รายงานวิจัย

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลองกองภาคใต้ของประเทศไทย

Enhancing the Efficiency of Longkong Production in Southern Thailand

โดย

นางมงคล แซ่หลิม

นายสายัณห์ สดุดี

นายสมปอง เตชะโต

นางสุภาณี ชนะวีรวรรณ

ภาควิชาพืชศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่

Order Key 16320
BIB Key 126993

เลขหมู่ SB379.L66 M64
เลขทะเบียน 2540
31 ม.ค. 2541

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกพันธุ์ลองกอง
2. เพื่อศึกษาเทคนิควิธีการขยายพันธุ์ให้ได้ต้นพันธุ์จำนวนมากและรวดเร็ว
3. เพื่อปรับปรุงวิธีการดูแลรักษา และเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

สถานที่ทำการทดลอง และ/หรือเก็บข้อมูล

1. ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพของพืชปลูก ภาควิชาพืชศาสตร์
2. แปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์
3. สวนเกษตรกรในเขตจังหวัดสงขลา

ระยะเวลาที่ใช้ทำวิจัย

รวมระยะเวลา 4 ปี โดยเริ่มตั้งแต่ปี 2537 ถึงปี 2540

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. การพัฒนาการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี ที่เรียนวิชาไม้ผลเมืองร้อน (510-455) และวิชาการฝึกภาคสนาม (544-312)

2. การผลิตบัณฑิตในระดับปริญญาโท จำนวน 3 คน โดยทำวิทยานิพนธ์และนำออกเผยแพร่ดังหัวข้อต่อไปนี้

   2.1 จิรานาฎ รัตนพงศ์ มงคล แซ่หลิม และ สายัณห์ สดุดี 2538. ผลการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพผลลองกอง. ว. แก่นเกษตร 23(2) : 67-73.

   2.2 Sdoodee, S. and Singhabumrong,S. 1996. Physiological responses of longkong (*Aglaia dookoo* Griff.) to water deficit. Proceeding: International Conference on Tropical Fruits. Kuala Lumpur, Malaysia. 23-26 July 1996. p 297-304.

   2.3 Te-chato, S.; Nawarangsan, W. and Lim, M. 1995. Identification of *Lansium domesticum* Correa. by isozyme technique. Songklanakarin J.Sci.Technol. 17 (4): 355-361.

3. การนำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยไปใช้บริการวิชาการ ดังนี้

   3.1 เผยแพร่กับเกษตรกรผู้ปลูกลองกองในเขตจังหวัดสงขลาและจังหวัดใกล้เคียง โดยเป็นวิทยากรบรรยายเรื่อง การผลิตลองกองแบบครบวงจร ซึ่งจัดโดยสำนักส่งเสริมการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ร่วมกับสำนักส่งเสริมการเกษตรภาคใต้ ดังนี้

   วันที่ 22-23 กุมภาพันธ์ 2537 ณ หอประชุมอำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา

   วันที่ 29 มีนาคม 2537 อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา

   วันที่ 21 เมษายน 2537 โรงแรมวังใหม่ จังหวัดสตูล

วันที่ 23 มีนาคม 2538 หอประชุมอำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส
วันที่ 18-19 กรกฎาคม 2538 โรงแรมโฆษิต อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
วันที่ 20 มกราคม 2539 อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง

ระเบียบวิธีวิจัย

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลองกองในภาคใต้ของประเทศไทย ในปี2537 -2540 ได้แบ่งงานทดลองออกเป็น 4 ลักษณะงานดังนี้

1. การจำแนกพันธุ์ลองกองโดยวิธีการทาง electrophoresis มีการจำแนกพันธุ์ลองกองจากแหล่งปลูกต่างกัน รวมถึงพืชในสกุล *Lansium* ได้แก่ ลางสาด ลองกอง และดูกู

2. การพัฒนาวิธีการขยายพันธุ์ลองกอง การหาแนวทางขยายพันธุ์วิธีการต่าง ๆเพื่อให้ได้ต้นพันธุ์ปลูกที่แข็งแรง เจริญเติบโตเร็ว และร่นระยะเวลาการให้ผลผลิต

3. การศึกษาสรีรวิทยาการออกดอก ติดผลในรอบปีของลองกอง

4. การศึกษาการเขตกรรมของลองกอง เป็นการศึกษาวิธีการบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มผลผลิต ได้แบ่งการทดลองออกเป็นโครงการทดลองย่อยดังนี้

   4.1 การใช้สารเคมีเพื่อควบคุมการออกดอกและติดผล

   4.2 การศึกษาทางสรีรวิทยาเกี่ยวกับการใช้น้ำในต้นลองกอง

สรุปผลงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างดำเนินงานโครงการ

1. จิรานาฏ รัตนพงศ์ มงคล แซ่หลิม และ สายัณห์ สดุดี 2538. ผลการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพผลลองกอง. ว. แก่นเกษตร 23(2) : 67-73.
2. มงคล แซ่หลิม สุภาณี ยงค์ และพรวีณา แท่นมณี 2539. เทคนิคการขยายพันธุ์ลองกองโดยวิธีการชำกิ่ง. เสนอผลงานภาคโปสเตอร์ในงานประชุมวิชาการไม่ผลแห่งชาติครั้งที่ 2 วันที่ 20-23 สิงหาคม 2539.
3. Lim, M. and Yong, S. 1996. The phenology of longkong (*Aglaia dookoo* Griff.) in Southern Thailand. Proceeding: International Conference on Tropical Fruits. Kuala Lumpur, Malaysia. 23-26 July 1996. p297-304.
4. Sdoodee, S. and Singhabumrong,S. 1996. Physiological responses of longkong (*Aglaia dookoo* Griff.) to water deficit. Proceeding: International Conference on Tropical Fruits. Kuala Lumpur, Malaysia. 23-26 July 1996. p 297-304.
5. Te-chato, S.; Nawarangsan, W. and Lim, M. 1995. Identification of *Lansium domesticum* Correa. by isozyme technique. Songklanakarin J.Sci.Technol. 17(4): 355-361.

ORIGINAL ARTICLE

Identification of *Lansium domesticum* Correa. by isozyme technique

Sompong Te-chato[1], Wantana Nawarangsan[2] and Mongkol Lim[3]

Abstract

Te-chato, S.[1], Nawarangsan, W.[2] and Lim, M.[1]
Identification of *Lansium domesticum* Correa. by isozyme technique
Songklanakarin J. Sci. Technol., 1995, 17(4) : 355 - 361

Identification of 4 cultivars of *Lansium domesticum* Correa., longkong, langsat, duku and duku pramare was carried out using plant at different ages. Four to six months old seedlings, 1.5 years old seedlings and 5 years old trees were used for isozyme analyses. Seven enzyme systems, namely peroxidase, acid phosphatase, esterase, phosphoglucoisomerase, phosphoglucomutase, alcohol dehydrogenase and malate dehydrogenase were employed for identification purpose. The results showed that 4 enzyme systems, peroxidase, acid phosphatase, esterase and phosphoglucoisomerase gave a positive staining reaction. Among those enzymes, peroxidase gave the best resolution for identification of the difference among 4 cultivars of *Lansium* whilst esterase, acid phosphatase and phosphoglucoisomerase gave less satisfactory for identification purposes. Suitable conditions for peroxidase system for identification of *Lansium* were also studied. 20 minutes centrifugation time for leaf extraction gave better resolution bands than 15 minutes. Extraction leaf samples with buffer consisting of 0.5 M tris-HCl, 2% PVP, 2mM Na_2EDTA and 1% 2-mercaptoethanol were the most successful. Concentration of acrylamide at 12% gave better resolution bands than at 10%. These conditions made it possible to identify 4 cultivars of *Lansium* at 1.5 years, 5 years, grafted tree and seedling tree taken from Amphor Natawee and Sadao.

Keywords : identification, *Lansium domesticum* Correa, isozyme technique

[1]M.Agr.(Crop Biotech.) Assoc. Prof., [2]Graduate student, [3]M.S.(Pomology) Assoc. Prof., Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla 90112, Thailand.
Received, November 1995

บทคัดย่อ

สมปอง เตชะโต วันทนา นวรังสรรค์ และมงคล แซ่หลิม

การตรวจสอบ *Lansium domesticum* Correa. โดย เทคนิคไอโซไซม์

ว.สงขลานครินทร์, 2538, 17(4) : 355 - 361

การตรวจสอบ *Lansium domesticum* Correa. 4 พันธุ์คือ ลองกอง ลางสาด ดูกู และดูกูแปรแมร์ โดยใช้ใบจากต้นอายุต่าง ๆ กันคือ 4-6 เดือน 1.5 ปี และ 5 ปี เอนไซม์ที่ใช้ศึกษามี 7 ระบบคือ เปอร์ออกซิเดส (PX) แอซิดฟอสฟาเตส (ACP) เอสเตอเรส (EST) ฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส (PGI) ฟอสโฟกลูโคมิวเทส (PGM) แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส (ADH) และมาเลทดีไฮโดรจีเนส (MDH) ผลการศึกษาพบว่า เอนไซม์ 4 ระบบคือ เปอร์ออกซิเดส แอซิดฟอสฟาเตส เอสเตอเรส และ ฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส ใช้ตรวจสอบได้ เอนไซม์ทั้ง 4 ระบบที่ใช้ตรวจสอบนั้นพบว่า เปอร์ออกซิเดสให้รายละเอียดความแตกต่างของ 4 พันธุ์ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ เอนไซม์เอสเตอเรส แอซิดฟอสฟาเตส และฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส ตามลำดับ เมื่อศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมต่อการใช้เอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในการตรวจสอบพบว่า การปั่นตกตะกอนเอนไซม์เป็นเวลา 20 นาที ให้แถบเอนไซม์ที่ชัดเจนกว่าการปั่นเป็นเวลา 15 นาที บัฟเฟอร์ซึ่งประกอบด้วย tris-HCl เข้มข้น 0.5 M PVP เข้มข้น 2% Na_2 EDTA เข้มข้น 2 mM และ 2-mercaptoethanol เข้มข้น 1% มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับอะคริลาไมด์ความเข้มข้น 12% ให้แถบไซโมแกรมชัดเจนกว่า 10% สภาวะข้างต้นสามารถจำแนกพันธุ์ *Lansium domesticum* Correa. อายุ 1.5, 5 ปี จากใบต้นเสียบยอดและต้นกล้าจากอำเภอนาทวี และสะเดาได้

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

หมายเลขเรื่อง 2.1

การพัฒนาวิธีการขยายพันธุ์ลองกอง

มงคล แซ่หลิม และ สายัณห์ สดุดี

บทคัดย่อ

การศึกษาช่วงเวลา ลักษณะกิ่งพันธุ์ดีที่เหมาะสม และวิธีการขยายพันธุ์ลองกอง โดยการแบ่งช่วงเวลาขยายพันธุ์ออกเป็น ต้นปี กลางปี และปลายปี และลักษณะกิ่งพันธุ์ดีแบ่งเป็น 3 แบบ ได้แก่ กิ่งข้าง กิ่งปลาย และกิ่งกระโดง และวิธีการ 2 วิธีคือ เสียบยอดและเสียบข้างมีการวางแผนการทดลองแบบ Split plot design และวัดผลการทดลองโดยการตรวจเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการขยายพันธุ์ และการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีภายหลังการขยายพันธุ์ จากผลการทดลองพบว่าช่วงปลายปีคือเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ลองกอง วิธีการเสียบข้างหรือเสียบยอด และชนิดของกิ่งพันธุ์ดี ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกิ่งลองกองภายหลังการขยายพันธุ์

หมายเลขเรื่อง 2.2

เทคนิคการขยายพันธุ์ลองกองโดยวิธีการปักชำกิ่ง

The Propagation of Longkong by Layering Technique.

มงคล แซ่หลิม* สุภาณี ยงค์* และพรวีณา แท่นมณี*

บทคัดย่อ

การขยายพันธุ์ลองกองโดยวิธีการชำกิ่ง เพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกที่มี ทรงพุ่มเตี้ย สะดวกในการปฏิบัติดูแลรักษาและย่นระยะเวลาการให้ดอกผล เริ่มทำการทดลองที่ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรม ชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยใช้ฮอร์โมน Phloroglucinol, IBA, NAA และ IBA ร่วมกับ IBA อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm และ 2,000 ppm ขนาดกิ่งลองกองที่ใช้ปักชำยาว 25-30 ซม. ไว้ใบย่อย 4-5 ใบ ปักชำกิ่งในวัสดุชำที่มีทรายผสมขี้เถ้าแกลบเป็นเวลานาน 16 สัปดาห์ จึงตรวจนับเปอร์เซ็นต์กิ่งออกราก จำนวนราก/กิ่ง ความยาวและขนาดราก จากผลการทดลองพบว่า การใช้ NAA ร่วมกับ IBA อัตราส่วน 1:1 ที่ความเข้มข้น 2,000 ppm โดยปริมาตร ให้จำนวนกิ่งออกรากสูงสุดเท่ากับ 80% NAA 1,000 ppm ให้จำนวนรากเฉลี่ย/ต้น และความยาวรากสูงสุดเท่ากับ 3.75 ราก และความยาวราก 27.2 ซม. ตามลำดับ จากการเร่งรากกิ่งชำในสารละลายที่มีธาตุอาหารครบเป็นเวลานาน 12 สัปดาห์ พบว่าทำให้ต้นพันธุ์เจริญเติบโตดีกว่าการปลูกในดินผสม

Abtracts

Propagation of longkong by layering technique is performed in order to produce a new planting material suited for cultivation practice and early flowering. The experiments were conducted at Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus. Before layering, stem cuttings were dipped in a 1,000 and 2,000 ppm of various solutions of phytohormones: phluroglucinol (PG), indolebutyric acid (IBA), naphthalene acetic acid (NAA) and IBA in combination with NAA at ratio 1:1 (by volume). The cuttings used in this experiment were 25-30 cm long with 4-5 leaflets. The percentage of rooting, root number per cutting, root length and diameter were recorded after layering for 16 weeks.

The results showed that IBA in combination with NAA at concentration 2,000 ppm each gave the highest percentage of root formation. Rooting percentage was recorded to be 80. In case of average root number per cutting and root length, the best results were obtained when NAA at 1,000 ppm was present. Average number of root and root length obtained from those investigation were 3.75 roots and 27.2 cm, respectively. To accelerate a healthy growth of complete plants (stem cutting with roots), it was found that growing the plants in complete solution culture provided the better results than those growing in soil mixture.

หมายเลขเรื่อง 2.3

การเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยวิธีการต่างกัน

มงคล แซ่หลิม สายัณห์ สดุดี และสุธีร์ สิงหบำรุง

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะโครงสร้างทรงพุ่มของต้นกล้าลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์แบบ เพาะเมล็ด ตอนกิ่ง และเสียบยอดที่ปลูกในไรโซตรอนภายใต้สภาพเรือนระแนง ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ เป็นเวลา 12 เดือน พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดมีความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนปล้องบนลำต้น น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งรวมต่อต้นสูงสุด รองลงมาคือต้นกล้าที่ได้จากการเสียบยอด และกิ่งตอน ตามลำดับ ต้นกล้าที่ได้จากการตอนกิ่งมีแนวโน้มมีความยาวกิ่งข้าง พื้นที่ใบและความยาวรากสูงสุด

THE PHENOLOGY OF LONGKONG (*Aglaia dookkoo* Griff.)IN SOUTHERN THAILAND.

Lim, M.[1] and Yong S.[1]
[1]Department of Plant Science,
Faculty of Natural Resources,
Prince of Songkla University,
Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand.

Abstract

Longkong has been an economic tropical fruit in southern Thailand because of its exquisite flavour. A basic research of phenological study is necessary for management of the physiological factors contributing to productivity. Hence, an experiment was started in 1995. Six of 10-year longkong trees (bearing trees) and six of 6-year longkong trees (non-bearing trees) in the field condition were conducted. Invegetative phase, it was found that high leaf-flushing was during March-April, while root-flushing occurred in June. In reproductive phase, flower and fruit development was during March-May, this led to fruit harvest in August. It was prominent that the vegetative phase development of the juvenile trees was greater than that of the bearing trees.

ผลการใช้สาร GA_3 ต่อการติดผลและคุณภาพผลลองกอง

Effect of gibberellic acid (GA_3) on fruitset and fruit qualities of Longkong (*Lansium domesticum* Correa.)

มงคล แซ่หลิม และจิรานาฏ รัตนพงศ์

บทคัดย่อ

ผลการใช้สาร GA_3 ต่อการติดผลและคุณภาพผลของลองกองได้ทำการทดลองที่ภาควิชาพืชศาสตร์ โดยใช้ต้นลองกองอายุ 10 ปีจำนวน 3 ต้น ฉีดพ่นGA_3 ความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 150 ppm ที่ช่อดอกลองกองระยะช่อดอกเริ่มยืด 2-3 ซม ระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ และระยะดอกบาน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (RCB) จัดสิ่งทดลองแบบแฟกทอเรียล 9 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า GA_3 ทุกระดับความเข้มข้นของสารเพิ่มเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวได้ และลดเปอร์เซ็นต์ผลร่วงต่างจากหน่วยเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ GA_3 ความเข้มข้น 150 ppm ให้ความยาวช่อดอกและความยาวช่อผลมากกว่าหน่วยเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ การฉีดพ่น GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm ให้ปริมาณกรดในผลต่ำสุดและมีอัตราส่วน TSS: TA สูงสุด ส่วนระยะเวลาให้สารพบว่า การฉีดพ่นสาร GA_3 ในระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ ให้ความยาวช่อดอกและความยาวช่อผลสูงสุด การให้สาร GA_3 ในระยะดอกบานให้เปอร์เซ็นต์การติดผลและความตึงผิวสูงสุด

Abtracts

The effect of GA_3 on fruit set and fruit qualities of longkong was investigated at Department of Plant Science. Three of 10-year old of longkong trees were used in the experiment. The 4 concentrations of GA_3 (0, 50, 100 and 150 ppm) and 3 fruit growth periods were the two main factors of factorial in randomized complete block design with 9 replications. The results showed that all GA_3 concentration increased the number of fruits and reduced the percentage of fruit drops signicantly difference than control. The application of 100 ppm GA_3 reduced %TA and increased the TSS: TA ratio. It was found that the application of GA_3 at 1 week before blooming period increased flower inflorescence and the fruit cluster lenght. The application of GA_3 on the blooming period also increased fruit set and fruit firmness.

ผลของ GA_3ต่อพัฒนาการของเปลือกผลและคุณภาพของผลลองกอง

มงคล แซ่หลิม[1] สายัณห์ สดุดี[1] สุภานี ยงค์[2] และพิเชษฐ์ เพชรวงศ์[3]

บทคัดย่อ

การใช้สาร GA_3กับลองกองในระยะการเจริญเติบโตของผล 2 ระยะ ได้ทำการทดลองที่สวนเกษตรกร อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา ในระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนสิงหาคม 2539 โดยทำการทดลองกับผลลองกอง 2 ระยะคือ ระยะผลอายุ 4 และ 9 สัปดาห์ ใช้ความเข้มข้น 0, 20, 30, 50 ppm มีการวางแผนการทดลองแบบ RCB ในแฟคทอเรียล ผลการทดลองพบว่า การใช้ GA_3ที่ความเข้มข้น 20 ppm ฉีดพ่นผลลองกองที่มีอายุผล 4 และ 9 สัปดาห์ ทำให้เปลือกผลบางและมีแนวโน้มลดการแตกของผลในสภาพแห้งแล้งได้ดี การใช้ GA_3 ทุกระดับความเข้มข้นทำให้ปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้(TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) และความแน่นเนื้อลดลง

ABSTRACT

The application of GA_3 to longkong fruit at two different growth and development periods were investigated at Amphoe Natawee, Songkhla Province during April to August 1996. The 2 factors , fruit growth periods (4 and 9 weeks after fruitset) and GA_3 concentrations (0, 20, 30, and 50 ppm) were designed as factorial in randomized completed block. The result showed that the application of 20 ppm of GA_3 to the cluster of fruits at both 4 and 9 week after fruit set reduced rind thickness and fruit cracked in dry period. All concentrations of GA_3 reduced the total soluble solids (TSS), total tritratable acid (TA) and fruit firmness.

Key words: gibberellins(GA_3), fruit rind, fruit qualities, longkong

Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, 90112

PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF LONGKONG (*Aglaia dookkoo* Griff.) TO WATER DEFICIT

Sdoodee, S.[1] and Singhabumrung, S.[1]
[1]Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand

Abstract

Inefficient irrigation often causes poor growth and low fruit yield of longkong. To alleviate this impact, an experiment was established to assess the physiological responses of longkong trees to water deficit. The experiment was arranged in a completely randomized design by using nine of 10-year-old longkong trees. Different irrigation schedules were applied in 3 treatments (1. Control or daily watering, 2. Moderate water deficit (MWD) with 3-day interval of watering and 3. High water deficit (HWD) with 6-day intervals of watering) with 3 replications. During the experimental period (18 days), irrigation schedules of all treatments were applied approximately 70% of pan evaporation.

It was found that the longkong trees imposed to MWD and HWD treatments exhibited rapid decreases of leaf water potentials, and they lost positive leaf turgor from day 12 after starting the experiment. This led to significant increases of stomatal resistances. Increased stomatal resistances were also associated with higher canopy temperatures, particularly in the MWD and HWD treatments. It was evident that increases of crop water stress indices (CWSI) were corresponding to the enhancing of degrees of water deficit, and they were significantly different among treatments. According to the results, it is suggested that the assessment of physiological responses will contribute to efficient irrigation.

สารบาญ

ลำดับเรื่องที่	ชื่อเรื่อง	หมายเลขเรื่อง
1.	Identification of *Lansium domesticum* Correa. by isozyme technique.	1.1
2.	การพัฒนาวิธีการขยายพันธุ์ลองกอง	2.1
3.	เทคนิคการขยายพันธุ์ลองกองโดยวิธีการปักชำกิ่ง	2.2
4.	การเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยวิธีการต่างกัน	2.3
5.	The phenology of longkong (*Aglaia dookoo* Griff.) in Southern Thailand.	3.1
6.	ผลการใช้สาร GA_3 ต่อการติดผลและคุณภาพผลลองกอง	4.1
7.	ผลของ GA_3 ต่อพัฒนาการของเปลือกผลและคุณภาพของผลลองกอง	4.2
8.	ผลการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพผลลองกอง	4.3
9.	Physiological responses of longkong (*Aglaia dookoo* Griff.) to water deficit.	4.4

ORIGINAL ARTICLE

Identification of *Lansium domesticum* Correa. by isozyme technique

Sompong Te-chato[1], Wantana Nawarangsan[2] and Mongkol Lim[3]

Abstract

Te-chato, S.[1], Nawarangsan, W.[2] and Lim, M.[1]
Identification of *Lansium domesticum* Correa. by isozyme technique
Songklanakarin J. Sci. Technol., 1995, 17(4) : 355 - 361

Identification of 4 cultivars of *Lansium domesticum* Correa., longkong, langsat, duku and duku pramare was carried out using plant at different ages. Four to six months old seedlings, 1.5 years old seedlings and 5 years old trees were used for isozyme analyses. Seven enzyme systems, namely peroxidase, acid phosphatase, esterase, phosphoglucoisomerase, phosphoglucomutase, alcohol dehydrogenase and malate dehydrogenase were employed for identification purpose. The results showed that 4 enzyme systems, peroxidase, acid phosphatase, esterase and phosphoglucoisomerase gave a positive staining reaction. Among those enzymes, peroxidase gave the best resolution for identification of the difference among 4 cultivars of *Lansium* whilst esterase, acid phosphatase and phosphoglucoisomerase gave less satisfactory for identification purposes. Suitable conditions for peroxidase system for identification of *Lansium* were also studied. 20 minutes centrifugation time for leaf extraction gave better resolution bands than 15 minutes. Extraction leaf samples with buffer consisting of 0.5 M tris-HCl, 2% PVP, 2mM Na_2EDTA and 1% 2-mercaptoethanol were the most successful. Concentration of acrylamide at 12% gave better resolution bands than at 10%. These conditions made it possible to identify 4 cultivars of *Lansium* at 1.5 years, 5 years, grafted tree and seedling tree taken from Amphor Natawee and Sadao.

