐานไว้ เนื่องจากทางด้านสภาพแวดล้อมอื่นๆ ก็มีผลต่อการทดลอง โดยเฉพาะสภาพภูมิอากาศ โรคและแมลงที่มีผลทำให้ข้อมูลการทดลองผิดพลาดไปบ้าง แต่อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่ได้ยังคงมีแนวโน้มว่า การให้ปุ๋ยโปแตสเซียมในระดับความเข้มข้นสูงกับฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่สามารถปรับปรุงคุณภาพผลทั้งขนาดและรสชาติให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

จินดา ศรศรีวิชัย. 2524. สรีรวิทยาภาคการเจริญเติบโต. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 280 น.

จิรดา เลิศปริสัญญ. 2539. ผลของ GA_3 ที่มีต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่. เคหการเกษตร 20(12) : 169-170.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 188 น.

ธนัท ธัญญาภา. 2538. หลักการทำสวนไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 54 น.

ระเบียบ มาลากาญ. 2535. ฝรั่ง ผลผลิตต่อเนื่องทำเงินทั้งปี. เมืองเกษตร 5(57): 76-79.

วิจิตร วังใน. 2532. ทองมณเทียร ฝรั่งพันธุ์ใหม่. เคหการเกษตร13(4): 52-55.

สถานีการเกษตรเขตชลประทาน. 2541. รายงานอุตุนิยมวิทยาเกษตรประจำปี พ.ศ. 2541. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ มหาวิทยาเชียงใหม่, เชียงใหม่. 1 น.

สถานีการเกษตรเขตชลประทาน. 2542. รายงานอุตุนิยมวิทยาเกษตรประจำปี พ.ศ. 2542. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ มหาวิทยาเชียงใหม่, เชียงใหม่. 1 น.

สมชาญ เลิศปั่นณะพงษ์. 2522. ผลิตภัณฑ์อาหารจากผลฝรั่ง. วิทยาสารกองพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพ ฯ . 81 น.

สมศักดิ์ ใจรักปรางพุธ. 2541. ผลผลิตและคุณภาพของท้อในต่างพื้นที่. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 20 น.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2518. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 274 น.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2536. เทคนิคน่ารู้เกี่ยวกับการผลิตฝรั่ง. เคหการเกษตร 17(1): 22-25.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์และโสพส จินดาประเสริฐ. 2535. ผลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของฝรั่ง. แก่นเกษตร 20(5) :249-252.

สิทธิพร สุขเกษม. 2536. อุตุนิยมวิทยาเกษตรเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยาและอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 89 น.

Berry, J. A. and J. K. Raison. 1989. Responses of macrophytes to temperature. p. 277-338. *In* O.L. Lange, P.S. Nobel, C. B. Osmond and H.Ziegler (eds). Physiological Plant Ecology. Encyclopedia of Plant Physiology. Springer-Verlag, Berlin..

Camp, A. F., H. D. Chapman, G. M. Bahrt and E. P. Parher. 1941. Symptoms of malnutrition. p. 307-365. *In* F.E. Bear (ed). Hunger Signs in crop., Amer. Soc. Agron and the Note. Fertilizer ASSOC,Washington, D. C.

Embleton, T. W, W. W. Jones and G. R. Platt 1975. Plant nutrition and citrus fruit crop quality and yield. HortScience 10 : 48-49.

วารสารเกษตร 17(1) : 38 - 42 (2544)
Journal of Agriculture 17(1) : 38 - 42 (2001)

วงจรการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส

Growth Cycle of Gladiolus

บดินทร์ จันทร์คำ[1/] และ ฉันทนา สุวรรณธาดา [1/]
Bordinth Chankhum[1/] and Chuntana Suwanthada[1/]

Abstract : Investigation of growth cycle of gladiolus was carried out. The cycle started with germination of the non - dormant corm, resuming its vegetative growth. At the 4 – leaf stage, reproductive growth began with floral initiation at the growing point of the plant. In the mean time, formation of new corm and cormel took place. Spike emergence appeared when the plant reached the 7 – 8 leaf stage. Vegetative growth continued until dying-back of the aerial parts, leaving the new corms and cormels dormant until resumption of consecutive cycle.

บทคัดย่อ : ศึกษาวงจรการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส โดยการติดตามการเจริญเติบโตในวงจรการเจริญเติบโต 1 วงจร พบว่าการเจริญเติบโตเริ่มหลังจากหัวผ่านพ้นระยะพักตัวโดยเกิดการเจริญเติบโตทางใบก่อน จนกระทั่งต้นมีใบ ที่เจริญเติบโตให้เห็น 4 – 5 ใบ จึงเริ่มเกิดการสร้างดอก ในระยะเดียวกันนี้เกิดการเริ่มสร้างหัวใหม่และหัวย่อยควบคู่ กันไปด้วย การสร้างดอกเกิดขึ้นต่อเนื่องและต้นแทงช่อดอกในระยะที่ต้นมีใบ 7 – 8 ใบ หลังจากช่อดอกบานและหมด อายุ ใบเจริญเติบโตต่อไปอีกจนถึงช่วงที่ต้นทิ้งใบและหัวเข้าสู่ระยะพักตัว ตลอดระยะพักตัวไม่มีการเปลี่ยนแปลงให้เห็น ต่อเมื่อหมดระยะพักตัวหัวจึงเริ่มงอกและเริ่มวงจรการเจริญเติบโตใหม่

Index words : แกลดิโอลัส วงจรการเจริญเติบโต
gladiolus, growth cycle

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[2/] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

แกลดิโอลัสเป็นไม้ตัดดอกที่ได้รับความนิยมค่อนข้างสูงเสมอมา (จุฑามาศ, 2533 ; สุปราณี,2540) การปลูกแกลดิโอลัสเป็นการค้าส่วนใหญ่เป็นการปลูกเพื่อผลิตดอก ส่วนการปลูก เพื่อผลิตหัวพันธุ์นั้นเพิ่งจะเริ่มทำกันในเกษตรกรบางกลุ่ม(สุปราณี,2540) การปลูกแกลดิโอลัสเพื่อผลิตดอกนั้น เกษตรกรสามารถผลิตดอกเป็นการค้าได้ผลดีและผลิตได้ตลอดปี เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ทราบถึงเทคโนโลยีการผลิตดอกเป็นอย่างดี และสามารถแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับการผลิตดอกได้ แต่การผลิตหัวพันธุ์เพื่อการค้านั้นยังคงมีปัญหาหลายด้าน โดยที่ปัญหาใหญ่อยู่ที่การผลิตหัวพันธุ์ให้ได้ปริมาณและคุณภาพตามความต้องการของเกษตรกรผู้ผลิตแกลดิโอลัสเพื่อการตัดดอก การศึกษาครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาสรีรวิทยาการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส โดยศึกษาถึงวงจรการเจริญเติบโตของพืชชนิดนี้ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน ให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของการเจริญเติบโตของ ส่วนประกอบต่างๆของต้นตลอดวงจรการเจริญเติบโต และผลที่ได้จากการศึกษานี้จะทำให้ทราบ ถึงข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างหัว (corm) และหัวย่อย (cormel) ซึ่งใช้เป็นส่วนขยายพันธุ์ของพืชชนิดนี้ ทางการค้าอันจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้และเพื่อการทดลองต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. หัวพันธุ์ที่มีเส้นรอบวง 8-10 ซม
2. ถุงพลาสติกสีดำขนาด 10 X 12 ซม
3. วัสดุปลูกซึ่งประกอบด้วยดินผสมขี้เถ้าแกลบและเปลือกถั่ว ในอัตราส่วน 3:2:1

วิธีการ

ปลูกหัวพันธุ์ของพืชทดลองในถุงพลาสติกที่บรรจุวัสดุปลูกเลี้ยงให้ต้นเจริญเติบโตกลางแจ้ง เมื่อหัวเริ่มงอกจึงติดตามและบันทึกการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของส่วนต่าง ๆ ของต้นพืชทดลองตลอดวงจรการเจริญเติบโต

ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ได้จากการติดตามการเจริญเติบโตของพืชทดลองทั้ง 6พันธุ์ พบว่าพืชทดลอง 6 พันธุ์นั้น มีลักษณะของการเจริญเติบโตและมีการเปลี่ยนแปลงของส่วนต่างๆของต้นเป็นไปในลักษณะเดียวกันจึงได้สรุปผลการศึกษาและเสนอในลักษณะของไดอะแกรมแสดงวงจรการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส 1 วงจรเป็นภาพวาดซึ่งแสดงให้เห็นช่วงของการเจริญเติบโตในวงจรการ เจริญเติบโตตั้งแต่ระยะที่หัวงอกและมีการเจริญเติบโตเหนือดินจนกระทั่งต้นตายและหัวใหม่พักตัวอยู่ในดิน

วงจรการเจริญเติบโตของแกลดิโอลัส เมื่อดูจากไดอะแกรมในภาพที่ 1 ระยะ **a** เป็นระยะที่นำหัวลงปลูกในถุงที่บรรจุวัสดุปลูกซึ่งหัวเหล่านี้เป็น หัวที่ผ่านพ้นระยะพักตัวแล้ว ต่อมาเป็นระยะ **b** ซึ่งเป็นระยะหลังจากปลูกได้ 2 สัปดาห์จะเห็นว่าหัวเริ่มงอกรากและเริ่มมีการขยายขนาดของตาที่อยู่บริเวณปลายของหัว (terminal growth bud) ในสัปดาห์ต่อมาซึ่งเป็นสัปดาห์ที่ 3 หลังปลูกเป็นต้นไปจะเป็นการเจริญเติบโตในระยะ **c** ซึ่งเป็นระยะที่มีการเจริญเติบโต ทั้งทางรากและทางยอด โดยที่รากเจริญออกมาจากส่วนฐานของหัวมีลักษณะเป็นระบบรากฝอยเป็นรากขนาดเล็กมีสีขาวและแตกแขนง ยอดที่เจริญเติบโตออกมาจากตาเจริญออกมาเป็นใบที่มีขนาดสั้นแผ่นใบหนามีลักษณะเป็นกาบใบ (leaf sheath) เกิดออกมาสลับกันใน

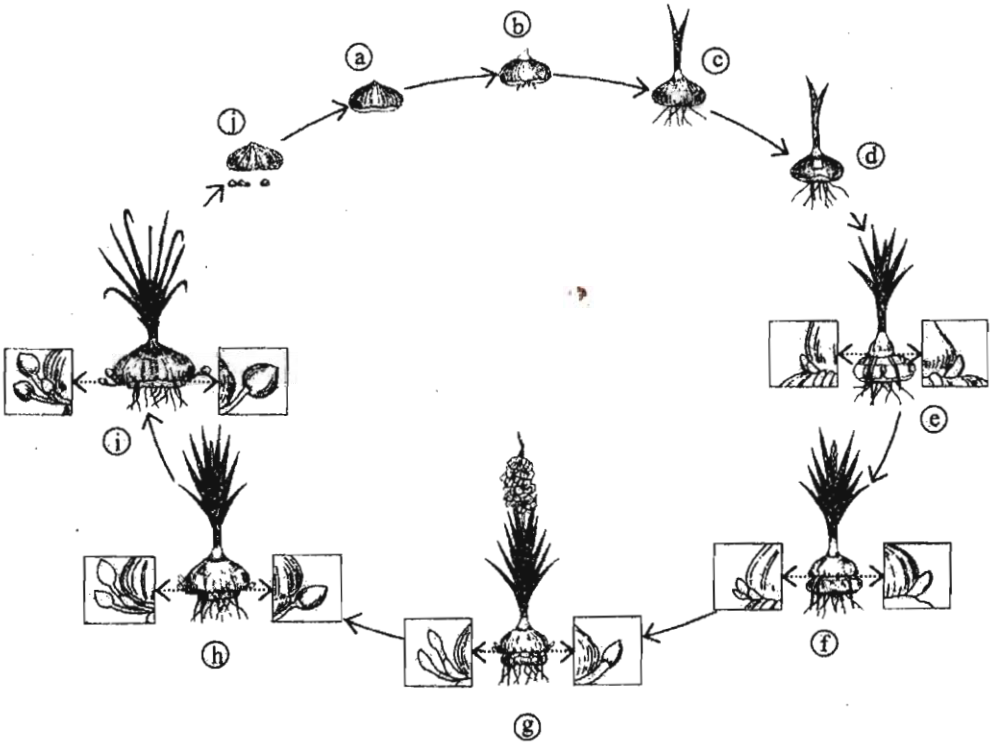


Figure 1 Illustrated diagram of gladiolus growth cycle.

ลักษณะ alternate phyllotaxis และใบที่เจริญออกมาก่อนมีขนาดสั้นกว่าใบที่เกิดตามมา กาบใบเหล่านี้มีจำนวน 3 – 4 ใบ ดังเห็นได้จากระยะ **d** ในไดอะแกรมซึ่งเป็นสัปดาห์ที่ 4 หลังจากปลูก หลังจากที่กาบใบเจริญออกมาหมดแล้วจึงมีการเจริญเติบโตของใบซึ่งเป็นใบปกติออกมาให้เห็นใบเกิดแบบสลับเช่นเดียวกับกาบใบและทยอยแทงออกมาเรื่อยๆ ซึ่งจะเห็นได้จากการเจริญเติบโตในระยะ **e** ในไดอะแกรม

การเจริญเติบโตในระยะ **e** เป็น ระยะที่ต้นมีใบ 4 – 5 ใบ เป็นช่วง 6 สัปดาห์หลังปลูก ระยะนี้จะสังเกตเห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลง เกิดขึ้นที่โคนต้นบริเวณที่เชื่อมติดกับหัวแม่ (mother corm) โดยที่เกิดการบวมพองของโคนต้น เกิดเป็นหัวใหม่ (daughter corm) นอกเหนือไปจากมีการเกิดของหัวใหม่แล้วยังมีการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานอื่นๆ คือจุดเจริญปลายยอดหยุดการ สร้างจุดกำเนิดใบและเริ่มเปลี่ยนไปเป็นจุดเจริญที่เป็นจุดกำเนิดของช่อดอกมีการสร้างช่อดอกอย่าง ต่อเนื่องจนเกิดเป็นช่อดอกขนาดเล็กขึ้นมา ในระยะนี้รากฝอยบางรากแห้งและเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลหรือดำมีรากที่เกิดใหม่อีกชุดหนึ่งเจริญออกมาจากส่วนโคนของหัวใหม่เป็นรากสีขาวที่มีขนาดใหญ่ และอวบน้ำกว่ารากชุดเดิมมีลักษณะ เป็น contractile root หัวเก่าเริ่มแห้งและเหี่ยวที่ บริเวณโคนของหัวใหม่เมื่อเขี่ยส่วนของโคนกาบใบของใบแรกๆ ซึ่งเน่าเปื่อยออกไปแล้วจะสังเกตเห็น ได้ชัดเจนว่าตาที่อยู่บริเวณปล้องของกาบใบ ซึ่งมี เพียงปล้องละ 1 ตาเท่านั้น มีการขยายขนาดออก และมีการยืดตัวของก้านชูตานั้น ๆ ก้านชูตาเหล่านั้นมีขนาดไม่แน่นอน บางอันสั้นบางอันยาวเป็นไปในลักษณะสุ่มและไม่ขึ้นกับพันธุ์

ในระยะการเจริญเติบโต **f** ซึ่งเป็นระยะ 12 สัปดาห์หลังจากปลูก ระยะนี้ต้นหยุดการสร้างใบใหม่ โดยมีจำนวนใบ 7 – 8 ใบต่อต้นและแทงช่อ

ดอกผ่านใบสุดท้ายออกมามีการยืดตัวของก้านช่อดอกและการเจริญเติบโตขยายขนาดช่อดอก หัวแม่เริ่มแห้งและแข็ง หัวใหม่ขยายขนาดออกมากขึ้น ก้านชูตายืดตัวขึ้นมาอีกเล็กน้อย ขยายขนาดออกทางด้านข้าง

ระยะการเจริญเติบโต **g** ซึ่งเป็นระยะ 16 สัปดาห์หลังจากปลูกเป็นระยะที่ก้านช่อดอกและช่อดอกยืดตัวและเจริญเติบโตเต็มที่เป็นระยะที่ดอกบาน ระยะนี้นอกจากจะพบการขยายขนาดของหัวใหม่และการหดตัวและแห้งแข็งของหัวเก่าแล้วยังพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของตาที่บริเวณโคนของหัวใหม่ ซึ่งในระยะการเจริญเติบโต **e** ที่พบว่ามีการยืดตัวของก้านชูตานั้น ในระยะการเจริญเติบโต **g** นี้ พบว่าก้านชูตายืดตัวยาวออกมากขึ้น และตาซึ่งอยู่ที่ปลายของก้านนั้นขยายขนาดพอง ออกปรากฏเป็นรูปร่างของหัวขนาดเล็กเห็นได้ชัดเจน ซึ่งแสดงถึงที่มาของการเกิดหัวย่อยว่าเกิดจากการแปรรูปของตาของปล้องที่อยู่บริเวณโคนของหัวใหม่ และนอกจากนี้ยังพบอีกว่าในขณะที่มีการเจริญของหัวย่อยจากตานั้น ที่บริเวณโคนก้านชูตาที่มีหัวย่อยเกิดขึ้นที่ปลายนั้นจะมีโครงสร้างเป็น stolon เจริญเติบโตยืดยาวออกมาและต่อมาที่ปลายของ stolon เหล่านั้นจะเกิดเป็นหัวย่อยขึ้น ทั้งนี้ลักษณะของการงอก stolon และปริมาณของ stolon เกิดในลักษณะสุ่มและไม่ขึ้นกับพันธุ์

ระยะการเจริญเติบโต **h** ซึ่งเป็นระยะ 20 สัปดาห์หลังจากปลูก เป็นระยะที่ดอกโรยและแห้งตายไป แต่ใบยังคงมีสีเขียวและมีการเจริญเติบโตเป็นปกติอยู่ ระยะนี้เป็นระยะที่มีการขยายขนาดของหัวใหม่และหัวย่อยเห็นได้ชัดเจนในขณะเดียวกันก็ยังคงมีการงอก stolon เพิ่มขึ้นมาอีกบ้าง และเป็นไปในลักษณะสุ่มไม่สม่ำเสมอ ในขณะที่หัวเก่าแห้งและหดตัวมีลักษณะแข็ง

ระยะการเจริญเติบโต **i** เป็นระยะที่ต้นเริ่มเข้าสู่ระยะพักตัว ระยะนี้เป็นช่วง 23 สัปดาห์ หลังจากปลูก พบว่าส่วนเหนือดินของต้น คือใบ และก้านช่อดอกเริ่มแห้งและเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล หัวแม่แห้งแข็งเป็นสีน้ำตาลดำ รากฝอยตายไปเป็นส่วนมาก หัวใหม่และหัวย่อยขยายขนาดออกมาก ผิวด้านนอกของหัวย่อยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแห้ง และแข็ง stolon แห้งเช่นกันและยังคงติดอยู่กับโคนของหัวใหม่

ระยะการเจริญเติบโตสุดท้ายในวงจรการเจริญเติบโตคือระยะ **j** ซึ่งเป็นช่วง 28 สัปดาห์ หลังจากปลูก ระยะนี้ส่วนเหนือดินของต้น หัวแม่และรากแห้งตายไปหมดแล้วและหลุดออกจากหัวใหม่ หัวย่อยที่มีขนาดใหญ่หลุดออกจาก stolon โคนใบส่วนที่ยังคงติดอยู่กับหัวใหม่แห้งหุ้มหัวใหม่ไว้ หัวใหม่และหัวย่อยยังคงมีชีวิตและพักตัวอยู่ ต่อเมื่อผ่านพ้นระยะพักตัวตามธรรมชาติแล้ว หัวเหล่านั้นจะงอกและมีการเจริญเติบโตใหม่ได้ เป็นอันครบวงจรการเจริญเติบโต

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการศึกษานี้ทำให้ทราบถึงรายละเอียดของการเจริญเติบโตของต้นแกลดิโอลัส ในช่วงต่างๆ ของวงจรการเจริญเติบโตโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่เกิดดอกและดอกบาน และช่วงที่มีการสร้างหัวใหม่และหัวย่อยซึ่งเป็นส่วนขยายพันธุ์ของพืชชนิดนี้ พืชทดลองที่ใช้เป็นพันธุ์ค่อนข้างเบาออกดอกเร็ว และมีการเจริญเติบโตทางใบสั้น จึงทำให้มีระยะพักตัวที่ยาวนานกว่าพันธุ์หนักซึ่งออกดอกช้ากว่า ดังนั้นในแกลดิโอลัสพันธุ์หนักนั้น ช่วงของการเริ่มสร้างดอกจะช้ากว่า และการเริ่มสร้างหัวใหม่และหัวย่อยก็น่าจะช้าตามไปด้วยซึ่งจะเห็นได้จากผลการทดลองที่ได้ครั้งนี้ว่าพืชที่ใช้ทดลองครั้งนี้ทุกพันธุ์นั้นระยะที่เริ่มมีการแปรรูปของต้นไปเป็น

หัวใหม่สอดคล้องกับระยะเริ่มเกิดของดอก ซึ่งข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่น่าสนใจที่ควรจะ ศึกษาต่อในแง่ของบทบาทของการส่งอาหารไปยังบริเวณที่มีการเจริญเติบโต 2 จุด คือบริเวณที่มีการเจริญของดอก และบริเวณที่มีการสร้างหัวใหม่และหัวย่อยเพื่อนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มขนาดของหัวและอีกประการหนึ่งคือการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่น่าจะมีผลต่อการส่งเสริมการเกิดหัวย่อย โดยการดัดแปลงหรือให้ปัจจัยที่เหมาะสมในการกระตุ้นการเกิดหัวย่อยทั้งปริมาณและคุณภาพ

เอกสารอ้างอิง

จุฑามาศ อ่อนพิมล. 2533. แกลดิโอลัส. ไม้ตัดดอก. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, กรุงเทพมหานคร. 160 หน้า.

สุปราณี วนิชชานนท์. 2540. ไม้ตัดดอก. สำนักพิมพ์เพื่อนเกษตร, กรุงเทพมหานคร. 279 หน้า.

วารสารเกษตร 17(1) : 43 - 49 (2544)
Journal of Agriculture 17(1) : 43 - 49 (2001)

การศึกษาจำนวนโครโมโซมของว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้านและพันธุ์ลูกผสม

Chromosome Investigation of Local Vareity and Hybrids of Amaryllis

ประภัสสร อารยะกิจเจริญชัย [1/] และ ชันทนา สุวรรณธาดา [1/]

Praphatsorn Arayakitcharoenchai [1/] and Chuntana Suwanthada [1/]

Abstract : Suitable technique of root tip preparation for somatic chromosome investigation of amaryllis via squash method was described. Root tip samples were best taken during 09.30 –10.00 a.m. The tissue was then pretreated in PDB for 48 hours at 10 °c prior to 5 minutes of fixation in fixative solution. Maceration was done in 1 N HCl solution for 5 minutes. Tissue staining in carbol fuchsin for 24 hours was carried out before squashing. Chromosome investigations of the red small – flowered local vareity (R), Apple Blossom (P), Orange Sovereign (O) and their hybrids revealed the chromosome numbers being 2n = 22 in R, 2n=44 in P and O, 2n = 33 in R x P, 2n = 34 in R x O and 2n = 36 in O x R.

บทคัดย่อ : การศึกษาโครโมโซมของว่านสี่ทิศจากเซลปลายรากพบว่าเทคนิคที่เหมาะสมในการศึกษา คือ เก็บตัวอย่างรากระหว่าง 09.30-10.00 น. หยุดวงชีพเซลใน PDB ที่อุณหภูมิ 10 °ซ นาน 48 ชั่วโมง รักษาสภาพเซลในน้ำยานาน 5 นาที และแยกเซลใน HCl 1 N นาน 5 นาที ย้อมเนื้อเยื่อรากด้วยสี carbol fuchsin นาน 24 ชั่วโมง ผลการตรวจนับจำนวนโครโมโซม พบว่า พันธุ์พื้นบ้านดอกเล็กสีแดง (R) มีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 พันธุ์Apple Blossom (P) และ Orange Sovereign (O) มีจำนวนโครโมโซม 2n = 44 ลูกผสม R x P, R x O และ O x R มีจำนวนโครโมโซม 2n = 33, 2n = 34 และ 2n = 36 ตามลำดับ

Index words : ว่านสี่ทิศ โครโมโซม
Amaryllis, chromosome

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[1/] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

ว่านสี่ทิศเป็นไม้ดอกประเภทหัวที่มีการเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนและกึ่งร้อน ปัจจุบันได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและเป็นไม้ตัดดอกที่มียอดขายสูงในตลาดประมูลดอกไม้ในต่างประเทศ นอกจากนี้ว่านสี่ทิศยังใช้เป็นไม้กระถางและไม้ประดับสนามได้อีกด้วย ไม้ดอกชนิดนี้แม้ว่าจะเจริญเติบโตและให้ดอกได้ดีในสภาพธรรมชาติของประเทศไทย และเป็นที่นิยมของตลาดภายในประเทศแต่ก็ยังมีข้อจำกัดตรงที่ความนิยมดังกล่าวมุ่งไปยังพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ดอกขนาดใหญ่และมีสีสันสวยงาม แต่พันธุ์เหล่านี้ยังคงมีปัญหาในด้านการขนส่งผลผลิตสู่ตลาด เนื่องจากดอกมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ดังนั้นการสร้างพันธุ์ใหม่โดยการผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมจากว่านสี่ทิศพันธุ์ดอกใหญ่กับพันธุ์พื้นบ้านดอกเล็ก ซึ่งนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเป็นเวลานาน จนมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมมากกว่าพันธุ์การค้าจากต่างประเทศ โดยมุ่งหวังที่จะได้ลูกผสมที่มีความสวยงามและมีขนาดของช่อดอกเล็กลง ตลอดจนมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมโรคและแมลง จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว

การศึกษาการผสมพันธุ์ว่านสี่ทิศดังกล่าวพบว่าสามารถสร้างลูกผสมในแนวทางดังกล่าวได้ การศึกษาครั้งนี้ ซึ่งเป็นการศึกษาเทคนิคเพื่อศึกษาโครโมโซมของว่านสี่ทิศจากเนื้อเยื่อปลายราก จึงเป็นการศึกษาพื้นฐานที่สนับสนุนการศึกษาวิจัยในการพัฒนาพันธุ์ว่านสี่ทิศในอนาคตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1.1 พืชทดลอง

ว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้านดอกเล็กสีแดง (R) ว่านสี่ทิศพันธุ์ดอกใหญ่จากต่างประเทศ คือ พันธุ์ Apple Blossom (P) และพันธุ์ Orange Sovereign (O)และลูกผสม R x P, R x O และO x R

1.2 สารเคมีที่ใช้ในการศึกษาทางเซลวิทยา

1.2.1สารเคมีที่ใช้สำหรับการหยุดวงชีพเซล(pre-treatment) ได้แก่ para - dichloro benzene (PDB)

1.2.2 สารเคมีที่ใช้สำหรับเตรียมน้ำยาในการรักษาสภาพเซล (fixative) คือ ethyl alcohol 95 % และ glacial acetic acid ในอัตราส่วน 3:1

1.2.3 สารเคมีที่ใช้สำหรับทำให้เซลแยกออกจากกัน คือ กรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 1 นอร์มอล (N)

1.2.4 สารเคมีที่ใช้สำหรับย้อมสีโครโมโซม คือ carbol fuchsin

วิธีการ

ศึกษาโครโมโซมจากเนื้อเยื่อปลายรากของพืชทดลอง ตามวิธี Feulgen squash method (ภูวดล, 2528; Dyer, 1979) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 เตรียมรากพืชโดยนำหัวของพืชทดลองมาตัดรากเก่าทิ้งแล้วนำไปชำในกระบะที่บรรจุวัสดุเพาะ หลังจากนั้น 5-7 วัน รากจะงอกออกมาจากฐานของหัว

2.2 เก็บตัวอย่างรากในช่วงเวลาระหว่าง 09.30 - 10.00 นาฬิกา (น) โดยเลือกรากที่มีความ ยาว 3 - 5 มิลลิเมตร(มม) ใช้รากที่ปลายราก มีสีขาวขุ่น

2.3 หยุดวงชีพของเซลโดยนำปลายรากที่ ได้มาแช่ในสารละลาย PDB ที่อิ่มตัวในน้ำเป็น เวลานาน

24-48 ชั่วโมง

2.4 รักษาสภาพเซล โดยนำรากที่แช่ในสารละลาย PDB ออกมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำไปแช่ในน้ำยารักษาสภาพเซลนาน 5 นาที แล้วล้างรากให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น

2.5 แยกเซล โดยการแช่รากลงใน HCl เข้มข้น 1 N ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (°ซ) เป็นเวลานาน 5 นาที แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำกลั่น

2.6 ย้อมสีเนื้อเยื่อใน carbol fuchsin เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง

2.7 นำปลายรากที่ผ่านการย้อมสีแล้ววางบนแผ่นสไลด์ขยี้ปลายรากด้วยเข็มเขี่ยแล้วหยดสี carbol fuchsin 1 หยด ตรงบริเวณที่มีปลายราก ใช้เข็มเขี่ยเคาะเนื้อเยื่อปลายรากให้เซลกระจาย ใช้ปากคีบคีบส่วนของรากที่ไม่ต้องการออกแล้วปิด แผ่นกระจกปิดสไลด์บนบริเวณที่มีเนื้อเยื่อ วางกระดาษซับบนแผ่นสไลด์แล้วกดแผ่นกระจกปิด สไลด์เพื่อให้เซลกระจาย ซับสีที่มากเกินไปออก

2.8 นำแผ่นสไลด์ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เลือกเซลที่มีการแบ่งนิวเคลียสในระยะเมตาเฟส และเป็นเซลที่มีการกระจายตัวของโครโมโซม นับจำนวนโครโมโซมแล้วบันทึกภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์

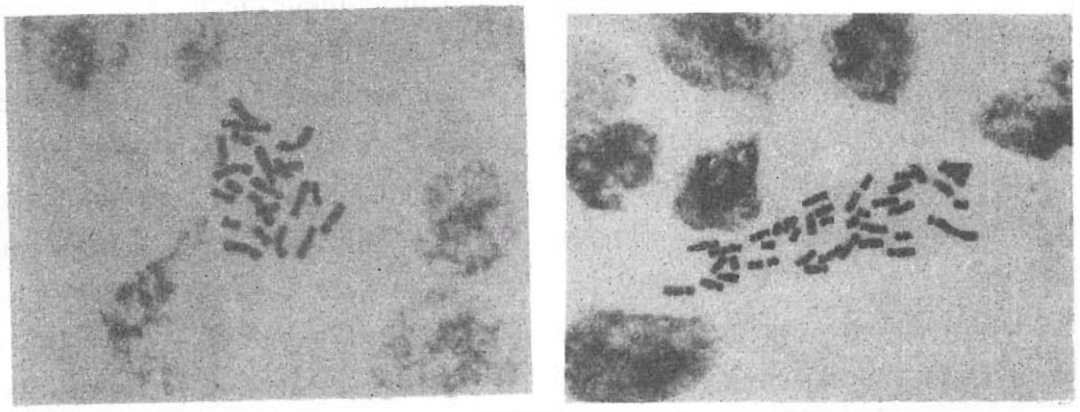
ผลการทดลอง

การศึกษาจำนวนโครโมโซมของพืชทดลอง พบว่าการเก็บตัวอย่างรากของพืชทดลองทุกพันธุ์ ถ้ากระทำในช่วงเวลาระหว่าง 09.30-10.00 น จะได้ตัวอย่างปลายรากที่มีเนื้อเยื่อที่มีการแบ่งตัวอยู่ในระยะเมตาเฟส และเมื่อนำเนื้อเยื่อไปผ่านขั้นตอนการเตรียมดังกล่าวในข้อ 2 แล้วจะพบเนื้อเยื่อที่มีเซลที่มีการแบ่งตัวเป็นจำนวนมาก โครโมโซมติดสีชัดเจนและกระจายตัวดีสามารถนับจำนวนโครโมโซมได้แม่นยำ และเป็นเทคนิค ที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมเนื้อเยื่อเพื่อตรวจหาและ ตรวจนับโครโมโซม ผลการตรวจนับจำนวนโครโมโซมของว่านสี่ทิศที่ทดลองมีดังนี้

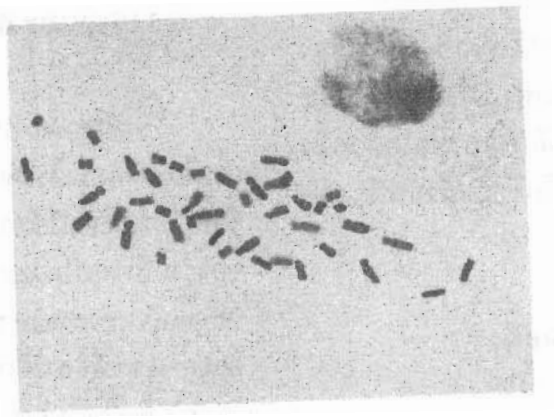
ว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้าน (R)
มีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 (ภาพที่ 1a)
ว่านสี่ทิศพันธุ์ Apple Blossom (P)
มีจำนวนโครโมโซม 2n = 44 (ภาพที่ 1b)
ว่านสี่ทิศพันธุ์ Orange Sovereign (O)
มีจำนวนโครโมโซม 2n = 44 (ภาพที่ 1c)
ว่านสี่ทิศลูกผสม R x O
มีจำนวนโครโมโซม 2n = 34 (ภาพที่ 2a)
ว่านสี่ทิศลูกผสม R x P
มีจำนวนโครโมโซม 2n = 33 (ภาพที่ 2b)
ว่านสี่ทิศลูกผสม O x R
มีจำนวนโครโมโซม 2n = 36 (ภาพที่ 2c)

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ได้เทคนิคที่เหมาะสมในการศึกษาโครโมโซมจากเซลปลายรากของว่านสี่ทิศ ซึ่งสามารถนำไปใช้สำหรับการตรวจหาโครโมโซมของว่านสี่ทิศชนิดและพันธุ์ต่างๆ ตลอดจนลูกผสมที่เกิดจากการผสมและปรับปรุงพันธุ์ สามารถเตรียมตัวอย่างรากเพื่อการศึกษาโครโมโซมได้แม่นยำและไม่เสียเวลามากในการเตรียม นอกจากนี้เทคนิคที่ได้จากการตรวจนับจำนวนโครโมโซมปลายรากของว่านสี่ทิศที่ทำการทดลอง พบว่า พันธุ์พื้นบ้านดอกเล็กสีแดง (R) มีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 สอดคล้องกับรายงานของวนิดา (2523) ที่รายงานไว้ว่าว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นเมืองที่พบในประเทศไทย เช่น แดงปากช่อง มีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 และพบว่าพันธุ์ Apple Blossom (P) และพันธุ์ Orange Sovereign (O) มีจำนวนโครโมโซม 2n = 44 และลูก



a. b.



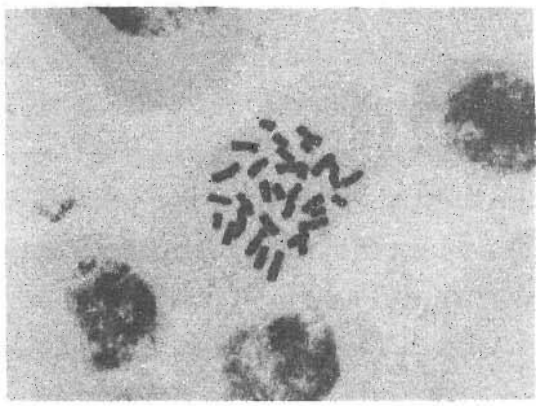
c.

Figure 1 Somatic chromosome of amaryllis.

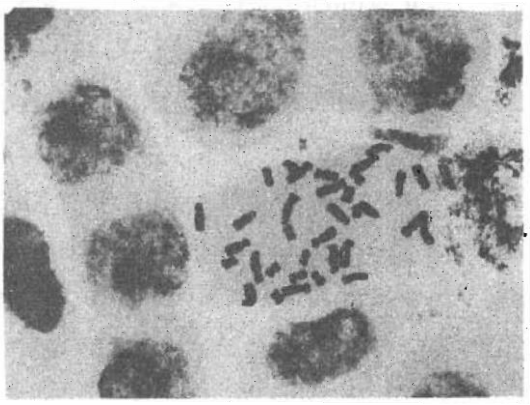
a. local red small – flowered 2n=22 (471 X)

b. Apple Blossom 2n=44 (471 X)

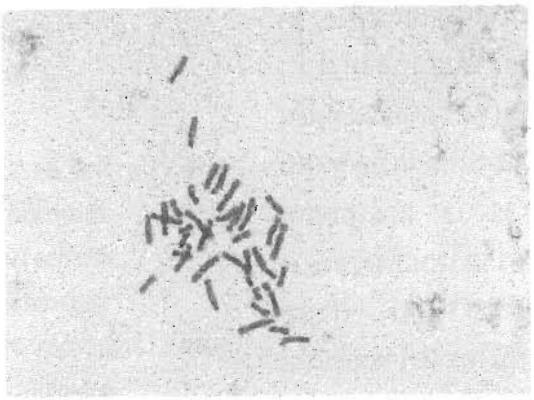
c. Orange Sovereign 2n=44 (471 X)



a.



b.



c.

Figure 2 **Somatic chromosome of the hybrids.**

a. R x P 2n=33 (471 X)

b. R x O 2n=34 (471 X)

c. O x R 2n=36 (471 X)

ผสมที่ได้จากการผสมของพันธุ์ R, P และ O นั้นลูกผสมจากคู่ผสมต่างๆ มีจำนวน โครโมโซม 2n เป็น 33, 34 และ 36 ในลูกผสมของ R x P, R x O และ O x R ตามลำดับ จากการศึกษาน่าจะสามารถนำไปใช้กับพืชชนิดอื่น ที่มีความใกล้ชิดกันหรือกับไม้ดอกไม้ประดับประเภทหัว ที่มีโครงสร้างของหัวคล้ายคลึงกันได

จากการศึกษาของ Arroyo (1982), Khaleel and Siemsen (1989), Laksmi (1980), Okubo (1993) และ Traub (1958) เสนอไว้ว่าจำนวนโครโมโซมพื้นฐานของ amaryllis เป็น x = 11 และจากผลการศึกษาที่ได้ครั้งนี้ พบว่าว่าน สี่ทิศพันธุ์พื้นบ้านดอกเล็กสีแดงมีจำนวนโครโมโซม เป็น 2n = 2x = 22 ซึ่งกล่าวได้ว่าว่านสี่ทิศพื้นบ้าน ดอกเล็ก สีแดงนี้มีระดับ ploidy เป็น diploid ส่วนพันธุ์ดอกใหญ่ 2 พันธุ์ (P และ O) นั้นมีจำนวน โครโมโซม 2n = 44 จึงน่าจะเป็น tetraploid (2n = 4x=44) และเมื่อพิจารณาจากจำนวนโครโมโซมของลูกผสมที่ได้จากการผสมของพันธุ์ดอกเล็กและพันธุ์ดอกใหญ่นั้น พบว่า ลูกผสมที่ได้เป็น triploid และ triploid ที่เป็น aneuploid กล่าวคือ มี 2n = 33, 34 และ 36 คือ คู่ผสมของ R x P เป็นtriploidมี 2n = 3x =33 และลูกผสมของ R x O เป็น triploid ที่มีโครโมโซมเพิ่มขึ้นมา 1 แท่งในลักษณะ trisomy (2n=3x+1=34) ส่วนคู่ผสม O x R นั้นเป็น triploid ที่มีโครโมโซมเพิ่มขึ้นมา 3 แท่ง แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็น 2n = 3x + 1 + 1 +1 หรือ 2n = 3x + 2 +1 หรือ 2n = 3x + 3 จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมให้ละเอียดกว่านี้

การผันแปรในลักษณะของ aneuploidy ดังที่พบจากการทดลองนี้ เมื่อใช้ต้นที่เป็นtetraploid เป็นพ่อแม่พันธุ์นั้น เป็นสิ่งที่น่าจะได้รับความสนใจ ใน การผสมพันธุ์ว่านสี่ทิศ เนื่องจากน่าจะได้ความผันแปรในลักษณะทางสัณฐานที่มีคุณค่า ดังเช่นที่พบรายงานโดย Traub (1958) และ Khaleel and Siemsen (1989) ว่ามี amaryllis ที่เป็น 2n = 4x = 43, 45 และการผันแปรในลักษณะดังกล่าวน่าจะเกิดได้ง่ายในว่านสี่ทิศ เมื่อใช้ต้นพ่อแม่พันธุ์ที่เป็น tetraploid ดังจะเห็นได้จากการทดลองนี้ว่าเกิด aneuploidy ได้ถึง 2 ลักษณะ อนึ่งจากการศึกษาโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าโครโมโซมของว่านสี่ทิศมีขนาดค่อนข้างใหญ่ติดสีย้อมชัดเจนและโครโมโซมหดสั้นได้มากจนสามารถเห็นลักษณะรูปร่างของโครโมโซมได้ชัดเจน ทั้งนี้ยกเว้นโครโมโซมของลูกผสมจาก O x R ที่โครโมโซมหดตัวน้อยกว่าจากตัวอย่างอื่นๆ ดังนั้นจึงทำให้น่าที่จะสามารถศึกษา karyotype ของโครโมโซมของลูกผสมที่ได้ จากการ ผสมพันธุ์ได้ไม่ยากควรที่จะมีการศึกษาเกี่ยวกับ ความผันแปรดังกล่าวได้และนำไปใช้ประโยชน์ ในการพัฒนาพันธุ์ว่านสี่ทิศต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

ภูวดล บุตรรัตน์. 2528. เทคนิคทางพฤกษศาสตร์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, สงขลา. 213 น.

วนิดา โศภิณเวทยา. 2523. การใช้ colchicine ชักนำให้เกิด polyploid ในหัวว่านสี่ทิศ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 49 น.

Arroyo, S. 1982. The chromosome of Hippeastrum, Amaryllis and Phycella (Amaryllidaceae). Hort. Abstr. 52 (11) : 715.

Dyer, A. F. 1979. Investigating Chromosome. Edward Arnold Ltd., London. 138p.

Khaleel, T.F. and D. Siemsen. 1989. Cytoembryology of Amaryllis hybrids. Hort. Abstr. 59(11) : 1,059.

Laksmi, N. 1980. Cytotaxonomical studies in eight genera of Amalyllidaceae. Cytologia 45: 663-673.

Okubo, H. 1993. Hippeastrum. In The Physiology of Flower Bulbs. A. A. de Hertogh and M. le Nard. eds., Elsevier, Amsterdam. p. 321-334.

Traub, H.T. 1958. The Amaryllis Manual. The Macmillon Company, New York. 338 p.

วารสารเกษตร 17(1) : 50 - 58 (2544)
Journal of Agriculture 17(1) : 50 - 58 (2001)

การปรับปรุงพันธุ์เห็ดหอมโดยการผสมพันธุ์ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว

Improvement of Shiitake Mushroom by Dikaryon - Monokaryon Crossing

ศิริพร เดชะอูป[1/] *และ วิเชียร ภู่สว่าง*[1/]
Siriporn Dechaoup[1/] *and Wichian Pooswang*[1/]

Abstract : Improvement of Shiitake mushroom [*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler] by dimon crossing was studied. Suitable growth statges of fruiting bodies for making spore print were those fully matured opened mushroom. Cultivars used as dikaryotic mycelium were L1 rainy season cultivar; and L2 winter season cultivar. Monokaryotic mycelium used were those grown from spores of both cultivars. A total of 104 combinations of dimon crossing were made and only 28 hybrids were obtained. Four of them were not able to produce fruiting bodies on the agar in the test tube, but all of them were able to do in the sawdust cultured bags. There was one dimon hybrid (H18), from a smooth and very fast growing monokaryotic L2 mycelium crossed with dikaryotic L1 mycelium, gave 14.57% higher yield after dressing than L2 but not statistically different. Almost all the high yield dimon hybrid had 4, 5 and 7 bands of isozyme esterase.

[1/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

[1/]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200. Thailand.