Keywords : identification, *Lansium domesticum* Correa, isozyme technique

[1]M.Agr.(Crop Biotech.) Assoc. Prof., [2]Graduate student, [3]M.S.(Pomology) Assoc. Prof., Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla 90112, Thailand.
Received, November 1995

บทคัดย่อ

สมปอง เตชะโต วันทนา นวรังสรรค์ และมงคล แซ่หลิม

การตรวจสอบ *Lansium domesticum* Correa. โดย เทคนิคไอโซไซม์

ว.สงขลานครินทร์, 2538, 17(4) : 355 - 361

การตรวจสอบ *Lansium domesticum* Correa. 4 พันธุ์คือ ลองกอง ลางสาด ดูกู และดูกูแปรแมร์ โดยใช้ใบจากต้นอายุต่าง ๆ กันคือ 4-6 เดือน 1.5 ปี และ 5 ปี เอนไซม์ที่ใช้ศึกษามี 7 ระบบคือ เปอร์ออกซิเดส (PX) แอซิดฟอสฟาเตส (ACP) เอสเตอเรส (EST) ฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส (PGI) ฟอสโฟกลูโคมิวเทส (PGM) แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส (ADH) และมาเลทดีไฮโดรจีเนส (MDH) ผลการศึกษาพบว่า เอนไซม์ 4 ระบบคือ เปอร์ออกซิเดส แอซิดฟอสฟาเตส เอสเตอเรส และ ฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส ใช้ตรวจสอบได้ เอนไซม์ทั้ง 4 ระบบที่ใช้ตรวจสอบนั้นพบว่า เปอร์ออกซิเดสให้รายละเอียดความแตกต่างของ 4 พันธุ์ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ เอนไซม์เอสเตอเรส แอซิดฟอสฟาเตส และฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส ตามลำดับ เมื่อศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมต่อการใช้เอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในการตรวจสอบพบว่า การปั่นตกตะกอนเอนไซม์เป็นเวลา 20 นาที ให้แถบเอนไซม์ที่ชัดเจนกว่าการปั่นเป็นเวลา 15 นาที บัฟเฟอร์ซึ่งประกอบด้วย tris-HCl เข้มข้น 0.5 M PVP เข้มข้น 2% Na_2 EDTA เข้มข้น 2 mM และ 2-mercaptoethanol เข้มข้น 1% มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับอะคริลาไมด์ความเข้มข้น 12% ให้แถบไซโมแกรมชัดเจนกว่า 10% สภาวะข้างต้นสามารถจำแนกพันธุ์ *Lansium domesticum* Correa. อายุ 1.5, 5 ปี จากใบต้นเสียบยอดและต้นกล้าจากอำเภอนาทวี และสะเดาได้

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

Lansium domesticum Correa. is an economical fruit tree of southern Thailand. The genus belongs to family Meliaceae. Among cultivated varieties/cultivars longkong is popularly grown by growers due to a good quality of fruits. Fruit rind has no latex and the fruit has few or no seeds with sweet berry and good smelling. Morphological characteristic of the cultivars can not be distinguished during vegetative growth. Usually vegetative growth phase consumes 5-7 years, then reproductive phase will start. At this stage of time the difference among the cultivars can be clearly identified. Regarding this situation, seedlings or small grafted plants sold by nursery man are ambiguous for grower. Early identification of *Lansium domesticum* Correa. using isozyme techniques can help growers to make sure that seedlings or grafted plants being grown are true-to-type.

Isozyme analysis has proved useful to detect the difference in gene expression in several organs of the same plant, or to distinguish among closely related cultivars.[1] Isozymes has been reported to be closely related to gene products.[15] Their electrophoretic mobilities are due to different allele combinations.[2] Isozymes have been successfully used for identification of cultivar in several crops, including fruit tree species such as plum, apricot[3,4], peach[13], grape vine[5,8], avocado[16], mango[6,14] citrus[9]. Electrophoretic separation of enzymes has been widely used both in taxonomic and genetic studies of different crops because of their codominant inheritance.

So far, there is no report on identification of *Lansium domesticum* Correa. by isozyme techniques. This is the first report which aims to test a wide range of enzymes and extracted conditions to develop isozyme for identification of longkong.

Materials and methods

Plant material:

Four cultivars of *Lansium domesticum* Correa. namely, longkong, langsat, duku and duku pramare were used. Leaf samples were collected from 3 different ages; 4-6 months old vitro-grown seedlings, 1.5 years old seedlings and 5 years old tree. The samples were collected for two consecutive years. Ten semi-adult leaves were picked out from the trees of each cultivar. The samples were immediately washed and frozen until analysis. For each sample, approximately 0.5g of plant tissue was crushed in 0.5-1.0 ml of 0.1-0.5 M tris-HCl (pH 7.5), 2% PVP, 2mM Na_2EDTA and 1%(v/v) 2-mercaptoethanol. The extracts were then centrifuged. The supernatants were pipetted into Eppendorf tube (on ice) containing 10% glycerol and stored in freezer (-10°C). After that 10µL samples were directly loaded into the wells of polyacrylamide stack gel.

Gel Preparation:

Polyacrylamide gel was used as medium for separating isozyme molecules. The gel was discontinuous consisting of 3.7% stacking gel and various concentration ranging from 7 to 12% separating gel were tested. Preparation of the gel followed the method of Hame and Rickwood.[10]

Electrophoresis:

Electrophoresis was carried out by using vertical slab gel (Midget Multicast 2050-200) at 10-14°C and consistant voltage of 100 volts was applied. During electrophoresis the current increased from about 10 to 40 mA. A 0.025 M tris-glycine buffer (pH 8.6) was used as electrode buffer. When the tracking dye had migrated to the bottom of the gel (after approximately 1-1.5 hours) electrophoresis was stopped.

Staining for isozyme activity:

Seven enzymes were assayed: peroxidase (PX), esterase (EST), acid phosphatase (ACP), phosphoglucoisomerase (PGI), phosphoglucomutase (PGM), alcohol dehydrogenase (ADH) and malate dehydrogenase (MDH). The gels were incubated in staining solution under dark condition. After staining , the gels were fixed in a solution containing 10% glycerol and 7% acetic acid followed by a solution containing 60% methanol, 0.5% glycerol for 30 minutes and photographed.

Results

Table 1 and Figure 1 summarises the results for 7 enzymes in 3 different ages of tissue of 4 cultivars. Each enzyme studies showed polymor-

Table 1 Result of various enzyme systems obtained from *Lansium domesticum* Correa.

enzyme systems	Physiological age of *Lansium*		
	4 and 5 months	1.5 years	5 years
PER	good	good	good
ACP	fair	fair	fair
EST	poor	poor	poor
PGI	no	poor	poor
PGM	no	no	no
ADH	no	no	no
MDH	no	no	no

PER: Peroxidase
ACP: Acid Phosphatase
EST: Esterase
PGI: Phosphoglucoisomerase
PGM: Phosphoglucomutase
ADH: Alcohol Dehydrogenase
MDH: Malate Dehydrogenase

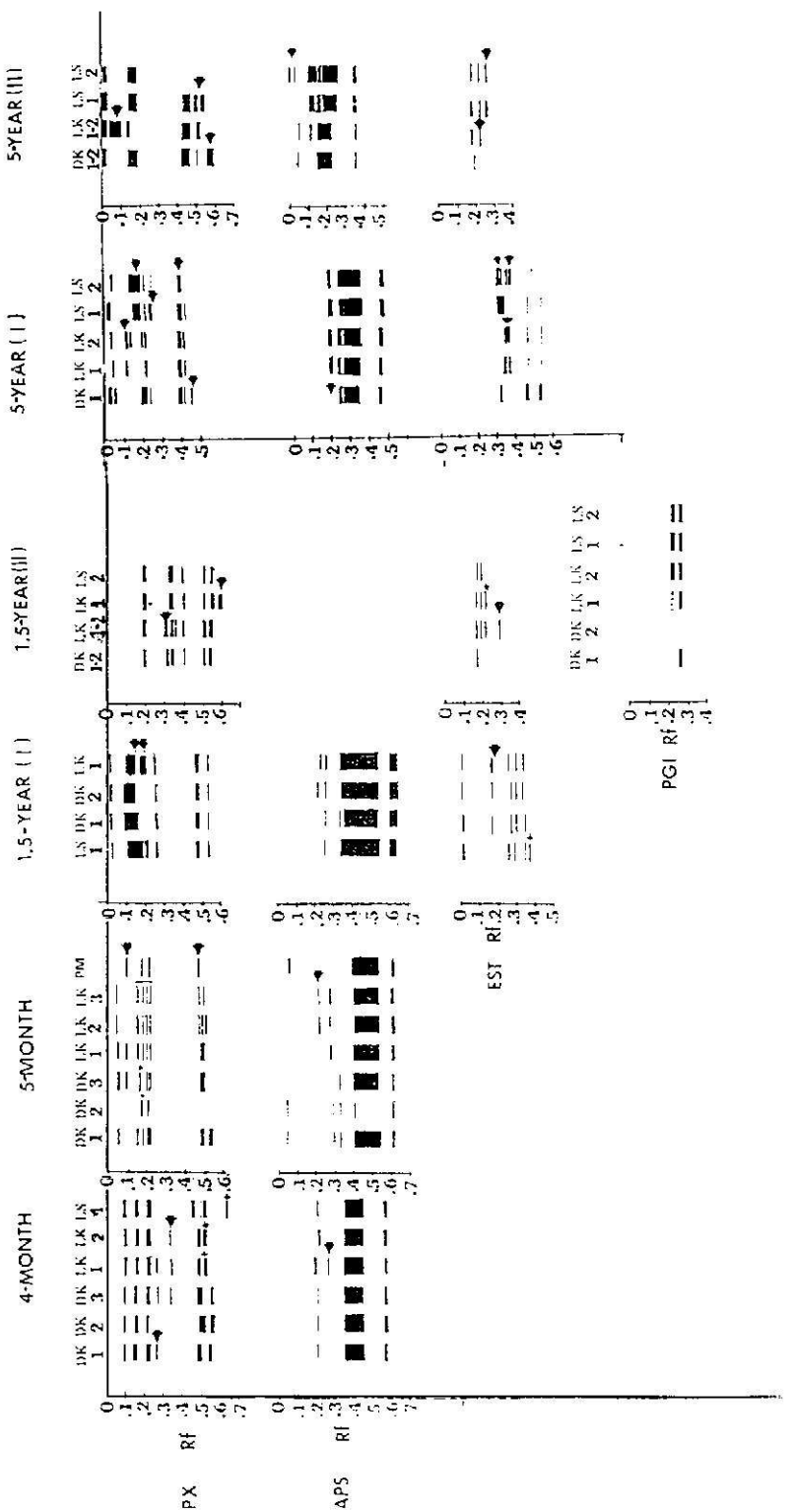


Figure 1 Zymograms of various enzyme systems used for identification *Lansium domesticum* Correa. at different stage of development.

DK : duku
LK : longkong
LS : langsat
PM : pramare
APS : Acid phosphatase
EST : Esterase
PGI : Phosphoglucoisomerase
PX : Peroxidase

phism except that of PGI, PGM, ADH and MDH. Two electrophoretic variants were resolved for peroxidase and esterase. Concentration of particular enzymes and their constituents isozymes varied from age to age.

Band resolution can be improved by increasing the concentration of supported medium. Polyacrylamide gel at concentration 12% gave the best resolution (Figure 2). Extraction buffer consisting of 0.1 M tris-HCl gave the best resolution for duku and longkong from Natawee and Sadao whereas concentration at 0.5 M gave the best resolution for langsat (Figure 3). Centrifugation the extracted solution for 15 minutes also gave the better resolution (Figure 4). Figure 5 showed isozyme electrophoregrams of various enzymes using different sources of seedlings. Band quality was good in peroxidase system. However, esterase provided relatively lower migration of most isozyme bands. PGI was monomorphic showing a single band at Rf 0.2 in all cultivars.

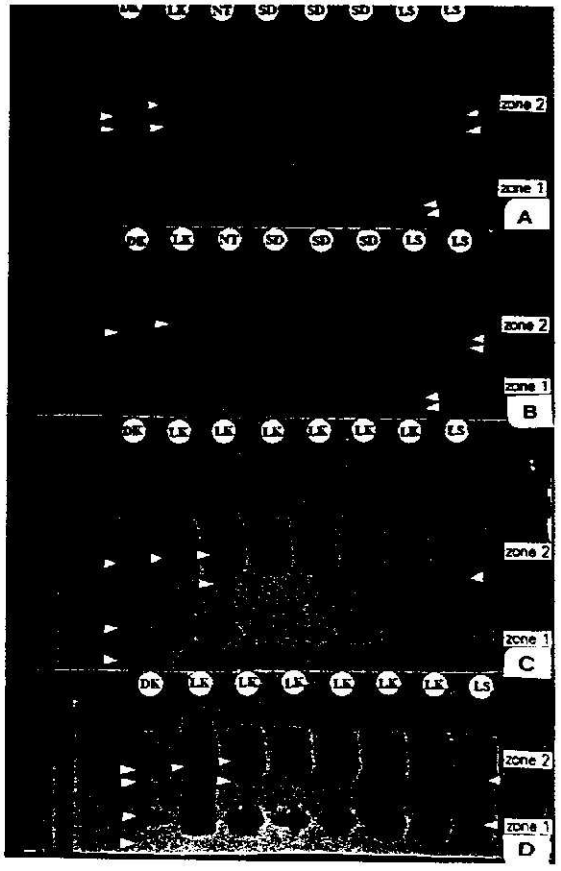


Figure 2 Zymogram patterns of peroxidase enzyme obtained from two different concentrations of supporting gel and two different physiological ages of plant.
A, C : 10% acrylamide gel; 1.5 year old plant
B, D : 12% acrylamide gel; 5 year old plant
DK : duku, NT : Natawee (longkong)
LK : longkong, SD : Sadao (longkong)
LS : langsat

Discussion

The quality of electrophoretic separation of protein/enzyme depends strongly on physiological ages, and the buffer solutions that are used. It is true that the pH of the buffer might correspond

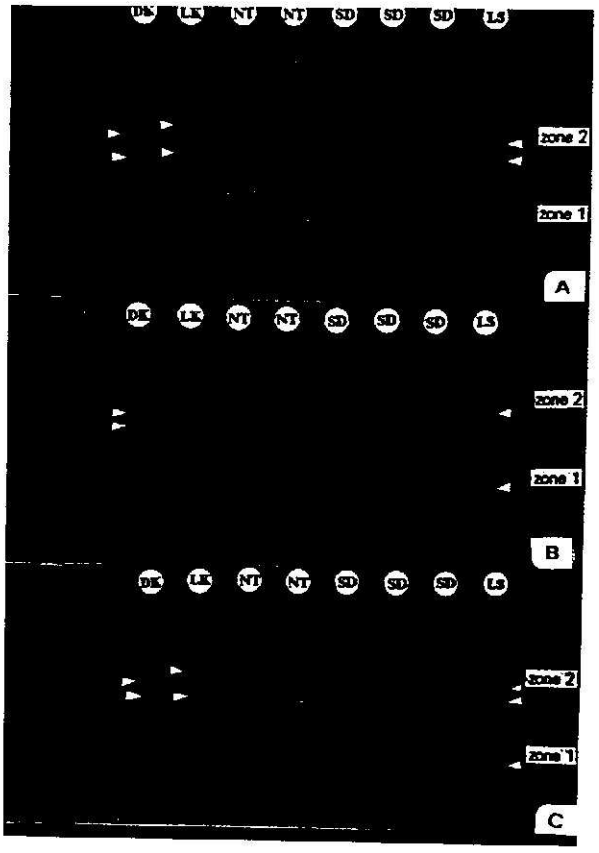


Figure 3 Zymogram patterns of peroxidase enzyme obtained from various concentrations of tris- HCl containing in buffer solution.
A : 0.1 M, B : 0.25 M, C : 0.5 M

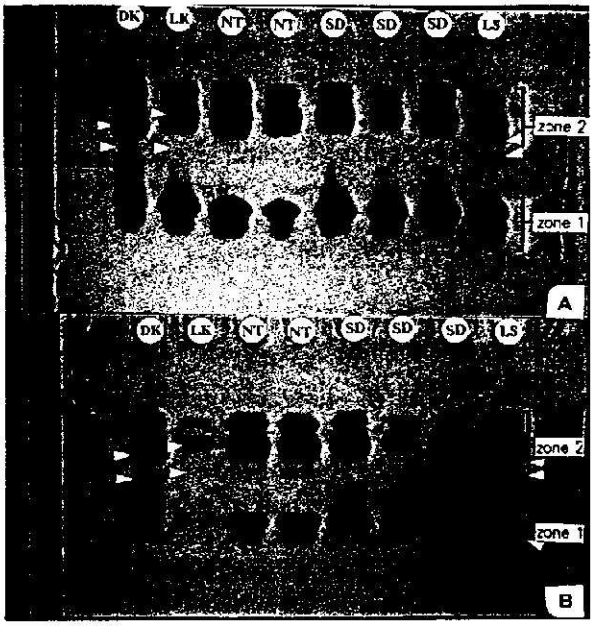


Figure 4 Zymograms patterns of peroxidase enzyme obtained from two different times of centrifugation.

A : 15 min, B : 20 min
DK : duku, NT : Natawee (longkong)
LK : longkong, SD : Sadao (longkong)
LS : langsat

to the optimum for enzyme extraction and separation if the same solution is used for extraction and electrophoresis. From our preliminary results, it appeared that 0.5 M tris-HCl containing buffer pH 7.5 gave higher relative mobilities for most isozyme than the other concentrations those were tested. A comparison between the results of peroxidases with a large number of intense bands and esterases with a low number of low-intense bands, leads to the conclusion that the former are more useful for cultivar identification. Resolution of peroxidase isozymes was quite good in 12% polyacrylamide gels and tris-glycine electrode buffer. Accordingly, peroxidase might be selected as cultivar marker for identification of *Lansium domesticum* Correa. Even though esterases have been reported to use for identification of citrus cultivars[7,12] but it can not be used in this investigation. Taking into account the difficulties in distinguishing Lansium cultivars owing to their genetic character is quite similar to those reported on citrus[11]. The use of the above isozyme systems seem advisable for identification purposes. In some cases environmental conditions play a significant role on growth and development of the tree

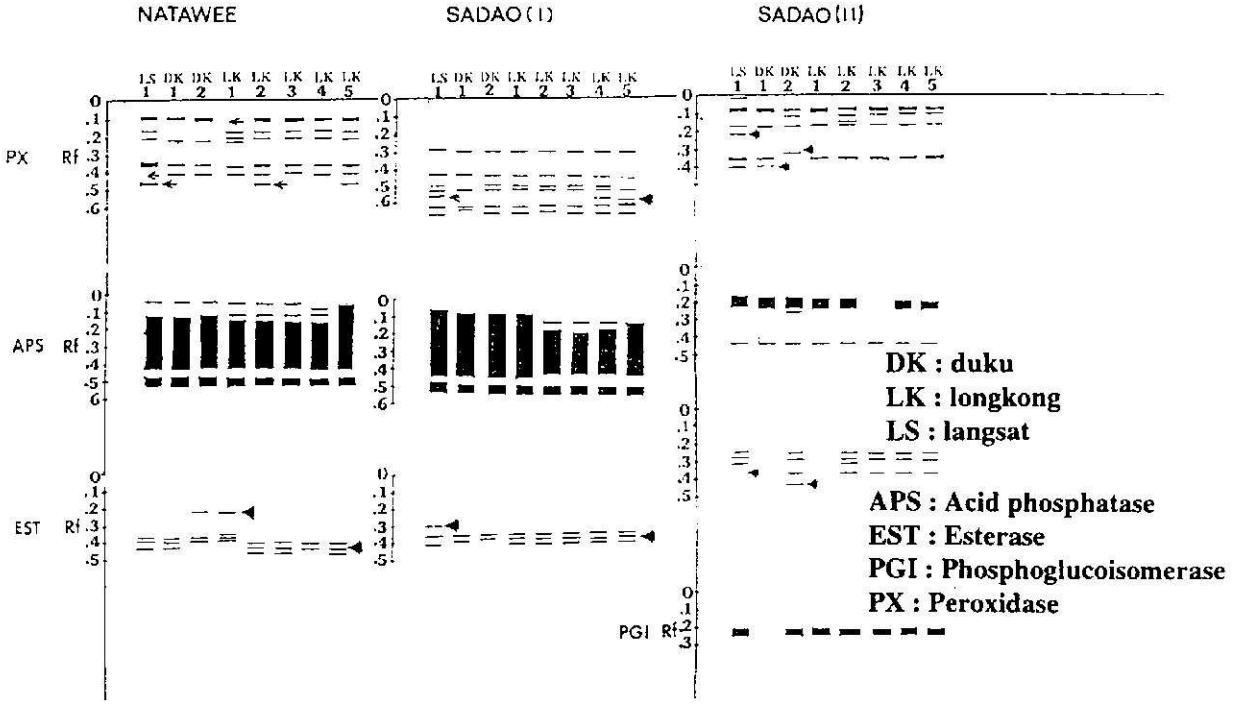


Figure 5 Zymograms patterns of various enzyme systems from different sources of *Lansium domesticum* Correa.

leading to limitation of the amount of polymorphims that can be detected among closely related cultivars. DNA analyses method as genetic marker can help identify *Lansium* cultivars.

Acknowledgements

The authors wish to thank Faculty of Natural Resources and Faculty of Graduate School, Prince of Songkla University and NSTDA for financial support.

References

1. Ben-Hayyim, G., Shani, A. and Vardi, A. 1982. Evaluation of isozyme systems in *Citrus* to facilitate identification of fusion products. Theor. Appl. Genet. 64:1-5.
2. Brewer, G.J. 1970. An introduction to isozyme techniques. Academic Press, New York, NY. 10pp.
3. Byrne, D. H. and Littleton, T. G. 1989a. Interspecefic hybrid verification of plum x apricot hybrid via isozyme analysis. HortScience 24:132-134.
4. Byrne, D. H. and Littleton, T.G. 1989b. Characterization of isozyme variability in apricots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114:674-678.
5. Chaparro, J.M., Goldy, R. G., Mowrey, B. D. and Werner . D. J. 1989. Identification of *Vitis vinifera* L.x *Muscardine rotundifolia* small hybrids by starch gel electrophoresis. HortScience 24:128-130.
6. Degani, C., Cohen, M., El-Batsri, R. and Gazit, S. 1992. PGI isozyme diversity and its genetic control in mango. HortScince 27:252-254.
7. Esen, A. and Soost, R.K. 1976. Peroxidase polymorphism in *Citrus*. J. Hered. 67: 199-203.
8. Goldy, R. G., Ramming, D. W., Emershad, R. L. and Chaparro, J. M. 1989. Increasing production of *Vitis vinifera x V. rotundifolia* hybrids through embryo rescue. HortScience 24:820-822.
9. Grosser, J. W., Gmitter, F. G., Louzada, E. S. and Chandler, J. L. 1992. Production of somatic hybrid and autotetraploid breeding parents for seedless citrus development. HortScience 27 : 1125 1127.
10. Hame, B. D. and Rickwood, D. 1981. Gel Electrophoresis of Protein. Oxford: IRI Press.
11. Hirai, M. and Kozaki, I. 1981. Isozymes of *Citrus* leaves. Proc. Int. Soc. Citricult. 1:10-13.
12. Iglesias, L., Lima, H. and Simon, J.P. 1974. Isozyme identification of zygotic and nucellar seedlings in *Citrus*. J. Hered. 65:81-84.
13. Mowrey, . D. and Werner, D. J. 1990. Inheritance of isocitrate dehydrogenase, malate dehydrogenase and shikimate dehydrogenase in peach and peach x almond hybrids. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 312-319.
14. Schnell, R. J., Robert, J. and Knight, R. J. 1992. Frequency of zygotic seedlings from five polyembryonic mango rootstocks. HortScience 27 : 174-176.
15. Soost, R.K. and Torres, A.M. 1981. Leaf isozymes as genetic marker in *Citrus*. Proc. Int. Soc. Citricult. 1:7-10.
16. Torres, A. M. and Bergh, B. O. 1980. Fruit and leaf isozymes as genetic markers in avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:614-619.