บทคัดย่อ : ได้มีการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์เห็ดหอมโดยวิธีการผสมข้ามแบบไดมอน ระยะการเติบโตของดอกเห็ดหอมที่เหมาะสมสำหรับเก็บสปอร์ คือ ดอกที่เติบโตและบานเต็มที่แล้ว พันธุ์ที่ใช้เป็นเส้นใยนิวเคลียสคู่ คือ L1 ซึ่งเป็นพันธุ์ฤดูฝน และ L2 ซึ่งเป็นพันธุ์ฤดูหนาว ส่วนพวกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่ใช้นั้น เพาะจากสปอร์สายพันธุ์ทั้งสอง ได้มีการผสมพันธุ์แบบไดมอนทั้งหมด 104 คู่ผสมได้ลูกผสม 28 ตัว มีลูกผสมเพียงสี่ตัวที่ไม่สามารถ เกิดดอกเห็ดบนอาหารวุ้นในหลอดทดลองได้ แต่ทั้งหมดสามารถเกิดดอกเห็ดได้ในถุงเพาะขี้เลื่อย มีลูกผสมไดมอนตัวหนึ่ง (H18) ซึ่งเป็นเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่เจริญเร็วมากและเส้นใยเดินเรียบที่ได้จาก L2 ผสมข้ามกับเส้นใยนิวเคลียสคู่ของ L1 ทำให้ได้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตของ L2 หลังการตัดแต่งแล้ว 14.57% แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ลูกผสมไดมอนที่ให้ผลผลิตสูงเกือบทั้งหมดจะมีแถบของไอโซไซม์เอสเทอเรส 4, 5, และ 7 แถบ

Index words : เห็ดหอม การผสมพันธุ์ การผสมพันธุ์แบบไดมอน ไอโซไซม์เอสเทอเรส
Lentinula edodes, Shiitake mushroom, Breeding, Dimon crossing, Isozyme esterase

คำนำ

เห็ดหอม หรือ shiitake mushroom เป็นเห็ดที่นิยมนิยมบริโภคกันมากจึงเป็นเห็ดที่มีราคาแพง ชนิดหนึ่ง (วสันต์, 2536) ดังนั้นจึงเป็นเห็ดที่นิยม เพาะกันมากเป็นอันดับสองของเห็ดที่เพาะในโลก นิยมเพาะกันมากในแถบเอเชียตะวันออก เช่น ญี่ปุ่น และจีนมาเป็นเวลานาน (Bahl, 1994; Kawai *et al.*, 1995) ปัจจุบันเห็ดหอมได้รับความสนใจไปทั่วโลกทำให้เทคโนโลยีด้านการเพาะได้มีการปรับปรุงขึ้นอย่างรวดเร็ว (Kawai *et al.*, 1995) ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการสั่งเห็ดหอมเข้ามาบริโภคเห็ดที่สั่งเข้ามาบริโภคมีราคาแพง จากสาเหตุดังกล่าวจึงได้มี ความพยายามที่จะเพาะเห็ดหอมในประเทศไทย ผลการทดลองพบว่าสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยสามารถเพาะเห็ดหอมได้ โดยเฉพาะแถบ ภาคเหนือของประเทศไทย (ปัญญา, 2537) สายพันธุ์เห็ดหอมที่เพาะเลี้ยงในประเทศไทย นำเชื้อมาจากต่างประเทศและเป็นสายพันธุ์ทนร้อน เนื้อบางและผิวไม่แตกอย่าง สายพันธุ์เขต หนาว ซึ่งออกดอกได้ในฤดูหนาว หรือในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิ 12-22 องศาเซลเซียส (ราชบัณฑิตย สถาน, 2539) แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาทดลองโดยโครงการหลวงสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และกรมวิชาการ เกษตรพบว่าสายพันธุ์เห็ดหอมที่ปรับตัวได้ในประเทศไทย ยังจำกัดอยู่ในพื้นที่สูงและมีอากาศเย็น (ธวัชชัย, 2542)

การปรับปรุงพันธุ์เห็ดหอมซึ่งใช้วิธีการผสมพันธุ์แบบเส้นใยนิวเคลียสคู่ผสมกับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (di-mon crossing; dikaryon-monokaryon crossing) อาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ เห็ดหอมสายพันธุ์ใหม่ที่สามารถเพาะได้ในสภาพพื้นที่และสภาพภูมิอากาศต่างๆ ได้ดี

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อสร้างเห็ดหอมสายพันธุ์ใหม่

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา

ทราบแนวทางการปรับปรุงสายพันธุ์เห็ดหอมโดยการผสมพันธุ์ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (dikaryon-monokaryon crossing)

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การเพาะเลี้ยงเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดหอมสายพันธุ์ L1 และ L2

อุปกรณ์ เห็ดหอมสายพันธุ์ L1 และ L2, อุปกรณ์ที่ใช้ในการเขี่ยเชื้อ, อาหารวุ้น พีดีเอ, อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสปอร์และแยกสปอร์เดี่ยว, อุปกรณ์สำหรับการตรวจสอบข้อยึดระหว่างเซลล์, วัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดลงถุงขี้เลื่อย

วิธีการ เพาะเห็ดหอมทั้งสองสายพันธุ์ลงถุงเพาะ (ถุงพลาสติกทนร้อน ขนาด 6 x12 นิ้ว) สายพันธุ์ละ 30 ถุง จากนั้นปล่อยให้เจริญเติบโตจนเต็มถุง แล้วทิ้งไว้จนเส้นใยเริ่มรัดตัวเกิดเป็นสีน้ำตาล ซึ่งใช้เวลาประมาณ 3 เดือน จึงเปิดถุง แล้วกระตุ้นให้เกิดดอกโดยการใช้น้ำเย็นรดวันละ 3 เวลา (เช้า กลางวัน เย็น) รักษาสภาพความชื้นในโรงเรือนให้ชุ่มชื้นตลอดเวลา ภายในระยะเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ เห็ดจะเริ่มออกดอกจากนั้นอีกประมาณ 2 วัน จึงทำการเก็บเกี่ยวดอกเห็ดของทั้งสองสายพันธุ์มาดักสปอร์ ส่วนการศึกษาระยะของดอกเห็ดที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการดักสปอร์ โดยการเก็บดอกเห็ดทั้งหมด 3 ระยะ ดังภาพที่ 5 มาศึกษาเวลาที่เริ่มการปลดปล่อยสปอร์ และเวลาที่ใช้ในการงอกของสปอร์ จากนั้นตรวจสอบเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดหอมทั้งสองสายพันธุ์ โดยการแยกเส้นใยที่งอกจากสปอร์สายพันธุ์ละ 100 สปอร์ นำมาเลี้ยงประมาณ 7 วัน จึงนำมาตรวจสอบ เพื่อหาเส้นใยที่ไม่มีข้อยึดระหว่างเซลล์ของแต่ละสายพันธุ์ แล้วนำเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่ได้นำไปเลี้ยงในอาหารวุ้นใหม่ บันทึกลักษณะดอกของเห็ดหอมที่ใช้ในการดักสปอร์ ระยะเวลาที่ใช้ในการเริ่มปลดปล่อยสปอร์และเวลาในการงอกของสปอร์ ระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะก่อนที่จะพบการงอกของสปอร์ จำนวนเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวจากการตรวจที่ไม่พบข้อยึดระหว่างเซลล์ (clamp connection)

การทดลองที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของทั้งสองสายพันธุ์ในอาหารวุ้น

อุปกรณ์ เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของ เห็ดหอม L1 และ L2, ขวดแบนขนาดบรรจุ 375 มิลลิลิตร, วัสดุสำหรับเตรียมอาหารพีดีเอ, หม้อนึ่งความดัน, กระบอกตวง, จุกสำลี, กระดาษ

วิธีการ เตรียมอาหารพีดีเอตามสูตร ใส่อาหารพีดีเอลงในขวดแบนขวดละ 40 มิลลิลิตร นำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ นาน 45 นาที หลังจากนั้นนำไปเอียงเพื่อเพิ่มพื้นที่ของผิววุ้น เมื่อวุ้นเย็นและแข็งตัวแล้ว จึงนำเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของแต่ละสายพันธุ์มาเลี้ยงตรงจุดกึ่งกลางของเส้นที่ขีดเป็นแนวกากบาท (ทั้งแนวตั้งและแนวนอน) เลี้ยงเส้นใยเป็นระยะเวลา 2 วัน ทำการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางทั้งแนวตั้งและแนวนอน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นรอจนเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวตัวใดตัวหนึ่งชนขอบวุ้นก่อน (วันที่ 9) จึงเริ่มวัดเส้นผ่าศูนย์กลางทั้งแนวตั้งและแนวนอนอีกครั้ง แล้วคิดค่าเฉลี่ย นำค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของวันที่ 9 ลบด้วยค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของวันที่ 2 ซึ่งเป็นระยะเวลา 7 วัน ค่าที่ได้จึงเป็นการเติบโต ของเส้นใยใน 7 วัน ในหน่วยเซนติเมตร นำมาคิดเป็นอัตราการเติบโตต่อวัน โดยหารด้วย 7 เมื่อได้ค่าอัตราการเติบโตของ เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว

แล้วจึงแบ่งเส้นใยออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มเจริญเติบโตช้ามาก , ช้า, เร็ว และเร็วมาก โดยแบ่งกลุ่มตามค่าเฉลี่ยและ 1 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยบันทึกการเติบโตของเส้นใย แบ่งกลุ่มตามอัตราการเติบโตของเส้นใยและลักษณะของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว

การทดลองที่ 3 ผสมพันธุ์แบบไดมอน (di-mon crossing) ระหว่างเห็ดหอม สายพันธุ์ L1 และ L2 และศึกษาอัตราการเติบโตของลูกผสม

อุปกรณ์ เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดหอม L1 และL2 ที่ได้จากการทดลองที่ 2 มาผสมกับเห็ดหอม L1 และ L2 ,หลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร, วัสดุสำหรับเตรียมอาหารพีดีเอ, จุกสำลี, อุปกรณ์สำหรับตรวจข้อยึด ระหว่างเซลล์

วิธีการ เตรียมอาหารพีดีเอใส่หลอดทดลองหลอดละ 10 มิลลิลิตร ปิดจุกสำลี นำไปนึ่งในหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว นาน 45 นาที หลังจากนั้นนำหลอดมาเอียงเพื่อเพิ่มพื้นผิววุ้น เมื่อวุ้นเย็นและแข็งตัว แล้วให้นำเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวกับเส้นใยนิวเคลียสคู่มาเลี้ยงด้วยกัน โดยวางไว้คนละตำแหน่งห่างกันประมาณ2เซนติเมตร แล้วปล่อยให้เส้นใยเดินชนกัน เพื่อให้เกิดการรวมตัวหรือผสมกันโดยมีจำนวนคู่ผสมทั้งหมด 104 คู่ผสม ตรวจสอบการผสมเข้ากันได้ โดยวิธีการตรวจดูข้อยึดระหว่างเซลล์ เมื่อได้ลูกผสมตัวใหม่ ซึ่งมีข้อยึดระหว่างเซลล์ให้ตัดไปเลี้ยงในหลอดวุ้นหลอดใหม่ นำลูกผสมที่ได้ไปวัดการเติบโตของเส้นใยของลูกผสม ซึ่งทำเช่นเดียวกับการวัดการเติบโตของเส้นใย นิวเคลียสเดี่ยว แต่เนื่องจากเส้นใยนิวเคลียสคู่เจริญเติมโตได้เร็วกว่า จึงใช้เวลาเพียง 7 วันก็เดินชนขอบวุ้น จากบันทึกความสามารถในการผสมเข้ากันได้โดยดูจากการปรากฏข้อยึดระหว่างเซลล์, ลักษณะการชนกันของเส้นใยคู่ผสมต่างๆ และวัดการเติบโตของลูกผสมเฉพาะที่มีข้อยึดระหว่างเซลล์

การทดลองที่ 4 ความสามารถในการเกิดปุ่มดอกของลูกผสม เปรียบเทียบกับเห็ดหอมสายพันธุ์ L1 และ L2 ในสภาพอาหารวุ้น

อุปกรณ์ เห็ดหอมลูกผสมที่ได้จากการทดลองที่ 3 จำนวน 28 ตัว และเห็ดหอมสายพันธุ์ L1 และ L2, อาหารวุ้นเอียงปริมาตร 10 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร ที่นึ่งในหม้อนึ่งความดันเรียบร้อยแล้ว, จุกสำลี

วิธีการ เลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมลูกผสม และเห็ดหอมสายพันธุ์ L1 และ L2 ในหลอดทดลองที่มีอาหารพีดีเอดังกล่าว ดูความสามารถในการเกิดปุ่มดอก ระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดปุ่มดอกและจำนวนปุ่มดอกที่ปรากฏ

การทดลองที่ 5 ลักษณะของแถบไอโซไซม์เอสเทอเรส (esterase isozyme)

อุปกรณ์ เส้นใยเห็ดหอมลูกผสมและสายพันธุ์พ่อแม่ (L1 และ L2), โกร่งสำหรับบดตัวอย่างพืช, เครื่องเหวี่ยง (centrifuge), ตู้เย็นและตู้แช่แข็ง –20 องศาเซลเซียส, เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter), eppendrozf p[/ tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร, ชุดทำอิเล็กโตรโฟรีซิสแบบ slab gel, เครื่องจ่ายกระแสไฟ, ถุงมือ, เครื่องแก้ว ต่างๆ, กระดาษกรอง, extraction buffer, ส่วน ประกอบของเจล, electrode buffer, สีย้อมเอนไซม์, marker

วิธีการ นำเส้นใยเลี้ยงในอาหารเหลวที่บรรจุในขวดโซดาขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 150 มิลลิลิตร ในสภาพปลอดเชื้อ เลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วันจึงนำเส้นใยมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 แล้วเก็บไว้ในถุงพลาสติก แช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปใช้ในการสกัดเอนไซม์ต่อไป จากนั้นเตรียมสารเคมีแล้วนำเส้นใยเห็ดลูกผสมแต่ละตัวที่แช่แข็งมาบดให้

ละเอียดในโกร่งที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยก่อนทำการบดเส้นใยให้นำโกร่งที่จะบดไปแช่เข็งที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียสก่อน ในการบดให้เติม 0.1 M Tris-buffer pH 8.2 โดยใช้ในสัดส่วน จำนวน 5 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักของเส้นใย 3 กรัม แล้วทำการบดเพื่อให้เส้นใยและสารละลายเข้ากัน จากนั้นนำเส้นใยที่บดได้ร่วมกับสารดังกล่าวใส่ใน eppendrorf tube เพื่อไปเหวี่ยงที่ความเร็ว 10000 รอบต่อนาที (10,248.48 g) นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นำสารละลายใสส่วนบน (supernatant) ใส่ใน eppendrorf tube ซึ่งมี glycerine 0.1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำเก็บเข้าตู้แช่ นำเอนไซม์ที่สกัดได้ไปแยกบนเจล โดยต่อชุดอิเล็กโตรโฟรีซิสทั้งหมดให้ครบเติม running buffer ลงใน chamber แล้วจึงใส่สารตัวอย่างที่เตรียมไว้ลงในช่องของ stacking gel โดยใช้เข็มสำหรับ Loading (50 ml) ค่อยๆหยดตัวอย่างเห็ดผ่านบัฟเฟอร์ลงในช่องเจลหยด bromophenol blue ประมาณ 20 ml ต่อช่องเพื่อใช้เป็นเครื่องหมาย ต่อขั้วบวกเข้ากับ chamber ล่าง และขั้วลบเข้ากับ chamber บน เปิดเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยใช้กระแสคงที่ 22-26 mA 250 โวลท์ เปิดเครื่องควบคุม electode buffer ที่ 4 องศาเซลเซียส ปล่อยให้ชุดอุปกรณ์ อิเล็กโตรโฟรีซีส ดำเนินต่อไปประมาณ 4-6 ชั่วโมง จนเห็นสีของ bromophenol blue เคลื่อนลงส่วนล่างของเจลจึงหยุดการทำงาน แล้วนำเจลที่ได้ออกจากแผ่นแก้วที่ประกบเพื่อนำมาทำการย้อมสีของเอนไซม์เอสเทอเรส บันทึกลักษณะแถบไอโซไซม์เอสเทอเรส และ ค่า R_f

การทดลองที่ 6 ทดสอบความสามารถในการเกิดดอกของเห็ดลูกผสม ที่ผ่านการเลี้ยงเส้นใยในถุงเพาะในระยะที่ต่างกัน 3 ระยะเวลา ศึกษาลักษณะดอกและผลผลิตในถุงเพาะเปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่ (L1 และ L2)

อุปกรณ์ เห็ดลูกผสมจำนวน 28 สายพันธุ์ และสายพันธุ์ L1 และ L2 (พ่อแม่) , เครื่องชั่งละเอียด , ไม้บรรทัด , วัสดุอุปกรณ์ สำหรับการเพาะเห็ดหอมในถุงขี้เลื่อย , มีด

วิธีการ วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in CRD) มี 4 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 คือสายพันธุ์เห็ดหอม ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงเส้นใย ซึ่งมี 3 ระดับ คือ 60 , 100 และ 140 วัน นำเห็ดหอมเพาะลงในถุงพลาสติกโดยใช้สูตรอาหารมาตรฐานสำหรับ การเพาะเห็ดหอมของภาควิชาพืชสวน โดยจะ เตรียมการเพาะของ 140 วันก่อน ต่อจากนั้นอีก 40 วัน จึงเพาะของ 100 วัน และอีก 40 วัน หลังจากนั้น เพาะของ 60 วัน เมื่อครบเวลาการบ่มเส้นใย 140 , 100 และ 60 วัน จึงเริ่มทำการเปิดดอกเห็ดหอมโดย จะทำการวางก้อนของทุกสายพันธุ์บนพื้นในโรงเรือน ซึ่งมีการให้ความชื้นโดยการรดน้ำวันละ 3 เวลา คือ ตอนเช้า กลางวัน และเย็น บันทึกความสามารถในการเกิดดอก ผลผลิตน้ำหนักสดก่อนและหลังการตัดแต่ง (กรัม) และลักษณะ และคุณภาพดอก (สี ขนาด ความยาวก้านดอกและรูปร่างดอก)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการทดลองที่ 1 การเพาะเลี้ยงเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดหอมสายพันธุ์ L1 และ L2 พบว่าเห็ดหอมที่อยู่ในระยะที่ 1 คือระยะที่ดอกตุมและเยื่อหุ้มที่ใต้ดอกยังปิดครีบดอกอย่างสนิทนั้น ไม่สามารถปลดปล่อยสปอร์ได้ในขณะที่เห็ดหอมระยะที่ 2 ซึ่งเป็นระยะเยื้อหุ้มใต้ดอกเริ่มเปิดให้เห็นครีบดอกบ้าง กับระยะที่ 3 ซึ่งเป็นระยะที่เยื่อหุ้มใต้ดอกเปิดกว้างมากนั้นมีความสามารถปลดปล่อยสปอร์จากดอกได้ โดยระยะที่ 3 จะใช้เวลานับตั้งแต่เริ่มเตรียมการจนกระทั่งเริ่มปลดปล่อย

สปอร์เพียง 5 ชั่วโมงซึ่งน้อยกว่า ระยะ ที่ 2 ที่ใช้เวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำสปอร์ที่ได้มา ทดสอบความสามารถในการงอก พบว่าทั้งระยะที่ 2 และระยะที่ 3 สปอร์ของเห็ดหอมสามารถงอกได้ โดยใช้เวลา 5 วัน เท่ากัน จากการศึกษาของ Tokimoto and Komatsu (1978) พบว่าในการปลดปล่อยสปอร์จะเกิดขึ้นที่บริเวณเนื้อเยื่อ ไฮยาโลพลาสมิก (hyaloplasmic) ซึ่งจะอยู่ที่ขั้วของ สปอร์และปลายของ sterigma เมื่อไฮยาโลพลา สมิกแบ่งตัว จะทำให้เกิดการปล่อยสปอร์ ดังนั้นจึง ทำให้การปลดปล่อยสปอร์ของเห็ดในระยะการเจริญ เติบโตที่ต่างกันจึงใช้เวลาแตกต่างกัน เพราะระยะเวลาที่ใช้ในการแบ่งตัวของเนื้อเยื่อดังกล่าวอาจใช้เวลาไม่เท่ากัน ส่วนการที่ระยะการเติบโต ของดอกเห็ดหอมระยะที่ 1 ไม่มีการปล่อยสปอร์ก็ อาจมีสาเหตุมาจากการที่เนื้อเยื่อ ไฮยาโรพลาสมิกไม่มีการแบ่งตัว ดังนั้นจากการทดลองนี้จึงทำให้สามารถเลือกระยะการเจริญเติบโตของดอกเห็ดหอมที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการดักสปอร์ โดยพบว่าระยะที่ 2 กับระยะที่ 3 เป็นระยะที่ สามารถนำมาใช้ในการดัก สปอร์ได้

จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของเส้นใย นิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดหอมทั้งสายสองพันธุ์ คือ L1 และL2 ในอาหารวุ้น พบว่าเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ซึ่งแบ่งออกได้ 4 กลุ่มคือ กลุ่มการเจริญเร็วมาก กลุ่มการเจริญเร็ว กลุ่มการเจริญช้า และกลุ่มการเจริญช้ามาก เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวส่วนใหญ่จะอยู่ ในกลุ่มการเจริญเร็ว จากการนำเส้นใยนิวเคลียส เดี่ยวทั้ง 4 กลุ่มมาผสมพันธุ์แบบไดมอนกับ เห็ดหอมสายพันธุ์ L1 และ L2 จำนวน 104 คู่ผสม พบว่าได้เส้นใยลูกผสมตัวใหม่ (เส้นใยนิวเคลียสคู่) ที่ตรวจพบข้อยึดระหว่างเซลล์ จำนวน 28 ตัว จำนวนลูกผสมที่ได้ส่วนใหญ่มาจากการผสมพันธุ์ใน กลุ่มที่ 3 (mono L2 x di L1) ซึ่งให้จำนวนของ ลูกผสม 14 ตัว ซึ่งมีจำนวนลูกผสมมากกว่าการผสมพันธุ์ในกลุ่มที่ 4 (mono L2 x di L2) กลุ่มที่ 1 (mono L1 x di L1) และ กลุ่มที่ 2 (mono L1 x di L2) ซึ่งมีจำนวนลูกผสม 8, 3 และ 3 ตัว ตามลำดับ การให้ผลออกมาดังกล่าวอาจเป็นเพาะเห็ดหอมมีระบบการผสมพันธุ์แบบปัจจัยคู่ (bifactorial heterothallism หรือ tetrapolar mating system) (FAO, 1990 และ ณัฏฐยา, 2540) เป็นระบบที่การ แสดงออกของเพศหรือระบบการเข้ากันไม่ได้ ถูกควบคุมด้วยปัจจัยทางพันธุกรรม 2 ปัจจัยคือ A และ B โดยทั้งสองปัจจัยมีการกระจายแบบอิสระ ต่อกันซึ่งมีตำแหน่งบนแท่งโครโมโซมต่างกัน โดยแต่ละปัจจัยมีหลายคู่ยีน (2 loci/multiple alleles) (Tokimoto and Komatsu, 1978; Peberdy *et al.* , 1993 and Miles , 1996) การผสมพันธุ์จะประสบผลสำเร็จจนได้เส้นใยนิวเคลียสคู่นั้น เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวทั้งสองจะต้องพาเอาคู่ยีนที่ ต่างกันมาจับคู่กัน หรือผสมข้ามจนเกิดเส้นใย ที่มีข้อยึดระหว่างเซลล์ที่สมบูรณ์ กลายเป็นเส้นใย นิวเคลียสคู่ที่สามารถพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดได้ (ณัฏฐยา, 2540) ในระบบการผสมพันธุ์แบบปัจจัยคู่ ทั้งปัจจัย A และ B จะควบคุมลักษณะที่แตกต่างกัน หรือมีผลต่อการผสมพันธุ์ โดยการผสมที่มีปัจจัย ต่างกันทำให้มีโอกาส ได้ลูกผสมมากขึ้น ซึ่งจาก การทดลองนี้พบว่า การผสมข้ามให้จำนวนลูกผสมมากกว่าการผสมตัวเอง

ความสัมพันธ์ระหว่างลูกผสมกับความสามารถในการเกิดปุ่มดอก นั้นพบว่า ลูกผสม H3, H4, H21 และ H22 ซึ่งไม่สามารถเกิดปุ่มดอก ในหลอดทดลองได้ อย่างไรก็ตามกลับสามารถเกิดดอกในถุงเพาะได้ แต่ผลผลิตที่ได้อยู่ ในระดับต่ำ Tokimoto and Kawai (1975) กล่าวว่าการการเกิดปุ่มดอกต้องการคาร์บอนและไนโตรเจน ในความเข้มข้นสูง แต่ถ้าไนโตรเจน สูงเกินไปจะยับยั้งการเกิดปุ่มดอก เช่น ถ้ากรด คาร์ซามิโนมีมากถึง 0.02 %

การเกิดปุ่มดอกต้องใช้ คาร์โบไฮเดรต ถ้ามีน้ำตาลมากถึง 8% ในรูปของ แซคคาโรสการเกิดดอกจะยิ่งให้ผลมากขึ้น ซึ่งสาเหตุที่ทำให้สามารถเกิดดอกในหลอดไม่ได้ อาจเป็นเพราะสายพันธุ์ดังกล่าวได้รับปัจจัยสภาพแวดล้อมและอาหารไม่เพียงพอ

จากการตรวจสอบทางด้านพันธุกรรมโดยใช้ไอโซไซม์เอสเทอเรส พบว่าลูกผสมที่ให้ผลผลิตดี จะมีลักษณะทางไอโซไซม์เอสเทอเรสที่ให้จำนวนแถบของไอโซไซม์เอสเทอเรสจำนวน 4, 5 และ 7 แถบ Royse and May (1993) กล่าวว่าการทดสอบลักษณะไอโซไซม์เอสเทอเรสของลูกผสมที่ได้เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่พบว่าลักษณะที่ได้สามารถแยกความแตกต่างของลูกผสมจากเห็ดหอมสายพันธุ์พ่อแม่ ดังนั้นเทคนิคทางด้านอิเลคโตรโฟลีซิส ซึ่งสามารถตรวจสอบความแตกต่างของไอโซไซม์ดังกล่าวได้จึงสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมหรือความแตกต่างทางด้านสายพันธุ์ได้ แต่ข้อมูลจากไอโซไซม์เอสเทอเรสเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถบ่งชี้ความสามารถในการให้ผลผลิตได้ อาจต้องมีข้อมูลอื่นร่วมอีก

เมื่อนำลูกผสมที่ได้มาทดสอบผลผลิต พบว่ามี 6 คู่ผสมที่ให้ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ดี (ตารางที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดหอมสายพันธุ์ L2 ซึ่ง 5 คู่ผสม มาจากการผสมข้าม (mono L2 x di L1) 1 คู่ผสมมาจากการผสมตัวเอง (monoL2 x di L1) ของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว L2 โดยกลุ่มการเจริญของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่นำมาใช้ในการผสมพันธุ์คือ กลุ่มเส้นใยเจริญเร็วมาก กลุ่มเส้นใยเจริญเร็ว และกลุ่มเส้นใยเจริญช้า ส่วนลักษณะการเดินเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่ใช้ในการผสมพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตดีนั้น ใช้เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่มีลักษณะเดินเรียบและเดินฟู ดังนั้นในการผสมพันธุ์แบบไดมอนครั้งต่อไป ควรเลือกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่อยู่ในกลุ่มเส้นใยเจริญเร็วมาก กลุ่มเส้นใยเจริญเร็ว และกลุ่มเส้นใย เจริญช้า (ยกเว้นกลุ่มเส้นใยที่เจริญช้ามาก) ที่มีลักษณะการเดินเรียบและเดินฟู (ยกเว้นลักษณะ ของเส้นใยที่เดินเรียบและมีสีน้ำตาล) มาใช้ในการ ผสมพันธุ์แบบไดมอนจึงทำให้มีโอกาสได้ลูกผสม ที่มีผลผลิตดี อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลผลิตหลังการตัดแต่ง (ซึ่งเป็นน้ำหนักทางการค้า) พบว่าลูกผสม H18 (ได้จากการผสมข้ามระหว่าง mono L2 x di L1) ให้แนวโน้มผลผลิตหลังการตัดแต่งสูงกว่าลูกผสมตัวอื่น และเห็ดหอมสายพันธุ์ L2 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจกล่าวได้ว่าการที่ ลูกผสม H18 มีผลผลิตมากขึ้นซึ่งเกิดจากการผสมข้าม อาจเนื่องมาจากการได้รับยีนใหม่นั่นเอง

ส่วนลักษณะการเกิดสีของดอกลูกผสมเห็ดหอมที่ได้ จากการสังเกตพบว่าลูกผสมสามารถเกิดสีได้ทั้งน้ำตาลคล้ำและน้ำตาลอ่อน และการเกิดสีมีความแปรปรวนตลอดเวลาเป็นบางครั้งให้สีน้ำตาลอ่อน แต่ต่อมาเมื่อมีการให้น้ำหรือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สีก็จะถูกกลับเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มได้

Table 1 Various characteristics of hybrids which gave higher yields than their parents.

Hybridization group	Hybrids (mono x di)	Name of hybrids	Pre-harvest weight (gram per bag)	Post-harvest weight (gram per bag)	The percentage of increasing the post-harvest yield of L2 strain	Number of isozyme bands
Mono L2 x di L1	F4 x L1	H10	57.00	46.50	- 6.53	7
Mono L2 x di L1	E1 x L1	H12	68.25	45.25	- 9.04	5
Mono L2 x di L1	F3 x L1	H14	70.75	50.25	1.00	7
Mono L2 x di L1	E4 x L1	H18	77.75	57.00	14.57	7
Mono L2 x di L1	F5 x L1	H23	59.75	46.50	- 6.53	4
Mono L2 x di L2	G7 x L2	H29	80.50	50.25	1.00	5
L2		L2	67.50	49.75	-	7
LSD		-	NS	NS	-	-

ns $^{0.05}$ = Non-significance at 95% confidential level

สรุปผลการทดลอง

1. ระยะการเจริญเติบโตของเห็ดหอมที่เหมาะสมสำหรับการนำมาดักสปอร์ คือ ระยะที่ 2 เป็นระยะที่เยื่อหุ้มใต้ดอกเริ่มเปิดให้เห็นครีบดอกได้บ้าง หรือ ระยะที่ 3 ระยะที่เยื่อหุ้มใต้ดอกเปิดกว้างมากทำให้เห็นครีบดอกได้ทั้งดอก
2. ในการผสมพันธุ์แบบไดมอน พบว่า กลุ่มการเจริญของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่นำมาใช้ในการผสมพันธุ์แล้วมีโอกาสทำให้ได้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูง คือกลุ่มเส้นใยเจริญเร็วมาก กลุ่มเส้นใยเจริญเร็ว และกลุ่มเส้นใยเจริญช้าโดยลักษณะการเดินของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่ใช้ในการผสมพันธุ์เป็นเส้นใยที่เดินเรียบ เดินฟู
3. ในการผสมพันธุ์แบบไดมอน พบว่า กลุ่มการผสมพันธุ์ที่ให้จำนวนลูกผสมมากที่สุดคือ กลุ่มการผสมพันธุ์แบบ mono L2 x di L1 ซึ่งเป็นการผสมข้าม
4. ลูกผสมบางตัวแม้ไม่สามารถเกิดปุ่มดอกในหลอดทดลองได้ ก็สามารถเกิดดอกในถุงเพาะได้แต่ให้ผลผลิตต่ำ
5. จากการศึกษาผลผลิตของเห็ดหอมลูกผสม พบว่าลูกผสมที่ให้ผลผลิตหลังการตัดแต่ง ที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูง แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติได้จากกลุ่มการผสมพันธุ์แบบ mono L2 x di L1 (ผสมข้ามแบบไดมอน) รองลงมาคือกลุ่มการผสมพันธุ์แบบ mono L2 x di L2 (การผสมตัวเองแบบไดมอน)
6. ในการศึกษาลักษณะทางไอโซไซม์เอส เทอเรส ของลูกผสม พบว่า ลูกผสมที่ให้ผลผลิตดี 6 สายพันธุ์ มีจำนวนแถบไอโซไซม์เอสเทอเรสตั้งแต่ 4, 5 และ 7 แถบ แต่ข้อมูลจากไอโซไซม์เอส-เทอเรสแต่เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถใช้ทำนายความสามารถในการให้ผลผลิตได้ อาจต้องอาศัยข้อมูลอื่นประกอบด้วย

เอกสารอ้างอิง

ณัฏธยา คำบุญรัตน์. 2540. การปรับปรุงพันธุ์เห็ดนางรมชนิดฟลอลิดาโดยการผสมพันธุ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 75 หน้า.

ธวัชชัย ฑีฆชุณหสเถียร. 2542. เทคโนโลยีกระตุ้นเห็ดหอมออกดอก. หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ. 7 กรกฎาคม. 2542. หน้า 7.

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2537. เทคโนโลยีการเพาะ เห็ด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 421หน้า.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษ ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 170หน้า.

วสันต์ เพชรรัตน์. 2536. การผลิตเห็ด. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่. สงขลา. 226 หน้า.

Bahl, N. 1994. Handbook on Mushroom; 3rd *ed.* Chaman Enterprise. Delhi. India. pp 133.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1990. Technical guidelines

Kawai, G., H. Kobayashi, Y. Fukushima and K. Ohsaki. 1995. Liquid culture induces early fruiting in Shiitake (*Lentinula edodes*), P 825-832. *In*; Elliott T.J.(ed.). Proceeding of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, Oxford/17-22 September 1995. Wellesbourne, UK.

Miles, P.G. 1996. Genetics and breeding of mushroom from Bensaude and Kniep to molecular genetics. P 11-23. *In*; Royse, D.J. (ed) Mushroom Biology and Mushroom Products. Proceeding of the 2nd International Conference June 9-12, 1996. University Park, Pennsylvania.

Peberdy, J.F., A.M. Hanifah and J.H. Jia. 1993. New perspectives on the genetics of *Pleurotus*. P 55-69. *In*; Chang, S.T, J.A. Buswell and S.W. Chiu.(eds). Mushroom Biology and Mushroom Products. Proceeding of the First International Conference.

Tokimoto, K.and A. Kawai. 1975. Nutrition Aspects on Fruit Body Development inReplacement Culture of *Lentinula edodes* (Berk) Sing. Rep. Tottori Mycol Inst (Jpn). 1, 61-68.

Tokimoto, K. and M. Komatsu. 1978. Biological nature of *Lentinus edodes*. P 445-456 *In* Chang, S.T. and W.A. Hayes The Biology and Cultivation of Edible Mushroom. Academic Press. New York.

วารสารเกษตร 17(1) : 59 - 65 (2544)
Journal of Agriculture 17(1) : 59 - 65 (2001)

เชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ที่ติดมากับเมล็ดถั่วเขียวและถั่วเขียวผิวดำ : ผลต่อความงอกและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

Seed-borne *Macrophomina phaseolina* in Mungbean and Blackgram: Effect on Germination and Some Biochemical Changes

แชมซูร รออฮมาน[1/] สุชาดา เวียรศิลป์[1/] และ สมบัติ ศรีชุวงศ์[2/]
Shamsur Rahman[1/], Suchada Vearasilp[1/] and Sombat Srichuwong[2/]

Abstract: In the naturally infected seeds of mungbean and blackgram incited by *Macrophomina phaseolina* were assayed in order to find out the effect on germination, carbohydrate content, and protein content. Due to infection, the germination was reduced greatly in both mungbean and blackgram. While the infection was less, the seed germination was higher and less germination was found in case of severe infection. In biochemical studies, carbohydrate content was greatly depleted in the infected seeds. In contrast, protein content was found increased due to *M. phaseolina* infection in both mungbean and blackgram seeds.

บทคัดย่อ: ผลของเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ที่ติดมากับเมล็ดถั่วเขียวและถั่วเขียวผิวดำ ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ และการเปลี่ยนแปลงด้านชีวเคมีในส่วนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนภายในเมล็ด พบว่า เมล็ดถั่วที่มีเชื้อติดมาทำให้ความงอกของเมล็ดลดลง โดยในพันธุ์ที่เชื้อติดมาน้อยความงอกของเมล็ดลดลงน้อยกว่าในพันธุ์ที่มีเชื้อติดมามาก ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของเมล็ด พบว่าในเมล็ดที่มีการติดเชื้อ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง แต่ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ติดเชื้อ

Index words : โรคหลังการเก็บเกี่ยว เชื้อราในเมล็ดถั่วเขียว
Pastharvest disease, Seed-borne disease, Mungbean, Blackgram

[1/]ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2/]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1/]Department of Agronomy Faculty of Agriculture, Chiang Mai University,Chiang Mai 50200,Thailand.
[2/]Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University,Chiang Mai 50200,Thailand.

Introduction

The fungus *Macrophomina phaseolina* is most frequently found associated with mungbean and blackgram as a seed-borne pathogen. This fungus infecting many crops and the disease caused by this fungus is generally called 'charcoal rot' (Burman and Lodha, 1996; Dhar and Sarbhoy, 1989). In mungbean and blackgram, it reduces not only viability and vigour of seed but also declines the quality of sprouts by producing brown to black spots on them. Seed deterioration by fungi is quite common (Bilgrami *et al.*, 1976). Mungbean and blackgram are substantially rich in protein and carbohydrate content (Nine, 1986). However, information on deterioration in germination and nutritive value such as protein and carbohydrate content in mungbean and blackgram seeds was lacking. Therefore, the present investigation was undertaken to assess the exact losses in germination, carbohydrate content, and protein content due to *M. phaseolina* infection in mungbean and blackgram seeds.

Materials and Methods

Seed samples:

For studying effect of *M. phaseolina* on seed germination, eight seed samples were obtained from different crop research institutes in Thailand. Among them, seven varieties and elite lines of mungbean, which were Chai Nat 60, Chai Nat 36, Chai Nat 72, Khampeng saen 2, MoO 1, No.1, and No.2, and the remaining two of blackgram were Uthong 2 and Phitsanulok 2. The samples were kept at 4^{0}C in a refrigerator till they were used for various studies.

For studying effect of *M. phaseolina* on carbohydrate and protein content, variety Chai Nat 60 was taken for mungbean and Uthong 2 was taken for blackgram, which were carrying natural infection.

Incubation and detection techniques for observing the effect on germination:

Seed samples were analyzed by 'Blotter method' following International Rules for Seed Health Testing (ISTA, 1993). In this method, three layers of blotter papers named Whatman no.1 were allowed to soak in sterilized water and were placed on sterile glass Petridish of 9 cm diameter. The seeds were taken randomly and 400 seeds were placed using equidistantly 10 seeds per Petridish. Findings of ten Petridishes i.e. 100 seeds were considered as one replication. The experiment was arranged in a completely randomized design.

The Petridishes with seeds were incubated at 20^{0}C under 12 hours alternating cycles of near ultra violet (NUV) light and darkness. After 7 days of incubation, the germination and the prevalence of *M. phaseolina* was detected and recorded on the basis of their growth character of the incubated seeds

in blotter under stereo-binocular microscope, and was confirmed after preparing slides and examining under the compound microscope. Simultaneously, the germination of infected seed was observed.

Infected and healthy seed separation for carbohydrate and protein analysis, and sample preparation:

The seed samples were separated by Blotter method following the same manner. In this case, one hundred seeds of each variety were plated in blotter paper and just after two days, the seeds bearing with pycnidia, mycelia and sclerotia of *M. phaseolina* were separated. About 20 seeds healthy seeds and 20 infected seeds of each variety were dried at 65^0C in air-oven for 3 days. Thereafter, the seeds were grinded finely in a ball mill keeping separate of two varieties, and healthy and infected seeds. The finely grinded samples were used for carbohydrate and protein analysis.

Carbohydrate and protein content estimation:

Total carbohydrate content in the seed samples was analyzed by Anthrone method (Morris, 1948 in Yoshida *et al.*, 1976). For protein content estimation, first, the nitrogen content was determined by micro-Kjeldahl method (Yoshida *et al.*, 1976) and then the percentage of protein content was calculated by the following formula:

% protein = 6.25 x % nitrogen in the sample

Results and Discussion

Effect of *Macrophomina phaseolina* on seed germination of mungbean and blackgram:

Macrophomina phaseolina was isolated and recovered by Blotter method, confirming that the pathogen is obviously associated with mungbean and blackgram seed. The incidence of *M. phaseolina* and its effect on germination is presented in figure 1. From this investigation, it is revealed that *M. phaseolina* is a major cause of germination reduction. The frequency of *M. phaseolina* in different varieties ranged from about 2.00 percent to 30.00 percent. After 72 hours of incubation, the symptoms of *M. phaseolina* infection such as microsclerotia, pycnidia, whitish mycelia, and blemished radicle were appeared. These symptoms led the seeds or seedlings to die eventually. No plumule was emerged. In some cases, the seed could not germinate and plenty of pycnidia and microsclerotia were produced on the surface of seed including mycelia. It was also noticed that when the infected part of seedling like plumule, radicle, seed coat or cotyledon got touched with the other healthy seedlings, the healthy seedlings became infected and produced the same symptoms of *M. phaseolina* infection.

From this study, it is evident that *M. phaseolina* is a major seed-borne fungi which frequently get associated with seeds of mungbean and blackgram. It was observed that higher the

incidence of *M. phaseolina* the lower was the germination percentage or vice versa (Figure 1). Therefore, it can be inferred that the presence of *M. phaseolina* reduces germination of mungbean and blackgram greatly.

The presence of *M. phaseolina* in mungbean and blackgram causes not only germination reduction but also reduces the quality of sprouts. Blemishness of sprout is responsible for quality deterioration. Because of this, Blackgram of Thailand is often complained by importers (Chainnuvati *et al.*, 1987; Pichitporn and Thavarasook, 1990; Putasamai and Surin, 1988). In soybean (Gangopadhyay *et al.*, 1970) and sunflower (Raut, 1983; Fakir *et al.*, 1976) seeds, the effect of *M. phaseolina* was reported and described similar symptoms.

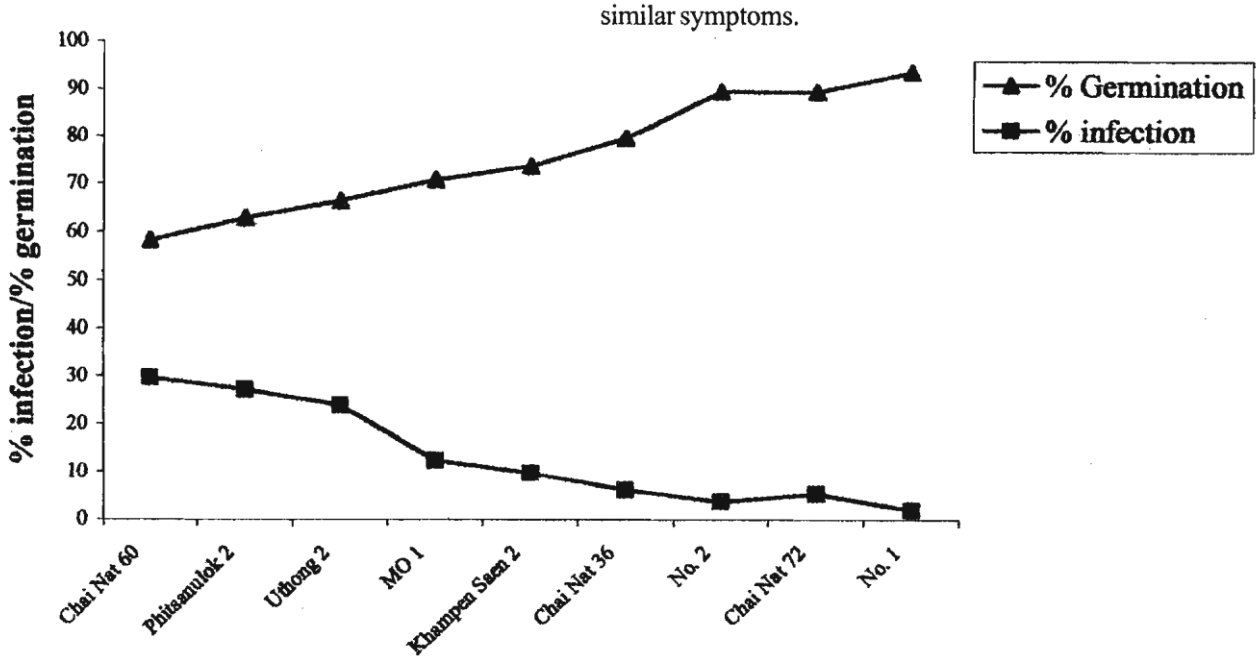


Figure 1 Percent infection of *Macrophomina phaseolina* and germination of seeds in different mungbean and blackgram varieties and promising lines.

Carbohydrate content:

The percentage of carbohydrate content in healthy and *M. phaseolina* infected mungbean and blackgram seeds were showed in Table 1. In the diseased seeds of both mungbean and blackgram, carbohydrate content declined greatly. Maximum carbohydrate reduced in diseased mungbean seeds compared to healthy ones. In healthy and infected mungbean seeds, the carbohydrate content was found by 22.50 and 8.25 percent respectively. On the other hand, in blackgram seeds, carbohydrate content depleted from 22.25 percent to 12.25 percent due *M. phaseolina* infection. From this result, it is clearly observed that this remarkable reduction of carbohydrate content in mungbean and blackgram

seeds absolutely caused by *M. phaseolina* infection. Saxena and Karan (1991) found the reduction in carbohydrate content in sesame and sunflower seeds due to infection of seed-borne fungi such as *Alternaria alternata*, *Aspergillus flafus*, *Aspergillus niger* and *Fusarium moniliforme*. They indicated as the probable causes of carbohydrate reduction were due to utilization and conversion into carbon dioxide and water by storage fungi. Different types of carbohydrates like fructose, glucose, sucrose, and ribose were greatly reduced and sometimes disappeared while *Geotrichum candidum* infected in round gourd (*Citrullus vulgaris* var. *fistulosus*) (Sumbali and Mehrotra, 1982). They described that the decrease in sugars in the infected round gourd was likely to be related to the breakdown of carbohydrates by fungal enzymes or host carbohydrates being used as substrate. Sandhu *et al.* (1998) reported that the levels of total sugars and starch were always more in healthy stem and root tissues as compared to plants infected by *M. phaseolina*. Decrease in carbohydrate levels has been ascribed to its utilization for the growth and multiplication of the pathogen and movements of photosynthates to the infection site. Sinha and Prasad (1977) observed a considerable decrease in carbohydrate contents (three soluble sugars viz. glucose, fructose and sucrose) of arhar (*Cajanus cajan*) seeds because of *Aspergillus flavus* infection. They reported in the infected seed, glucose and fructose were completely utilized by the infecting fungi. Similarly, Srichuwong (1992) found less carbohydrate in the *Colletotrichum truncatum* infected soybean seeds in comparison to healthy ones. He mentioned the probable cause of carbohydrate depletion was using carbohydrate as a substrate or energy source, resulting in chemical break down of nutrients.

Protein content:

The change in protein content due to *M. phaseolina* infection is presented in Table 2. The result shows, owing to *M. phaseolina* infection, protein content in seeds of mungbean and blackgram were increased. The protein content was uplifted from 22.05 to 28.77 percent in mungbean seeds, because of infection. Correspondingly, the upsurge in protein content revealed by 27.13 to 32.81 percent from healthy to diseased blackgram seeds. The increasing level of protein in infected mungbean and blackgram seeds appeared to be almost similar. Increasing the amount of protein content in the *M. phaseolina* infected seed can be described as the additional protein was added from the fungal mycelium. Although reports regarding the effect of

Table 1 Percentage of carbohydrate content in healthy and diseased seeds of mungbean and blackgram.

Mungbean		Blackgram	
Healthy	Diseased	Healthy	Diseased
22.50	8.25	22.25	12.25

$LSD_{0.05}$ = 0.683; Significant at P value 0.000.

M. phaseolina infection on protein content in mungbean and blackgram are not available, but in some studies, which were undertaken in other crops, and regarding other fungi, were showed similar results. Bilgrami *et al.* (1978) found higher protein in mungbean seed because of fungal infection. Vidhyasek *et al.* (1973) reported in rice grain due to *Helminthosporium oryzae* infection, the protein content was increased. Similarly, in lima bean stem, because of *M. phaseolina* infection, higher protein content was explored (Jadeja and Patel, 1989). In soybean, due *to Colletotrichum truncatum* infection, the protein concentration was thrived (Srichuwong, 1992). Sinha and Prasad (1977) when studied the deterioration of arhar (*Cajanus cajan*) seeds by *Aspergillus flavus*, they observed some amino acids like glutamic acid and α-alanine were higher in the infected seeds. They also explained, as the cause of amino acid increase was fungal organism itself, which contained amino acid.

Table 2 Percentage of protein content in healthy and inoculated seeds of mungbean and blackgram.

Mungbean		Blackgram	
Healthy	**Diseased**	**Healthy**	**Diseased**
25.05	**28.77**	**27.13**	**32.81**

$LSD_{0.05}$ = 0.190; Significant at P value 0.000.

Conclusion

Owing to *M. phaseolina* infection in mungbean and blackgram seeds, the seed viability and seed quality like carbohydrate and protein content can be declined greatly. Although, protein content can be increased due to some amino acids thriving because of fungal mycelium, nevertheless, further research is needed to identify the amino acid, which causes increasing of protein content in diseased seed in order to know their adverse effect on human consumption.

References

Bilgrami, K.S. R.K. Sinha and T. Prasad. 1978. Effect of fungal flora on the seed contents of moong. Indian Phytopathology. 31: 476-479

Burman, U. and S. Lodha. 1996. *Macrophomina phaseolina* induced changes in plant water relations of resistant and susceptible cowpea genotypes. Indian Phytopathology. 49(3):254-259.

Chainuvati, C. N. Potan and T. Worasan. 1987. Mungbean and Blackgram production and Development in Thailand. *In* Mungbean Proceedings of the Second International Symposium, Bangkok, Thailand. AVRDC Tropical Vegetable Information Service.