หมายเลขเรื่อง 2.1

การพัฒนาวิธีการขยายพันธุ์ลองกอง

มงคล แซ่หลิม และ สายัณห์ สดุดี

บทคัดย่อ

การศึกษาช่วงเวลา ลักษณะกิ่งพันธุ์ดีที่เหมาะสม และวิธีการขยายพันธุ์ลองกอง โดยการแบ่งช่วงเวลาขยายพันธุ์ออกเป็น ต้นปี กลางปี และปลายปี และลักษณะกิ่งพันธุ์ดีแบ่งเป็น 3 แบบ ได้แก่ กิ่งข้าง กิ่งปลาย และกิ่งกระโดง และวิธีการ 2 วิธีคือ เสียบยอดและเสียบข้างมีการวางแผนการทดลองแบบ Split plot design และวัดผลการทดลองโดยการตรวจเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการขยายพันธุ์ และการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีภายหลังการขยายพันธุ์ จากผลการทดลองพบว่าช่วงปลายปีคือเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ลองกอง วิธีการเสียบข้างหรือเสียบยอด และชนิดของกิ่งพันธุ์ดี ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกิ่งลองกองภายหลังการขยายพันธุ์

วิธีการและผลการทดลอง

การพัฒนาวิธีการขยายพันธุ์โดยใช้ต้นตอดูกูขนาดอายุ 1-2 ปี และกิ่งพันธุ์ลองกองจากกิ่งยอด กิ่งกระโดง และกิ่งข้าง ที่มีอายุ 1 ปี ขนาดความยาว 20-30 ซม.วิธีการขยายพันธุ์ ภายใต้กระโจมพลาสติก หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในรอบปี โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot design มีช่วงเวลาการขยายพันธุ์เป็น main plot และชนิดกิ่งพันธุ์เป็น sub plot วัดผลการทดลองโดยการตรวจเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการขยายพันธุ์ และเปรียบเทียบลักษณะนิสัยการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีการต่าง ๆ

วิธีการ

เป็นการศึกษาช่วงเวลา และลักษณะกิ่งพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการขยายพันธุ์ โดยเริ่มทำการทดลองในเดือน มกราคม 2535 ถึง ธันวาคม 2536 แบ่งช่วงเวลาสำหรับขยายพันธุ์ลองกอง ออกเป็น 3 ช่วง (ภาพที่ 1) คือ

ต้นปี = มกราคม - มีนาคม 2535 เก็บข้อมูล ตุลาคม - ธันวาคม 2535

กลางปี = เมษายน - มิถุนายน 2535 เก็บข้อมูล มกราคม - มีนาคม 2536

ปลายปี = ตุลาคม - ธันวาคม 2535 เก็บข้อมูล กรกฎาคม - กันยายน 2536

วิธีการและชนิดกิ่งลองกองที่ใช้ในการขยายพันธุ์โดยใช้วิธีการ เสียบข้าง และเสียบยอด ใช้กิ่งพันธุ์ 3 ชนิด คือ กิ่งข้าง (lateral branch) กิ่งปลายยอด (terminal branch) และ กิ่งกระโดง (water sprout) และมีทรีตเมนต์ต่าง ๆดังนี้

Tr1 = การเสียบข้างด้วยกิ่งข้าง

Tr2 = การเสียบยอดด้วยกิ่งข้าง

Tr3 = การเสียบข้างด้วยกิ่งปลาย

Tr4 = การเสียบยอดด้วยกิ่งปลาย

Tr5 = การเสียบข้างด้วยกิ่งกระโดง

Tr6 = การเสียบยอดด้วยกิ่งกระโดง

การจัดสภาพแวดล้อมในช่วงการประสานตัวของรอยต่อ โดยทำเป็นตู้ชื้น ขนาด 1x1.2 ม. สูง 0.75 ม. (ภาพที่ 2) โครงทำด้วยไม้ไผ่ คลุมด้วยพลาสติก เพื่อรักษาความชื้น และป้องกันการคายระเหยน้ำของยอดกิ่งพันธุ์ดี ในช่วงการประสานตัวของรอยต่อกินเวลานาน 3 เดือน มีการเก็บข้อมูล เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการขยายพันธุ์ โดยวิธีการขยายพันธุ์ต่าง ๆ และชำกิ่งพันธุ์ในถุงพลาสติก วางไว้ที่ร่มในเรือนเพาะชำ และเปลี่ยนถุงปลูก ใช้เวลานาน 6 เดือน จึงเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น โดยวัดจากรอยต่อจนถึงยอด เส้นผ่าศูนย์กลางกิ่งพันธุ์ดี จำนวนใบที่แตกใหม่ และพื้นที่ใบรวม

ผลการทดลอง พบว่าการวัดข้อมูลความสูง และเส้นผ่าศูนย์กลางกิ่งพันธุ์ดี มีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วย ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ในระหว่างทรีตเมนต์ จึงได้ข้อมูลเฉพาะเปอร์เซ็นต์ ความสำเร็จในการขยายพันธุ์ และพื้นที่ใบรวม

วิธีการเสียบยอด ในช่วงปลายปี ในเดือนตุลาคม - ธันวาคม มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จสูงสุด (ตารางที่ 1) เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวสภาพอากาศมีความชื้นสูง แต่โดยรวมช่วงเวลาไม่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการขยายพันธุ์ลองกองมาก เพราะสามารถควบคุมสภาพความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการประสานตัวของรอยต่อ สำหรับการเจริญเติบโต ที่ได้วัดจากจำนวนใบและพื้นที่ใบ (ตารางที่ 2) พบว่า ช่วงเวลาการขยายพันธุ์มีผลต่อการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์มาก การขยายพันธุ์ในช่วงปลายปี ทำให้กิ่งพันธุ์เจริญเติบโตดีที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในช่วงเวลาดังกล่าวกิ่งพันธุ์ดีมีการตั้งตัวได้ดีและแข็งแรงกว่าการขยายพันธุ์ในช่วงเวลาอื่น ๆ และวิธีการเสียบข้างหรือ เสียบยอด ตลอดจนชนิดของกิ่งพันธุ์ดี ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตภายหลังจากการขยายพันธุ์

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ติดของลองกองภายหลังการขยายพันธุ์โดยวิธีการและระยะเวลาต่างกัน

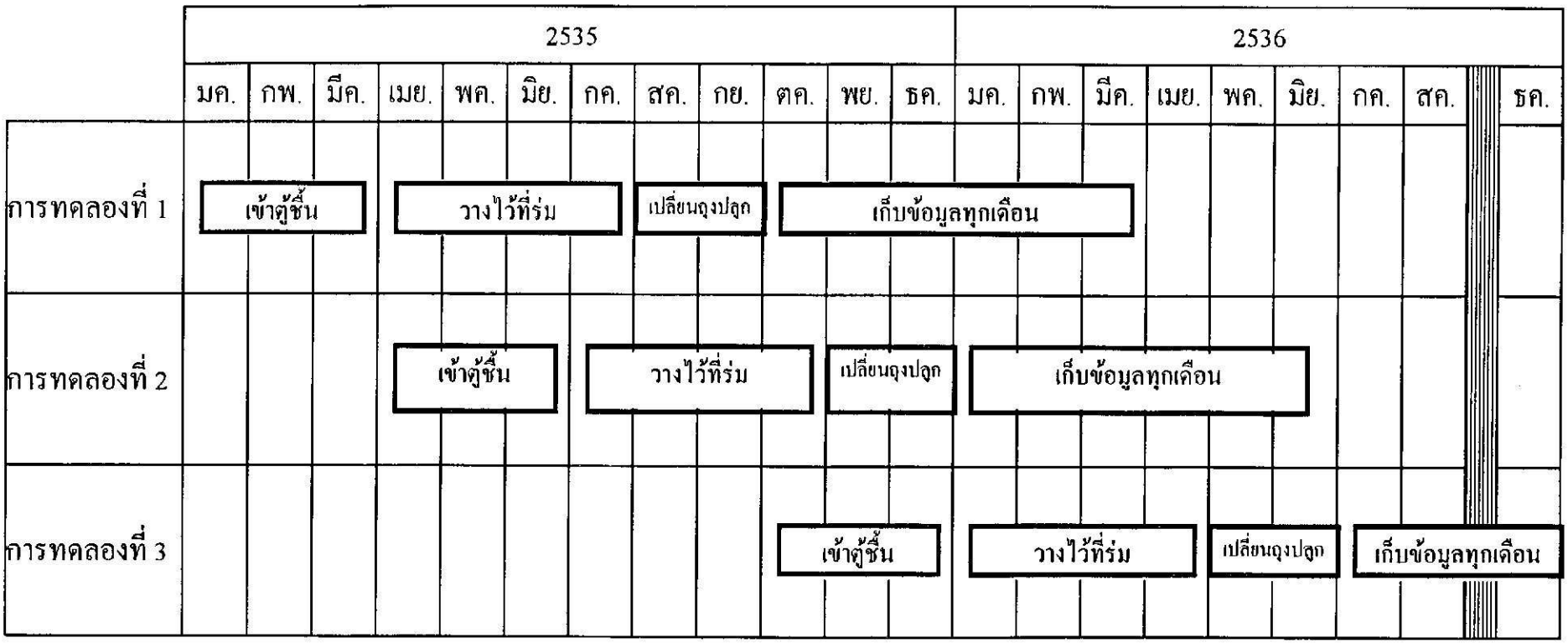
	ระยะเวลา			เฉลี่ย
	ต้นปี	กลางปี	ปลายปี	
เสียบข้าง				
กิ่งข้าง	93.33ab	57.77d	96.66a	82.59
กิ่งยอด	81.11c	78.88c	80.00c	79.99
กิ่งกระโดง	94.44a	100.00a	82.22bc	92.22
			ค่าเฉลี่ย sub plot	84.93B
เสียบยอด				
กิ่งข้าง	97.77a	87.77bc	100.00a	95.18
กิ่งยอด	98.88a	100.00a	100.00a	99.63
กิ่งกระโดง	98.88a	100.00a	100.00a	99.63
			ค่าเฉลี่ย sub plot	98.15A
เฉลี่ย main plot	94.07A	87.4B	93.15A	

ตารางที่ 2 พื้นที่ใบ(ตม.^{2})ของลองกองหลังการขยายพันธุ์โดยวิธีการและระยะเวลาต่าง ๆ

	ระยะเวลา			เฉลี่ย
	ต้นปี	กลางปี	ปลายปี	
เสียบข้าง				
กิ่งข้าง	4.9cde	2.5c	16.25bcd	7.88
กิ่งยอด	4.94cde	2.89e	32.5a	13.44
กิ่งกระโดง	3.7e	3.25e	23.5ab	10.15
			ค่าเฉลี่ย sub plot	10.49^{NS}
เสียบยอด				
กิ่งข้าง	1.85ea	5.785cde	32.5a	13.38
กิ่งยอด	5.42cde	2.5e	11.79bcde	6.57
กิ่งกระโดง	4.32de	1.72e	16.86bc	7.63
			ค่าเฉลี่ย sub plot	9.19
เฉลี่ย main plot	4.19B	3.11B	22.23A	

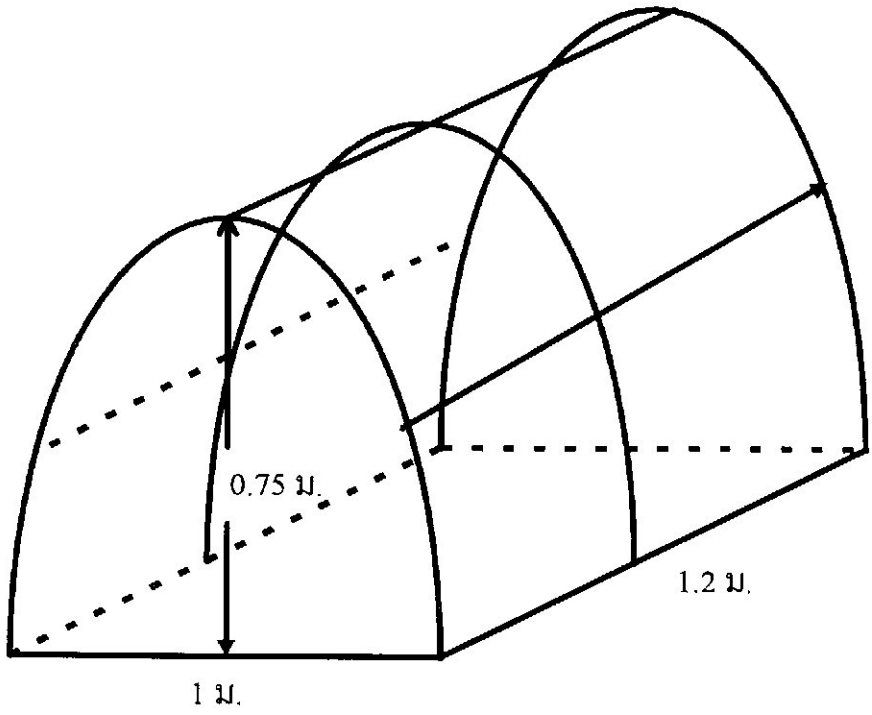
ค่าเฉลี่ยของ main-plot และ sub-plot ที่มีอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (LSD.05)

NSค่าเฉลี่ยของ main-plot และ sub-plot ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 1 แผนผังการปฏิบัติงานทดลองขยายพันธุ์ลองกอง

หมายเหตุ ข้อมูลแต่ละการทดลองได้มาจากการวัดการเจริญเติบโต 3 เดือน



ภาพที่ 2 ตู้ชื้น โครงทำด้วยไม้ไผ่ คลุมด้วยพลาสติก สำหรับวางกิ่งพันธุ์

เทคนิคการขยายพันธุ์ลองกองโดยวิธีการปักชำกิ่ง

The Propagation of Longkong by Layering Technique.

มงคล แช่หลิม* สุภาณี ยงค์* และพรวีณา แท่นมณี*

บทคัดย่อ

การขยายพันธุ์ลองกองโดยวิธีการชำกิ่ง เพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกที่มี ทรงพุ่มเตี้ย สะดวกในการปฏิบัติดูแลรักษาและย่นระยะเวลาการให้ดอกผล เริ่มทำการทดลองที่ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรม ชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยใช้ฮอร์โมน Phloroglucinol, IBA, NAA และ IBA ร่วมกับ IBA อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm และ 2,000 ppm ขนาดกิ่งลองกองที่ใช้ปักชำยาว 25-30 ซม. ไว้ใบย่อย 4-5 ใบ ปักชำกิ่งในวัสดุชำที่มีทรายผสมขี้เถ้าแกลบเป็นเวลานาน 16 สัปดาห์ จึงตรวจนับเปอร์เซ็นต์กิ่งออกราก จำนวนราก/กิ่ง ความยาวและขนาดราก จากผลการทดลองพบว่า การใช้ NAA ร่วมกับ IBA อัตราส่วน 1:1 ที่ความเข้มข้น 2,000 ppm โดยปริมาตร ให้จำนวนกิ่งออกรากสูงสุดเท่ากับ 80% NAA 1,000 ppm ให้จำนวนรากเฉลี่ย/ต้น และความยาวรากสูงสุดเท่ากับ 3.75 ราก และความยาวราก 27.2 ซม. ตามลำดับ จากการเร่งรากกิ่งชำในสารละลายที่มีธาตุอาหารครบเป็นเวลานาน 12 สัปดาห์ พบว่าทำให้ต้นพันธุ์เจริญเติบโตดีกว่าการปลูกในดินผสม

Abtracts

Propagation of longkong by layering technique is performed in order to produce a new planting material suited for cultivation practice and early flowering. The experiments were conducted at Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus. Before layering, stem cuttings were dipped in a 1,000 and 2,000 ppm of various solutions of phytohormones: phluroglucinol (PG), indolebutyric acid (IBA), naphthalene acetic acid (NAA) and IBA in combination with NAA at ratio 1:1 (by volume). The cuttings used in this experiment were 25-30 cm long with 4-5 leaflets. The percentage of rooting, root number per cutting, root length and diameter were recorded after layering for 16 weeks.

The results showed that IBA in combination with NAA at concentration 2,000 ppm each gave the highest percentage of root formation. Rooting percentage was recorded to be 80. In case of average root number per cutting and root length, the best results were obtained when NAA at 1,000 ppm was present. Average number of root and root length obtained from those investigation were 3.75 roots and 27.2 cm, respectively. To accelerate a healthy growth of complete plants (stem cutting with roots), it was found that growing the plants in complete solution culture provided the better results than those growing in soil mixture.

คำนำ

ปัจจุบันกิ่งพันธุ์ลองกองที่ปลูกกันทั่วไปเกษตรกรนิยมใช้วิธีการขยายพันธุ์แบบเสียบยอดและเพาะเมล็ด ซึ่งการขยายพันธุ์ทั้งสองวิธีนี้ใช้เวลาในการดูแลรักษาหลังปลูกจนถึงให้ผลผลิตนาน 4-5 ปีในกิ่งพันธุ์จากการเสียบยอด และการเพาะเมล็ดใช้เวลานาน 7-9 ปี (ชูจิต, 2537) การเตรียมต้นตอที่ใช้ในการเสียบยอดต้องใช้เวลานาน 1-1$^{1}/_{2}$ปี จึงเสียบยอดได้ นอกจากการเตรียมกิ่งพันธุ์ปลูกที่ใช้ระยะเวลาค่อนข้างยาวนานแล้ว เกษตรกรยังมีความไม่มั่นใจในเรื่องพันธุ์ลองกอง ดังนั้นการทดลองชำกิ่งลองกอง เพื่อประโยชน์ในการใช้เป็นวัสดุปลูกที่มีทรงพุ่มเตี้ย สะดวกในการปฏิบัติดูแลรักษา ย่นระยะเวลาการให้ผลผลิต เพื่อให้ตรงตามพันธุ์ และเป็นแนวทางในการใช้เป็นพืชแซมปลูกร่วมกับไม้ผลชนิดอื่น ๆได้

Blackler (1976) ได้ทดลองขยายพันธุ์พืชสกุลลางสาดโดยวิธีการชำกิ่งและตอนกิ่ง ใช้ทรายหยาบเป็นวัสดุปักชำ ขนาดกิ่งชำยาว 25 ซม โคนกิ่งตัดเฉียงแช่สารละลาย potassium permanganate เข้มข้น 1.5-2.0 % นาน 24 ชั่วโมง พบว่ากิ่งชำพืชมีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเท่ากับ 50% ในระยะเวลา 16 สัปดาห์ ในการชำกิ่งไม้ผลและพืชยืนต้นชนิดต่าง ๆที่นิยมทำการขยายพันธุ์ ได้แก่ ฝรั่ง ส้มเขียวหวาน และมะนาว เป็นต้น Garner (1976) กล่าวถึงปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการออกรากของกิ่งชำได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ และการระบายอากาศ รวมถึงขนาดและอายุกิ่งที่ใช้ปักชำ การปักชำกิ่งฝรั่ง แบบมีใบติด 6-8 ใบ จุ่มโคนกิ่งด้วยสารฮอร์โมน NAA ร่วมกับ IBA ความเข้มข้น 6,000 ppm อัตราส่วน 1:1 พบว่า มีการงอกรากถึง 90 % (Garner, 1976). Chai(1996) ทดลองปักชำกิ่งละมุด (*Achras sapota*) โดยใช้กิ่งอ่อนมีใบติดโดยมีทรายหยาบผสมกับ poms เป็นวัสดุปักชำ และใช้จุ่มในฮอร์โมนเร่งราก IBA 10,000 ppm หรือ IBA 10,000 ppm ร่วมกับ NAA 5,000 ppm แล้วใส่กระบะชำ วางในกระโจมที่ควบคุมสภาพความชื้น 90% ผลการทดลองพบว่า ประสบผลสำเร็จ 85 % ในระยะเวลา 16 สัปดาห์

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาเทคนิคในการชำกิ่งลองกองแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อยต่อเนื่องกันคือ

1. การศึกษาชนิดและระดับฮอร์โมนที่ใช้ชำกิ่ง

ลักษณะวัสดุชำ ใช้กิ่งลองกองที่เป็นกิ่งยอด (terminal shoots) เป็นกิ่งที่มีอายุ 1 ปี ระยะหลังจากแตกใบใหม่ และใบเริ่มแก่ ขนาดกิ่งยาว 25-30 ซม. ตัดใบออกบ้างให้เหลือใบย่อย 4-6 ใบย่อย ผ่าโคนกิ่งประมาณ 2 ซม. เพื่อเพิ่มพื้นที่การงอกของราก มีการใช้ชนิดและระดับฮอร์โมนดังนี้ Phloroglucinol, IBA, NAA, IBA+NAA ความเข้มข้น 1000 และ2000 ppm จุ่มโคนกิ่งในสารฮอร์โมนแต่ละชนิดนาน 10-15 นาที การวางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 กิ่ง มีชนิดและระดับฮอร์โมนเป็นทรีตเมนต์ดังนี้

1. Control		5. IBA	2000 ppm
2. Phloroglucinol	1000 ppm	6. NAA	1000 ppm
3. Phloroglucinol	2000 ppm	7. NAA	2000 ppm
4. IBA	1000 ppm	8. IBA+ NAA	1000 ppm
		9. IBA+ NAA	2000 ppm

ทำการปักชำกิ่งที่จุ่มฮอร์โมนชนิดต่าง ๆแล้วนั้นลงในกระบะทรายผสมขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1 รดน้ำให้ชุ่มจึงวางในกระโจมพลาสติกที่มีความชื้น 90-100% มีการดูแลรักษา ฉีดพ่นยาป้องกันกำจัดโรคแมลง และให้น้ำในกระโจมถ้ามีความชื้นต่ำ ตรวจดูการงอกของรากในแต่ละกระบะทุก ๆ 4 สัปดาห์ จนทรีตเมนต์ที่งอกรากมากที่สุด มีความยาวรากถึงก้นกระบะ จึงถอนแยกออก และนับจำนวนกิ่งออกราก จำนวนราก/กิ่ง ความยาวรากแขนง/กิ่ง และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรากของทุกกิ่ง

2. การศึกษาการเร่งรากกิ่งชำลองกอง

การทดลองเร่งรากกิ่งชำลองกองเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและลดอัตราการตายของกิ่งชำ เนื่องจากกิ่งชำที่งอกรากได้ในระยะแรกมักอ่อนแอและเจริญเติบโตช้า จึงมีการทดลองปลูกกิ่งชำในสารละลายที่มีแร่ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตครบ เปรียบเทียบกับการปลูกในดินผสม โดยการคัดเลือกกิ่งชำที่ถอนแยกจากกระบะชำและมีขนาดเดียวกัน จำนวน 72 ต้น แบ่งเป็น 2 ส่วน ปลูกในสารละลายที่มีแร่ธาตุอาหารจำเป็นครบตามสูตรของ Hoagland และ Arnon(1950) อ้างโดย FAO (1990)(ตารางที่ 2) และอีกครึ่งหนึ่งปลูกลงในดินผสม การดูแลต้นพืชที่ปลูกในสารละลายที่มีธาตุอาหารครบ มีการปรับความเป็นกรดด่างในสารละลายให้อยู่ระหว่าง pH 5.8-6.0 ทุกสัปดาห์ (โครงการศูนย์วิจัยและเผยแพร่เทคโนโลยีการเกษตร, 2539) และมีการเปลี่ยนสารละลายทุก 4 สัปดาห์ สำหรับกลุ่มที่ปลูกในกระถางดินผสม มีการดูแลรดน้ำ และฉีดยาป้องกัน

กำจัดศัตรูพืชตามปกติ ทำการสุ่มต้นที่ปลูกทั้งสองสภาพแวดล้อมจำนวน 9 ต้น ทุก 4 สัปดาห์ เพื่อบันทึกการเจริญเติบโต ได้แก่ ความยาวรากแขนง จำนวนรากฝอย ความสูงกิ่ง และจำนวนใบย่อย

ผลการทดลอง

1. การศึกษาชนิดและระดับฮอร์โมนที่ใช้ชำกิ่ง

จากผลการทดลองพบว่า การงอกของรากกิ่งชำลองกองใช้เวลานาน 16 สัปดาห์โดยเฉลี่ย และการใช้ฮอร์โมน NAA ร่วมกับ IBA อัตราส่วน 1:1 ที่ความเข้มข้น 2000 ppm โดยปริมาตรให้เปอร์เซ็นต์กิ่งออกรากสูงสุดคือ 80 % (ภาพที่ 1ก) การใช้ฮอร์โมน NAA ที่ความเข้มข้น 1000 ppm และ 2000 ppm ให้จำนวนราก/กิ่ง และความยาวราก/กิ่งใกล้เคียงกันคือ 3.75 และ 3.5 ราก (ภาพที่ 1ข) และความยาวราก 27.1 และ 22.01 ซม.(ภาพที่ 2ก)ตามลำดับ สำหรับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรากโดยเฉลี่ยทุกทรีตเมนต์มีขนาดรากใกล้เคียงกัน การใช้ฮอร์โมน IBA ความเข้มข้น 2000 ppm ให้จำนวนรากและขนาดรากเฉลี่ยน้อยกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ คือ มี 1.6 ราก และมีขนาดราก 2.75 มม. ตามลำดับ (ภาพที่ 2ข)

2. การศึกษาการเร่งรากกิ่งชำลองกอง

จากการทดลองเร่งการเจริญเติบโตของรากลองกองในสารละลายที่มีธาตุอาหารจำเป็นต่อการเจริญเติบโตครบ เปรียบเทียบกับในดินผสม พบว่า ความยาวรากแขนงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการบันทึกข้อมูล (4 สัปดาห์) ไม่มีความแตกต่างกัน แต่จำนวนรากฝอยของกิ่งชำในสารละลายที่นับได้ในช่วงเดือนที่ 2-3 เพิ่มขึ้นสูงกว่าจำนวนรากฝอยของกิ่งชำที่ปลูกในดินผสม ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารากกิ่งชำลองกองใช้เวลาในการสะสมอาหารหรือตั้งตัวนานราว 2 เดือน จึงเริ่มสร้างรากฝอยที่เป็นรากหาอาหาร ส่วนความสูงกิ่ง และจำนวนใบย่อยมีการเพิ่มจำนวนที่ใกล้เคียงกันทั้งสองสภาพการปลูก(ตารางที่ 2)

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. การศึกษาชนิดและระดับฮอร์โมนที่ใช้ในการชำกิ่งลองกอง

จากผลการทดลองพบว่า การใช้ฮอร์โมน NAA ร่วมกับ IBA อัตราส่วน 1:1 ที่ความเข้ม ข้น 2000 ppm โดยปริมาตรให้เปอร์เซ็นต์กิ่งออกรากสูงสุดคือ 80 %(ภาพที่ 1 ก) ซึ่งได้ผลใกล้เคียงกับการขยายพันธุ์ละมุด โดยการชำกิ่ง ที่เป็นงานทดลองของ Chai (1996) โดยใช้ฮอร์โมน IBA ความเข้มข้น 10,000 ppm ร่วมกับ NAA 5000 ppm และใช้วัสดุชำเป็น poms ผสมทรายอัตราส่วน 1:4 โดยปริมาตร ทำให้กิ่งชำละมุดงอกรากได้ 80 %

การใช้ฮอร์โมน NAA ที่ความเข้มข้น 1000 ppm และ 2000 ppm ให้จำนวนราก/กิ่ง และความยาวราก/กิ่งใกล้เคียงกันคือ 3.75 และ 3.5 ราก และความยาวราก 27.1 และ 22.01 ซม.ตามลำดับ (ภาพที่ 1ข และ ภาพที่ 2ก) สำหรับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรากโดยเฉลี่ยทุกทรีตเมนต์มีขนาดรากใกล้เคียงกัน(ภาพที่ 2 ข) การใช้ฮอร์โมน IBA ความเข้มข้น 2,000 ppm ให้

จำนวนรากและขนาดรากเฉลี่ยน้อยกว่า ทรีตเมนต์อื่น ๆ คือ มี 1.6 ราก และมีขนาดราก 2.75 มม. ตามลำดับ (ภาพที่ 1ข)และการใช้ phloroglucinol ความเข้มข้น 2,000 ppm จำนวนรากและความยาวรากต่ำสุด(ตารางที่ 1)

2. การเร่งรากกิ่งชำลองกอง

จากการทดลองเร่งการเจริญเติบโตของรากลองกองในสารละลายที่มีธาตุอาหารจำเป็นต่อการเจริญเติบโตครบ เปรียบเทียบกับในดินผสม พบว่า ความยาวรากแขนงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการบันทึกข้อมูล (4 สัปดาห์) ไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 3 ก) แต่จำนวนรากฝอยของกิ่งชำในสารละลายที่นับได้ในช่วงเดือนที่ 2-3 เพิ่มขึ้นสูงกว่าจำนวนรากฝอยของกิ่งชำที่ปลูกในดินผสม (ภาพที่ 3 ข) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารากกิ่งชำลองกองใช้เวลาในการสะสมอาหาร หรือตั้งตัวนานราว 2 เดือน จึงเริ่มสร้างรากฝอยที่เป็นรากหาอาหาร ส่วนความสูงกิ่ง และจำนวนใบย่อยมีการเพิ่มจำนวนที่ใกล้เคียงกันทั้งสองสภาพการปลูก (ภาพที่4 ก และ ข)

สรุปผลการทดลอง

1. การใช้สารฮอร์โมน NAA ร่วมกับ IBA อัตราส่วน 1:1 ที่ความเข้มข้น 2,000 ppm โดยปริมาตร ให้เปอร์เซ็นต์กิ่งออกรากสูงสุด

2. การใช้สารฮอร์โมน NAA ความเข้มข้น 1,000 ppm และ 2,000 ppm ให้จำนวนรากแขนง/ กิ่ง และความยาวเฉลี่ย/ กิ่งสูงกว่าในทรีตเมนต์อื่น

3. การเร่งการเจริญเติบโตของรากกิ่งชำในระยะเวลา 3 เดือน ทำให้เพิ่มจำนวนรากฝอยในช่วงเดือนที่ 2-3 ส่วนความสูงกิ่ง และจำนวนใบย่อยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

เอกสารอ้างอิง

โครงการศูนย์วิจัยและเผยแพร่เทคโนโลยีการเกษตร. 2539. เทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. รายงานประชุมสัมมนาเรื่องเทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน วันที่ 22-23 กุมภาพันธ์ 2539. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

ชูจิต มามีวัฒนะ. 2537. การขยายพันธุ์ลองกอง. ใน: แนวทางการจัดการสวนลองกอง. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

Blackler H.M. 1976. *Lansium domesticum* Corr. In. Garner J.R. 1976. The propagation of tropical fruit trees. Harticultural Review No.4, Commonwealth Agricultural Bureauix, Kent, England. pp 376-385.