Dhar, V. and A.K. Sarbhoy. 1989. Studies on the germination and longevity of pycnidiospores of *Macrophomina phaseolina*. Indian Phytopathology. 42(1):123-127.

Fakir, G.A, M.H. Rao and M.J. Thirumalachar. 1976. Seed transmission of *Macrophomina phaseolina* in sunflower. Plant Disease Reporter. 60(9): 736-737.

Gangopadhyay, S., T.D. Wyllie and V.D. Luedders. 1970. Charcoal rot disease of soybean transmitted by seeds. Plant Disease Reporter. 54(12):1088-1091.

ISTA.1993. International rules for seed health testing. Rules 1993. International seed testing association. Seed Science & Technology.21:25-29&141-160.

Jadeja, R.G. and V.A. Patel. 1989. Biochemical changes due to infection of *Macrophomina phaseolina* in lima bean plants. Indian J. Mycol. and Pl. Pathol. 19(1): 135-136.

Morris, D.L. 1948. Quantitative Determination of carbohydrate with Dreywood's anthrone reagent. Science. 107:254-255. *In* Yoshida, S., D.A. Forno., J.H. Cock and K.A. Gomez. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. 3rd edition. International Rice Research Institute. 14-16.

Nine, Y.L. 1986. Opportunities for research on diseases of pulse crops. Indian Phytopathology. 39(3): 333-342.

Pichitporn, S. and C. Thavarasook. 1990. Blackgram Cultivars in Thailand. *In* Proceedings of the mungean meeting '90, Thailand. 13-15.

Putasamai, K. and P. Surin. 1988. Charcoal rot of blackgram. *In* 3rd report of soybean research. 22-23 November, 1988. (in Thai).

Raut, J.G. 1983. Transmission of seed-borne *Macrophomina phaseolina* in sunflower. Seed Sci. & Technol. 11:807-814.

Sandhu, A., R.D. Singh and U. Kant. 1998. Changes in carbohydrate contents and hydrolysing enzymes in cowpea infected by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Annals of Arid Zone. 37(4):423-425.

Saxena, N. and D. Karan. 1991. Effect of seed-borne fungi on protein and carbohydrate content of sesame and sunflower seeds. Indian Phytopathology 44: 134-136.

Sinha, M.K. and T. Prasad. 1977. Deterioration of 'Arhar' seeds by *Aspergillus flavus*. Indian Phytopathology. 30: 70-72.

Srichuwong, S. 1992. Seed-borne infection of *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus and More in soybean seeds and its control. Ph.D. Thesis, 1-148.

Sumbali, G. and R.S. Mehrotra. 1982. Post infection chemical changes in round gourd infected with *Geotrichum candidum*. Indian J. Mycol. and Pl. Pathol. 44 (1): 48-49.

Vidhyasekaran, P. N., Ramadoss K., Ranganathanand and V. Krishnasamy. 1973. Increase in protein content of rice due to helminthosporiose infection. Indian Phytopathology. XXVI:736-738.

Yoshida, S., D.A. Forno., J.H. Cock and K.A. Gomez. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. 3rd edition. International Rice Research Institute. 14-16.

วารสารเกษตร 17(1) : 66 - 74 (2544)
Journal of Agriculture 17(1) : 66 - 74 (2001)

รูปแบบจำลองอย่างง่ายของดุลยภาพน้ำในดิน สำหรับกาแฟอราบิก้าสายพันธุ์คาร์ติมอร์

Simple Model of Soil Water Balance in Arabica Coffee cv. Catimor

ดนัย ศุภโกศล [1/] บัณฑรุย์ วาฤทธิ์ [2/] ชวลิต กอสัมพันธ์ [2/] และ ธนอม คลอดเพ็ง [3/]
Danai Supakosol[1/], Bantoone Warrit[2/], Chawalit Korsomphan[2/] and Thanom Klodpeng[3/]

Abstract : Soil water balance of *Coffea arabica* cv. Catimor was conducted at Khun Chang Kian Highland Agriculture Station, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. The model of soil water balance using MBASIC computer programme to predict water used of plant and to compared with actual water used by drainage type lysimeters was determined. This study has been divided into two phases namely; rainy season and dry season. The results showed that in rainy season, the average actual water used from three lysimeter tanks were slightly changed. The maximum soil moisture content was 0.392 $cm^3.cm^{-3}$ and minimum was 0.231 $cm^3.cm^{-3}$. On the other hand, the average soil moisture content from three lysimeter tanks that predicted by the model was highly varied. The maximum soil moisture content was 0.558 $cm^3.cm^{-3}$ while the minimum was 0.063 $cm^3.cm^{-3}$. The results obtained from two methods were rather different, and when analysis was made to find out the correlation, the coefficient was only 0.848. During dry season, the average actual water used from three lysimeter tanks were slightly changed. The maximum soil moisture content was found at 0.371 $cm^3.cm^{-3}$ and minimum was 0.275 $cm^3.cm^{-3}$. However, the model showed that the range of changes in soil moisture content was narrower than the rainy season. The maximum soil moisture content was 0.41 $cm^3.cm^{-3}$ while the minimum was 0.198 $cm^3.cm^{-3}$ when the correlation coefficient of two methods was made, it was found at 0.978.

[1/]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2/]ศูนย์เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[3/]ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1/] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.
[2/] Multiple cropping center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.
[3/] Department of Soilsience, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : สมดุลของน้ำในดินในสภาพการปลูกกาแฟอราบิก้า สายพันธุ์คาร์ติมอร์ ณ สถานีเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่รวบรวมขึ้นโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาเบสิค (MBASIC) เพื่อทำนายการใช้น้ำของพืช โดยเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำโดยวิธีการใช้ไลซิมิเตอร์ โดยแยกการทดสอบออกเป็นช่วงคือ การทำนายการใช้น้ำในช่วงฤดูฝนและในช่วงฤดูแล้ง ผลการทดลอง พบว่าการใช้น้ำที่แท้จริงในถังไลซิมิเตอร์เฉลี่ยทั้ง 3 ถัง ในช่วงฤดูฝนพบว่าปริมาณความชื้นในดินมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยมีปริมาณความชื้นสูงสุดอยู่ที่ 0.392 ซม^3.ซม$^{-3}$ และมีปริมาณความชื้นต่ำสุดที่ 0.231 ซม^3.ซม$^{-3}$ ส่วนผลจากการทดสอบ รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า ปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยของถังไลซิมิเตอร์ทั้ง 3 ถังมีค่าผันแปรค่อนข้างสูง โดยมีปริมาณความชื้นสูงสุดอยู่ที่ 0.558 ซม^3.ซม$^{-3}$ ในขณะที่ปริมาณความชื้นต่ำสุดที่ 0.063 ซม^3.ซม$^{-3}$ ซึ่งจะเห็นว่าผลที่ได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการทดสอบความสัมพันธ์ทั้ง 2 วิธี พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.848 ในช่วงฤดูแล้ง การศึกษาการใช้น้ำที่แท้จริงในถังไลซิมิเตอร์เฉลี่ยทั้ง 3 ถังพบว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินไม่สูงนัก โดยมีปริมาณความชื้นสูงสุดอยู่ที่ 0.371 ซม^3.ซม$^{-3}$ และปริมาณความชื้นต่ำสุดที่ 0.275 ซม^3.ซม$^{-3}$.ส่วนผลจากการทดสอบรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า ปริมาณความชื้นในฤดูแล้ง มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าในฤดูฝน โดยมีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.410 ซม^3.ซม$^{-3}$ และมีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุดที่ 0.198 ซม^3.ซม$^{-3}$ อย่างไรก็ตามพบว่าค่าที่ได้จากทั้ง 2 วิธีมีความสัมพันธ์ที่ดีกว่าในช่วงฤดูฝนโดยมีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ที่ 0.978

Index words : สมดุลน้ำในดิน ไลซิมิเตอร์ รูปแบบจำลองน้ำในดิน
water balance, lysimeter, soil water model

คำนำ

การศึกษาเกี่ยวกับสมดุลของน้ำสำหรับต้นพืชเป็นเรื่องที่น่าสนใจเป็นอย่างมากและสามารถทำได้โดยการอาศัยอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่างๆ มาอธิบายถึงการใช้น้ำอย่างแท้จริงของพืชนั้นๆ Driessen(1986) ได้เสนอแนวความคิดว่าถ้าหากมีข้อมูลของสิ่งแวดล้อม สภาพดินและพืชเป็นบรรทัดฐานแล้ว และหากนำเอาสิ่งเหล่านี้มารวบรวมเข้าด้วยกัน ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก็จะสามารถใช้อธิบายการใช้น้ำและอิทธิพลของความเครียดน้ำ (water stress) ที่มีผลต่อ การเจริญเติบโตของพืชได้ ดังนั้นจากแนวคิดพื้นฐานของ Driessen(1986) ซึ่งกล่าวว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินในบริเวณรากพืช [rate of change on moisture content of the root zone; RSM] จะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำที่มาจากส่วนบนของราก [rate of net influx through the upper root zone boundary; IM] อัตราการ ไหลของน้ำที่ไหลมาจากส่วนล่างของราก [rate of net influx through the lower root zone boundary; (CR-D)] การคายน้ำของพืช [transpiration ; T] และระดับความลึกของราก [root depth ; RD] ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้เป็น

$$RSM = [IM + (CR-D) - T] / RD$$

RSM : อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินบริเวณรากพืช (ซม^3.ซม$^{-3}$.วัน$^{-1}$)

IM : การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำที่เข้ามาจากส่วนบนของบริเวณราก (ซม.วัน$^{-1}$)

(CR-D) : อัตราการไหลของน้ำที่เข้ามาจากส่วนล่างของราก (ซม.วัน$^{-1}$)

T : การคายน้ำของพืช (ซม.วัน$^{-1}$)

RD : ระดับความลึกของราก (ซม.)

ดังนั้นเมื่อทราบถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณ ความชื้นในดินในช่วงเวลาหนึ่งๆ (RSM) ก็จะสามารถนำไปใช้ประเมินปริมาณความชื้นในดินในบริเวณรากพืชในแต่ละช่วงเวลาของการเจริญได้ โดยทราบปริมาณความชื้นหากจุดเริ่มต้นในแต่ละช่วง ($SMj_{,t}$) รวมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในช่วงเวลานั้นๆ (RSM. Dt) ดังสมการ

$$SMj_{,}(t+\Delta t) = SMj_{,t} + RSM \,.\, \Delta t\, SMj_{,}$$

$(t+\Delta t)$: ปริมาณความชื้นในดินที่ช่วงสุดท้าย ($ซม^3.ซม^{-3}$)

$SMj_{,t}$: ปริมาณความชื้นในดินเริ่มต้น ($ซม^3.ซม^{-3}$)

RSM : อัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินในช่วงเวลาหนึ่ง ($ซม^3.ซม^{-3}.วัน^{-1}$)

Δt : รอบเวลาที่ใช้ (วัน)

ในการศึกษาเกี่ยวกับความต้องการน้ำของกาแฟ เดิมนั้นอาศัยการระเหยและการคายน้ำ เพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟ Warrit (1988) บรรยายเกี่ยวกับการคายระเหยน้ำจากต้นกาแฟ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำตลอดจนผลของความเครียดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตทางต้น กิ่งก้านสาขา และตลอดจนถึงการออกดอกและติดผลของกาแฟ โดยกล่าวว่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟค่อนข้างต่ำในระยะของการ ย้ายปลูกและจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆจนกระทั่งเข้าสู่ระยะของการออกดอก และค่อยๆ เข้ามาสู่ค่าการใช้น้ำสูงสุด (maximum value) ที่ระยะของการออกดอก และการศึกษาครั้งนั้น มีการบันทึกอัตราการคายระเหย (evapotranspiration) สัมประสิทธิ์การใช้น้ำและประสิทธิภาพ การใช้น้ำของกาแฟ (crop coefficient and water use efficiency) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ การใช้ น้ำของกาแฟและข้อมูลทางสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลการสูญเสีย น้ำจะถูกบันทึกโดยใช้การ สมดุลของน้ำในถังไลซิมิเตอร์ (lysimeter) ซึ่งมีขนาด 1.5 x 1.5 x 1.0 เมตร และได้หาสมดุลของน้ำโดยใช้สมการ (Doorenbos and Pruitt, 1977) คือ

$$ET_0 = P + I - D \pm \Delta S$$

ET_0 : อัตราการคายระเหย (มม.)

P : ปริมาณน้ำฝน (มม.)

I : ปริมาณน้ำที่ให้ทดแทนหรือน้ำชลประทาน (มม.)

D : ปริมาณน้ำที่ระบายลงสู่ดินชั้นล่าง (มม.)

ΔS : ปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน (มม.)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษารูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ สมดุลของน้ำในดิน เพื่อทำนายการใช้น้ำในดิน ของต้นกาแฟ และทดสอบรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมดุลของน้ำในดิน โดยเปรียบเทียบกับการใช้น้ำที่แท้จริงของ กาแฟอราบิก้าโดยวิธีการใช้ไลซิมิเตอร์

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการปลูกต้นกาแฟและหญ้าในพื้นที่ที่ปลูก กาแฟในถังไลซิมิเตอร์ในแปลง โดยการจัดสภาพ ภายในถังทุกอย่างให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุด โดยในถัง ไลซิมิเตอร์ที่ 1 ปลูกหญ้าเพียงอย่างเดียว เพื่อใช้ในการอ้างอิง ส่วนใน

ถังที่ 2 และ 3 ปลูกต้นกล้ากาแฟที่มีอายุประมาณ 3 เดือน แล้วบำรุงรักษาให้มีการเจริญต่อไปอีก 1 ปี จึงทำการศึกษา ในการศึกษาได้ทำการบันทึก สมของน้ำในถังไลซิมิเตอร์โดยวัดปริมาณน้ำ ในส่วนที่ได้รับ จากปริมาณน้ำฝนที่ได้ในขณะนั้นปริมาณน้ำชลประทานที่ให้อย่างเพียงพอทดแทนในขณะที่ฝนขาดช่วงและปริมาณน้ำที่ระบายจากถังไลซิมิเตอร์ พร้อมกับวิเคราะห์สมดุลของน้ำโดย โปรแกรมภาษาเบสิคที่สร้างขึ้น (บัณฑรูย์, 2541) เพื่อใช้หาปริมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น ภายในดินบริเวณรากพืชในทุก 10 วัน โดยทำการ ศึกษาเป็นระยะเวลา 2 ปี ในแต่ละปีจะ แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงฤดูฝน (เมษายน-พฤศจิกายน) และฤดูแล้ง (ธันวาคม-มีนาคม) แล้วนำผลที่ได้จากการศึกษาทั้ง 2 วิธีไปวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่อไป

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่าในทุกระยะ 10 วัน ในช่วงฤดูฝน ปริมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณ น้ำโดยสมดุลน้ำจากถังไลซิมิเตอร์ มีการเปลี่ยน แปลงไปในลักษณะเดียวกันตลอดทั้ง 3 ถัง โดยปริมาณการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากสุด โดยเฉลี่ยทั้ง 3 ถังอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม โดยมีค่าเป็น + 0.013 ซม^3.ซม$^{-3}$ สำหรับปีการ ทดลองที่ 1 และปลายเดือนตุลาคมมีค่าเป็น + 0.048 ซม^3.ซม$^{-3}$ สำหรับปีการทดลองที่ 2 ส่วนปริมาณการเปลี่ยนแปลงลดลงต่ำสุดโดยเฉลี่ยทั้ง 3 ถัง อยู่ในช่วงเดือนกันยายนซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.086 ซม^3.ซม$^{-3}$ และ -0.146 ซม^3.ซม$^{-3}$ สำหรับปีการทดลองที่ 1 และปีการทดลองที่ 2 ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ส่วนการศึกษาในช่วงฤดูแล้งนั้นพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำโดยวิธีสมดุลจากถัง ไลซิมิเตอร์จะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันทั้ง 3 ถัง ตลอดทั้งการทดลองทั้ง 2 ปี โดยพบว่าปริมาณ การเปลี่ยนแปลงมีค่าลดลงต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ตลอดทั้ง 2 ปี การทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -0.102 ซม^3. ซม$^{-3}$ และ -0.065 ซม^3.ซม$^{-3}$ ตามลำดับ (ภาพที่2)

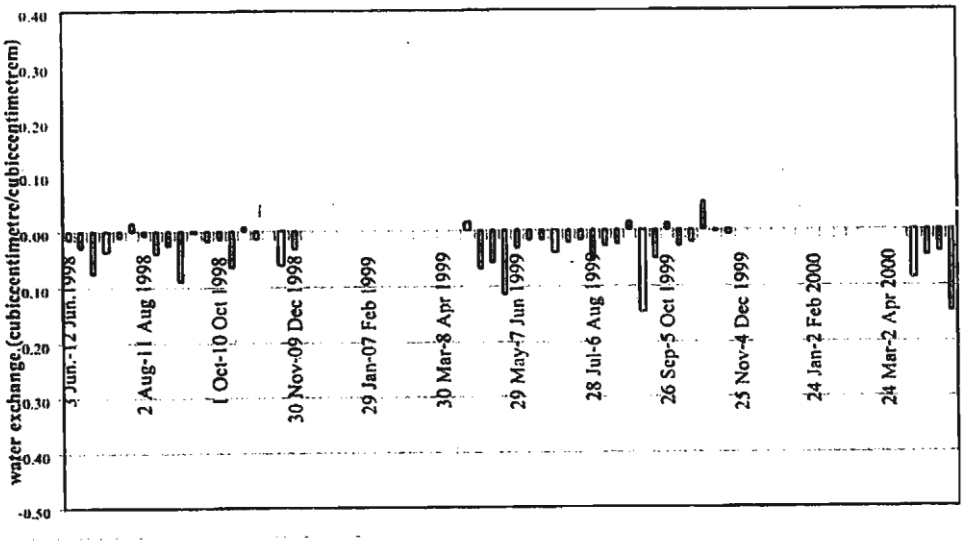


Figure 1 Rate of change soil moisture average 3 tanks lysimeter in rainy season.

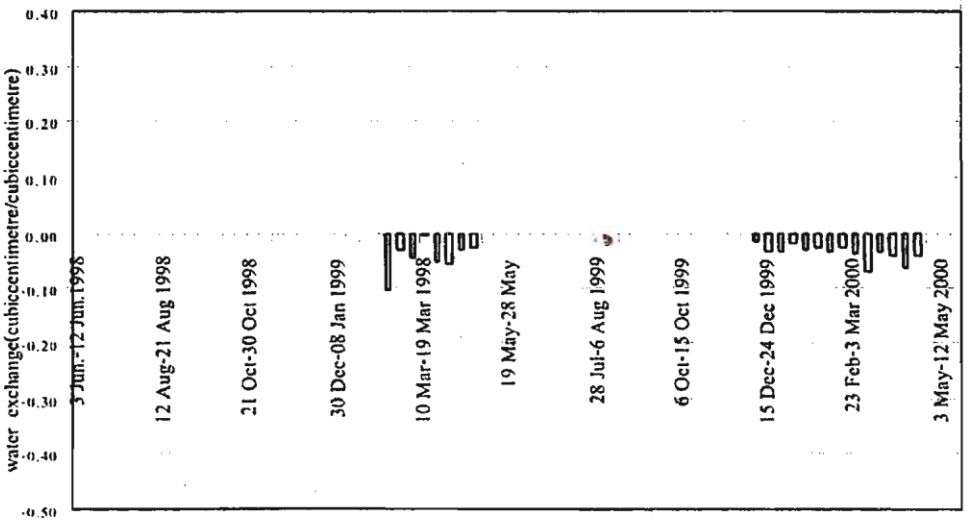


Figure 2 Rate of change soil moisture average 3 tanks lysimeter in dry season.

จะเห็นได้ว่าปริมาณการเปลี่ยนแปลงความชื้น ซึ่งเป็นผลจากปริมาณน้ำที่ได้รับและการระบายน้ำนั้น ปริมาณน้ำฝนที่ได้รับเป็นปัจจัยหลักมีอิทธิพลหลักต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณความชื้นในดินของการศึกษาครั้งนี้

ส่วนสมดุลน้ำโดยรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากโปรแกรมภาษาเบสิคนั้น ทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งพบว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินในบริเวณรากพืชของถังไลซิมิเตอร์ทั้ง 3 ถัง จะมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความชื้นที่คล้ายคลึงกันตลอดการทดลองทั้ง 2 ปีของฤดูฝน จะมีอัตรา การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นมากสุดและต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนกันยายน โดยผลของการเปลี่ยนแปลงนั้นมีสาเหตุจากปริมาณน้ำฝนที่ได้รับ ส่วนในช่วงฤดูแล้ง มีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นมากสุด และต่ำสุดโดยเฉลี่ยทั้ง 3 ถัง อยู่ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ในปีการทดลองที่ 1 และในเดือน มีนาคมในปีการทดลองที่ 2 โดยที่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นนั้นเป็นผลมาจากปริมาณน้ำชลประทานที่ให้ในถังไลซิมิเตอร์ (ภาพที่ 3)

จากผลของอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินในบริเวณรากพืชเมื่อรวมกับปริมาณ ความชื้นในดินเริ่มต้นจะได้ปริมาณความชื้นในดินในบริเวณรากพืช ณ ช่วงเวลานั้นพบว่าในช่วง ฤดูฝนปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในดินในไลซิมิเตอร์ทั้ง 3 ถัง มีในปริมาณใกล้เคียงกันตลอดการทดลอง ทั้ง 2 ปี โดยมีปริมาณความชื้นในดินสูงที่สุดในช่วง 10 วันเฉลี่ยทั้ง 3 ถัง อยู่ในช่วงเดือนกันยายนของทั้ง 2 ปี และมีปริมาณความชื้นในดินต่ำสุดโดยเฉลี่ยทั้ง 3 ถัง ในปีการทดลองที่ 1 อยู่ในช่วงเดือนกันยายน และปีที่ 2 อยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม โดยเป็นผลมาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินที่เกิดขึ้นจึงทำให้ปริมาณความชื้นในดินมีการเปลี่ยนแปลงสูงสุดและต่ำสุดในช่วงขณะนั้น

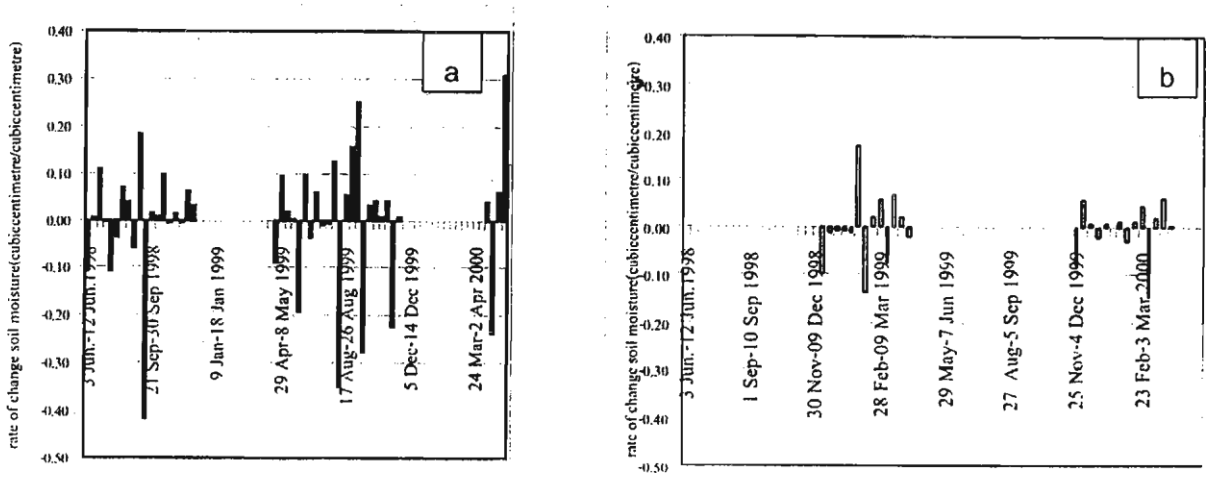


Figure 3 **Rate of change soil moisture content by model from average 3 tanks in rainy season(a) and dry season(b).**

ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยทั้ง 3 ถังมีค่าทั้งสูงสุดและต่ำสุด ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ในช่วงปีการทดลองที่ 1 นั่นเป็นผลจากการให้น้ำมากเกินไป ในช่วงปีการทดลองที่ 2 เมื่อมีการจัดการทางด้าน ชลประทานที่พอเหมาะจะพบว่าปริมาณความชื้นในดิน จะมีค่าใกล้เคียงกับจุดความชื้นสนาม โดยที่ปริมาณความชื้นในดินสูงสุดอยู่ในช่วงปลาย เดือนกุมภาพันธ์ และปริมาณความชื้นในดินต่ำสุด อยู่ในช่วงเดือนมีนาคม การเปลี่ยนแปลงของ ความชื้นในดินอาจเป็นผลมาจากการเพิ่มและลดลง ของพื้นที่ใบ การเพิ่มและลดลงของพื้นที่ใบมีผลต่อปริมาณความชื้นภายในดิน

เมื่อทำการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ผลการทดลองทั้ง 2 วิธีในช่วงฤดูฝน พบว่าในปีการทดลองที่ 1 ปริมาณความชื้นในดิน ทั้ง 2 วิธีแสดงปริมาณความชื้นในดินไปใน ลักษณะเดียวกันในช่วงต้นการทดลองแต่หลังจากนั้นในช่วงปลายของการทดลอง พบว่าปริมาณความชื้นในดินของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้แสดงค่าปริมาณความชื้นต่ำกว่าปริมาณความชื้นในดิน โดยวิธีสมดุลจากถังไลซิมิเตอร์ค่อนข้างมากเนื่องจากเป็นช่วงที่ได้รับปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสูง ส่วนในปีการทดลอง ที่ 2 ก็ยังพบว่าปริมาณความชื้นในดินของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงที่กว้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีสมดุลจากถังไลซิมิเตอร์ ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณน้ำฝนเช่นกัน (ภาพที่ 4)

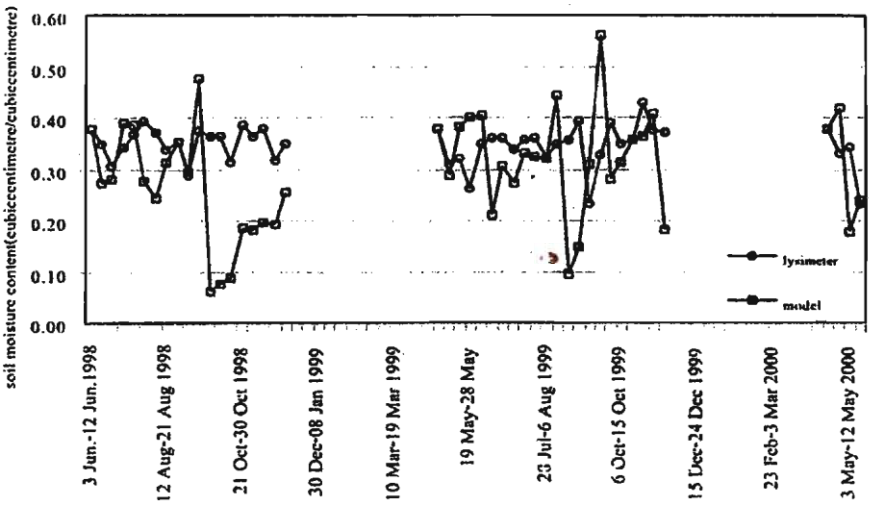


Figure 4 The compared soil moisture content between model with actual water used by drainage type in rainy season.

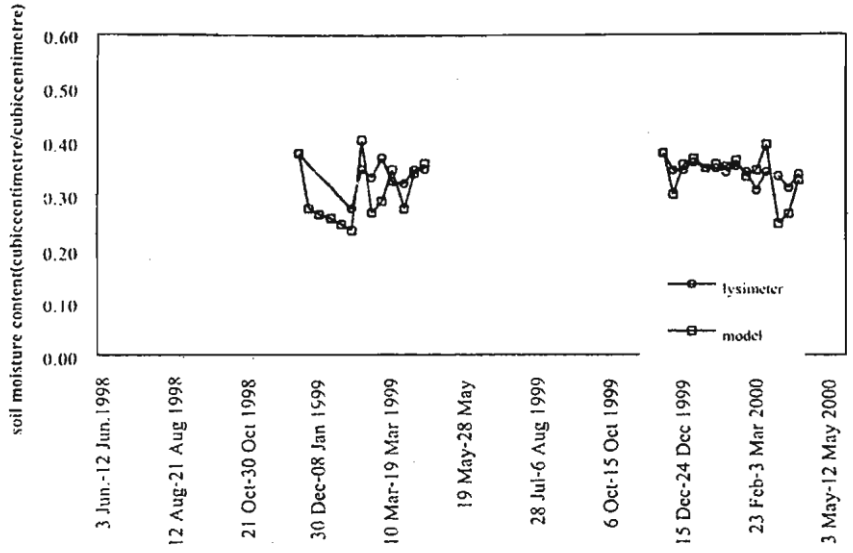


Figure 5 The compared soil moisture content between model with actual water used by drainage type in dry season.

ส่วนผลจากการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับปริมาณความชื้นในดินโดยวิธีสมดุลจากถังไลซิมิเตอร์ ในฤดูแล้งทั้ง 2 วิธีนั้น มีลักษณะไปในทิศทางเดียวกันตลอดทั้งปีการทดลองที่ 1 และปีที่ 2 โดยช่วงของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นส่วนใหญ่นั้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.220 – 0.403 ลบ.ซม^{3}. ซม$^{-3}$ (ภาพที่ 5) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับวิธีการใช้ไลซิมิเตอร์เมื่อทำการวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลรวมทั้งหมด พบว่าในช่วงฤดูฝนนั้นรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ค่อนข้างดีกับวิธีการใช้ไลซิมิเตอร์โดย

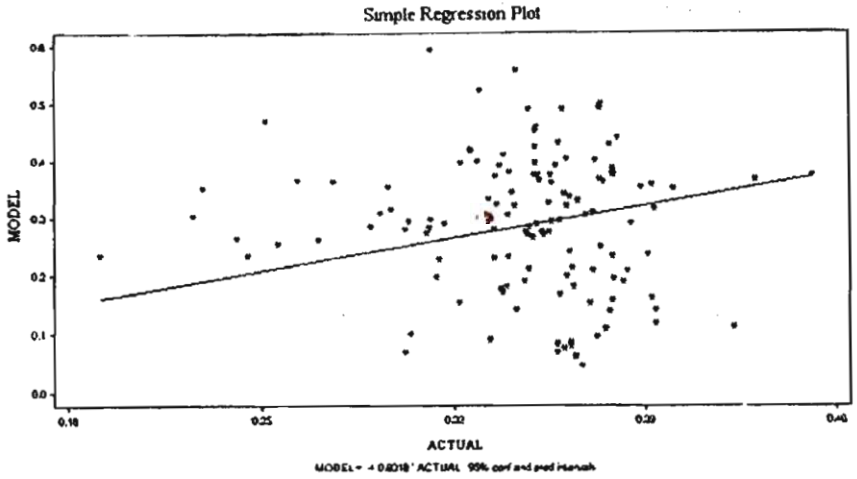


Figure 6 The correlation between model and actual water used by lysimeter type in rainy season.

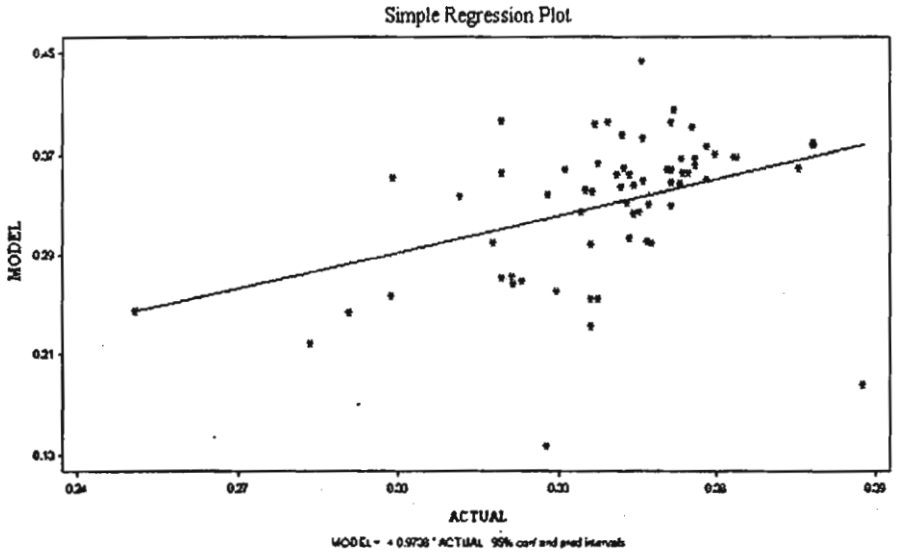


Figure 7 The correlation between model and actual water used by lysimeter type in dry season.

มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.848 (ภาพที่ 6) ส่วนในช่วงฤดูแล้ง พบว่ามีความสัมพันธ์กันดีมาก โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.978 (ภาพที่ 7) แต่อย่างไรก็ตามอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินในช่วงฤดูฝนโดยรูปแบบ จำลองทางคณิตศาสตร์ยังมีค่าผันแปรค่อนข้างสูง ดังจะเห็นได้จากค่าการเปลี่ยนแปลงจะมีค่าสูงสุดและต่ำสุดในช่วงเดือนเดียวกัน โดยเฉพาะในปีการทดลองที่ 1 ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการกระจายของปริมาณ น้ำฝนที่ไม่สม่ำเสมอ เมื่อทำการคำนวณโดย โปรแกรมทางคณิตศาสตร์จึงทำให้เกิดความ ผันแปรของปริมาณความชื้นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้น้ำของต้นกาแฟโดยรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่าในช่วงฤดูฝนและในช่วงฤดูแล้ง รูปแบบการใช้น้ำของกาแฟ โดยรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นและวิเคราะห์โดยโปรแกรมภาษาเบสิคนั้นมีลักษณะคล้ายคลึงตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นกาแฟตลอดการทดลอง ส่วนสภาพการใช้น้ำที่แท้จริง โดยสมดุลจากถังไลซิมิเตอร์ พบว่าลักษณะการใช้น้ำของต้นกาแฟมีความผันแปรเล็กน้อยโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จากจุดความจุความชื้นสนาม

ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้รูปแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อใช้ในการทำนายรูปแบบการใช้น้ำของพืชได้โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งหรือในพื้นที่ที่ต้องอาศัยน้ำชลประทาน ส่วนในฤดูฝนก็สามารถนำมาใช้ได้เพียงแต่อาจจะต้องมีการปรับค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณของรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสม เช่น ค่าคงที่ตัวแปรต่าง ๆของดินชนิดของพืชกับตัวแปรของการคายน้ำสูงสุด รวมถึงการตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น ซึ่งตัวแปรต่างๆ เหล่านี้มีผลต่อการนำมาใช้ในการคำนวณการใช้น้ำที่ถูกต้องโดยรูปแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นโดยโปรแกรมภาษาเบสิคได้ (ดนัย, 2544)

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปีของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ปี 2541-2543

เอกสารอ้างอิง

ดนัย ศุภโกศล. 2544. รูปแบบจำลองอย่างง่ายของดุลยภาพน้ำในดินสำหรับกาแฟอราบิก้า สายพันธุ์คาร์ติมอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 158 หน้า.

บัณฑูรย์ วาฤทธิ์. 2541. วิธีหาสมดุลของน้ำในดินโดยใช้เทคนิคจากการใช้โปรแกรม MBASIC. คณะเกษตร์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 74 น.

Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irri. Drain. Paper #24. FAO, Rome, Italy.

Driesen , P. M. 1986. The water balance of soil, p. 76-116. *In* H. van Keulen and J. Wolf, (eds). Modelling of Agricultural Production Weather, Soil and Crop. Pudoc, Wageningen. The Netherlands.

Warrit, B. 1988. Study on crop water requirement and effect of water stress on growth of *Coffea arabica* L. *In* Proceedings of International Seminar on Coffee Technology. Chiang Mai, Thailand. February 3- 5 1988. p. 168-183.

วารสารเกษตร 17(1) : 75 - 81 (2544)
Journal of Agriculture 17(1) : 75 - 81 (2001)

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำการเกษตรยั่งยืนในการส่งเสริมการปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้า : กรณีศึกษาหมู่บ้านมูเซอห้วยตาด ตำบลอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

Factors Influencing Arabica Coffee Production and Extension for Sustainable Agriculture : A Case Study of Huai Tadt Muser Village, Inthakin Sub-district, Mae Taeng District, Chiang Mai Province

รำไพพรรณ อภิชาติพงศ์ชัย[1/]
Rampaipan Apichatpongchai[1/]

Abstract : The objectives of this research aimed to investigate factors influencing the sustainable agriculture with arabica coffee as the permanent tree basis. This studied carried out at Huai Tadt Muser village, Inthakin sub-district, Mae Taeng District, Chiang Mai province. The population studied were 32 Muser families who cultivated arabica coffee in sustainable agricultural system. The data were collected by questionnaire and statistically analysed by frequency, percentage, arithmetic means and Yule's Q.

Factors which influencing the sustainable agriculture with arabica coffee as the permanent tree basis were education attainment, age level of the hilltribes, diversion of inter-cropping plants, experience on coffee cultivation and coffee information exposure.

The reasons on keeping arabica coffee trees as permanent basis, were coffee tree was perennial trees and it could generate income every year. It was easy to maintain and low investment because some of hilltribes did not apply

[1/]ภาควิชาส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
[1/]Department of Agricultural Extension, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

chemicals to them. There was no market problem for coffee production because local traders could buy and sell it to the market in town.

It was suggested that it is possible to develop arabica coffee trees as the permanent trees in sustainable agricultural system if hilltribes obtain the suitable knowledge concerning coffee production as well as price guarantee from both government and non-government agencies. At present, if hilltribes can produce good quality of coffee bean (e.g. organic coffee), it will bring them high income.

บทคัดย่อ : วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกษตรยั่งยืน ในการส่งเสริม การปลูกกาแฟอาราบิก้าและพัฒนารูปแบบการเกษตรยั่งยืนของเกษตรกรชาวเขา หมู่บ้านมูเซอห้วยตาด ตำบลอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ประชากรที่ศึกษาเป็นเกษตรกรชาวเขาเผ่ามูเซอทั้งสิ้น 32 ครอบครัว ที่ทำการปลูกกาแฟ ในระบบเกษตรยั่งยืน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ Yule's Q

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกษตรยั่งยืน โดยการส่งเสริมการปลูกกาแฟอาราบิก้า ได้แก่ การได้รับการศึกษาระดับอายุของเกษตรกรชาวเขา ความหลากหลายของพืชที่ปลูกแซมในแปลงกาแฟ ประสบการณ์ในการปลูกกาแฟ และการได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกกาแฟ

การที่เกษตรกรชาวเขายังคงรักษาต้นกาแฟไว้ในแปลงเกษตร เนื่องจากกาแฟยังคงเป็นพืชยืนต้นที่ทำรายได้ให้เกษตรกรทุกปี การดูแลรักษาต้นกาแฟง่าย ไม่ต้องลงทุนมาก เพราะเกษตรกรบางรายมีการใช้สารเคมีน้อย การขายผลผลิตไม่มีปัญหาเรื่องตลาด เนื่องจากมีพ่อค้ามาซื้อถึงหมู่บ้าน และนำไปขายต่อในเมือง ดังนั้นการพัฒนารูปแบบการเกษตรยั่งยืนโดยมีกาแฟเป็นพืชหลักในการส่งเสริมน่าจะเป็นไปได้ หากเกษตรกรชาวเขาได้รับความรู้ที่ถูกต้องในการผลิตกาแฟ ตลอดจนการประกันราคาจากหน่วยงานของรัฐ และเอกชน ปัจจุบันถ้าเกษตรกรสามารถผลิตสารกาแฟที่มีคุณภาพ เช่น กาแฟอินทรีย์ จะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

Index words : ส่งเสริมการเกษตร กาแฟอาราบิก้า การเกษตรยั่งยืน เกษตรกรชาวเขา
agricultural extension, arabica coffee, sustainable agriculture, hilltribe farmer

คำนำ

กาแฟอาราบิก้าได้รับการพัฒนาและ ส่งเสริมให้เป็นพืชเศรษฐกิจและพืชรายได้ ทดแทนฝิ่นแก่เกษตรกรชาวเขาในภาคเหนือ ของประเทศมาเป็นเวลา 20 ปีแล้ว เนื่องจากกาแฟ มีศักยภาพในการผลิตบนที่สูง และทนทานต่อการขนส่ง และสามารถเก็บผลผลิตในรูปของสารกาแฟได้ยาวนานกว่าพืชอื่น ๆ ประเทศไทยมีการบริโภคกาแฟอาราบิก้าปีละ 1,000 – 1,500 ตันในปี 2541/42 ซึ่งสามารถผลิตได้ประมาณ 900 ตันเท่านั้น (พงษ์ศักดิ์, 2542 :13) ดังนั้นจึงได้มีการขยายพื้นที่ในการปลูกกาแฟอาราบิก้ามากขึ้น เพื่อให้เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ

ระบบการปลูกกาแฟอาราบิก้าในภาคเหนือ ของประเทศไทยมี 2 ระบบด้วยกัน คือ ปลูกกลางแจ้ง และใต้ร่มเงา การปลูกกาแฟกลางแจ้ง และเป็นพืชเดี่ยวจะต้องให้น้ำสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง แต่ถ้าปลูกในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ ต้นกาแฟมักจะมีอาการตายยอด ดังนั้นการนำไม้บังร่มมาปลูกร่วมกับกาแฟจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อลด

อุณหภูมิของใบในวันที่มีแสงมาก ซึ่งอาจทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงสูงตามไปด้วย (พัฒนพันธุ์ มปป.:4) เกษตรกรจึงนิยมปลูกต้นกาแฟใต้ร่มเงา หรือปลูกร่วมกับพืชอื่นในลักษณะของเกษตรผสมผสาน เพื่อให้ต้นกาแฟมีความสมบูรณ์ และให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำการเกษตรยั่งยืน โดยการส่งเสริมการปลูกกาแฟอาราบิก้าและเพื่อทราบแนวทางการพัฒนาการปลูก และผลิตกาแฟอาราบิก้าในระบบเกษตรยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นหัวหน้าครัวเรือนจำนวน 32 ครอบครัว ที่มีการปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้าในระบบเกษตรยั่งยืน หมู่บ้านห้วยตาด ตำบลอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ประกอบด้วยคำถามแบบปลายเปิด (open-ended question) และคำถามแบบ ปลายปิด (close-ended question)

วิธีการทดลอง

ใช้วิธีการสัมภาษณ์ และสังเกตการณ์หัวหน้าครัวเรือน ซึ่งเป็นเกษตรกรชาวเขาเผ่ามูเซอ ระหว่างเดือนกันยายน 2541 – กุมภาพันธ์ 2542 ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) และค่าเฉลี่ย (mean) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้ค่า Yule's Q (พิชิต 2531)

ผลการทดลอง

1.ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรหัวหน้าครัวเรือนที่ศึกษาร้อยละ 56.25 มีอายุระหว่าง 31 – 50 ปี ร้อยละ 60 ไม่ได้เรียนหนังสือแต่พูดไทยได้ ร้อยละ 90 มีจำนวนสมาชิกในครอบครัวระหว่าง 1 – 6 คน เนื่องจากเป็นครอบครัวขยาย

2. ข้อมูลการปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้าของเกษตรกร

เกษตรกรชาวเขามีพื้นที่ปลูกกาแฟเฉลี่ย 3.5 ไร่ รายได้จากการปลูกกาแฟในปี 2541 เฉลี่ย 10,529.54 บาท เกษตรกรชาวเขาส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการปลูกกาแฟเฉลี่ย 12.84 ปี จำนวนต้นกาแฟที่ปลูกเริ่มแรกเฉลี่ย 567.5 ต้น ต่อมาได้มีการขยายพื้นที่ปลูกออกไปอีก โดยเพิ่มจำนวนต้นกาแฟเฉลี่ย 422.23 ต้น

ชนิดของพืชที่ปลูกร่วมในแปลงกาแฟ ได้แก่ ชา ขนุน ลิ้นจี่ มะม่วง ส้มโอ อโวคาโด้ เงาะ และ ถั่วแดง เกษตรกรส่วนใหญ่จะปลูกพืชร่วมกับกาแฟ 2 – 4 ชนิดขึ้นไป พืชเหล่านี้นอกจากจะให้ร่มเงาแล้วยังก่อให้เกิดรายได้แก่เกษตรกรตลอดปีหมุนเวียนกันไป

เกษตรกรร้อยละ 40.53 มีการให้น้ำ ต้นกาแฟแบบพ่นฝอย (sprinkler) เกษตรกรร้อยละ 56.25 มีการเข้าถึงสื่อที่ให้ข่าวสารเกี่ยวกับกาแฟ เช่น วิทยุ และโทรทัศน์ ตลอดจนเพื่อนบ้านเกษตรกรชาวเขาร้อยละ 50 ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับกาแฟ

เนื่องจากเกษตรกรบางคนรับเมล็ดพันธุ์หรือต้นกล้ามาจากญาติหรือเพื่อนบ้าน ซึ่งไม่ผ่านการอบรมจากหน่วยงานของรัฐ

การใช้สารเคมีในการปลูกและผลิตกาแฟ เกษตรกรชาวเขาส่วนใหญ่มีการใช้ปุ๋ยเคมี (ร้อยละ 90.62) เนื่องจากมีกองทุนปุ๋ย ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานของรัฐ แต่ร้อยละ 71.87 ไม่ใช้สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง

การดูแลรักษาต้นกาแฟ เกษตรกรชาวเขาเห็นว่าไม่ยุ่งยาก (ร้อยละ 65.63) และเห็นว่าผลผลิตกาแฟทำให้มีรายได้สูง (ร้อยละ 84.67) อีกทั้งยังมีพ่อค้าท้องถิ่นขึ้นไปซื้อถึงหมู่บ้าน (ร้อยละ 65.63) จึงไม่มีความยุ่งยากในการหาตลาดขายผลผลิต เกษตรกรมีแรงงานพอเพียงในการดูแลต้นกาแฟ (ร้อยละ 53.12) เนื่องจากเมื่อเกษตรกรดูแลไม้ผลชนิดอื่นซึ่งอยู่ในพื้นที่เดียวกันก็จะดูแลต้นกาแฟไปพร้อมๆ กันด้วย

วิธีการขายผลผลิตกาแฟของเกษตรกรชาวเขา คือ ขายเป็นสารกาแฟ (green coffee) เนื่องจากขายได้ราคาสูง ทั้งยังสามารถเก็บไว้ได้ระยะเวลาหนึ่งถ้ายังไม่พอใจที่จะขายในขณะที่ราคายังไม่ดี

เหตุผลที่เกษตรกรชาวเขายังคงรักษาต้นกาแฟไว้ในแปลงเกษตร เนื่องจากทำรายได้ให้ทุกปี (ร้อยละ 87.50) และดูแลรักษาง่าย มีการลงทุนน้อย

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรยั่งยืน โดยมีต้นกาแฟร่วมด้วย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำเกษตรยั่งยืน โดยมีต้นกาแฟร่วมอยู่ด้วยสามารถแบ่งระดับความสัมพันธ์ได้ดังนี้

3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรยั่งยืนที่เกี่ยวข้องกับรายได้ของกาแฟ เมื่อเทียบ กับพืชอื่นในทางบวก ได้แก่ อายุ (+.50) และประสบการณ์ในการปลูกกาแฟ (+.39) ส่วนปัจจัยที่มีผลในทางลบได้แก่ การได้รับข่าวสาร (-.76) ขนาดพื้นที่ปลูกกาแฟ (-.46) การรับการฝึกอบรม (-.23) การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูกาแฟ (-.21) การใช้ปุ๋ยเคมี (-.14) สมาชิกในครัวเรือน (-.13) ระดับการศึกษา (-.11) และจำนวนพืชที่ปลูกร่วมกับกาแฟ (-.11)

3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรยั่งยืนที่เกี่ยวข้องกับความยาก/ง่ายในการดูแลรักษาต้นกาแฟในทางบวก ได้แก่ การศึกษาของเกษตรกรชาวเขา (+1.00) และจำนวนพืชที่ปลูก (+.84) อายุของเกษตรกร (+.50) และการได้รับข่าวสาร (+.50) ขนาดของพื้นที่ปลูกกาแฟ (+.34) รูปแบบของการให้น้ำ (+.28) ประสบการณ์ในการปลูกกาแฟ (+.28) การได้รับการฝึกอบรม (+.19) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (.13) และการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูกาแฟ (+.13) ส่วนปัจจัยที่มีผลในทางลบ ได้แก่ การใช้ปุ๋ยเคมี (+1.00)

3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำการเกษตรยั่งยืนที่เกี่ยวข้องกับความยาก/ง่ายในการหาตลาดในทางบวก ได้แก่ ขนาดพื้นที่ปลูกกาแฟ (+.48) และการให้น้ำ (+.33) จำนวนพืชที่ปลูกร่วมกับกาแฟ (+.29) และการได้รับข่าวสาร (+.19) ปัจจัยที่มีผลในทางลบได้แก่ การได้รับการศึกษา (-.70) การใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูกาแฟ (-.48) อายุของเกษตรกรชาวเขา (+.41) ประสบการณ์การปลูกกาแฟ (-.36) การใช้ปุ๋ยเคมี (-.12) และจำนวนสมาชิกในครัวเรือน (-.06) (ตารางที่ 1)

Table 1 Factors influencing arabica coffee production and extension for sustainable agriculture.