Chai T.B. 1996. A simple way of multiplying elite ciku. In: Proceeding: International Conference on Tropical Fruits Vol II, Kuala Lumpur, Malaysia. pp31-34.

FAO. 1990. Soilless culture for horticultural crop production. Plant production and protection paper 101. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Garner J.R. 1976. The Propagation of Tropical fruit Trees. Commonwealth Agricultural Bureaux, Kent, England.

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการออกรากของกิ่งชำลองกองในการใช้สารฮอร์โมนชนิดและความเข้มข้นต่าง ๆ

Treatments	rootings(%)	No.of roots	root length (cm)	root dia.(mm)	shoot dia. (mm)	shoot length (cm)	No.leaves
Control	15	6.5d	17.75bc	3.25	5.11	23.19	17.75
Phluro.1000 ppm	15	13bc	31.05bc	3.19	5.51	24.50	30.00
Phluro.2000 ppm	22	5.5d	14.9c	3.54	5.81	25.87	20.75
IBA 1000 ppm	37	9.5cd	32.23b	3.16	5.51	25.89	24.5
IBA 2000 ppm	47.5	8cd	49.58b	2.95	5.92	23.79	19.00
NAA 1000 ppm	62.5	18.75a	136.03a	3.02	5.97	27.28	31.00
NAA 2000 ppm	55	17.5ab	110.08a	2.75	5.43	24.08	24.75
NAA+IBA 1000 ppm	51	12.5bc	46.05b	3.36	5.82	24.85	22.75
NAA+IBA 2000 ppm	80	9.5cd	47.43b	3.6	5.65	26.38	23.25
CV (%)	-	31.08	37.19	14.23	10.49	11.07	28.01
F-test	-	*	*	NS	NS	NS	NS

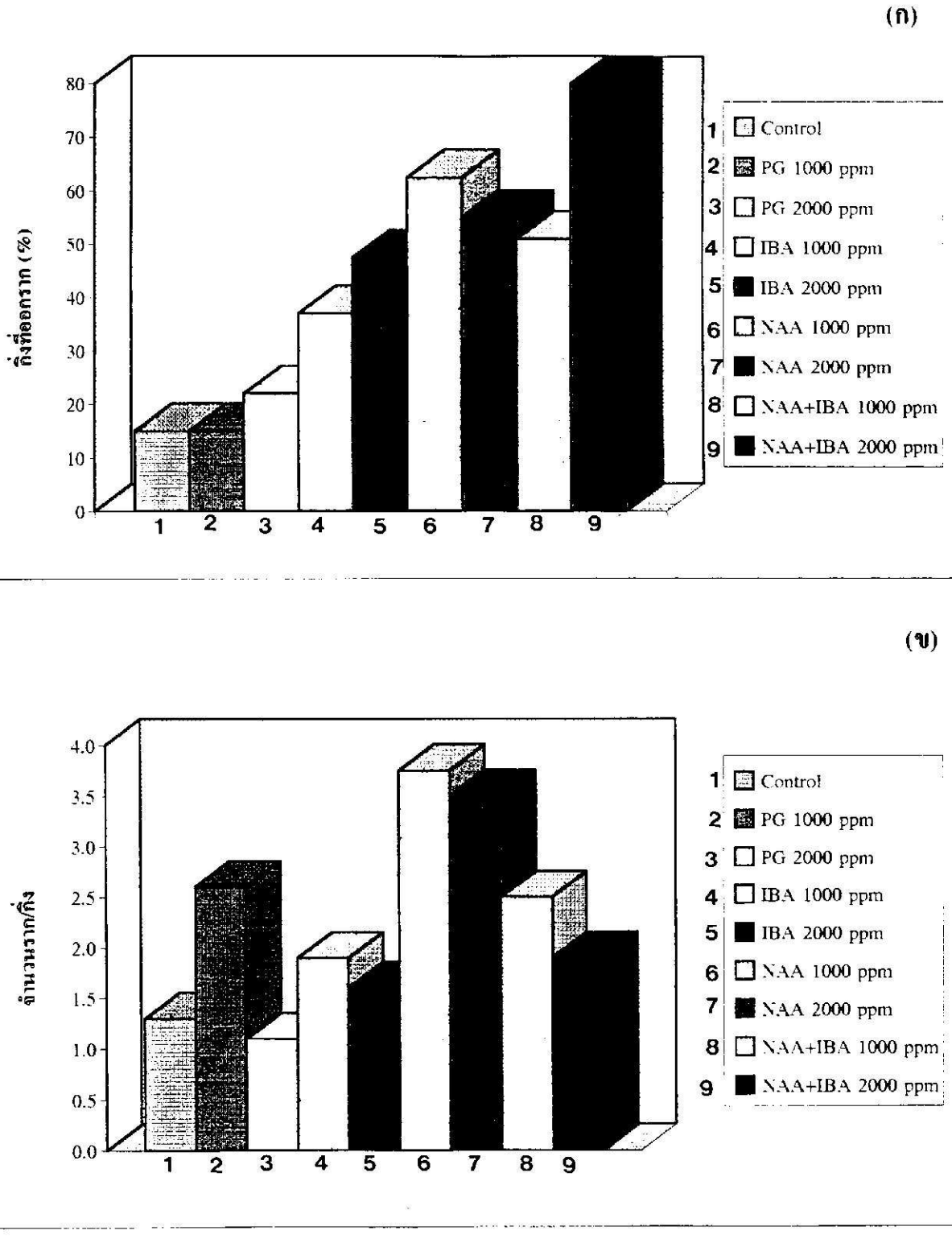
* Mean values followed by the same letter were not significantly different at 5% level.

NS = non significant difference.

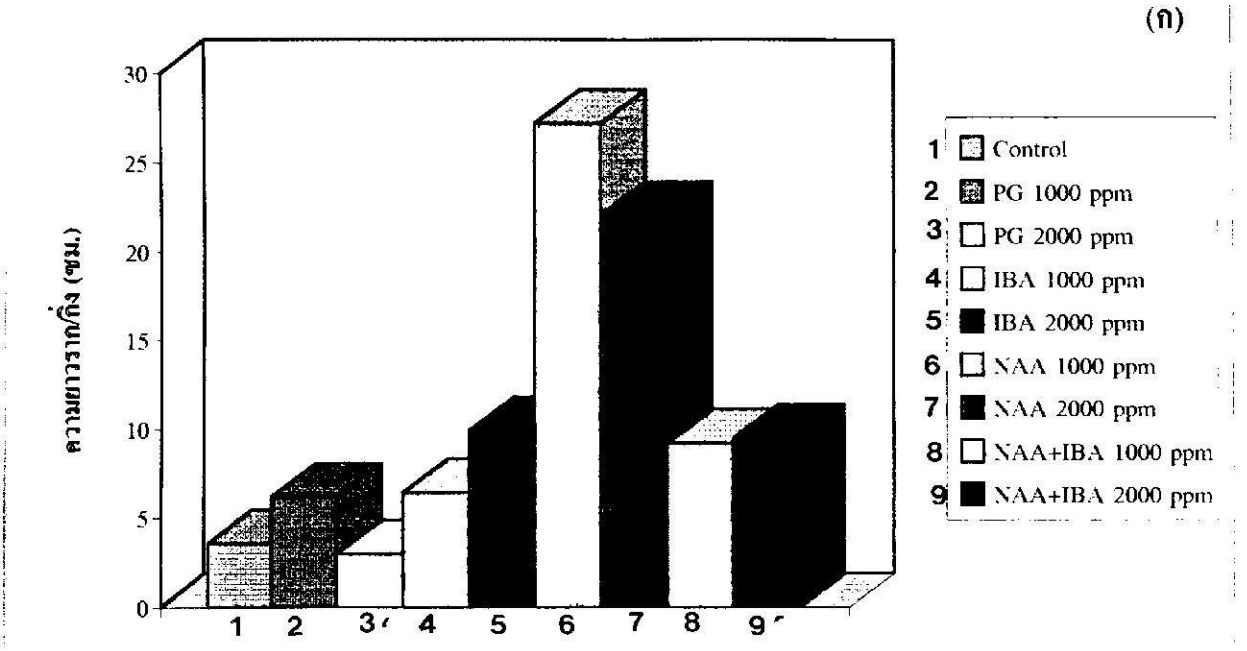
ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณสารเคมีที่ใช้ตามสูตรของ Hoagland และ Arnon (1950).

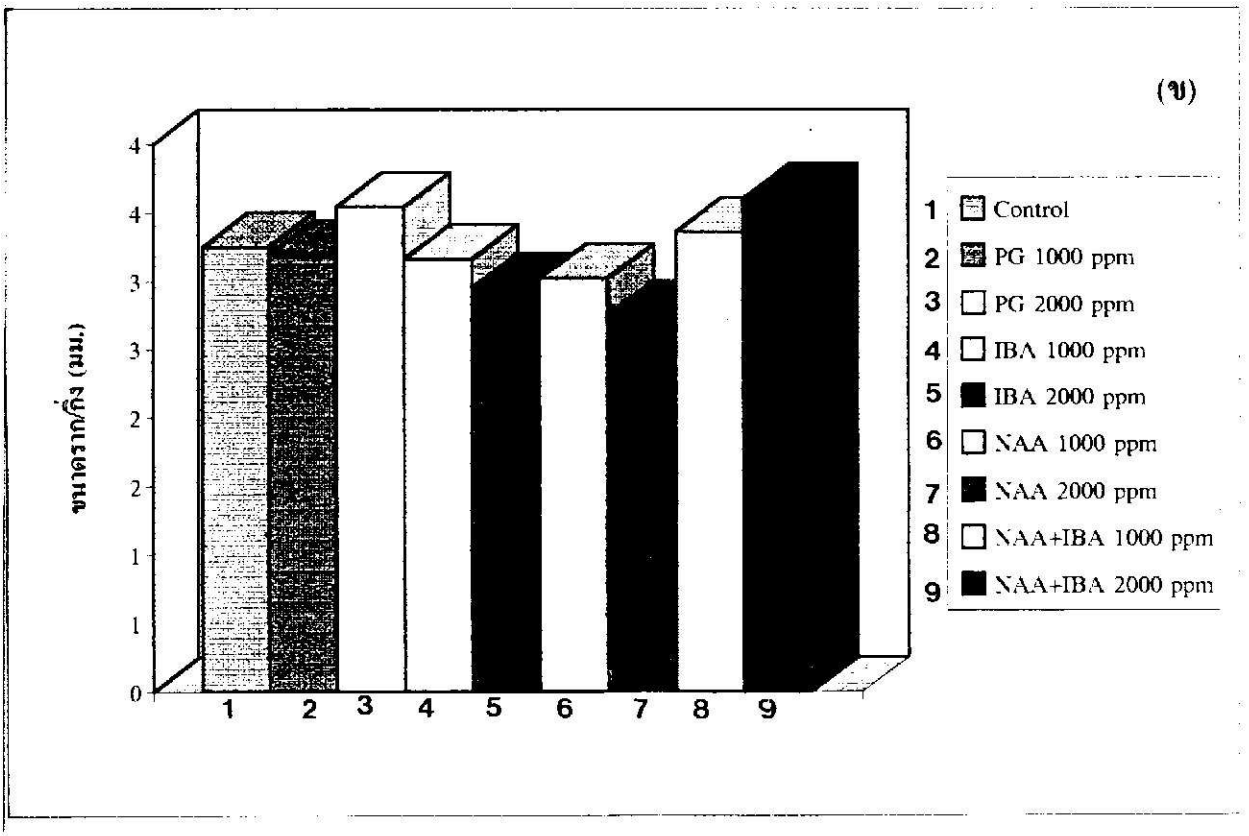
Chemical fomula	grams/litre
$Ca(NO_3)_2 . 4H_2O$	1.1808
KNO_3	0.5055
KH_2PO_4	0.0680
$MgSO_4 . 7H_2O$	0.4930
Na_2SiO_3 $9H_2O$	0.0852
NaCl	0.0029
Fe EDTA	0.0138
H_3BO_3	0.0041
$MnSO_4 . H_2O$	0.0042
$ZnSO_4 . 7H_2O$	0.0019
$CuSO_4 . 5H_2O$	0.0013
$Mo_7O_{24} . 4H_2O$	0.0003

* การเตรียมสารละลายใช้จำนวน 4 ลิตร/ กระถาง



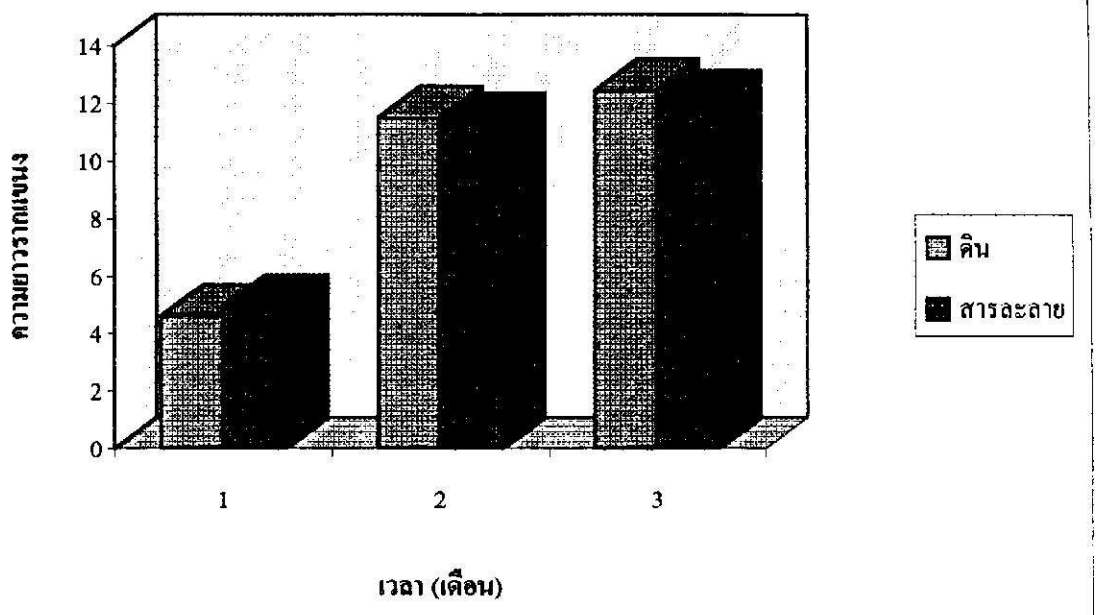
ภาพที่ 1 ผลของฮอร์โมนต่อการออกราก(ก) และจำนวนราก(ข) ของกิ่งชำลองกอง



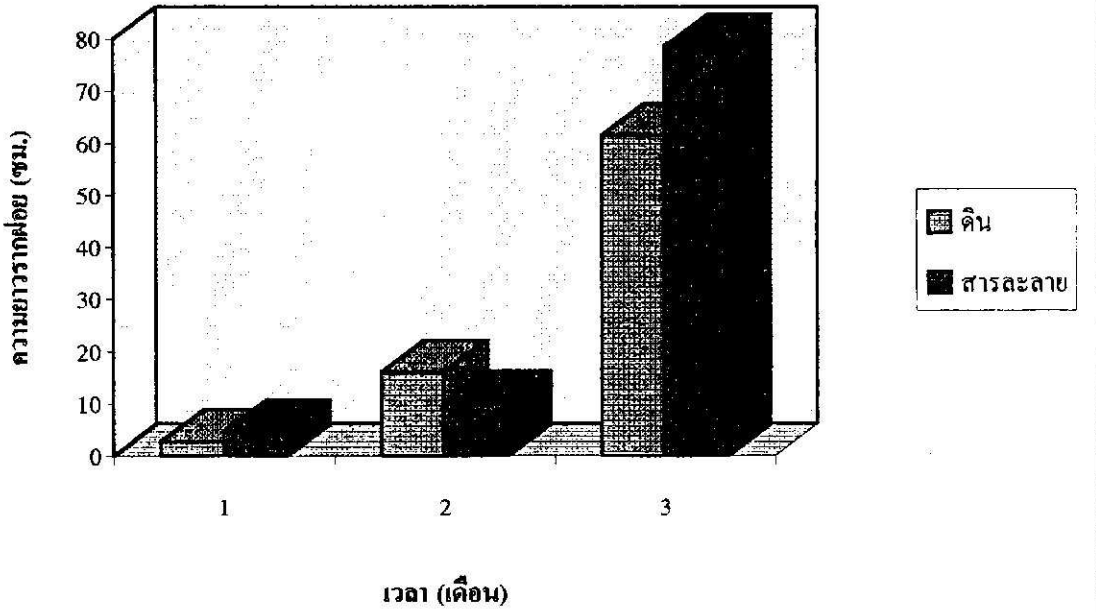


ภาพที่ 2 ผลของฮอร์โมนต่อความยาวรากแขนง(ก) และขนาดราก(ข) ของกิ่งชำลองกอง

(ก)

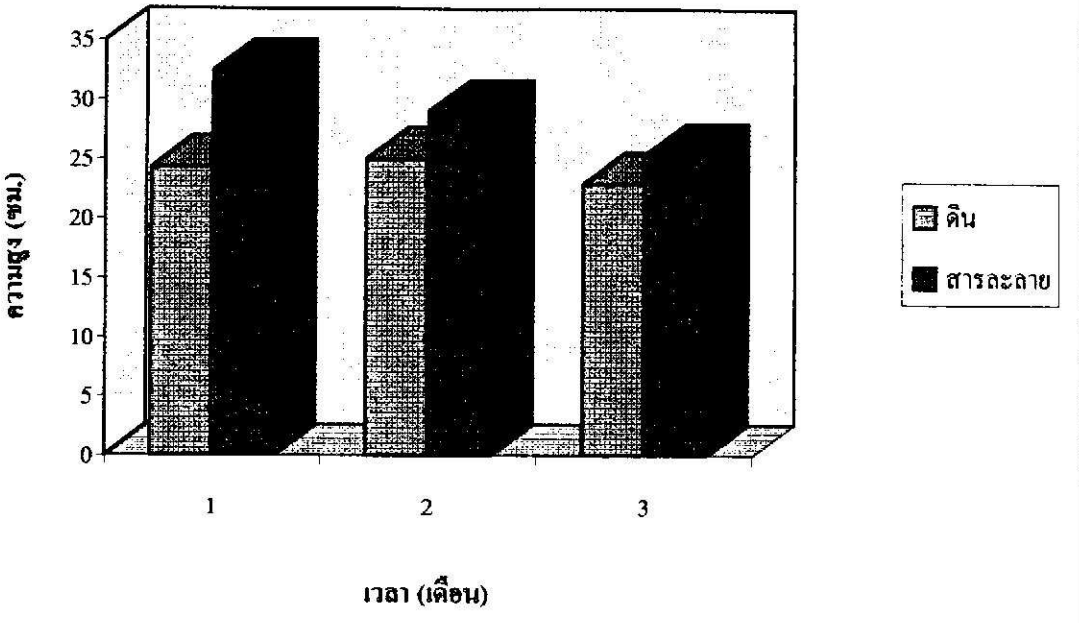


(ข)

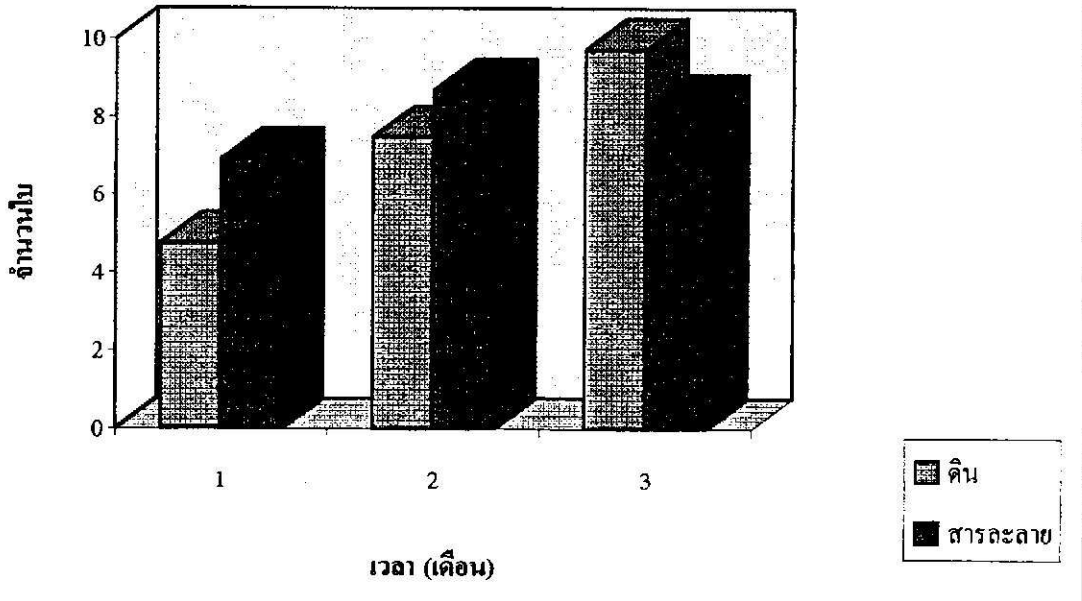


ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบความยาวรากแขนง(ก) และจำนวนรากฝอย(ข) ของกิ่งชำ

(ก)



(ข)



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบความสูง(ก) และจำนวนใบย่อย(ข) ของกิ่งชำ

หมายเลขเรื่อง 2.3

การเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยวิธีการต่างกัน

มงคล แซ่หลิม สายัณห์ สดุดี และสุธีร์ สิงหบำรุง

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะโครงสร้างทรงพุ่มของต้นกล้าลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์แบบ เพาะเมล็ด ตอนกิ่ง และเสียบยอดที่ปลูกในไรโซตรอนภายใต้สภาพเรือนระแนง ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ เป็นเวลา 12 เดือน พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดมีความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนปล้องบนลำต้น น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งรวมต่อต้นสูงสุด รองลงมาคือต้นกล้าที่ได้จากการเสียบยอด และกิ่งตอนตามลำดับ ต้นกล้าที่ได้จากการตอนกิ่งมีแนวโน้มมีความยาวกิ่งข้าง พื้นที่ใบและความยาวรากสูงสุด

วิธีการและผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยวิธีการต่างกัน

เป็นการศึกษาทางสัณฐานวิทยาของต้นกล้าลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ด การตอนกิ่งและการเสียบยอด ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่ถูกจำกัด เพื่อศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นและราก ตลอดจนโครงสร้างของทรงพุ่ม และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นพันธุ์ทั้งสามชนิด

วิธีการ ใช้ต้นกล้าลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ด การตอนกิ่งและการเสียบยอด อายุ 18 เดือน ชนิดละ 3 ต้น ปลูกลงในไรโซตรอน ดูแลรักษาให้พืชตั้งตัวเป็นเวลา 2 เดือนจึงทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตในระยะเวลา 12 เดือน โดยการวัดขนาดและความสูงลำต้น จำนวนปล้อง จำนวนกิ่ง จำนวนใบรวมและใบย่อย พื้นที่ใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งกิ่ง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งราก อัตราส่วนน้ำหนักแห้งต้น/ราก และน้ำหนักแห้ง รวม/ต้น

ผลการทดลอง พบว่าต้นกล้าที่ขยายพันธุ์จากการเพาะเมล็ด มีการเจริญเติบโตโดยรวม (น้ำหนักแห้งรวม/ ต้น)สูงกว่าต้นกล้าจากกิ่งตอนและเสียบยอด โดยมีความสูง ขนาดลำต้น(เส้นผ่าศูนย์กลาง) และจำนวนปล้อง สูงกว่า ต้นกล้าจากกิ่งตอน และเสียบยอด (ตารางที่ 4) นอกจากนี้ต้นกล้าเพาะเมล็ดยังมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยสูงกว่าต้นกล้าอีก 2 ชนิด สำหรับอัตราส่วนของน้ำหนักแห้งต้น/ราก (shoot: root ratio) พบว่า ต้นกล้าจากกิ่งเสียบยอดมี