Factors	Sustainable Agriculture		
	Income from coffee compared to other crops	difficulty/easiness to maintain coffee trees	Difficulty/easiness ot seek for market
1.Age of hilltribe	+.50	+.50	-.41
2.Education attainment	-.11	+1.00	-.70
3.Family member	-.13	+.13	-.06
4.Size of coffee plantation	-.46	+.34	+.48
5.Experience on coffee production	+.39	+.28	-.36
6.Pattern of watering	-.13	+.28	+.33
7.Coffee information exposure	-.76	+.50	+.16
8.Training on coffee production	-.23	+.19	+.03
9.Fertilizer uses	-.14	- 1.00	-.12
10.Pesticide uses	-.21	+.13	-.48
11. Diversion of inter-cropping plants	-.11	+.84	+.29

แนวทางการพัฒนาการส่งเสริมกาแฟอาราบิก้าในรูปแบบการเกษตรยั่งยืน

เนื่องจากเกษตรกรชาวเขาหมู่บ้านห้วยตาดมีการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชน้อย ถือได้ว่าพึ่งพาปัจจัยนอกน้อย และเป็นระบบการผลิตที่ยั่งยืนไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของเฉลิมพล (2542) เกษตรกรชาวเขาได้มีการปลูกกาแฟร่วมกับไม้ผลอื่นๆ หลายชนิดทำให้มีรายได้และเก็บไว้รับประทานเองตลอดปี และยังเป็นการอนุรักษ์ดิน และน้ำด้วย เกษตรกรชาวเขาน่าจะมีศักยภาพสูงพอที่จะผลิตกาแฟอินทรีย์ (organic coffee) ได้ ซึ่งกำลังเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการผลิตผลเกษตรที่มีคุณภาพในปัจจุบัน เพียงแต่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน จะต้องสนับสนุนและส่งเสริมให้ความรู้ในรูปแบบที่ง่ายต่อการเข้าใจและปฏิบัติ เนื่องจากเกษตรกรชาวเขามีระดับการศึกษาที่ค่อนข้างต่ำ

สรุปผลการศึกษา

เกษตรกรชาวเขาเผ่ามูเซอ หมู่บ้านห้วยตาด ตำบลอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 32 ครัวเรือน มีอายุเฉลี่ย 43 ปี ไม่ได้เรียนหนังสือ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน 4 คน จำนวนพื้นที่ปลูกกาแฟเฉลี่ย3.5 ไร่/ครอบครัว รายได้จากผลผลิตกาแฟ 11,017.18 บาท/ครอบครัว/ปี ประสบการณ์ในการปลูกกาแฟเฉลี่ย 12.85 ปี จำนวนต้นกาแฟที่ปลูกเฉลี่ย 567 ต้น/ครอบครัว เกษตรกรชาวเขามีการขยายพื้นที่ปลูก โดยมี จำนวนต้นเฉลี่ย 422 ต้น/ครอบครัว เกษตรกร ส่วนน้อยที่ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการกาแฟ จำนวนพืชที่ปลูกร่วมในแปลงกาแฟมีทั้งหมด 9 ชนิด ได้แก่ ชา ขนุน ลิ้นจี่ มะม่วง ส้มโอ อโวคาโด้ เงาะ ถั่วแดง และ มัคคา

เดเมียนัท

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกษตรยั่งยืน โดยการ ส่งเสริมการปลูกกาแฟอาราบิก้า และมีความสัมพันธ์ทางบวกและสูง ได้แก่ ระดับการศึกษา (+1.00) ความหลากหลายของพืชที่ปลูกร่วมกับกาแฟ (+.84) อายุของเกษตรกรชาวเขา (+.50) และการได้รับ ข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกและผลิตกาแฟ (+.50)

แนวทางการพัฒนาการส่งเสริมการปลูกกาแฟอาราบิก้าในระบบเกษตรยั่งยืน มีความเป็นไปได้ เนื่องจากเกษตรกรมีประสบการณ์ในการดูแลต้นกาแฟและเกษตรกรชาวเขามีรายได้จากกาแฟสม่ำเสมอทุกปี การเพิ่มผลผลิตและสร้างรายได้เพิ่ม หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องให้ความรู้เพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะ

1.จากการที่เกษตรกรชาวเขาปลูกและผลิตกาแฟ โดยปราศจากสารเคมีเป็นส่วนใหญ่นั้น เกษตรกรสามารถผลิตกาแฟที่เป็นกาแฟอินทรีย์ (organic coffee) ได้ โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาจจะต้องเข้าไปแนะนำส่งเสริมและหรือให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการผลิตกาแฟอินทรีย์ ซึ่งจะทำให้กาแฟนั้นมีราคาสูงมากกว่ากาแฟที่ผลิต โดยทั่วไป

2. ถ้าเกษตรกรสามารถแปรรูปกาแฟดิบให้เป็นกาแฟคั่ว และบดขายเป็นกาแฟสดให้กับนักท่องเที่ยวได้จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิต และเกษตรกรชาวเขาก็จะมีรายได้เพิ่มมากขึ้น แต่การดำเนินการดังกล่าวจะต้องมีการให้ความรู้ โดยหน่วยงานที่เป็นสถาบันวิจัยและฝึกอบรม เช่น ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณอภินันท์ จะมู และเกษตรกรชาวเขาผู้ปลูกกาแฟ หมู่บ้านมูเซอห้วยตาด ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดี ในการเก็บข้อมูล และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2542. ไม้ผลกับการเกษตร ยั่งยืน. ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการเรื่อง เกษตรยั่งยืน และทรัพยากร บนที่สูง. วันที่ 9 – 10 ธันวาคม 2542 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 34ก – 34ค.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. การเกษตรเพื่อคุณภาพชีวิต และสิ่งแวดล้อม. ใน เกศิณี ระมิงค์วงศ์ ไสว บูรณพานิชพันธ์ และทัศนีย์ อภิชาติสรางกูร (บรรณาธิการ). ประมวลผลงานวิชาการด้าน การเกษตร เนื่องในวโรกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : โรงพิมพ์มิ่งเมือง. หน้า 253 – 261.

ธีระเดช พรหมวงศ์, นริศ ยิ้มแย้ม และดุษฎี ณ ลำปาง. 2538. สภาพการณ์ผลิตและวิธีการปลูกกาแฟของเกษตรกรชาวเขาในจังหวัดเชียงใหม่. รายงานผลการวิจัย. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธีระเดช พรหมวงศ์, นิรศ ยิ้มแย้ม, วราพงษ์ บุญมา, นิธิ ไทยสันทัด และประเสริฐ คำออน. 2541. ผลกระทบของการปลูกกาแฟต่อการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจสังคม และสิ่งแวดล้อมของเกษตรกรบนที่สูงในภาคเหนือตอนบน. รายงานผลการวิจัย. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ 2542. บทนำ. ใน พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และบัณฑูรย์ วาฤทธิ์ (บรรณาธิการ) การปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้าบนที่สูง. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์มิ่งเมือง. หน้า 1 – 26.

พิชิต พิทักษ์เทพสมบัติ. 2531. มาใช้ Yule's Q กันเถอะ. ในพิชิต พิทักษ์เทพสมบัติ (บรรณาธิการ) ปฏิบัติการเหนือตำรา : การวิจัยทางสังคม. กรุงเทพ : โครงการตำราวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม. หน้า 197 – 207.

พัฒนพันธุ์ ไพชยนต์มปป. การปลูกกาแฟอาราบิก้าร่วมกับไม้บังร่มเงา บทความวิชาการโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วราพงษ์ บุญมา, ธีระเดช พรหมวงศ์, นริศ ยิ้มแย้ม, ประเสริฐ คำออน และนิธิ ไทยสันทัด. 2542. การศึกษาระบบการผลิตกาแฟอาราบิก้าบนที่สูงต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในระบบการเกษตรยั่งยืน. รายงานผลการวิจัย. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วารสารเกษตร 17(1) : 82 - 91 (2544)
Journal of Agriculture 17(1 : 82 - 91 (2001)

การใช้ใบกระถินเทพาเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารโคนม

The Use of Acacia (*Acacia mangium)* as Protein Source in Dairy Ration

สมปอง สรวมศิริ[1/]
Sompong Sruamsiri[1/]

Abstract: Sixteen Holstein - Friesien cows at 7th month pregnancy were divided into four groups according to Completely Randomized Design to study the use of legume leaves (*Acacia mangium*) as protein source in dairy ration. They were then fed with Ruzi grass or urea treated ricestraw (*ad libitum*) together with 4 different concentrates ; concentrate with 8% soybean meal (control), with 12.5% leucaena, with 12.5% and 25% *Acacia mangium*. Through out the 120 days of lactating period, a slightly decrease in dry matter feed intake (kg/h/d) was found by cows fed with concentrate contain 12.5% leucaena, 12.5% and 25% *Acacia mangium* respectively. Milk production 4% FCM decreased, according to concentrate feed from 7.82 to 6.97, 6.64 and 6.47 kg/h/d, respectively. Feed cost per 1 kg milk was 5.26 to 5.11, 5.20 and 5.44 Baht, whereas feed conversion ratio were slightly increased from 1.72 to 1.84, 1.91 and 1.98 respectively. Cow fed with concentrate plus leucaena had lowest feed cost per 1 kg milk and highest income per 1 kg milk. However total income after withdraw of feed cost was the higest by cows fed with concentrate plus soybean meal. Raw milk quality was not significant difference among the treatments.

บทคัดย่อ: การใช้ใบกระถินเทพาเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารโคนม ใช้โคทดลองเป็นโคนมพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ที่ตั้งท้องประมาณ 7 เดือน จำนวน 16 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โคทดลองได้รับอาหารหยาบอย่างเต็มที่ส่วนอาหารข้นมี 4 ชนิดคือ อาหารข้นที่มีกากถั่วเหลือง 8% อาหารข้นที่มีใบกระถินป่น 12.5% และอาหารข้นที่มีใบกระถินเทพาในระดับ 12.5% และ 25% จากการทดลองในระยะรีดนมเป็นเวลา 120 วัน หลังคลอดพบว่า ปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้งต่อตัวต่อวันของโคทดลองมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อได้รับอาหารข้นที่มีใบกระถินป่น 12.5% และใบกระถินเทพาในระดับ 12.5% และ 25% แต่ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่าง

[1/]ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50230

[1/]Department of Animal Technology, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50230. Thailand.

กันทางสถิติ ปริมาณน้ำนม 4% FCM มีค่าต่ำลง แต่ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารมีค่าสูงขึ้นเมื่อใช้ใบกระถินเทพาในสูตรอาหารข้น ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำนม 4% FCM มีค่าเท่ากับ 7.82, 6.98, 6.64 และ 6.47 ก.ก./ตัว/วัน ค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม มีค่าเป็น 5.26, 5.11, 5.20 และ 5.44 บาท และค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร มีค่าเป็น 1.72, 1.84, 1.91, และ 1.98 สำหรับกลุ่มทดลองตามลำดับ กลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารข้นที่มีใบกระถินเทพาในระดับ 12.5% ในสูตรอาหารมีค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำนม 1 กก. ต่ำที่สุด และให้ผลตอบแทนต่อน้ำนม 1 กก. สูงที่สุด ผลตอบแทนค่าน้ำนมดิบหลังจากหักต้นทุนค่าอาหารในกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารข้นที่มีกากถั่วเหลืองมีค่าสูงที่สุด ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำนมดิบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

Index words: ใบกระถิน กระถินเทพา โปรตีนจากพืช แหล่งโปรตีน อาหารโครีดนม คุณภาพน้ำนม เถ้าที่ไม่ละลาย ในกรด
ipil ipil, *Acacia mangium*, plant protein, protein source, dairy ration, milk quality, acid insoluble ash

คำนำ

ต้นทุนในการผลิตสัตว์ทั้งหมดโดยเฉลี่ยประมาณ 60-70% คือ ต้นทุนค่าอาหารสัตว์และส่วนประกอบในสูตรอาหารที่มีราคาแพงที่สุด คือ วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีน ซึ่งอาจได้มาจากพืชหรือสัตว์แหล่งโปรตีนจากพืชที่สำคัญและนิยมใช้เป็นส่วนประกอบของแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารคือ กลุ่มของพืชตระกูลถั่วในตระกูล Leguminosae หรือ Fabaceae เช่น กระถิน (*Leucaena leucocephala)* นอกจากจะใช้ใบกระถินเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารมนุษย์และสัตว์แล้ว ต้นกระถินที่ปลูกยังใช้เป็นพืชบำรุงดิน ป้องกันการชะล้างของหน้าดินได้ การใช้ใบกระถินในการเลี้ยงสัตว์สามารถใช้ได้ทั้งในรูปให้กินสด หรือใช้ใบแห้งผสมในสูตรอาหารข้น ปริมาณที่ใช้ในสัตว์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของสัตว์ อายุและข้อจำกัดอื่น ๆ (บุญเสริม, 2531)

ปัญหาที่สำคัญของการใช้ใบกระถินในอาหารสัตว์ นอกจากในเรื่องปัญหาของปริมาณสารพิษไมโมซีน (mimosine) ที่เป็นส่วนประกอบแล้วยังมีปัญหาด้านการปนปลอมกิ่งก้านและใบพืชชนิดอื่นซึ่งมีผลให้คุณภาพของใบกระถินลดลง ปัญหาการระบาดของเพลี้ยไก่ฟ้าศัตรูของต้นกระถินก็มีส่วนทำให้ผลผลิตใบกระถินที่ออกสู่ตลาดมีจำนวนลดลงด้วย โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง การหาแหล่งโปรตีนจากพืชชนิดอื่น เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชในอาหารสัตว์จึงเป็นสิ่งที่ควรศึกษา

กระถินเทพาเป็นพืชตระกูลถั่วที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Acacia mangium* มีถิ่นกำเนิดอยู่บริเวณตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย ปาปัวนิวกินี และหมู่เกาะโมลักคาร์ในเขตประเทศอินโดนีเซีย กระถินเทพาจัดเป็นไม้โตเร็วที่รัฐบาลไทยโดยกรมป่าไม้ให้การส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในเขตป่าเสื่อมโทรม และในเขตป่าสงวน เพื่อรักษาต้นน้ำและป้องกันการพังทลายของหน้าดิน กระถินเทพาเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีประโยชน์และมีคุณค่ามากมาย เช่น ใช้บำรุงดิน ทำปุ๋ยพืชสด เป็นพืชคลุมดินป้องกันการสูญเสียหน้าดิน ป้องกันกำจัดวัชพืช และใช้ใบเป็นแหล่งอาหารสัตว์ได้ โดยเฉพาะการใช้ใบเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชในการเลี้ยงโค (อิทธิฤทธิ์ และ คณะ, 2528.) การมีใบขนาดใหญ่ของกระถินเทพาหากสามารถนำมาใช้ทดแทนใบกระถินหรือกากถั่วเหลืองที่ใช้

เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ได้ จะเป็นประโยชน์ต่อวงการอาหารสัตว์อย่างมาก การศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์ของใบกระถินเทพาเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารโคนม เปรียบเทียบกับการใช้ใบกระถินและกากถั่วเหลือง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้ประกอบในการส่งเสริมการปลูกกระถินเทพาสำหรับใช้ใบเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชในทางอาหารสัตว์ต่อไป

วัตถุประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาปริมาณน้ำนม ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และต้นทุนในการผลิตในโครีดนม เมื่อใช้ใบกระถินเทพาในระดับต่างๆ เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารข้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้โคพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ที่ตั้งท้องครั้งแรกได้ประมาณ 7 เดือนจำนวน 16 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มทดลอง ๆ ละ 4 ตัว แต่ละตัวถือเป็น 1 ซ้ำ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โคแต่ละกลุ่มทดลองได้รับอาหารหยาบกินอย่างเต็มที่ และได้รับอาหารข้นในอัตรา 4 ก.ก./ตัว/วัน ในระยะเริ่มทดลองถึงวันก่อนคลอดและในระยะให้นมได้รับอาหารหยาบอย่างเต็มที่ ให้อาหารข้นในอัตราส่วนอาหารข้นต่อปริมาณน้ำนมที่รีดได้เป็น 1 : 2 และให้คะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย (body score) ประกอบ อาหารข้นมี 4 กลุ่มทดลอง (ตารางที่ 1) คือ

1. อาหารข้นที่มีกากถั่วเหลือง 8% และข้าวโพด 17.5%

2. อาหารข้นที่มีใบกระถินป่น 12.5% และข้าวโพด 13.5%

3. อาหารข้นที่มีใบกระถินเทพา 12.5% และข้าวโพด 17.5%

4. อาหารข้นที่มีใบกระถินเทพา 25% และข้าวโพด 0.5%

นำโคทดลองเข้ายืนโรงในคอกรีดนมซึ่งเป็นคอกยืนโรงขังเดี่ยวมีที่ให้น้ำอัตโนมัติ และรางอาหารด้านหน้า มีก้อนแร่ธาตุผูกให้โคเลียกินอย่างอิสระตลอดเวลา ให้อาหารข้น 30 นาทีก่อนทำการรีดนมทุกครั้ง โดยให้ 2 ครั้ง/วันตามเวลารีดนม (6.00 น. และ 16.00 น.) อาหารหยาบใช้หญ้ารูซี่สดและฟางอบยูเรีย 6% โคทดลองทุกตัวจะได้รับหญ้ารูซี่สดเป็นแหล่งอาหารหยาบตั้งแต่เริ่มนำเข้ายืนโรงในซองรีดนมจนกระทั่งหลังคลอด 10 สัปดาห์ ระยะเวลาทดลองทั้งสิ้น 120 วันหลังคลอด

บันทึกน้ำหนักโคทดลองเมื่อเริ่มการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง บันทึกปริมาณอาหารที่กินและปริมาณน้ำนมที่รีดได้เป็นรายตัวทุกวัน เก็บตัวอย่างอาหารสัตว์ (หญ้ารูซี่ ฟางอบยูเรีย และอาหารข้น) เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารตามวิธี Proximate analysis (AOAC, 1985) วิเคราะห์ NDF (neutral - detergent fiber) และ ADF (acid - detergent fiber) ตามวิธีของ Van Soest (Goering and Van Soest, 1970) หลังจากคลอดเป็นเวลา 3 สัปดาห์เก็บตัวอย่างมูลโคทุกตัวเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ในระยะทดลองในช่วงเวลาเช้าเพื่อวิเคราะห์และคำนวณสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และ NDF โดยใช้เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash) หรือ AIA เป็นตัวชี้บ่งภายในตามวิธีของ Van Keulen and Young (1977) ดังนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ} = 100 - 100 \times \frac{(\%\text{AIA ในอาหาร}) \times (\%\text{ โภชนะในมูล})}{(\%\text{AIA ในมูล}) \quad (\%\text{ โภชนะในอาหาร})}$$

เก็บตัวอย่างน้ำนมของแม่โคทุกตัวทุก 2 สัปดาห์ เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมันนมตามวิธี Gerber Test ตรวจวัดความเป็นกรดและด่าง(pH) และเปอร์เซ็นต์ของแข็งในน้ำนม (total solid) (วรรณา, 2538) ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี Analysis of variance ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (จรัญ, 2538)

สถานที่ทำการทดลอง ใช้คอกรีดนมของสาขาโคนม ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างกันยายน 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2541

Table 1 Feed ingredient of concentrate rations.

Ingredient (kg.)	group 1	group 2	group 3	group 4
Rice bran	70.0	70.0	70.0	70.0
Corn meal	17.5	13.0	13.0	0.5
Soybean meal	8.0	-	-	-
Ipil Ipil	-	12.5	-	-
Acacia dried leaves	-	-	12.5	25.0
Urea (46 - 0 - 0)	2.0	2.0	2.0	2.0
Bone meal	1.5	1.5	1.5	1.5
Salt	1.0	1.0	1.0	1.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารข้นและอาหารหยาบที่ใช้ทดลองดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า อาหารข้นมีเปอร์เซนต์วัตถุแห้ง โปรตีนและไขมันระหว่าง 86.4-87.0%, 19.2-21.0% และ 11.2-13.5% ค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์วัตถุแห้งของอาหารข้นทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์โปรตีนในอาหารข้นสูตรที่ 1 ซึ่งใช้กากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบ 8% มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์โปรตีนสูงที่สุดคือ 21.0% ค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ไขมันต่ำที่สุดคือ 11.2% และค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ NDF และ ADF ต่ำที่สุด คือ 20.1% และ 10.9% อาหารข้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์โปรตีนเท่ากับ 19.5% ค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์เยื่อใย NDF และ ADF สูงที่สุดคือ 14.9, 27.7 และ 18.5% ตามลำดับ คุณค่าทางอาหารของแหล่งอาหารหยาบที่ใช้ทดลองคือ หญ้ารูซี่สด และฟางอบยูเรีย 6% พบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และเยื่อใยของหญ้ารูซี่ตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 30.4, 6.5, 3.2 และ 32.7 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ฟางอบยูเรีย 6% มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และเยื่อใยเท่ากับ 62.5, 5.9, 1.0 และ 40.1 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

Table 2 Chemical composition of experimental rations.