อัตราส่วนของน้ำหนักแห้งต้น/ราก เท่ากับ 2.59: 1 ซึ่งพบว่าสมดุลกว่า ต้นกล้าจากการเพาะเมล็ด และต้นกล้าจากกิ่งตอน เท่ากับ 2.85: 1 และ 2.79: 1 ตามลำดับ

การเจริญเติบโตด้านกิ่งใบพบว่า ต้นกล้าจากกิ่งตอนมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดและกิ่งเสียบยอด โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 6.3 กิ่ง จำนวนใบรวม 47.66 ใบ จำนวนใบย่อย 281.66 ใบ พื้นที่ใบ 14.9 ตร.ม. และน้ำหนักสดใบเท่ากับ427.5 กรัม ตามลำดับ

การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลำต้นส่วนบนพบว่า ต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดและกิ่งตอนมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน แต่ต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดมีความสูงมากกว่าต้นกล้าจากกิ่งตอนจึงมีทรงพุ่มสูง เรียวและแคบ ทำให้ยากต่อการควบคุมความสูงลำต้น ส่วนการเจริญเติบโตของต้นกล้าจากกิ่งตอนพบว่า มีการเจริญเติบโตด้านกิ่งใบเร็วมาก แต่ขนาดลำต้นโตช้ากว่าต้นกล้าจากการเพาะเมล็ด ดังนั้นหากมีควบคุมทรงพุ่มโดยการตัดแต่งใบออก น่าจะทำให้มีการเพิ่มขนาดลำต้นได้

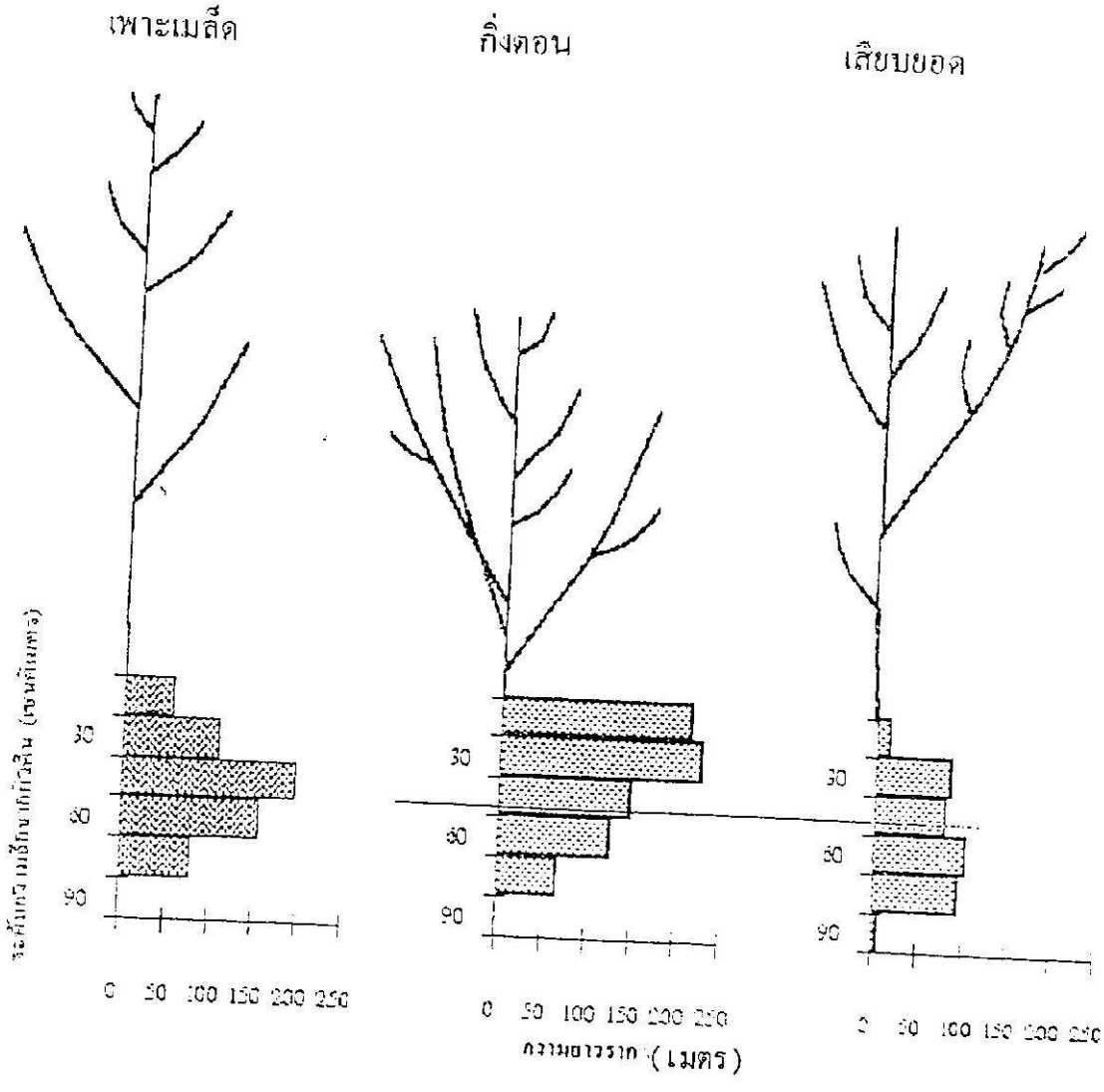
การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตส่วนรากพบว่า รากของต้นกล้าที่ได้จากกิ่งตอนมีความยาวรากเท่ากับ 214.86 เมตร ซึ่งสูงกว่าต้นกล้าจากการเพาะเมล็ด(194.42 เมตร) สำหรับความยาวรากของต้นกล้าจากกิ่งเสียบยอดเท่ากับ 176.86 เมตร

จากการศึกษาลักษณะโครงสร้างทรงพุ่มของต้นกล้าลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์ต่างกัน พบว่าทรงพุ่มของต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดมีความสูงมากที่สุด รองลงมาคือต้นกล้าเสียบยอด และต้นกล้ากิ่งตอนมีทรงพุ่มเตี้ยที่สุด แต่ทรงพุ่มของต้นกิ่งตอนมีการแตกกิ่งมากและแตกกิ่งในระดับต่ำใกล้ผิวดินมากที่สุด จากทรงพุ่มที่แตกต่างกันนี้ ทำให้ได้แนวคิดในการคัดเลือกกิ่งพันธุ์ที่เหมาะสมในการปลูกสภาพแปลงต่าง ๆ เช่น โครงสร้างของกิ่งตอนเหมาะสำหรับปลูกในระยะชิดหรือใช้เป็นพืชแซมในสวนเก่า และอาจปลูกในแปลงแบบยกร่องได้ สำหรับต้นกล้าเพาะเมล็ดที่มีทรงพุ่มสูงและง่ามกิ่งแคบ ควรมีการโน้มกิ่งและดัดกิ่งตั้งแต่ต้นกล้าอายุน้อย ประมาณ 1-2 ปี หลังปลูกในแปลง เพื่อให้มีทรงพุ่มแผ่ออกด้านข้าง ส่วนต้นกล้าจากการเสียบยอดมีลักษณะทรงพุ่มที่ดี มีการเจริญเติบโตแตกกิ่งข้างในระดับปานกลาง จึงมีดัดและตัดแต่งกิ่งน้อยกว่ากิ่งพันธุ์อีกสองชนิด

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ลองกองชนิดต่าง ๆ

คุณลักษณะของกิ่งพันธุ์	ชนิดของกิ่งพันธุ์			F-test	CV(%)
	เมล็ด	กิ่งตอน	เสียบยอด		
เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น(มม.)	19.4a	15.9b	17.38b	**	3.75
ความสูงลำต้น (ซม.)	192.7a	133.3b	161.7b	**	4.83
จำนวนปล้อง	30.33a	22.33b	25.33b	**	5.42
จำนวนกิ่ง	6.0a	6.3a	5.6a	ns	41.59
จำนวนใบรวม	37.33	47.66	32.33	-	-
จำนวนใบย่อย	269.6a	281.66a	231a	ns	12.35
พื้นที่ใบ(ตร.ม.)	12.82b	14.91a	9.48b	*	9.47
นน.สดราก (กรัม)	377.76	266.23	243.76	-	-
นน.แห้งราก (กรัม)	94.66a	67.93a	69.10a	ns	17.40
ความยาวราก (เมตร)	194.42b	214.86a	176.86b	**	4.72
นน.สดกิ่ง (กรัม)	294.43	194.46	204.6	-	-
นน.แห้งกิ่ง (กรัม)	130.36a	73.6b	81.3b	**	19.68
นน.สดใบ (กรัม)	413	427.5	301	-	-
นน.แห้งใบ (กรัม)	145.4a	142.8a	95.3b	**	9.57
นน.แห้งต้น (กรัม)	275.76a	216.4b	176.53b	*	13.23
นน.แห้งราก(กรัม)	96.5a	82.76a	69.1a	ns	17.4
อัตราส่วน นน.แห้งต้น/ราก	2.85:1	2.79:1	2.59:1	-	-
นน.แห้งรวม/ต้น	372.3	299.2	-	-	-

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT.



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะโครงสร้างทรงพุ่มและการกระจายตัวของรากต้นกล้าลองกองที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ด กิ่งตอน และเสียบยอดที่ปลูกในไร่โชดรอน

THE PHENOLOGY OF LONGKONG (*Aglaia dookkoo* Griff.)IN SOUTHERN THAILAND.

Lim, M.[1] and Yong S.[1]
[1]Department of Plant Science,
Faculty of Natural Resources,
Prince of Songkla University,
Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand.

Abstract

Longkong has been an economic tropical fruit in southern Thailand because of its exquisite flavour. A basic research of phenological study is necessary for management of the physiological factors contributing to productivity. Hence, an experiment was started in 1995. Six of 10-year longkong trees (bearing trees) and six of 6-year longkong trees (non-bearing trees) in the field condition were conducted. Invegetative phase, it was found that high leaf-flushing was during March-April, while root-flushing occurred in June. In reproductive phase, flower and fruit development was during March-May, this led to fruit harvest in August. It was prominent that the vegetative phase development of the juvenile trees was greater than that of the bearing trees.

Introduction

Longkong is one of the three well known langsat or lanzone forms in southern Thailand and Malay peninsula. Tem (1980) classified longkong as *Aglaia dokkoo*. The longkong group is originally grown in changwat Narathiwat which gave the beat quality of fruit since the pulp has mild pleasant aroma and almost seedless. So far, it has also been introduced to the easthern and northern Thailand.

The acreages of longkong is increased annually (Wannachan and Chai, 1994). The study of longkong growth habit is required clarification before the suitable orchard management : pruning, thinning and the other improvement can be defined.
The objective of the study is to observe vegetative and reproductive growth pattern, and environmental factors influence the growth and development.

Materials and methods

1. The study on vegetative stage was conducted during January 1995- March 1996. Twelve grafted longkong trees; 6 of 10 year trees (bearing) and 6 of 6-year trees (non-bearing) in the field condition were used. Five branches (average diameter = 4.49 cm) per tree were sampled to examine the begetative flushes, 20 terminal shoots per branch were tagged to determine the vegetative flush interval during the year.

Root growth

A root window (30 x 30 cm) per tree was prepared to observe the root growth. Root length was evaluated by gridline method (Tennant, 1975)

$$L = 11/14\ NX$$

N = number of the intersection between roots and gridline

X = size of gridline ($1\ cm^2$)

2. The study on reproductive stage was initiated on 24 of 14-15 year trees in 3 orchards. The number of flower bud clusters were counted before the inflorescences emerged to observe the period of flower bud initiation. The position of fruiting was recorded during flowering period be counting the number of inflorescences per sector in 2 dimensions. Vertical dimension is the tree height divided into 3 levels: base (0.5-1.5 m), middle (1.5- 2.5 m), and top (>2.5 m). Horizontal dimension is the northern(N), eastern(E), southern(S), western(W) direction of the plant canopy.

3. Leaf sampling and analysis. Twenty sampling leaves from four longkong trees were analysed for the nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and boron (B).

Results and Discussion

1. Vegetative stage

Leaf flushing of the non-bearing trees occurred all the year round (Fig. 2), whereas there was only single flushing at the end of rainy season (February to April) in the bearing trees. The number of branches onth bearing trees in each flush was high; while the small number of branches was found in the non-bearing trees.

High root growth on both groups were found at the same period as leaf and shoot flushing (Fig. 4). The peak of root flushing was in July or the first peak of rainy season in southern Thailand.

2. Reproductive stage

The longkong flower buds are numerous and distributed widely on the main trunk and the main branch (3.5-6.1 cm diameter). The inflorescences, botanically a spike (Ridley, 1976), are borne either in single or in clusters, 2- 10 inflorescences per cluster. The flower bud clusters had been persistently across the year. The other period of flower bud initiation was during November to January (Fig.3). The spikes emerged on January ot February and blooming 6- 8 weeks after the emergence of inflorescences.

The data on environmental factors: drying period and high temperature with irrigation during summer stimulated flower bud emergence and blooming. There was no leaf flushed at high peak of rainfall. This might be due to low light intensity and poor soil aeration. Thus, the peak of leaf flushing, flowering and root growth developed at the end of rainy season.It was evedent that phenological development of longkong depended on weather condition.

3. Nutrient elements

The nutrient element in longkong leaves were monthly determined (Fig.5). It was evident that N was drown from reserves in old leaves for vegetative flushing in both bearing and non-bearing trees. Phosphorus and Boron in leaf of bearing trees were transported to fruit during fruit development, both nutrients in non-bearing trees trended to drop after high leaf flushing. There was no high fluctuation of K in bearing and non-bearing trees. However, slightly increase of K occurred in bearing tree during fruit development, after harvesting K decreased.

Conclusions

- -Dry period and high temperature during summer stimulates flower bud emergence and blooming
- -There was no leaf flushing during high rainfall. but leaf flushing, flowering and root growth developed at the end of rainy season.
- -Canopy position influences on number of longkong fruit clusters

Acknowledgements

This research was funded by The National Research Council of Thailand and Prince of Songkla University.

References

1. Karawis W. and Korawis C.(1994). Longkong orchard management. Research Report, Surat Thani Horticultural Research Centre, Thailand. (in Thai)
2. Ridley, N.H. (1922). The Flora of the Malay Peninsula. L.Reeve & Co.,Ltd., The Netherlands.
3. Smitinand T. (1980). Thai Plant Names. Funny Publishing L.P.,549/1 Soil Senanikom 1, Bangkhen, Bangkok.
4. Tennant, D. (1975). A test of a modified line intersect method of estimating root length. J. of Ecology. 63 : 995-1001.

file klreport.doc

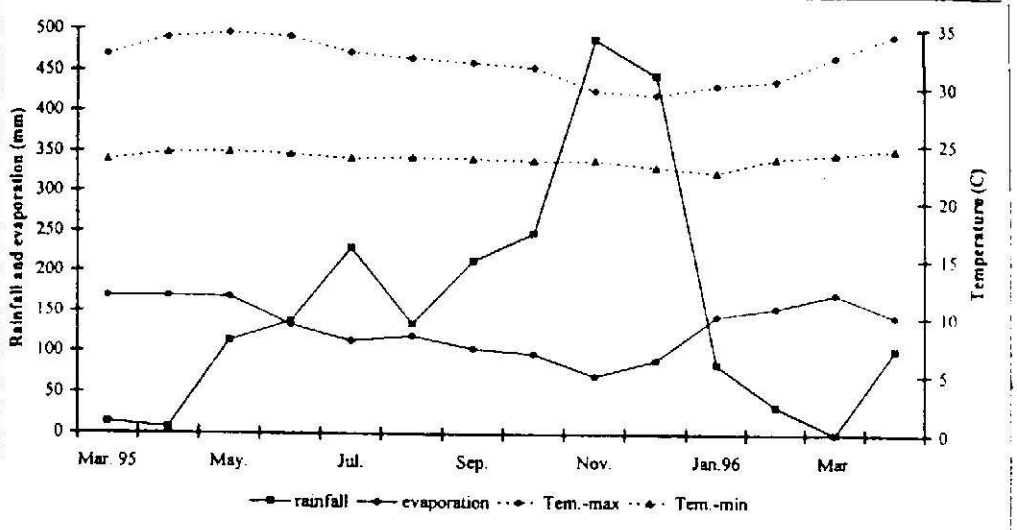


Figure 1 Monthly rainfall, evaporation and mean daily maximum and minimum temperature during the experimental period.

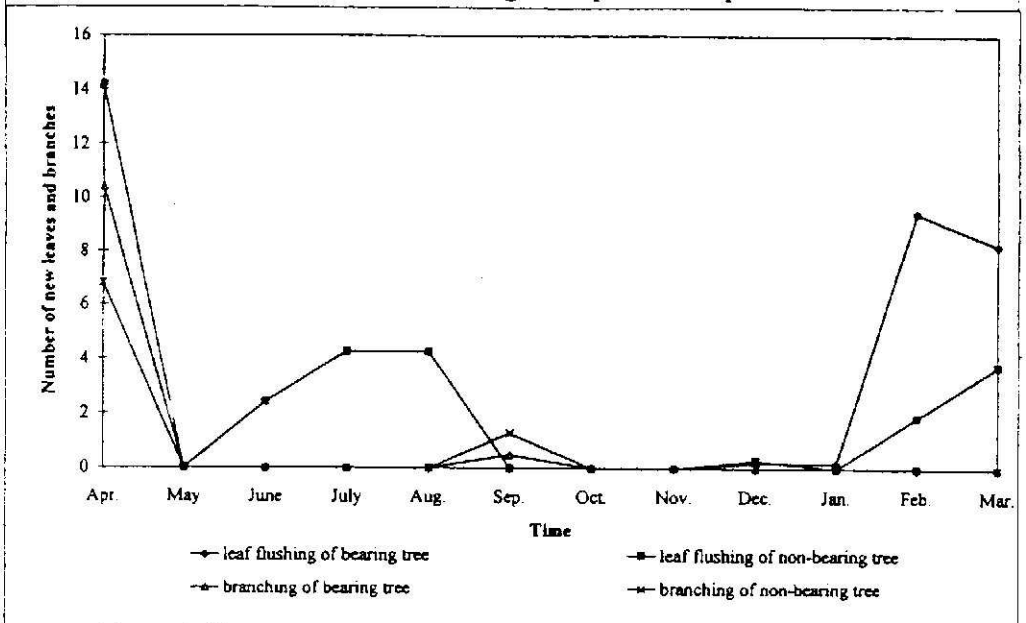


Figure 2 Number of new leaves flushing and branching

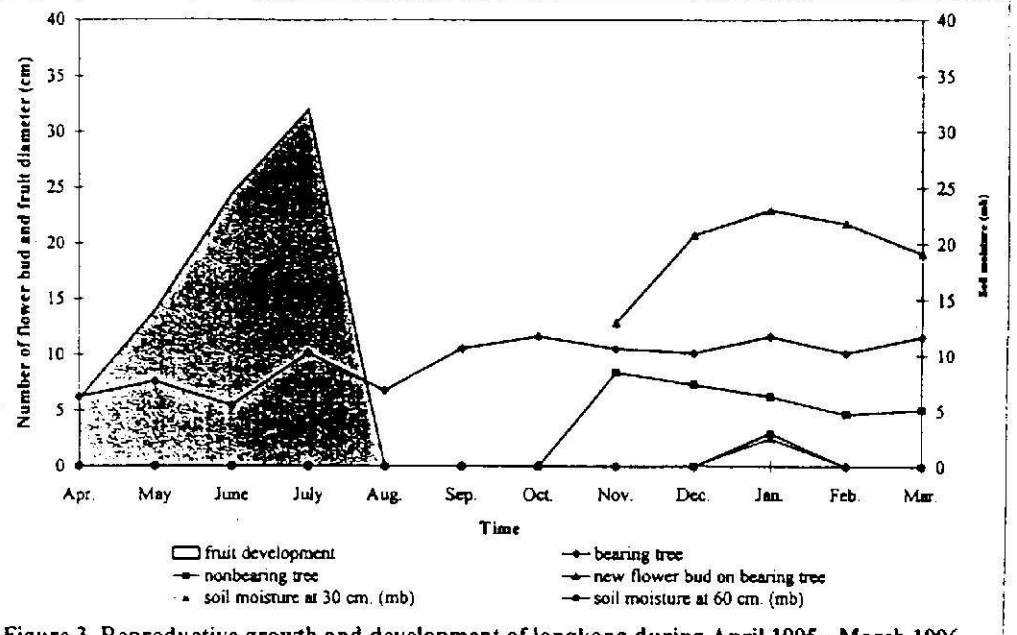


Figure 3 Reproductive growth and development of longkong during April 1995 - March 1996

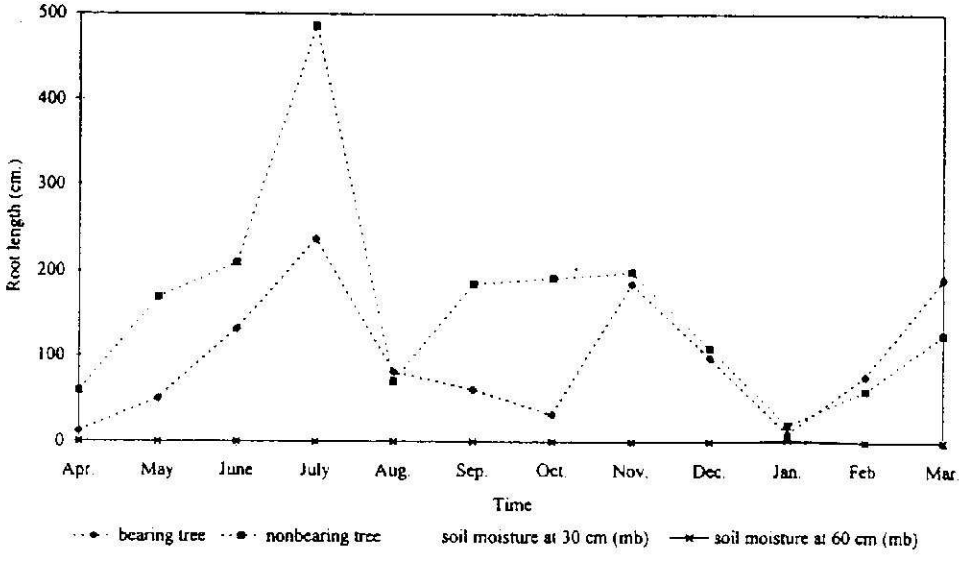


Figure 4 The longkong root growth and development during the experimental period

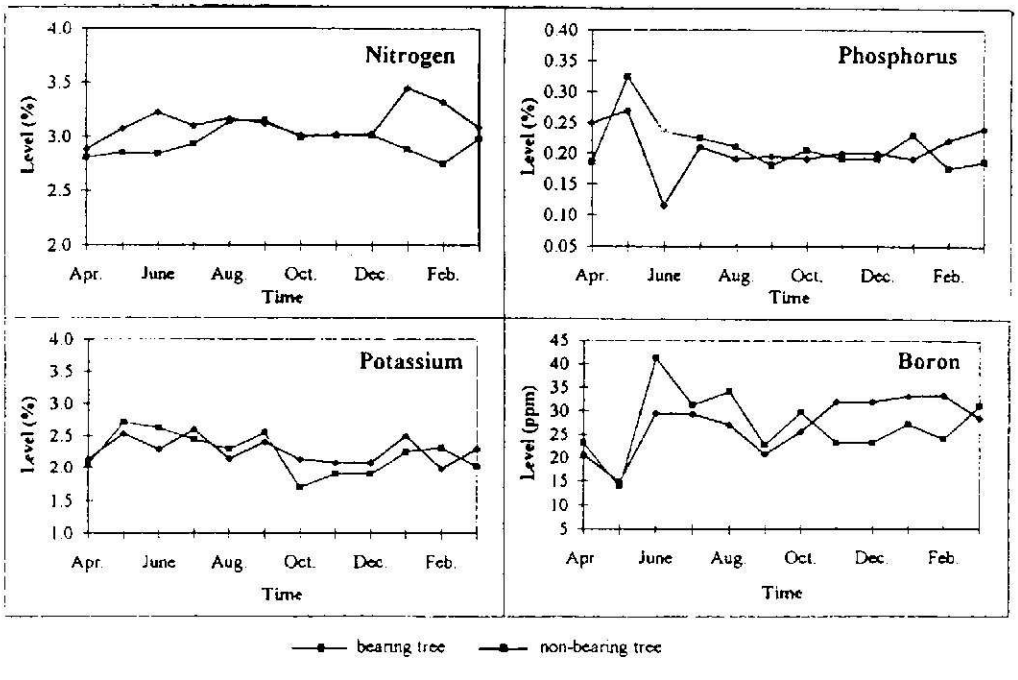


Figure 5 Nutrient analysis of longkong leaves.

ผลการใช้สาร GA_3 ต่อการติดผลและคุณภาพผลลองกอง

Effect of gibberellic acid (GA_3) on fruitset and fruit qualities of Longkong (*Lansium domesticum* Correa.)