Item	Dry matter	% Dry matter					
		CP	CF	EE	Ash	NDF	ADF
Concentrate							
group 1	87.0	21.0	4.1	11.2	8.9	20.1	10.9
group 2	86.6	19.2	9.3	12.9	10.2	23.8	17.9
group 3	86.4	19.8	8.5	13.5	10.0	26.4	12.5
group 4	86.4	19.5	14.9	12.5	10.1	27.7	18.5
Roughage							
Ruzi grass	30.4	6.5	32.7	3.2	8.4	56.2	38.7
UTS	62.5	5.9	40.1	1.0	17.6	38.2	50.4

UTS= Urea treated rice straw 6%

สมรรถภาพในการผลิต

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ใบกระถินเทพาในสูตรอาหารข้นในระดับ 12.5 และ 25% และใช้ใบกระถินป่นในระดับ 12.5% เลี้ยงโคทดลองที่อยู่ระหว่างการให้นมครั้งแรกเป็นเวลา 120 วันหลังคลอดได้ โดยมีปริมาณการกินอาหารทั้งหมดแตกต่างกันเล็กน้อย แต่กลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารข้นที่มีกากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบโดยใช้อาหารข้นในอัตราส่วนปริมาณน้ำนมต่ออาหารข้นเป็น 2:1 มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินในรูปวัตถุแห้งสูงกว่ากลุ่มอื่นเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) ค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินในรูปวัตถุแห้งเป็นกิโลกรัม/ตัว/วัน ของกลุ่มทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเป็น 13.47, 12.87, 12.67 และ 12.83 ก.ก.วัตถุแห้ง/ตัว/วัน ตามลำดับ กลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารข้นที่มีกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน มีค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินสูงที่สุดคือ 13.47 ก.ก.วัตถุแห้ง/ตัว/วัน ปริมาณอาหารหยาบและอาหารข้นที่กินสูงที่สุดคือ 9.12 และ 4.35 ก.ก.วัตถุแห้ง/ตัว/วัน ตามลำดับ

กลุ่มทดลองที่ 1 ปริมาณอาหารที่กินมีปริมาณสูงทำให้ปริมาณโภชนะที่สัตว์ได้รับมีค่าสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่น ปริมาณการกินอาหารที่สูงกว่ามีผลจากอาหารที่กินเข้าไปในกระเพาะรูเมนมีการย่อยได้หรือการสลายตัวที่ดีกว่า ทำให้มีอัตราการเคลื่อนที่ของอาหารผ่านเข้าสู่กระเพาะโอมาซั่มและอะโบมาซั่มเร็วขึ้น ซึ่ง เมธา (2533) และ Pond และคณะ (1995) กล่าวว่าอัตราการเคลื่อนที่ของอาหารผ่านเข้าสู่กระเพาะโอมาซั่มและอะโบมาซั่มเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการเพิ่มปริมาณการกินได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง อัตราการเคลื่อนที่ของอาหารผ่านกระเพาะสูงขึ้นหรือเร็วขึ้น ปริมาณการกินได้ของสัตว์จะเพิ่มสูงขึ้นด้วย

ปริมาณอาหารที่กินในรูปวัตถุแห้งคิดเป็นเปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัวของกลุ่มทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.35-3.55% โดยกลุ่มทดลองที่ 4 มีค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินในรูปวัตถุแห้งคิดเป็นเปอร์เซนต์น้ำหนักตัวต่ำที่สุดและกลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินในรูปวัตถุแห้งคิดเป็นเปอร์เซนต์น้ำหนักตัวสูงที่สุดคือ 3.55 % เมื่อคิดปริมาณอาหารหยาบที่กินเป็นเปอร์เซนต์จากปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินจะเห็นได้ว่าเปอร์เซนต์อาหารหยาบ

Table 3 Performance of lactating cows fed with different experimental rations.

Item	group 1	group 2	Group 3	Group 4
Number of animal, (h).	4	4	4	4
Initial weight, (kg.)	396.3	379.8	364.5	400.3
Final weight, (kg.)	387.8	354.3	349.7	364.8
Feed intake, (kg.DM./h/d)	13.47	12.87	12.67	12.83
Roughage.	9.12	8.85	8.75	8.70
Concentrate.	4.35	4.02	3.92	4.13
DM. Intake, (% BW.)	3.43	3.51	3.55	3.35
Roughage intake,(% DMI.)	67.71	68.76	69.17	67.81
Feed per 1 kg. milk.*	1.72a	1.84ab	1.91b	1.98b
Milk yield 4% FCM,(kg./h./d.)*	7.82a	6.98b	6.64b	6.47b
Milk yield, kg./h./d.*	8.06a	7.42b	7.16b	6.85b

* Mean with different supperscripts was significant difference. ($P < 0.05$)

ที่กินในทุกกลุ่มทดลองมีค่าระหว่าง 7.71-69.17% ค่าเฉลี่ยสัดส่วนอาหารหยาบคิดเป็นเปอร์เซนต์วัตถุแห้งที่สูงกว่า 50% ในทุกกลุ่มทดลองแสดงให้เห็นว่าโคในทุกกลุ่มทดลองได้รับอาหารหยาบอย่างเพียงพอที่จะรักษาระดับ pH ในกระเพาะส่วนหน้าเพื่อความเหมาะสมในการเพิ่มจำนวนประชากรและการทำงานของจุลินทรีย์ได้ตามปกติ ซึ่ง สมคิด (2538) และ Kirchgessner *et al.* (1983) กล่าวว่าอาหารหยาบส่วนใหญ่ที่ใช้กันในเขตร้อนจะมีคุณค่าทางอาหารต่ำมีผลให้ต้องมีการให้อาหารข้นแก่โครีดนม ซึ่งในการให้อาหารโคนั้นควรให้ความสำคัญในการจัดสัดส่วนอาหารหยาบและอาหารข้นด้วย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตในโครีดนมด้วย โครีดนมที่ให้น้ำนมต่อวันสูงกว่า 20 กิโลกรัม ควรได้รับอาหารหยาบในสัดส่วนไม่ต่ำกว่า 40% ของอาหารทั้งหมดที่กิน แต่โคที่ให้นมต่ำกว่า 20 กิโลกรัมต่อวัน ควรมีสัดส่วนของอาหารหยาบคิดเป็นเปอร์เซนต์ของอาหารในรูปวัตถุแห้งทั้งหมดไม่ควรต่ำกว่า 50%

เมื่อพิจารณาปริมาณเยื่อใย ADF ในอาหารแห้งที่โคได้รับ พบว่าโคทุกกลุ่มการทดลองได้รับปริมาณเยื่อใย ADF คิดเป็นเปอร์เซนต์ในอาหารแห้งเป็น 31.21, 33.08, 32.41 และ 34.09 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่ NRC (1988) กำหนดไว้เนื่องจากค่า ADF เป็นส่วนเยื่อใยที่เป็นโครงสร้างของพืชประกอบด้วยเซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งมีสหสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับการย่อยได้ของโภชนะ การได้รับปริมาณ ADF ในระดับที่สูงขึ้นในกลุ่มทดลองที่ 2 3 และ 4 น่าจะมีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะด้วย แม้ว่า ADF ยังสามารถย่อยได้บางส่วน 20 - 80% ขึ้นกับปริมาณลิกนินที่เป็นส่วนประกอบก็ตาม (เมธา, 2533)

ปริมาณน้ำนมดิบที่วัดได้ในแต่ละกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 8.06 7.42 7.16 และ 6.85 กิโลกรัม/ตัว/วัน สำหรับกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารข้นที่มีกากถั่วเหลือง ใบกระถินป่น 12.5% ใบกระถินเทพา 12.5% และ 25% ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำนมดิบจากการทดลองมีค่าค่อนข้างต่ำ ซึ่งน่าจะมีผลจากโคทดลองเป็นโคที่ให้นมครั้งแรก ร่างกายโคยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ปริมาณโภชนะที่สัตว์

ได้รับในแต่ละวันนอกจากจะถูกใช้ในการดำรงชีพตามปกติแล้ว โภชนะที่เหลือจะถูกแบ่งไปใช้ในการผลิตน้ำนมและการเจริญเติบโตของร่างกายด้วย จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าการเสริมใบกระถินป่นและใบกระถินเทพาในสูตรอาหารข้นมีแนวโน้มมีผลให้ปริมาณน้ำนมที่ได้จริงในกลุ่มโคทดลองมีค่าลดลง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน่าจะเป็นผลมาจากความสมดุลของพลังงานและโปรตีนในกระเพาะรูเมนเป็นสำคัญการลดลงของข้าวโพดป่นในสูตรอาหารข้นที่มีใบกระถินป่นและใบกระถินเทพาเป็นส่วนประกอบ น่าจะมีส่วนทำให้พลังงานในอาหารลดลง โดยเฉพาะพลังงานที่จุลินทรีย์จะได้จากแหล่งคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยง่าย (nitrogen free extract, NFE) ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ใช้เป็นแหล่งพลังงานในการเพิ่มปริมาณประชากร การสร้างโปรตีนในตัวจุลินทรีย์และการผลิตกรดไขมันระเหยง่าย (volatile fatty acid, VFA) ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีพและการให้ผลผลิตของสัตว์ ซึ่ง Orskov and Ryle (1990) และเทอดชัย (2542) กล่าวว่า พลังงานในอาหารข้นที่โคให้นมได้รับนั้น ส่วนใหญ่จุลินทรีย์จะนำไปใช้ในการเพิ่มประชากรเพิ่มปริมาณโปรตีนในตัวจุลินทรีย์เพื่อการดำรงชีวิตและการให้ผลผลิตของสัตว์ และการใช้ประโยชน์จากโภชนะในอาหาร โดยจุลินทรีย์จะมีประสิทธิภาพมาก เมื่อสัดส่วนของพลังงานและโปรตีนมีความสมดุลกัน

แม่โครีดนมในกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่มีกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารข้นมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำนม 1 ก.ก. ที่ 4% FCM สูงกว่ากลุ่มอื่นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่มีใบกระถินป่นและใบกระถินเทพาเป็นส่วนประกอบ ทั้งนี้เนื่องจากกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณภาพดีมีโภชนะสูงโดยเฉพาะมีโปรตีนที่มีคุณภาพดี นอกจากนี้แม่โคในกลุ่มที่ 1 ซึ่งได้รับกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้นมีปริมาณการกินได้ในรูปวัตถุแห้งสูงกว่ากลุ่มอื่น ทั้งอาหารหยาบและอาหารข้นที่ให้ตามปริมาณน้ำนม ทำให้แม่โคได้โภชนะที่เพิ่มขึ้น จึงมีผลให้แม่โคสามารถผลิตน้ำนมได้สูงขึ้น และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ดีกว่ากลุ่มอื่น ค่าเฉลี่ยปริมาณการกินอาหารข้นในทุกกลุ่มทดลองที่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แม้ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ในแต่ละกลุ่มทดลองมีค่าแตกต่างกัน มีผลจากการเพิ่มปริมาณอาหารข้นให้แก่แม่โคในกลุ่มที่ 2 3 และ 4 เพื่อให้โคทดลองมีคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายไม่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (คะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย 2.5) มากนัก โดยเฉพาะในระยะก่อนที่โคจะให้นมสูงสุด ซึ่งเป็นระยะที่โคต้องการพลังงานสูงและต้องดึงพลังงานที่สะสมในร่างกายออกมาใช้มากหากโคมีความสมบูรณ์ของร่างกายต่ำ กลุ่มที่ได้รับกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารข้น มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำนม 4% FCM สูงที่สุดเท่ากับ 7.82 กิโลกรัม/ตัว/วัน และกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่มีใบกระถินเทพาเป็นส่วนประกอบในระดับ 25% ในสูตรอาหารมีค่าต่ำที่สุดคือ 6.47 ก.ก./ตัว/วัน ปริมาณน้ำนมในกลุ่มทดลองที่ได้รับกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารข้นมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นเป็นผลจากปริมาณการได้รับโภชนะที่สูงกว่าและประสิทธิภาพ การเปลี่ยนอาหารที่ดีกว่า

ราคาต้นทุนในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม คิดเฉพาะค่าอาหารขณะทำการทดลองโดยราคาน้ำนมดิบขณะทดลองมีราคากิโลกรัมละ 9 บาท พบว่าต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ในกลุ่มที่ได้ใบกระถินป่นในสูตรอาหารข้นมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 5.11 บาท รองลงมาคือ กลุ่มที่ได้รับใบกระถินเทพาในระดับ 12.5% มีค่าต้นทุนเท่ากับ 5.20 บาท การใช้ใบกระถินเทพาในสูตรอาหารข้นมีแนวโน้ม

ที่จะให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม .สูงขึ้น กลุ่มทดลองที่ได้รับใบกระถินเทพาในระดับ 25% ในสูตรอาหารข้นมีค่าต้นทุนการผลิตสูงที่สุด คือ 5.44 บาทต่อน้ำนม 1 กิโลกรัม ความแตกต่างของต้นทุนค่าอาหารข้นต่อการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัมเป็นผลจากปริมาณอาหารที่กิน ราคาอาหารข้น และปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้เป็นสำคัญ

ต้นทุนค่าอาหารข้นต่อการผลิตน้ำนม 1 กก. และผลตอบแทนต่อน้ำนม 1 กิโลกรัม ของกลุ่มทดลองที่ได้รับกากถั่วเหลืองในอาหารข้นมีค่าต่ำกว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับใบกระถินป่นในระดับ 12.5% และใบกระถินเทพาในระดับ 12.5% แต่เมื่อคิดผลตอบแทนที่ได้รับจากการขายน้ำนมตลอดระยะการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารข้นที่มีกากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบให้ผลตอบแทนสูงที่สุด คือ 3,617.33 บาท และกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารข้นที่มีใบกระถินเทพาในระดับ 25% มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 2,926.32 บาท เนื่องจากปริมาณน้ำนมที่รีดได้มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน

Table 4 Marginal return from experimental rations.

Item	group 1	group 2	Group 3	group 4
Experimental period, d.	120	120	120	120
Milk yield, kg./h./d.*	8.06a	7.42b	7.16 b	6.85 b
Feed cost, Baht./h./d.	42.42	37.93	37.26	37.29
Roughage.	14.62	14.36	14.20	13.92
Concentrate.	27.80	23.57	23.06	23.37
Feed cost per 1 kg.milk, Baht.	5.26	5.11	5.20	5.44
Total feed cost, Baht.	5,087.47	4,549.94	4,467.84	4,471.68
Cost of concentrate ration, Baht./kg.	5.56	5.08	5.08	4.89
Milk price, Baht./kg.	9.00	9.00	9.00	9.00
Total income, Baht.	8,700.8	8,013.6	7,732.8	7,398.00
Marginal return, Baht.	3,617.33	3,463.66	3,264.96	2,926.32
Marginal return per 1 kg.milk.,Baht.	3.74	3.89	3.80	3.56

Note: Price per kg. of Ruzi grass, UTS, Ipil Ipil, and Acacia was 0.5, 1.25 4.0 and 4.0 Baht./kg.

*Mean with different supperscripts was significant difference.($P<0.05$)

สัมประสิทธิการย่อยได้ของโภชนะ

ในตารางที่ 5 พบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และ NDF ของกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าสูงที่สุดคือ 68.74 63.48 และ 60.03 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของกลุ่มทดลองที่ 4 มีค่าต่ำที่สุดคือ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และ NDF มีค่าเป็น 56.53, 52.12 และ 54.09% ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในอาหารทดลองจากการศึกษาโดยวิธีการใช้เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (AIA) เป็นตัวบ่งชี้ แสดงให้เห็นว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และ NDF ของอาหารทดลองมีค่าลดลงเมื่อใช้ใบลกระถินป่นและใบกระถินเทพาในสูตรอาหารข้น สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะใน

อาหารของกลุ่มทดลองที่ได้รับใบกระถินเทพาในระดับ 25% ในสูตรอาหารข้นมีค่าต่ำที่สุด ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่บ่งบอกถึงอัตราการย่อยสลายของอาหารในกระเพาะและความเร็วของการเคลื่อนที่ของอาหารไปสู่กระเพาะอโบมาซั่ม ซึ่งจะมีผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่กินได้ในที่สุด

Table 5 Digestibility of experimental rations.

Item	Digestibility %		
	Dry matter*	Protein*	NDF*
Group 1	68.74a	63.48 a	60.03 a
Group 2	59.66 ab	57.56 ab	52.10 b
Group 3	58.23b	62.05 a	54.44 b
Group 4	56.53b	52.12 b	54.19 b

* Mean with different supperscripts was significant difference. ($P < 0.05$)

คุณภาพน้ำนม

ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำนมดิบจากการ วิเคราะห์คุณภาพน้ำนม ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบก่อนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ ณ โรงงานนมแม่โจ้ดังแสดงในตารางที่ 6 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านคุณภาพน้ำนมในแต่ละกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ย % ไขมัน ค่า pH % กรดแลคติก และ % ของแข็งในน้ำนม มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ค่าเฉลี่ย % ไขมัน ค่า pH % กรดแลคติก และ % ของแข็งในน้ำนม มีค่าได้มาตราฐานตาม วรรณา (2538) โดยค่าเฉลี่ย % ไขมันรวมของกลุ่มทดลองมีค่าระหว่าง 3.74 - 3.82% และกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ย % ไขมันนมสูงที่สุดคือ 3.82% ค่าเฉลี่ย pH ในน้ำนมและ % กรดแลคติกในน้ำนมของกลุ่มทดลองมีค่าระหว่าง 6.68 - 6.80 และ 0.17 - 0.18% ค่าเฉลี่ย % ของแข็งในน้ำนม (total solid) มีค่าระหว่าง 10.97 - 11.12% ตามลำดับ ค่าเฉลี่ย % ไขมันที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติน่าจะมีผลจากปริมาณอาหารหยาบที่สัตว์ได้รับในปริมาณที่ไม่แตกตางกันทางสถิติ โดยอาหารหยาบจะเป็นแหล่งของกรดอะซิติกที่เป็นตัวกำหนดของปริมาณไขมันในน้ำนม

Table 6 Milk composition.

Item	group 1	group 2	group 3	group 4
Milk fat,%	3.82	3.76	3.74	3.80
pH	6.68	6.79	6.79	6.80
Lactic acid,%	0.18	0.17	0.18	0.18
Total solid,%	11.12	10.97	11.01	11.09

สรุปผลการทดลอง

การใช้ใบกระถินเทพาในระดับ 12.5% ในสูตรอาหารข้นเลี้ยงโครีดนม มีผลให้ค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารหยาบที่กินเป็น กิโลกรัม วัตถุแห้ง/ตัว/วัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ปริมาณน้ำนม คุณภาพน้ำนม ต้นทุนในการผลิต และผลตอบแทนที่ได้รับจากการขายน้ำนม ไม่แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารข้นที่มีใบกระถินป่นในระดับ 12.5% แต่แนวโน้มของค่าเฉลี่ยดังกล่าวจะมีค่าลดลงเมื่อใช้ใบกระถินเทพาในระดับ 25% ในสูตรอาหารข้น

เอกสารอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา. 2538. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนการวิจัย. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัดกรุงเทพฯ. 468 น.

บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2531. การใช้กระถินเสริมฟางข้าวเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง.รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการโครงการอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 225-242.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 473 น.

เทอดชัย เวียรศิลป์ 2542. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 343 น.

วรรณา ตั้งเจริญชัย.2538.ปฏิบัติตรวจสอบคุณภาพน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม. สำนักพิมพ์โอเดียนโตร์. กรุงเทพฯ. 153 น.

สมคิด พรหมมา. 2538. การจัดการอาหารโคนมให้ผลผลิตสูง. วารสารสัตวบาล ปีที่ 5 ฉบับที่ 29 หน้า 57-61.

อิทธิฤทธิ์ อึ้งวิเชียร สุทธิเจตน์ จันทรศิริ วินัย สุพัฒนกุล โกวิทย์ อันตศาสตร์ พนัส บุรณศิลปิน และประพันธ์ บุญกลิ่นขจร. 2528.กระถินเทพาไม้โตเร็วที่น่าสนใจ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. กรุงเทพฯ. 22 น.

AOAC 1985. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. U.S.A.

Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. ARS Handbook NO. 379. United States. Department of Agriculture Washington, D.C. U.S.A

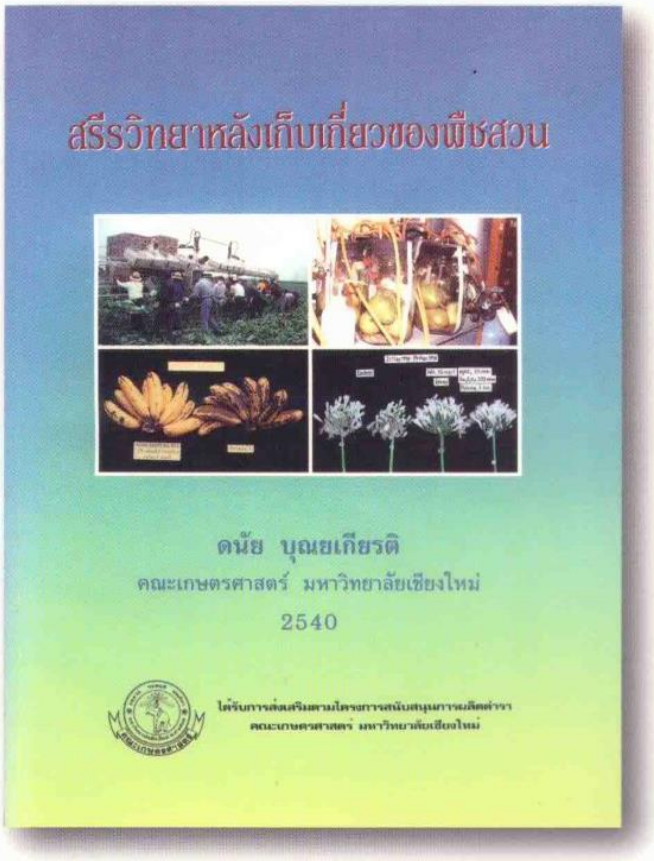
Kirchgessner, M. , G. Roehrmoser and H. L. Mueller. 1983. Energy balance and energy utilization of lactation cows under restricted energy supply and subsequent realimentation (in German).Z. Tierphysiol, tierernaehr. U. futtermittelkunde. 49:228-238.

National Research Council. 1988. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. 6th Ed. National Academy of Science. Washington D.C. U.S.A. 157 p.

Pond, W.G., D.C. Church and K.R. Pond. 1995. Basic Animal Nutrition and Feeding. John Wiley & Sons. New York. 615 p.

Orskov, E. R. and M.Ryle. (1990). Energy Nutrition in Ruminats. Elsevier Science Publishers, Ltd., London. 149 p.

Van Keulen, J. and B.A. Young. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. J. Anim. Sci. 44:282-287.



สรีรวิทยาหลังเก็บเกี่ยวของพืชสวน

หนังสือเล่มนี้ได้รับการส่งเสริมตามโครงการสนับสนุนการผลิตตำรา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประกอบด้วยเนื้อหาตั้งแต่โครงสร้างของเซลล์และเนื้อเยื่อของผักและผลไม้องค์ประกอบทางเคมีของผักและผลไม้ สรีรวิทยาของผักผลไม้ ตลอดจนถึงลักษณะที่ผิดปกติทางสรีรวิทยาและโรคหลังเก็บเกี่ยว

เขียนโดย : รศ.ดร. ดนัย บุญยเกียรติ

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