มงคล แซ่หลิม และจิรานาฏ รัตนพงศ์

บทคัดย่อ

ผลการใช้สาร GA_3 ต่อการติดผลและคุณภาพผลของลองกองได้ทำการทดลองที่ภาควิชาพืชศาสตร์ โดยใช้ต้นลองกองอายุ 10 ปีจำนวน 3 ต้น ฉีดพ่นGA_3 ความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 150 ppm ที่ช่อดอกลองกองระยะช่อดอกเริ่มยืด 2-3 ซม ระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ และระยะดอกบาน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (RCB) จัดสิ่งทดลองแบบแฟกทอเรียล 9 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า GA_3 ทุกระดับความเข้มข้นของสารเพิ่มเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวได้ และลดเปอร์เซ็นต์ผลร่วงต่างจากหน่วยเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ GA_3 ความเข้มข้น 150 ppm ให้ความยาวช่อดอกและความยาวช่อผลมากกว่าหน่วยเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ การฉีดพ่น GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm ให้ปริมาณกรดในผลต่ำสุดและมีอัตราส่วน TSS: TA สูงสุด ส่วนระยะเวลาให้สารพบว่า การฉีดพ่นสาร GA_3 ในระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ ให้ความยาวช่อดอกและความยาวช่อผลสูงสุด การให้สาร GA_3 ในระยะดอกบานให้เปอร์เซ็นต์การติดผลและความตึงผิวสูงสุด

Abtracts

The effect of GA_3 on fruit set and fruit qualities of longkong was investigated at Department of Plant Science. Three of 10-year old of longkong trees were used in the experiment. The 4 concentrations of GA_3 (0, 50, 100 and 150 ppm) and 3 fruit growth periods were the two main factors of factorial in randomized complete block design with 9 replications. The results showed that all GA_3 concentration increased the number of fruits and reduced the percentage of fruit drops signicantly difference than control. The application of 100 ppm GA_3 reduced %TA and increased the TSS: TA ratio. It was found that the application of GA_3 at 1 week before blooming period increased flower inflorescence and the fruit cluster lenght. The application of GA_3 on the blooming period also increased fruit set and fruit firmness.

คำนำและตรวจเอกสาร

จิบเบอเรลลิน (GA_3) เป็นสารฮอร์โมนที่นิยมใช้กับพืช เพื่อช่วยยืดเซลล์ และใช้กระตุ้นการงอกของเมล็ด เพิ่มการติดผล เปลี่ยนเพศดอกและเร่งการเกิดดอก (Hill, 1980; Puneckles,et. al., 1974) ภูวดล บุตรรัตน์ (2532) ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อการป้องกันผลร่วงของลองกอง โดยใช้ GA_3 ความเข้มข้น 25-200 ppm และ NAA 100 ppm ผสมกับ GA_3 25-200 ppm ฉีดพ่นช่อดอกลองกอง 4 ครั้ง เริ่มในระยะดอกบานและห่างกัน 2 สัปดาห์/ ครั้ง เก็บเกี่ยวผลเมื่ออายุ 13 สัปดาห์ พบว่าGA_3 ที่ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ช่วยป้องกันผลร่วงได้มากที่สุด แต่ไม่ช่วยในการยืดช่อดอก ทำให้เปลือกผลหนาขึ้นเล็กน้อย และผลสุกช้ากว่าปกติ 5-7 วัน นอกจากนี้ การใช้ NAA 100 ppm ผสมกับ GA_3 เข้มข้น 25-100 ppm ช่วยป้องกันผลร่วงได้ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-6 หลังจากนั้นจะทำให้ผลร่วงมากจนถึงระยะเก็บเกี่ยว และทำให้ผลโตเปลือกหนา จำนวนเมล็ดมาก นอกจากนี้ยังมีรายงานการทดลองใช้สาร GA_3 กับไม้ผลชนิดต่าง ๆอีกหลายชนิด เพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิต ได้แก่ รายงานของ Khader (1991) ฉีดพ่นมะม่วงพันธุ์ Dashehari ด้วย GA_3 ความเข้มข้น 100, 200, 300 และ 400 ppm จำนวน 2 ครั้ง หลังจากติดผล พบว่า GA_3 ชะลอการสุกของผลมะม่วง และลดปริมาณ TSS เพิ่มปริมาณ TA ตามระดับความเข้มข้นของสาร

วิธีการและผลการทดลอง

การศึกษาการปลิดผลลองกองและการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมการออกและติดผล งานทดลองในโครงการย่อยที่ 1 ได้ศึกษาผลการใช้สาร GA_3 ฉีดพ่นลองกองตั้งแต่เริ่มผลิช่อดอกเพื่อศึกษาผลของสารเคมีในระยะต่าง ๆของการเจริญเติบโตของช่อดอกตลอดจนถึงระยะติดผลและคุณภาพผล

วิธีการ

คัดเลือกต้นลองกองที่ให้ผลผลิตแล้ว อายุ 10 ปี จำนวน 3 ต้น จากแปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ ผูกป้ายช่อดอกในระยะที่ช่อดอกเริ่มยืด 2-3 ซม. จำนวน 81 ช่อดอก/ต้น มีการวางแผนการทดลองสุ่มตลอด (RCBD) โดยจัดสิ่งทดลองแบบแฟกทอเรียล จำนวนทรีตเมนต์ละ 9 ซ้ำ 2 ปัจจัยดังนี้

1. ระยะเวลาการใช้สารเคมี 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ช่อดอกยาว 2-3 ซม. ระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ และระยะดอกบาน

2. ระดับความเข้มข้นของสารเคมี (GA_3) 4 ระดับ ได้แก่ 0, 50, 100 และ 150 ppm ทำการฉีดพ่นสารเคมีตามเวลาและระยะการเจริญเติบโตของช่อดอกและบันทึกข้อมูลการทดลองดังนี้

เปอร์เซ็นต์การติดผล การร่วงของผล และวัดคุณภาพภายนอกและภายในผลผลิต ได้แก่ ความยาวช่อดอก น้ำหนักช่อผล ขนาดและน้ำหนักผล ความตึงผิวผล ปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้(TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และอัตราส่วน TSS: TA

ผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวได้ พบว่าเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวได้ของลองกองที่ทุกระดับความเข้มข้นของสาร สูงกว่าหน่วยเปรียบเทียบ แต่ไม่แตกต่างกันระหว่างความเข้มข้นของสาร ส่วนระยะเวลาการให้สารไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวได้ของลองกอง (ตารางที่ 1)

ความยาวช่อผล จากการทดลองพบว่า GA_3 ทุกระดับความเข้มข้นให้ความยาวช่อผลลองกองมากกว่าหน่วยเปรียบเทียบ โดยความยาวช่อผลเมื่อฉีดพ่น GA_3 ที่ความเข้มข้น 100 ppm ให้ผลไม่แตกต่างจาก 150 ppm ส่วน GA_3 50 ppm มีความยาวช่อไม่แตกต่างจากหน่วยเปรียบเทียบ สำหรับเวลาการให้สาร พบว่าการให้สารในระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ มีความช่อผลสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระยะดอกบาน แต่ไม่แตกต่างจากการให้สารในระยะช่อดอกยาว 2-3 ซม (ตารางที่ 2)

น้ำหนักผลต่อช่อ จากการทดลองพบว่า ทุกระดับความเข้มข้นของสาร GA_3 มีน้ำหนักผลต่อช่อไม่แตกต่างจากหน่วยเปรียบเทียบ แต่มีแนวโน้มว่า ความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำหนักผลต่อช่อเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสาร GA_3 ส่วนระยะเวลาการให้สารไม่มีผลต่อน้ำหนักผลต่อช่อเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 3)

ขนาดผล พบว่าระดับความเข้มข้นของสารไม่มีผลต่อขนาดผลลองกอง แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมี ทำให้ขนาดผลทั้งความกว้างและความยาวผลเพิ่มขึ้น และพบว่าการเพิ่มความเข้มข้นสาร GA_3 จนถึงระดับ 150 ppm ทำให้ขนาดผลลดลง ระยะเวลาการให้สาร GA_3 ไม่มีผลต่อการเพิ่มขนาดผลลองกองเช่นกัน (ตารางที่ 4)

ความตึงผิวผล พบว่าระดับความเข้มข้นของ GA_3 ไม่มีผลต่อความตึงผิวผลของลองกอง แต่มีแนวโน้มว่า ระดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น โดยที่ระดับความเข้มข้น 150 ppm ให้ความตึงผิวผลสูงสุด ส่วนระยะเวลาการให้สาร พบว่าการฉีดพ่นสารก่อนระยะดอกบาน 1 สัปดาห์ ทำให้ผลมีความตึงผิวสูงสุด รองลงมาคือ การให้สารในระยะช่อดอกยาว 2-3 ซม และระยะดอกบาน ตามลำดับ สำหรับปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับระยะเวลาการให้สาร พบว่าการให้สารความGA_3เข้มข้น 100 ppm ให้ความตึงผิวผลสูงสุดเมื่อให้สารในระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ ส่วนความเข้มข้น GA_3 150 ppm ให้ความตึงผิวผลสูงสุดเมื่อให้สารในระยะช่อดอกยาว 2-3 ซม และระยะดอกบาน สำหรับ ที่ความเข้มข้น 50 ppm ให้ความตึงผิวผลสูงสุดเมื่อให้สาร GA_3 ในระยะดอกบาน(ตารางที่ 5)

ปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของสารให้ปริมาณ TSS ไม่แตกต่างจากหน่วยเปรียบเทียบ และมีแนวโน้มว่า ระดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นด้วย การให้สารที่ความเข้มข้น 100 ppm ให้ปริมาณ TSS สูงสุด แต่การเพิ่มความเข้มข้นของสาร เป็น 150 ppm ทำให้ปริมาณ TSS ลดลง ส่วนระยะเวลาการให้สารพบว่า ไม่มีผลต่อปริมาณ TSS แต่มีแนวโน้มว่าการให้สารในระยะก่อนดอกบานให้ปริมาณ TSS สูงกว่าการให้สารในระยะดอกบาน (ตารางที่ 6)

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของสาร ให้ปริมาณ TA แตกต่างจากหน่วยเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ และการให้สาร GA_3 ระดับความเข้มข้น 50 ppm

ให้ปริมาณ TA สูงกว่าหน่วยเปรียบเทียบ ส่วนที่ความเข้มข้น 100 ppm และ 150 ppm ให้ปริมาณ TA ต่ำกว่าหน่วยเปรียบเทียบ โดยที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm ให้ประมาณ TA ต่ำสุด ส่วนระยะเวลาการให้สาร พบว่าทั้งสามระยะเวลาการให้สารเคมี มีปริมาณ TA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การให้สารในระยะช่อดอกยาว 2-3 ซม ให้ปริมาณ TA ต่ำสุด รองลงมาคือ การให้สารในระยะดอกบาน และระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ตามลำดับ สำหรับปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับระยะเวลาการให้สาร พบว่าการให้สารที่ความเข้มข้น 100 ppm ในระยะดอกบานมีปริมาณ TA ต่ำสุด และหน่วยเปรียบเทียบของระยะดอกบานให้ปริมาณ TA สูงสุด (ตารางที่ 6)

อัตราส่วน TSS: TA ของผลลองกองหลังการฉีดพ่นสาร พบว่าการให้สาร GA_3 ความเข้มข้น 100 ppm และ 150 ppm เท่านั้นที่ให้อัตราส่วน TSS: TA แต่างอย่างมีนัยสำคัญกับหน่วยเปรียบเทียบ โดยที่ระยะความเข้มข้น 100 ppm ให้อัตราส่วน TSS: TA สูงสุด รองลงมาได้แก่ ที่ความเข้มข้น 150 ppm ส่วนที่ความเข้มข้น 50 ppm ให้อัตราส่วน TSS: TA ต่ำกว่าหน่วยเปรียบเทียบ ส่วนระยะเวลาการให้สาร พบว่าการให้สารในระยะช่อดอกยาว 2-3 ซมมีอัตราส่วน TSS: TA สูงสุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้สารระยะดอกบาน 1 สัปดาห์และระยะดอกบาน ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับระยะเวลาการให้สาร พบว่าการให้สารGA_3 ความเข้มข้น 100 ppm ในระยะช่อดอกยาว 2-3 ซมให้อัตราส่วน TSS: TA สูงสุด และอัตราส่วน TSS: TA ต่ำสุดในหน่วยทดลองที่ไม่มีการให้สาร TSS: TA ในระยะดอกบาน(ตารางที่ 6)

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวได้ของผลลองกองหลังได้รับสารที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่างกัน

ระยะเวลาการให้สาร	ระดับความเข้มข้นของ GA_3 (ppm)				เฉลี่ย 1/
	0	50	100	150	
ช่อดอกยาว2-3 ซม.	43.02	47.28	52.57	41.02	45.97ns
ก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์	25.91	44.27	42.99	40.55	38.43
ดอกบาน	32.88	48.16	35.66	47.33	41.01
เฉลี่ย 2/	33.94b	46.57a	43.74a	42.97a	

C.V.(%) = 20.57

ตารางที่ 2 ความยาวช่อผลลองกอง(ซม) ในช่วงเก็บเกี่ยวผล

ระยะเวลาการให้สาร	ระดับความเข้มข้นของ GA_3 (ppm)				เฉลี่ย 1/
	0	50	100	150	
ช่อดอกยาว2-3 ซม.	11.13	11.83	12.60	12.93	12.13ab
ก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์	12.33	12.50	13.33	15.07	13.31a
ดอกบาน	10.50	11.10	12.10	11.83	11.38b
เฉลี่ย 2/	11.32b	11.81b	12.68ab	13.28a	

C.V.(%) = 11.58

ตารางที่ 3 น้ำหนักผลต่อช่อของลองกอง หลังได้รับสาร GA_3 ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่างกัน

ระยะเวลาการให้สาร	ระดับความเข้มข้นของ GA_3 (ppm)				เฉลี่ย 1/
	0	50	100	150	
ช่อดอกยาว2-3 ซม.	74.23	70.47	104.93	72.03	80.42ns
ก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์	65.83	74.07	84.50	78.50	75.73
ดอกบาน	65.07	90.07	78.73	91.27	81.28
เฉลี่ย 2/	68.36ns	78.20	89.39	80.60	

C.V.(%) = 23.32

1/, 2/ เปรียบเทียบในแนวตั้งและแนวนอนตามลำดับ ค่าตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD.05

ตารางที่ 4 ความกว้างและความยาวของผลลองกองเฉลี่ย (มม) หลังได้รับสารที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่างกัน

ระยะเวลาการให้สาร	ระดับความเข้มข้นของ GA_3 (ppm)				เฉลี่ย 1/
	0	50	100	150	
ความกว้างผล					
ช่อดอกยาว2-3 ซม.	24.10	25.80	26.33	25.63	25.47ns
ก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์	26.00	24.77	27.43	24.80	25.75
ดอกบาน	24.90	25.43	24.10	24.33	24.69
เฉลี่ย 2/	25.00ns	25.33	25.96	24.92	
C.V.(%) = 5.67					
ความยาวผล					
ช่อดอกยาว2-3 ซม.	25.33	26.77	28.10	26.00	26.55ns
ก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์	26.87	25.23	28.20	26.77	26.77
ดอกบาน	26.10	26.67	25.00	25.33	25.78
เฉลี่ย 2/	26.10ns	26.22	27.10	26.03	
C.V.(%)= 5.31					

1/, 2/ เปรียบเทียบในแนวตั้งและแนวนอนตามลำดับ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD.05

ตารางที่ 5 ความตึงผิวผลของลองกอง(กก/ตร.ม.) หลังได้รับสารที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่างกัน

ระยะเวลาการให้สาร	ระดับความเข้มข้นของ GA_3 (ppm)				เฉลี่ย 1/
	0	50	100	150	
ช่อดอกยาว2-3 ซม.	0.75ab	0.77ab	0.78a	0.87a	0.79a
ก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์	0.66bc	0.72b	0.83a	0.67b	0.72b
ดอกบาน	0.76ab	0.85a	0.79ab	0.87a	0.82a
เฉลี่ย 2/	0.72ns	0.78	0.80	0.81	
C.V.(%) = 20.57					

1/, 2/ เปรียบเทียบในแนวตั้งและแนวนอนตามลำดับ ค่าตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD.05

ตารางที่ 6 ปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS, Brix)ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA, %) และอัตราส่วน TSS: TA หลังได้รับสารที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่างกัน

ระยะเวลาการให้สาร	ระดับความเข้มข้นของ GA_3 (ppm)				เฉลี่ย 1/
	0	50	100	150	
TSS (Brix)					
ช่อดอกยาว2-3 ซม.	15.8	16.77	17.43	17.07	16.77ns
ก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์	15.83	16.9	16.97	16.0	16.43
ดอกบาน	15.8	16.23	16.7	16.87	16.4
เฉลี่ย 2/	15.81ns	16.63	17.03	16.64	
C.V.(%) = 5.96					
TA (%)					
ช่อดอกยาว2-3 ซม.	1.05	1.2	0.83	0.94	1.01c
ก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์	1.01	1.21	1.29	1.14	1.16a
ดอกบาน	1.32	1.26	0.81	1.19	1.14b
เฉลี่ย 2/	1.13b	1.22a	0.98d	1.09c	
C.V.(%)= 1.58					
TSS: TA					
ช่อดอกยาว2-3 ซม.	15.11	13.97	20.91	18.17	-
ก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์	15.03	13.99	13.12	14.08	-
ดอกบาน	12.0	12.94	20.55	14.17	-
	-	-	-	-	

1/, 2/ เปรียบเทียบในแนวตั้งและแนวนอนตามลำดับ ค่าตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD.05

วิจารณ์ผลการทดลอง

การใช้สาร GA_3 ฉีดพ่นดอกลองกองในระยะช่อดอกมีการพัฒนาการต่างกัน พบว่าทุกระยะการพัฒนาการของดอกที่ฉีดพ่นสารมีความยาวช่อดอกมากกว่าหน่วยเปรียบเทียบ ทั้งนี้เนื่องจาก มีบทบาทในการควบคุมการยืดตัวของเซลล์และการแบ่งเซลล์ (Puneckles *et al.*, 1974) จากการทดลองพบว่า การฉีดพ่นสาร ในระยะช่อดอกยาว 2-3 ซม และระยะ 1 สัปดาห์ก่อนดอกบาน ทำให้ช่อผลยาวกว่าหน่วยเปรียบเทียบ เนื่องจากในระยะก่อนดอกบานในระยะที่ช่อดอกมีการพัฒนาการสูง (ประพันธ์ 2534)และการฉีดพ่นในระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ทำให้ช่อดอกมี

ความแข็งแรงสูงกว่าในระยะการพัฒนาการระยะอื่น ๆเพราะโคนช่อมีการพัฒนาการของเซลล์คงที่ ดังนั้นสาร GA_3 จึงมีบทบาทเฉพาะเซลล์ที่มีการพัฒนาการตรงปลายช่อดอกเท่านั้น จึงทำให้ช่อดอกแข็งแรงและมีความยาวช่อผลสูงกว่าหน่วยเปรียบเทียบ ซึ่งตรงกับรายงานของ กานดา (2535) ที่ใช้สารGA_3 ยืดช่อดอกลองกองทำให้มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น และ นคร (2537) ใช้สาร GA_3 ยืดก้านใบของสตรอเบอร์รี่เป็นผลสำเร็จ

เปอร์เซ็นต์การติดผลของลองกองภายหลังการฉีดพ่น สาร วัดได้จากเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวได้ พบว่าการใช้สาร ที่ความเข้มข้น 50 ppm ให้เปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวได้สูงสุด และการฉีดพ่นสารในระยะช่อดอกยาว 2-3 ซม ได้รับผลสำเร็จสูง เช่นเดียวกับการทดลองของ กานดา (2535) พบว่าการฉีดพ่น GA_3 ที่ความเข้มข้น 100 ppm ที่ช่อดอกลองกองระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ สามารถลดการหลุดร่วงของผลได้ดีและ ภูวดล (2532)ใช้ GA_3 ความเข้มข้น 25-100 ppm กับดอกลองกองสามารถป้องกันผลร่วงได้เช่นเดียวกัน

ขนาดผลที่เพิ่มขึ้นพบว่า GA_3 มีแนวโน้มทำให้ความกว้างและความยาวผลเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะการฉีดพ่น ในระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ เนื่องจาก GA_3 ช่วยยืดความยาวช่อผลจึงทำให้เพิ่มช่องว่างระหว่างผล ผลภายในช่อมีการเบียดกันน้อยลง ส่งผลให้มีการขยายขนาดผลได้มากขึ้น แต่ในการทดลองครั้งนี้มีการขยายขนาดผลไม่แตกต่างจากหน่วยเปรียบเทียบเนื่องจากมีการฉีดพ่นสารเพียงครั้งเดียว ดังนั้นจึงน่าจะมีการทดลองถึงผลของจำนวนครั้งที่ใช้ฉีดพ่นด้วย

ความตึงผิวผล พบว่าการฉีดพ่น GA_3 ทุกความเข้มข้นมีแนวโน้มเพิ่มความตึงผิวผลแตกต่างจากหน่วยเปรียบเทียบ เนื่องจาก GA_3 มีผลต่อการยืดตัวของเซลล์ ทำให้เซลล์ผิวของผลลองกองมีความยืดหยุ่นได้มากขึ้น จึงน่าจะมีผลต่อการป้องกันการแตกของผลได้

ปริมาณ TSS จากการทดลองในครั้งนี้พบว่า GA_3 ไม่มีผลต่อปริมาณ TSS แต่การเพิ่มความเข้มข้นของสารเป็น 150 ppm ทำให้มีปริมาณ TSS ลดลง และนอกจากนี้พบว่า ผลลองกองสุกช้ากว่าปกติ ทั้งนี้เนื่องจาก GA_3 ชะลอการเปลี่ยนสีผิวผล (Davies, 1987)

ปริมาณ TA พบว่าการให้ GA_3 ที่ความเข้มข้น 100 และ 150 ppm ทำให้ปริมาณ TA ต่ำกว่าหน่วยเปรียบเทียบ แต่ปริมาณ TA ยังสูงกว่าปริมาณที่ตลาดยอมรับ ซึ่งนพรัตน์ (2528) รายงานว่า ปริมาณ TA ของผลลองกองที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยปกติมีค่า 0.7-0.8 % จากผลการทดลองในครั้งนี้ ปริมาณ TA ที่มีค่าสูงกว่าปกติอาจเนื่องจากเก็บเกี่ยวผลยังไม่สุกแก่เต็มที่ หรืออาจเป็นผลจาก GA_3 ชะลอการสุกแก่ของผล(Davies, 1987)

เอกสารอ้างอิง

กานดา ตันติยวงศ์. 2535. ผลของจิบเปอเรลลิคแอซิดต่อการพัฒนาตาดอกและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของดอกและของผลลองกอง. วิทยานิพนธ์วิยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นคร เหลืองประเสริฐ. 2537. ผลของจิบเบอเรลลิคแอซิคที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสตรอเบอร์รี่พันธุ์ไทโอกาที่ปลูกในฤดูหนาวบนที่สูงของจังหวัดเพชรบูรณ์. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 28 : 22-26.

นพรัตน์ พันธุวนิช. 2528. การเจริญเติบโตของผล ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติการภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลลองกอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประพันธ์ อรรจนกุล. 2534. การศึกษาสัณฐานวิทยาเปรียบเทียบของลองกอง ลางสาด และดูกู. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ภูวดล บุตรรัตน์. 2532. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อการป้องกันผลร่วงของลองกอง. รายงานการประชุมวิชาการครั้งที่ 27 สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Davies, P.J. 1987. Plant Hormones and their Role in Plant Growth and Devolopment. Martinus Nijhoff Publishers. The Netherlands.

Hill, T.A. 1980. Endogenous Plant Growth Substances. London: Wye College.

Khader, S.E.S.A. 1991. Effect of preharvest application of GA_3 on postharvest behavious of mango fruit. Scientia Hortic. 47: 317-321.

Puneckles, V.C., Sondheimer E. and Waltol D.C. 1974. The Chemistry and Bio-Chemistry of Plant Hormones. Academic Press. New York.

ผลของ GA_3ต่อพัฒนาการของเปลือกผลและคุณภาพของผลลองกอง

มงคล แซ่หลิม[1] สายัณห์ สดุดี[1] สุภานี ยงค์[2] และพิเชษฐ์ เพชรวงศ์[3]

บทคัดย่อ

การใช้สาร GA_3กับลองกองในระยะการเจริญเติบโตของผล 2 ระยะ ได้ทำการทดลองที่สวนเกษตรกร อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา ในระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนสิงหาคม 2539 โดยทำการทดลองกับผลลองกอง 2 ระยะคือ ระยะผลอายุ 4 และ 9 สัปดาห์ ใช้ความเข้มข้น 0, 20, 30, 50 ppm มีการวางแผนการทดลองแบบ RCB ในแฟคทอเรียล ผลการทดลองพบว่า การใช้ GA_3ที่ความเข้มข้น 20 ppm ฉีดพ่นผลลองกองที่มีอายุผล 4 และ 9 สัปดาห์ ทำให้เปลือกผลบางและมีแนวโน้มลดการแตกของผลในสภาพแห้งแล้งได้ดี การใช้ GA_3 ทุกระดับความเข้มข้นทำให้ปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้(TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) และความแน่นเนื้อลดลง

ABSTRACT

The application of GA_3 to longkong fruit at two different growth and development periods were investigated at Amphoe Natawee, Songkhla Province during April to August 1996. The 2 factors , fruit growth periods (4 and 9 weeks after fruitset) and GA_3 concentrations (0, 20, 30, and 50 ppm) were designed as factorial in randomized completed block. The result showed that the application of 20 ppm of GA_3 to the cluster of fruits at both 4 and 9 week after fruit set reduced rind thickness and fruit cracked in dry period. All concentrations of GA_3 reduced the total soluble solids (TSS), total tritratable acid (TA) and fruit firmness.

Key words: gibberellins(GA_3), fruit rind, fruit qualities, longkong

Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, 90112

คำนำและตรวจเอกสาร

จากการศึกษาทดลองฉีดพ่นสาร GA_3 50-150 ppm ที่ช่อดอกลองกองใน 3 ระยะการเจริญเติบโตของช่อดอกคือ ในระยะที่ช่อดอกเริ่มยืด 2-3 ซม. ระยะก่อนดอกบาน 1 สัปดาห์ และระยะดอกบาน พบว่า GA_3 ที่ความเข้มข้น 100-150 ppm ฉีดพ่นในระยะดอกบาน ทำให้มีความตึงผิวผลเพิ่มขึ้น เนื่องจากทำให้เซลล์ผิวผลลองกอง มีความยืดหยุ่นได้มากขึ้น อาจป้องกันการแตกของผลได้นั้น จึงมีการทดลองศึกษาผลของ GA_3 ต่อการพัฒนาของเปลือกผลและคุณภาพของผลลองกอง โดยเพิ่มจำนวนครั้งในการฉีดพ่นสาร และลดความเข้มข้นของสารลงเนื่องจากฉีดพ่นในระยะที่ผลอายุ 4 และ 9 สัปดาห์

การใช้สาร GA_3 ในลองกองมีงานทดลองใช้เพื่อวัตถุประสงค์เพิ่มคุณภาพผลผลิต เช่น เพิ่มจำนวนการติดผล เพิ่มคุณภาพผล นอกจากนี้ จิบเบอเรลลิน (GA_3) เป็นสารฮอร์โมนที่นิยมใช้กับพืชเพื่อช่วยยืดเซลล์ และใช้กระตุ้นการงอกของเมล็ด เพิ่มการติดผล เปลี่ยนเพศดอกและเร่งการเกิดดอก (Hill, 1980; Puneckles,*et. al.*, 1974) ภูวดล (2532) ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อการป้องกันผลร่วงของลองกอง โดยใช้ GA_3 ความเข้มข้น 25-200 ppm และ NAA 100 ppm ผสมกับ GA_3 25-200 ppm ฉีดพ่นช่อดอกลองกอง 4 ครั้ง เริ่มในระยะดอกบานและห่างกัน 2 สัปดาห์/ ครั้ง เก็บเกี่ยวผลเมื่ออายุ 13 สัปดาห์ พบว่าGA_3 ที่ความเข้มข้น 25 และ 50 ppm ช่วยป้องกันผลร่วงได้มากที่สุด แต่ไม่ช่วยในการยืดช่อดอก ทำให้เปลือกผลหนาขึ้นเล็กน้อย และผลสุกช้ากว่าปกติ 5-7 วัน นอกจากนี้ การใช้ NAA 100 ppm ผสมกับ GA_3 เข้มข้น 25-100 ppm ช่วยป้องกันผลร่วงได้ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-6 หลังจากนั้นจะทำให้ผลร่วงมากจนถึงระยะเก็บเกี่ยว และทำให้ผลโตเปลือกหนา จำนวนเมล็ดมาก นอกจากนี้ยังมีรายงานการทดลองใช้สาร GA_3 กับไม้ผลชนิดต่าง ๆอีกหลายชนิด เพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิต ได้แก่ รายงานของ Khader (1991) ฉีดพ่นมะม่วงพันธุ์ Dashehari ด้วย GA_3 ความเข้มข้น 100, 200, 300 และ 400 ppm จำนวน 2 ครั้ง หลังจากติดผล พบว่า GA_3 ชะลอการสุกของผลมะม่วง และลดปริมาณ TSS เพิ่มปริมาณ TA ตามระดับความเข้มข้นของสาร

วิธีการและผลการทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

คัดเลือกต้นลองกองอายุ 15-20 ปี จากต้นที่ได้รับการดูแลรักษาที่ดีและให้ผลผลิตสม่ำเสมอจำนวน4 ต้น มีการดูแลรักษาและตัดแต่งช่อดอกอย่างถูกต้อง ในระยะดอกบานและติดผลเมื่อผลมีอายุ 7 สัปดาห์เริ่มผูกป้ายทำเครื่องหมายช่อผลจำนวน 84 ช่อ/ต้น ในช่วงผลมีอายุ 9-11 สัปดาห์ ผิวเปลือกผลเริ่มเปลี่ยนสี ทำการฉีดพ่นสารเคมีโดยใช้สาร GA_3 อัตรา 0, 20,30 และ 50 ppm มีการวางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล โดยจัดหน่วยทดลองแบบ RCB โดยมีระดับความเข้มข้นของสาร GA_3 และระยะการเจริญเติบโตของผล 2 ระยะ(4 และ 9 สัปดาห์)เป็นปัจจัยที่ต้องการทราบ การประเมินผลการทดลอง โดยการนับจำนวนผลแตกในช่วงต่าง ๆของการเจริญเติบโตของผล และประเมินคุณภาพผลผลิตเบื้องต้น ได้แก่ ขนาดผล น้ำหนักช่อผล %ผล

ร่วง ความหนาเปลือกผล ความแน่นเนื้อผล ปริมาณน้ำตาล(TSS) ปริมาณกรดที่ไทรเทรตได้ และน้ำหนักเนื้อ/ 5 ผล

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าสารเคมีทุกระดับความเข้มข้นให้ผลแตกต่างกันทางสถิติ โดยสาร GA_3 ลดอาการแตกของผลได้ดี (ตารางที่ 1) ในการทดลองครั้งนี้ได้แก่ GA_3 20, 30 และ 50 ppm ฉีดพ่นเมื่อผลอายุ 4 และ 9 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ผลแตกเฉลี่ย 2.88% 3.69%และ 3.63% ตามลำดับ ในขณะที่การไม่ให้สาร มีเปอร์เซ็นต์ผลแตกถึง 17.75 %

ตารางที่ 1 จำนวนผลแตก(%) ภายหลังการฉีดพ่นสาร ที่ 4 และ 9 สัปดาห์หลังระยะติดผล

Treatment	Time of application		Average
	4 weeks	9 weeks	
Control	17.75	17.75	17.75
GA_3 20 ppm	3.00	2.75	2.88
GA_3 30 ppm	1.62	5.75	3.69
GA_3 50ppm	2.25	5.00	3.63
Average	6.15	7.81	

LSD 0.05 Treatment= 6.94, Block = 4.91

การฉีดพ่นสาร GA_3 ต่อคุณภาพผลของลองกอง พบว่าการใช้สารเคมีทุกระดับความเข้มข้นไม่ทำให้คุณภาพผลผลิตแตกต่างกัน การฉีดพ่น GA_3 ความเข้มข้น 30 ppm ที่ผลลองกองอายุ 4 และ 9 สัปดาห์ มีแนวโน้มลดเปอร์เซ็นต์การร่วงของผลลองกอง(ตารางที่ 2) และการฉีดพ่น GA_3 ทุกความเข้มข้น ในระยะ 4 สัปดาห์หลังติดผล ให้น้ำหนักผลต่อช่อสูงกว่าไม่มีการฉีดพ่นสาร GA_3 ด้วย (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 จำนวนผลร่วง(%) ภายหลังการฉีดพ่นสาร ที่ 4 และ 9 สัปดาห์หลังระยะติดผล

Treatment	Time of application		Average
	4 weeks	9 weeks	
Control	36.26	36.26	36.26
GA_3 20 ppm	36.67	33.95	35.31
GA_3 30 ppm	29.49	31.47	30.48
GA_3 50ppm	30.77	38.87	34.82
Average	33.29	35.14	

LSD 0.05 Treatment = 13.16, Block = 11.12

ตารางที่ 3 น้ำหนักผลต่อช่อ(กรัม)ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังการฉีดพ่นสารที่ 4 และ 9 สัปดาห์หลังติดผล

Treatment	Time of application		Average
	4 weeks	9 weeks	
Control	339.9	339.9	333.9
GA_3 20 ppm	276.9	363.0	319.9
GA_3 30 ppm	387.3	380.5	383.9
GA_3 50ppm	371.7	300.9	336.3
Average	343.9	346.09	

LSD0.05 Treatment = 90.43, Block = 76.4

สำหรับด้านคุณภาพผลผลิตของลองกองพบว่า การฉีดพ่นสาร GA_3 ทุกระดับความเข้มข้นทำให้ขนาดผล น้ำหนักเนื้อต่อผล ความแน่นเนื้อผล ความหนาเปลือกผล เปอร์เซ็นต์น้ำตาล (TSS) และเปอร์เซ็นต์กรด(TA)ลดลง (ตารางที่ 4-9)ทั้งในระยะ 4 และ 9 สัปดาห์หลังติดผล ซึ่งคุณภาพผลผลิตลองกองที่ตลาดต้องการคือ มีขนาดผลโต ความแน่นเนื้อสูง ผลไม่ฉ่ำน้ำ เนื้อผลแห้ง มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงและมีเปอร์เซ็นต์กรดต่ำ คุณภาพดังกล่าวจึงทำให้เนื้อผลมีรสชาติเข้ม ความหนาเปลือกสูงทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิต จากการทดลองในครั้งนี้พบว่าการใช้ GA_3 ฉีดพ่นผลลองกองในช่วงการเจริญเติบโตของผลระยะ 4-9 สัปดาห์ ไม่ช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิต แต่ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การแตกของผลลง และการฉีดพ่นผลอายุ 4 สัปดาห์ ช่วยลดจำนวนการแตกของผลสูงสุด

ตารางที่ 4 ขนาดผล(มม)ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังการฉีดพ่นสารที่ 4 และ 9 สัปดาห์หลังติดผล

Treatment	Time of application		Average
	4 weeks	9 weeks	
Control	31.34	31.34	31.34
GA_3 20 ppm	27.97	29.07	28.52
GA_3 30 ppm	29.16	29.51	29.34
GA_3 50ppm	30.77	31.40	31.09
Average	29.81	30.33	

LSD0.05 Treatment = 5.91, Block = 4.99

ตารางที่ 5 น้ำหนักเนื้อต่อ 5 ผล(กรัม)ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังการฉีดพ่นสารที่ 4 และ 9 สัปดาห์หลังติดผล

Treatment	Time of application		Average
	4 weeks	9 weeks	
Control	99.39	99.39	99.39
GA_3 20 ppm	83.55	87.58	85.56
GA_3 30 ppm	96.03	87.19	91.61
GA_3 50ppm	85.11	85.66	85.39
Average	91.02	89.96	

LSD0.05 Treatment = 26.5, Block = 22.4

ตารางที่ 6 ความแน่นเนื้อผล(นิวตัน)ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังฉีดพ่นสาร 4 และ 9 สัปดาห์

Treatment	Time of application		Average
	4 weeks	9 weeks	
Control	14.64	14.64	14.64
GA_3 20 ppm	12.67	13.06	12.86
GA_3 30 ppm	13.97	13.14	13.55
GA_3 50ppm	13.21	13.35	13.28
Average	13.62	13.55	

LSD0.05 Treatment = 3.87, Block = 3.27

ตารางที่ 7 ความหนาเปลือกผล(มม)ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังฉีดพ่นสาร 4 และ 9 สัปดาห์

Treatment	Time of application		Average
	4 weeks	9 weeks	
Control	0.915	0.915	0.915
GA_3 20 ppm	0.657	0.662	0.659
GA_3 30 ppm	0.826	0.817	0.822
GA_3 50ppm	0.768	0.712	0.74
Average	0.792	0.777	

LSD0.05 Treatment = 0.521, Block = 0.41

ตารางที่ 8 ปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้(TSS)ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังฉีดพ่นสาร 4 และ 9 สัปดาห์

Treatment	Time of application		Average
	4 weeks	9 weeks	
Control	15.07	15.07	15.07
GA_3 20 ppm	14.0	13.86	13.93
GA_3 30 ppm	14.89	13.7	14.29
GA_3 50ppm	14.9	14.72	14.81
Average	14.72	14.33	

LSD0.05 Treatment = 3.29, Block = 2.32

ตารางที่ 9 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้(TA)ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังฉีดพ่นสาร 4 และ 9 สัปดาห์

Treatment	Time of application		Average
	4 weeks	9 weeks	
Control	0.587	0.587	0.587
GA_3 20 ppm	0.407	0.375	0.391
GA_3 30 ppm	0.492	0.432	0.462
GA_3 50ppm	0.495	0.461	0.478
Average	0.495	0.464	

LSD0.05 Treatment = 0.312, Block = 0.22

เอกสารอ้างอิง

ภูวดล บุตรรัตน์. 2532. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อการป้องกันผลร่วงของลองกอง. รายงานการประชุมวิชาการครั้งที่ 27 สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

Hill, T.A. 1980. Endogenous Plant Growth Substances. Wye College. London:

Khader, SESA. 1991. Effect of preharvest application of GA_3 on postharvest behavious of mango fruit. Scientia Hortic. 47: 317-321.

Puneckles, V.C., Sondheimer E. and Waltol D.C. 1974. The Chemistry and Biochemistry of Plant Hormones. Academic Press. New York.

William S.C., Carl E.S.and Arthur K. 1994. Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest diseases through calcium applications. HortScience 29(7): 751-794.

แก่นเกษตร ๒๓(๒) : ๖๗–๗๓ (๒๕๓๘) KHON KAEN AGRIC. 23(2) : 67-73 (1995)

ผลการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพผลลองกอง

The Effect of Calcium Chloride on the Quality of Longkong (*Lansium domesticum* Corr.) Fruit

จิรานาฎ รัตนพงศ์, มงคล แซ่หลิม, และ สายัณห์ สดุดี[1]
JIRANADE RATTANAPONG, MONGKOL LIM, AND SAYAN SADOODEE[1]

ABSTRACT

The effect of calcium chloride ($CaCl_2$) on the quality of longkong fruit was evaluated at Amphoe Sadao, Changwat Songkhla. A factorial in randomized complete block was designed with 2 factors of $CaCl_2$ treatment periods (9, 10, and 11 weeks after fruitset) and 3 concentrations of $CaCl_2$ (0, 3, and 5 %) spraying. The result showed that 5% $CaCl_2$ sprayed the clusters at 10 or 11 weeks after fruitset could reduce fruit drop and increased the fruit firmness, total soluble solids (TSS), and total soluble solids per titratable acidity ratio (TSS:TA). The application periods did not affect on fruit quality.

Key words : calcium chloride, fruit quality, longkong.

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพผลของลองกอง ที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา โดยการพ่นสารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 3 และ 5 % แก่ผลลองกองในระยะ 9, 10 และ 11 สัปดาห์หลังจากติดผล มีการวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block จัดสิ่งทดลองแบบ factorial ผลการทดลองพบว่า แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 5 % ฉีดพ่นในระยะ 10 และ 11 สัปดาห์หลังจากติดผล สามารถลดการหลุดร่วงของผล นอกจากนี้แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 5 % สามารถเพิ่มความดึงผิวผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และเพิ่มอัตราส่วนของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TSS:TA) สำหรับปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) มีแนวโน้มลดลง ส่วนระยะเวลาให้สารนั้น ไม่มีผลต่อการแตกของผลและคุณภาพผลของลองกอง

บทนำ

ลองกอง (*Lansium domesticum* Correa) เป็นไม้ผลที่มีรสชาติดี มีกลิ่นหอม มียางน้อย เป็นที่นิยมรับประทานทั่วไป ราคาจำหน่ายค่อนข้างสูง (70–120 บาทต่อกิโลกรัม) และเป็นผลไม้ที่ทำรายได้สูงให้แก่เกษตรกร ปัจจุบันผลผลิตยังไม่เพียงพอ

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112
Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112.

ต่อการบริโภคภายในประเทศ ทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกออกไปอย่างกว้างขวาง ทั้งในภาคใต้และภาคตะวันออก โดยเฉพาะในภาคใต้มีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นจาก 36,029 ไร่ ในปี 2529 เป็น 42,634 ไร่ ในปี 2536 (สำนักงานส่งเสริมเกษตรภาคใต้, 2537) ซึ่งจะทำให้ผลผลิตของลองกองเพิ่มขึ้นตามพื้นที่ปลูก ดังนั้นการเพิ่มคุณภาพของลองกองจึงมีส่วนสำคัญยิ่งในการรักษาราคาผลผลิตขณะที่ผลผลิตออกสู่ตลาดมาก และอาจเป็นลู่ทางในการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศได้ง่ายขึ้น โดยเหตุที่กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลลองกองตั้งแต่ออกดอกจนถึงเก็บรักษามีความสำคัญต่อคุณภาพผลของลองกอง การเพิ่มคุณภาพของลองกองสามารถทำได้ตั้งแต่ช่วงของการพัฒนาของช่อผลบนต้นจนถึงขั้นตอนการเก็บเกี่ยว แต่ในช่วงการพัฒนาของผลมักเกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลนั่นคือ การร่วง การแตก และผิวเปลือกมีราดำเข้าทำลาย

การแตกของผลเกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาของพืช เช่น ความสมดุลของเนื้อและเปลือกผลในระหว่างการเจริญเติบโต ความสมดุลของฮอร์โมน ธาตุอาหารและน้ำภายในเนื้อและเปลือกผล (สุรกิตติ, 2536) จากการวิเคราะห์ดินในแปลงปลูกลองกองที่ปรากฏผลแตกที่อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า มีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable) ประมาณ 1 มิลลิอิ ควิวาเลนต์ (milliequivalent) ต่อดิน 100 กรัม ค่าดังกล่าวเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กองสำรวจและจำแนกดินกำหนดถือว่าต่ำมาก (จำเป็น, 2536) สารแคลเซียมคลอไรด์สามารถลดความเสียหายที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาของไม้ผลหลายชนิด เช่น ลดการร่วงของผลลองกอง (อรพิน และ สุรกิตติ, 2535) ลดการแตกของผลเชอร์รี่ (Meheriuk et al., 1991; Callan, 1986) นอกจากนี้แคลเซียมยังสามารถเพิ่มความหวานในผลเชอร์รี่ (Meheriuk et al., 1991; Callan, 1986) เพิ่มความหวานและลดปริมาณกรดในมะม่วง (Singh et al., 1993) และยังรักษาความแน่นเนื้อในสตรอเบอร์รี่ (Cheour et al., 1991) การใช้สารแคลเซียมคลอไรด์จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจสำหรับการเพิ่มคุณภาพของผลลองกอง

วัตถุประสงค์ของการทดลองครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลของสารแคลเซียมคลอไรด์ต่อการเพิ่มคุณภาพผลของลองกอง และการเพิ่มความแข็งแรงให้กับเปลือกผล

วิธีการทดลอง

เตรียมสภาพต้นลองกอง โดยเลือกต้นลองกองอายุ 12 ปี ที่มีขนาดและความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน จำนวน 3 ต้น ทำการตัดแต่งและใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 บำรุงต้นให้สมบูรณ์ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2537 จนกระทั่งดอกบานในเดือนพฤษภาคม 2537 เริ่มจัดกลุ่มทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ randomized comptete block จัดสิ่งทดลองแบบ factorial ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัย A ระยะเวลาให้สารแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งมี 3 ระยะ คือ ช่วงผลลองกองมีอายุ 9, 10, และ 11 สัปดาห์หลังจากติดผล ปัจจัย B ระดับความเข้มข้นของสารแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งมี 3 ระดับคือ 0, 3, และ 5 % โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 5 ช่อผล เริ่มทำการทดลองโดยการผูกป้ายช่อดอก วัดความยาวช่อ นับจำนวนดอกบานและจำนวนผลติดครั้งแรก และพ่นสารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาให้สารตามที่กำหนด มีการประเมินผลการทดลองดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ (% yield) และเปอร์เซ็นต์ผลแตก (% fruit crack) โดยคิดจากร้อยละของผลติดเริ่มแรก นับจำนวนผล/ช่อ (fruit/cluster) น้ำหนักผล/ช่อ (fruit weight/cluster) และน้ำหนัก/ผล (weight/fruit)

2. วัดความตึงผิวผล (fruit firmness) โดยใช้เครื่องวัดความตึงผิว (penetrometer)

3. หาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อผล (fresh recovery) โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อผล} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อผล} \times 100}{\text{น้ำหนักผล}}$$

4. วัดคุณภาพด้านรสชาติ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity, TA) และอัตราส่วน TSS:TA TA คิดในรูปของกรดซิตริก โดยการนำน้ำคั้นจากผลลองกองมาไตเตรทด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน 0.1N NaOH และมี 1% phenolpthalien เป็น indicator คำนวณค่าปริมาณด่างที่ได้เป็นเปอร์เซ็นต์กรดที่ไตเตรทได้ตามสูตร

$$\%\text{TA} = \frac{\text{N.base x ml.base meq.wt. ของกรดซิตริก} \times 100}{\text{ml ของน้ำคั้นที่ใช้}}$$

โดยที่ N.base = normality ของสารละลายด่างมาตรฐาน

ml.base = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายด่างมาตรฐาน

meq.wt.ของกรดซิตริก = 0.06404

$$\text{อัตราส่วน TSS:TA} = \frac{\text{ปริมาณ TSS}}{\text{ปริมาณ TA}}$$

เปรียบเทียบผลการทดลอง โดยการใช้ Duncan Multiple Range Test

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. *เปอร์เซ็นต์ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์ผลแตก (% yield and % fruit crack)*

จากการทดลองพบว่า ระดับความเข้มข้นของสารแคลเซียมคลอไรด์มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ผลผลิต โดยที่การใช้สารแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 5% ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิต 47.13 % ซึ่งสูงกว่าหน่วยเปรียบเทียบที่มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 38.98% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) ส่วนระยะเวลาการให้สารไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ผลผลิต (Table 2) สำหรับองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนผล/ช่อ (fruit/cluster) น้ำหนักผล/ช่อ (fruit weight/cluster) และน้ำหนัก/ผล (weight/fruit) ให้ผลในทำนองเดียวกับเปอร์เซ็นต์ผลผลิต คือไม่มีความแตกต่างกันทั้งระยะเวลาการให้สารและความเข้มข้นของสารแคลเซียมคลอไรด์ที่ใช้ฉีดพ่น

เปอร์เซ็นต์ผลแตกของลองกอง หลังจากได้รับสารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาให้สารต่างกัน ปรากฏว่าทุกระดับความเข้มข้นของสารให้เปอร์เซ็นต์ผลแตกต่ำกว่าหน่วยเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1) ส่วนระยะเวลาให้สารไม่มีผลต่อการแตกของผล (Table 2) โดยเปอร์เซ็นต์ผลแตกลดลงตามระดับความเข้มข้นของสาร เมื่อให้สารในสัปดาห์ที่ 9 และ 11 หลังจากติดผล โดยที่ความเข้มข้น 5 % ให้เปอร์เซ็นต์ผลแตกต่ำกว่าที่ 3 % การให้สารในสัปดาห์ที่ 10 ที่ระดับความเข้มข้น 3 % ให้เปอร์เซ็นต์ผลแตกต่ำกว่าที่ระดับความเข้มข้น 5 % (Fig. 1A) การที่แคลเซียมสามารถป้องกันการแตกของผลได้นั้น เนื่องจากแคลเซียมมีบทบาทต่อโครงสร้างและการทำหน้าที่ของผนังเซลล์และเซลล์เมมเบรน (Tissdal et al., 1984) โดยแคลเซียมที่อยู่ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ทำปฏิกิริยากับสารเพคติน จะได้แคลเซียมเพคเตทที่เป็นองค์ประกอบของ middle lamella ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ให้เซลล์ยึดติดกัน (สุมาลี, 2536) Glenn et al. (1985) พบว่าการคงสภาพผนังเซลล์ของผลแอปเปิ้ลภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือนนั้นเป็นผลมาจากแคลเซียมในส่วนของ middle lamella ส่วนในเรื่องการรั่วไหลของไอออนหรือสารผ่านเข้าออกเมมเบรนนั้นมีการทดลองกันมากในพืชหลายชนิด เช่น แอปเปิ้ล (Glenn et al.,1985) เชอร์รี่ (Glenn and Poovaiah, 1989) ซึ่งให้ผลตรงกันว่าผลไม้ที่มีแคลเซียมต่ำมีการซึมผ่านเมมเบรนมากกว่าผลไม้ที่มีแคลเซียมสูง การให้สารแคลเซียมคลอไรด์นอกจากสามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับเซลล์แล้วยัง

Table 1. Effects of concentration of calcium chloride on the quality of longkong fruit.

Parameter	$CaCl_2$ (%)			F-test	C.V. (%)
	0	3	5		
Yield (%)	38.98	37.94	47.13	ns	29.30
Fruit/cluster	14.25	14.20	16.87	ns	28.82
Fruit wt/cluster (g)	224.93	221.34	255.62	ns	31.34
Weight/fruit (g)	15.51	15.21	14.82	ns	5.98
Lenght of cluster (cm)	16.36	15.89	15.68	ns	9.16
Fruit height (mm)	31.96	31.53	31.80	ns	3.02
Fruit diameter (mm)	30.04	29.97	29.64	ns	2.57
Fruit crack (%)	14.1a	8.8b	7.6b	*	42.6
Fruit firmness (Newton)	6.05b	6.93a	7.12a	*	15.94
Fresh recovery (%)	80.43	80.71	80.90	ns	8.38
TSS (%)	15.43b	16.28a	16.85a	*	4.90
TA (%)	0.67	0.66	0.62	ns	13.76
TSS:TA	23.68b	25.13b	27.95a	*	11.57

** = signicant difference at P=0.05, ns = not signicant.*
Data are means of 3 replications c 3 application times of factor A.
Means in row followed by the same letter are not significantly different at P=0.05, according to DMRT.

Table 2. Effect of calcium chloride application time on the qaulity of longkong fruit.

Parameter	Weeks after fruit set			F-test	C.V.(%)
	9	10	11		
Yield (%)	39.88	42.41	41.75	ns	29.30
Fruit/cluster	14.33	15.73	15.24	ns	28.82
Fruit wt/cluster(g)	215.48	247.75	236.66	ns	31.34
Weight/fruit(g)	14.74	15.49	15.31	ns	5.98
Lenght of cluster (cm)	15.31b	15.26b	17.36a	*	9.16
Fruit height (mm)	31.44	31.93	31.91	ns	3.02
Fruit diameter (mm)	29.60	29.87	30.20	ns	2.57
Fruit crack (%)	11.1	9.4	9.4	ns	42.6
Fruit firmness (Newton)	6.29	6.71	7.14	ns	15.94
Fresh recovery (%)	81.17	82.75	78.12	ns	8.38
TSS (%)	15.92	16.09	16.54	ns	4.90
TA (%)	0.62	0.68	0.65	ns	13.76
TSS: TA	26.27	24.61	25.87	ns	11.57

** = signicant difference at P=0.05, ns = not signicant.*
Data are means of 3 replications x 3 concentrations of factor B.
Means in row followed by the same letter are not significantly different at P=0.05, according to DMRT.

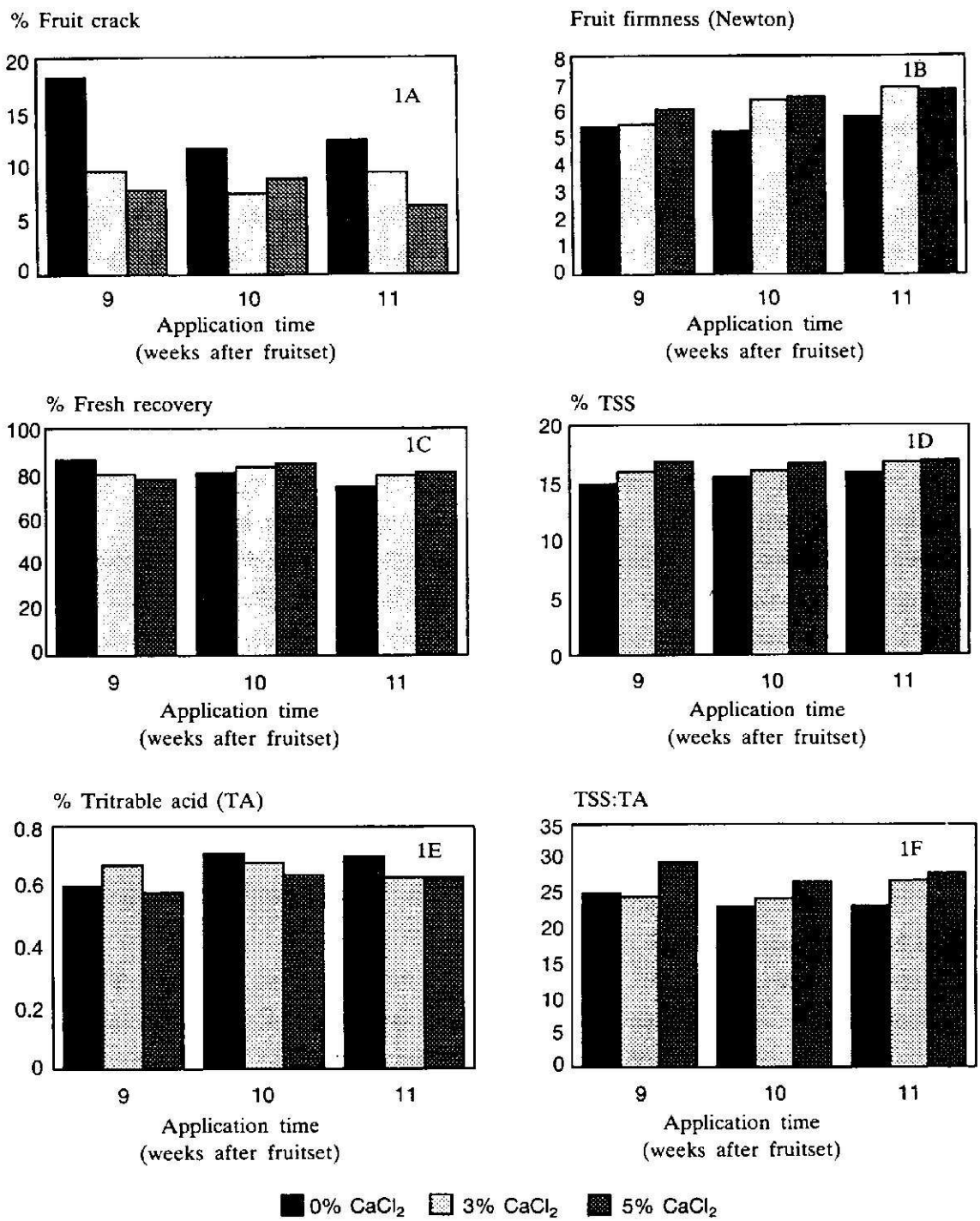


Fig. 1. Fruit qualities after application of calcium chloride

สามารถลดการดูดซึมน้ำผ่านเมมเบรนซึ่งเป็นสาเหตุของการแตกของผลลองกองได้

2. *ความตึงผิวผล (fruit firmness)*

ความตึงผิวผลของผลลองกอง หลังจากได้รับสารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาให้สารต่างกัน พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 3 และ 5% ของสารแคลเซียมคลอไรด์ให้ค่าความตึงผิวสูงกว่าหน่วยเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างระหว่างความเข้มข้น (Table 1) ส่วนระยะเวลาให้สาร ไม่มีผลต่อค่าความตึงผิว (Table 2) โดยที่การให้สารแคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้น ให้ค่าความตึงผิวสูงกว่าหน่วยเปรียบเทียบทั้ง 3 ระยะเวลาที่ให้สาร (Fig. 1B) แต่การให้สารแคลเซียมคลอไรด์ทั้งสองระดับความเข้มข้นและระยะเวลาการให้สารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลที่ได้รับสารแคลเซียมคลอไรด์มีค่าความตึงผิวเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าเปลือกผลมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นส่งผลให้การแตกของผลลดลง เนื่องจากแคลเซียมมีผลต่อการแบ่งเซลล์และยึดตัวของเซลล์ (สุมาลี, 2536)

3. *เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อผล (% fresh recovery)*

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อของผลลองกอง หลังจากได้รับสารแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาให้สารต่างกัน พบว่าทั้งระดับความเข้มข้นและระยะเวลาให้สารไม่มีผลต่อน้ำหนักเนื้อผล (Table 1, 2) แต่มีแนวโน้มว่าการให้สารแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 3 และ 5% ในสัปดาห์ที่ 10 และ 11 หลังจากติดผลทำให้น้ำหนักเนื้อผลเพิ่มขึ้น โดยที่ความเข้มข้น 5% ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อผลสูงสุด (Fig. 1C) ทั้งนี้เนื่องจากการให้สารในระยะนี้เป็นระยะที่น้ำหนักเปลือกมีค่าคงที่ส่วนน้ำหนักเนื้อผลมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นแคลเซียมคลอไรด์ที่ผลลองกองได้รับ อาจเพิ่มการแบ่งเซลล์และการขยายตัวของเซลล์เนื้อผลมากกว่าเซลล์ของเปลือกผล จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อผลเพิ่มขึ้น

4. *เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (% total soluble solid, TSS)*

TSS ของผลลองกอง หลังจากได้รับสารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาให้สารต่างกัน พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของสารมีค่า TSS สูงกว่าหน่วยเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1) แต่ระยะเวลาให้สารไม่มีผลต่อค่า TSS (Table 2) โดยค่า TSS เพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสารในทุกระยะเวลาให้สาร (Fig. 1D) คือที่ระดับความเข้มข้น 5% ให้ค่า TSS สูงสุด รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 3% และหน่วยเปรียบเทียบ ตามลำดับ ความหวานของผลไม้ที่วัดได้ในรูปของของแข็งที่ละลายน้ำได้เกิดจากการสลายตัวของแป้งแล้วปลดปล่อยน้ำตาลโมเลกุลเล็กออกมา ในผลไม้ที่มีคาร์โบไฮเดรทต่ำ แคลเซียมมีหน้าที่เคลื่อนย้ายแป้งจากส่วนอื่น ๆ มาที่ผล และมีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์เอนไซม์ a-amylase และช่วยทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ a-amylase ในการย่อยแป้งสูงอีกด้วย (ยงยุทธ, 2536)

5. *ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (% titratable acidity, TA)*

ปริมาณ TA ของผลลองกอง หลังจากได้รับสารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาให้สารต่างกัน พบว่าทั้งระดับความเข้มข้นและระยะเวลาให้สารไม่มีผลต่อปริมาณ TA (Table 1, 2) แต่การให้สารในสัปดาห์ที่ 10 และ 11 หลังจากติดผล ที่ทุกระดับความเข้มข้นของสารแคลเซียมคลอไรด์มีแนวโน้มให้ปริมาณ TA ต่ำกว่าหน่วยเปรียบเทียบ (Fig. 1E) ปริมาณ TA เป็นความเปรี้ยวของผลไม้ที่วัดในรูปของปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ เกิดจากกรดอินทรีย์ที่อยู่ในแวคิวโอลของเซลล์ถูกสร้างขึ้นในกระบวนการหายใจภายในเซลล์ เมื่อ

ผลไม้สุกอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดในผลไม้ลดลง ในผลไม้ non-climacteric ซึ่งมีอัตราการหายใจในผลน้อยหลังจากเก็บเกี่ยว แคลเซียมช่วยเร่งอัตราการหายใจ แต่ในผลไม้พวก climacteric ซึ่งมีอัตราการหายใจสูงภายหลังจากเก็บเกี่ยว แคลเซียมชะลออัตราการหายใจทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น (Tingwa and Young, 1974)

6. *อัตราส่วน TSS:TA*

อัตราส่วน TSS:TA ของผลลองกองหลังจากได้รับสารแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาให้สารต่างกัน ปรากฏว่า ที่ทุกระดับความเข้มข้นของสาร ให้อัตราส่วน TSS:TA สูงกว่าหน่วยเปรียบเทียบ แต่แตกต่างทางสถิติเฉพาะที่ความเข้มข้น 5% เท่านั้น (Table 1) ส่วนระยะเวลาให้สารไม่มีผลต่ออัตราส่วน TSS:TA (Table 2) ถ้าให้สารความเข้มข้น 3% ให้อัตราส่วน TSS:TA สูงกว่าหน่วยเปรียบเทียบเมื่อให้สารในสัปดาห์ที่ 10 และ 11 หลังจากติดผล (Fig. 1F) อัตราส่วน TSS:TA เพิ่มขึ้น เนื่องจากแคลเซียมมีผลต่อปริมาณ TSS และมีแนวโน้มลดปริมาณ TA จึงส่งผลให้อัตราส่วน TSS:TA เพิ่มขึ้นด้วย

สรุปผลการทดลอง

แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3 และ 5% สามารถลดการร่วงและการแตกของผล เพิ่มความตึงผิวผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ อัตราส่วน TSS:TA และมีแนวโน้มเพิ่มเปอร์เซ็นต์เนื้อผลและลดปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ และระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ ควรฉีดพ่นสารในระยะ 10-11 สัปดาห์หลังจากติดผล

เอกสารอ้างอิง

จำเป็น อ่อนทอง. 2536. แนวทางการจัดการดินและปุ๋ยในสวนลองกอง. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2536. แคลเซียม-โบรอนในดินและพืช : แนวคิดเพื่อการใช้ปุ๋ยทางใบกับไม้ผล. วารสารดินและปุ๋ย 14 : 298-314.

สุมาลี สุทธิประดิษฐ์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรกิตติ ศรีกุล. 2536. วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวผลลองกอง. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานส่งเสริมเกษตรภาคใต้. 2537. สถิติการปลูกลองกองในภาคใต้. รายงานการปลูกพืช ประจำปี 2536.

อรพิน อินทร์แก้ว และ สุรกิตติ ศรีกุล. 2535. การใช้สารเคมีในการยืดอายุผลลองกองภายหลังการเก็บเกี่ยว. รายงานผลการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

Callan, N.W. 1986. Calcium hydroxide reduces splitting of 'Lambert' sweet cherry. J. Amer. Soc. Hort. Sci 111 : 173-175.

Cheour, F.C., C. Willemot, J. Makhlouf, and Y. Desjardins. 1991. Postharvest response of two strawberry cultivars to foliar application of $CaCl_2$. HortScience 26 : 1186- 1188.

Glenn, G.M. and B.W. Poovaiah. 1989. Cuticular properties and postharvest calcium applications influence cracking of sweet cherries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 :781-788.

Glenn, G.M., B.W. Poovaiah, and H.P. Rasmussen. 1985. Pathways of calcium penetration through isolated cuticles of 'Golden Delicious' apple fruit. J. Amer. Soc. Hort Sci. 110: 166-171.

Meheriuk, M., G.H. Neilsen, and D.L. Mekenzie. 1991. Incidence of rain splitting in sweet cherries treated with calcium or coating materials. Can. J. Plant Sci. 71 : 231-234.

Singh, B.P., D.K. Tandol, and S.K. Kalra. 1993. Change in postharvest quality of mangoes affected by preharvest application of calcium salts. Scientia Hort. 54 : 211-219.

Tingwa, P.O. and R.E. Young. 1974. The effect of calcium on the rippening of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 : 540-542.

Tisdal, S.L., W.L. Nelson, and J.D. Beaton. 1984. Soil Fertility and Fertilizer. MacMillan Co., New York.

PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF LONGKONG (*Aglaia dookkoo* Griff.) TO WATER DEFICIT

Sdoodee, S.[1] and Singhabumrung, S.[1]
[1]Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand

Abstract

Inefficient irrigation often causes poor growth and low fruit yield of longkong. To alleviate this impact, an experiment was established to assess the physiological responses of longkong trees to water deficit. The experiment was arranged in a completely randomized design by using nine of 10-year-old longkong trees. Different irrigation schedules were applied in 3 treatments (1. Control or daily watering, 2. Moderate water deficit (MWD) with 3-day interval of watering and 3. High water deficit (HWD) with 6-day intervals of watering) with 3 replications. During the experimental period (18 days), irrigation schedules of all treatments were applied approximately 70% of pan evaporation.

It was found that the longkong trees imposed to MWD and HWD treatments exhibited rapid decreases of leaf water potentials, and they lost positive leaf turgor from day 12 after starting the experiment. This led to significant increases of stomatal resistances. Increased stomatal resistances were also associated with higher canopy temperatures, particularly in the MWD and HWD treatments. It was evident that increases of crop water stress indices (CWSI) were corresponding to the enhancing of degrees of water deficit, and they were significantly different among treatments. According to the results, it is suggested that the assessment of physiological responses will contribute to efficient irrigation.

In Thailand, the major producing area of longkong is currently in the South. The majority of the fruit is derived from backyard trees or from trees grown

in mixed fruit orchards. Commercial exploitation of longkong has always been limited by lack of knowledge in irrigation management. Inefficient irrigation often causes poor growth and low fruit yield. Therefore, the study should be focused on the physiological responses of longkong trees to water deficit.

The influence of water deficit on plant water relations, stomotal response and photosynthesis rate has been extensively reported (Bradford and Hsiao, 1982; Schulze, 1986). Stomatal closure is the primary response to plant water deficit, this leads to an increase of leaf temperature (Schulze *et al.*, 1987). Therefore, canopy temperature of many crops has been shown to be a useful indicator for stress resulting from soil water deficits (Jackson *et al.*, 1981; Idso *et al.*, 1981). Ben-Asher *et al.* (1992) suggested that the infrared thermometer can be an important tool for detection of crop water stress symptoms for it measures the canopy temperature. This enables the system operator to translate it into a crop water stress index (CWSI).

The aim of this study was to examine water relations and the physiological responses of longkong trees imposed to water deficit under field condition.

Materials and Methods

Nine 10-year-old longkong trees grown in sandy loam soil at the research orchard of Prince of Songkla University were used. They were arranged in a completely randomized design. Different irrigation schedules were applied in 3 treatments (1.daily watering or control, 2. moderate water deficit (MWD) with 3-day interval of watering and 3. high water deficit (HWD) with 6-day interval of watering) with 3 replications. During the experimental period (18 days), irrigation schedules of all treatments were applied approximately 70% of pan evaporation.

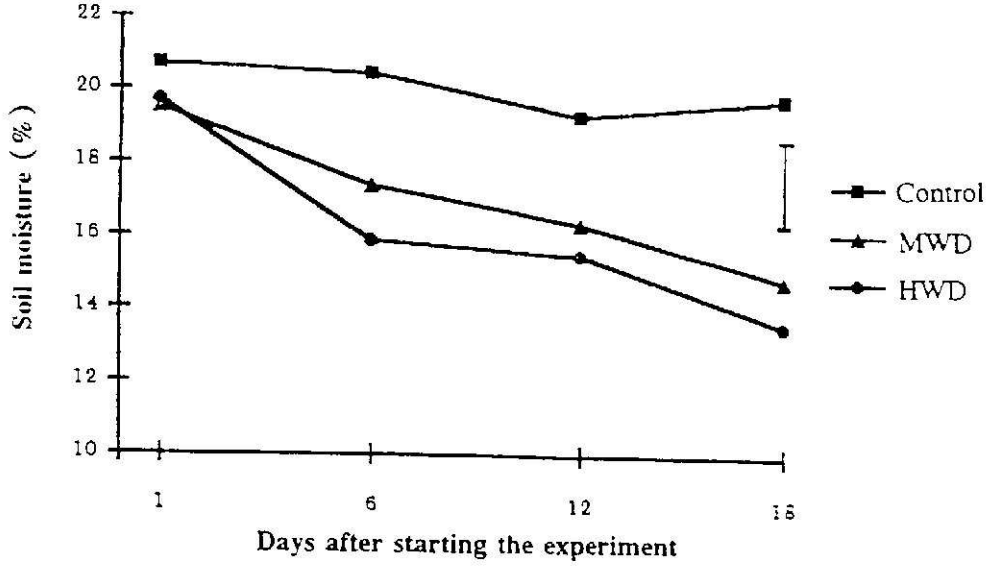
Soil and plant water status, stomatal resistance, plant canopy temperature and (CWSI) were evaluated on day 1,6,12 and 18 after starting the experiment. Changes of soil moisture contents at 45 cm depth were determined by using a hydroprobe (CPN 502). Leaf water potential (Ψ_L), osmotic potential (π_L) and turgor pressure (P_L) were measured or calculated only on young fully expanding leaves. A pressure chamber was used to measure Ψ_L, and the measurements were taken around midday (11.00-13.00 h.). To measure π_L, a piece of leaf (1x2 cm^2) was taken from the leaflet of the same compound leaf on which Ψ_L was measured. The piece of leaf was wrapped in clear plastic and then in aluminum foil and dipped into liquid nitrogen. After thawing π_L was determined by using a vapour pressure osmometer

(Wescore 5100c). Then, P_L was calculated as the difference between Ψ_L and π_L (Turner, 1981).

Stomatal resistance was measured on the leaf as that used for measurement of Ψ_L. The measurement was made with a porometer (Delta-T). Plant canopy temperatures and CWSI were determined by using an infrared thermometer (Everest 510 E).

Results and Discussion

There was no rainfall during the experimental period, and average pan evaporation was around 5.6 mm. Average soil moisture contend in the MWD and HWD treatments decreased with the progress of prolonged water deficit (Figure 1) . On day 18, they decreased closely to the permanent wilting point, and they were significantly different from that of the control.



. Figure 1 Changes of soil moisture content (45 cm depth) in the 3 irrigation schedules during the experimental period. Vertical bar indicates LSD ($P<0.05$).

The longkong trees imposed to the MWD and HWD treatments exhibited rapid decrease of Ψ_L with time after imposition of water deficit (Figure 2 A). The decrease of Ψ_L in the HWD treatment were significantly different from that of the control from day 6 to the end of experimental period. On day 18, the Ψ_L of MWD and HWD treatments dropped around -2.8 and -3.4 MPa, respectively; while the Ψ_L of control treatment remained higher than -1.5 MPa. The decrease of π_L in both MWD and HWD treatments were found on day 6 (Figure 2B); after that they slowly declined. On day 12 and 18, the π_L in HWD treatment was around -2.5 MPa and they were significantly lower than that of the control. While the π_L in MWD treatment from day 6 to the end of the experimental period were around -2.0 MPa. Leaf turgor pressure of the longkong trees imposed to the MWD and HWD treatments decreased closely to 0 on day 6 (Figure 2C), then they were negative turgor on day 12 and 18 with significant difference from that of the control.

The water-deficited plants also exhibited high response in stomatal closure (Figure 3) , significant increases of stomatal resistance were found on day 6 until the end of experimental period. This led to the increasing of plant canopy temperature in both water deficit treatments (Figure 4). It was evident that on day 18 canopy temperature of plants in both MWD and HWD treatments were significantly different from that of the control.

Sharply increases of CWSI in the MWD and HWD treatments occurred in the early stage to the end of experimental period (Figure 5). Significant differences in CWSI among treatments were found on day 12 and 18. The CWSI of HWD treatment was the highest followed by those of MWD treatment and control, respectively. This indicated that CWSI was a useful indicator for stress resulting from water deficit in longkong. Jackson *et al.* (1981) reported that the assessment of CWSI was in use for irrigation scheduling. Therefore, it is suggested that implementation of infrared thermometer using CWSI estimation will be able to improve efficiency of irrigation in longkong.

From the results, the longkong trees exhibited high response to water deficit with a rapid decrease of Ψ_L and π_L to maintain leaf turgor. However, with the limitation of decrease of π_L or π_L adjustment, this led to loss positive P_L Then, stomatal closure is the another mechanism for reducing water loss during the progress of water deficit (Turner, 1986). This resulted in higher leaf temperatures which led to an increase of canopy temperatures. Ludlow and Bjorkman (1984) suggested that adversely impact under this condition caused photoinhibitory damage to the leaf. This impact might lead to poor growth and low fruit yield. Caspari *et al.* (1996) reported that defecit

irrigation possibly caused detrimental effects on fruit quality, if it occurred during the reproductive stage . Hence, these aspects should be studied further.

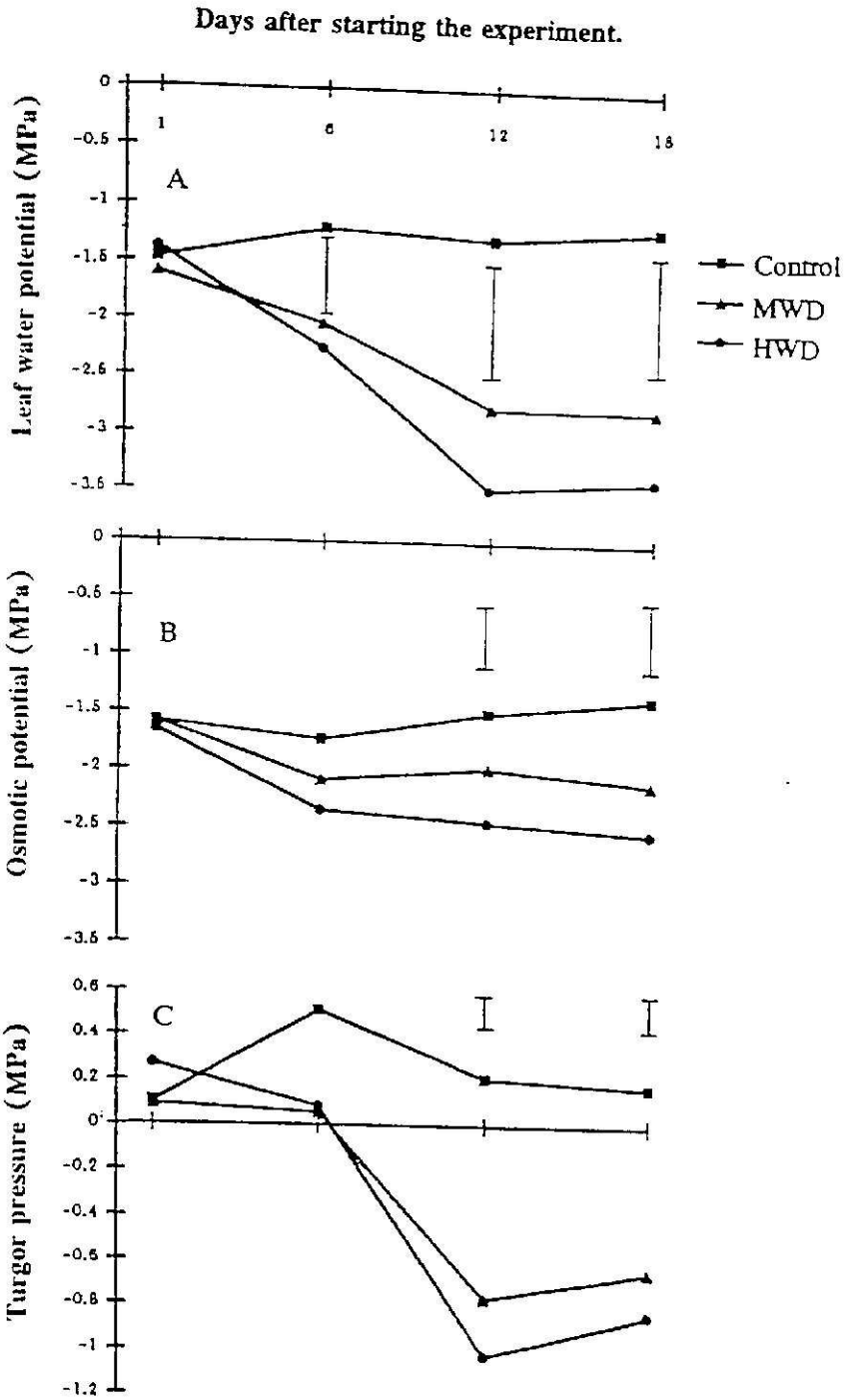


Figure 2 Changes of leaf water potential (A), osmotic potential (B) and turgor pressure (C) in the 3 treatments during the experimental period. Vertical bars indicate LSD ($P<0.05$).

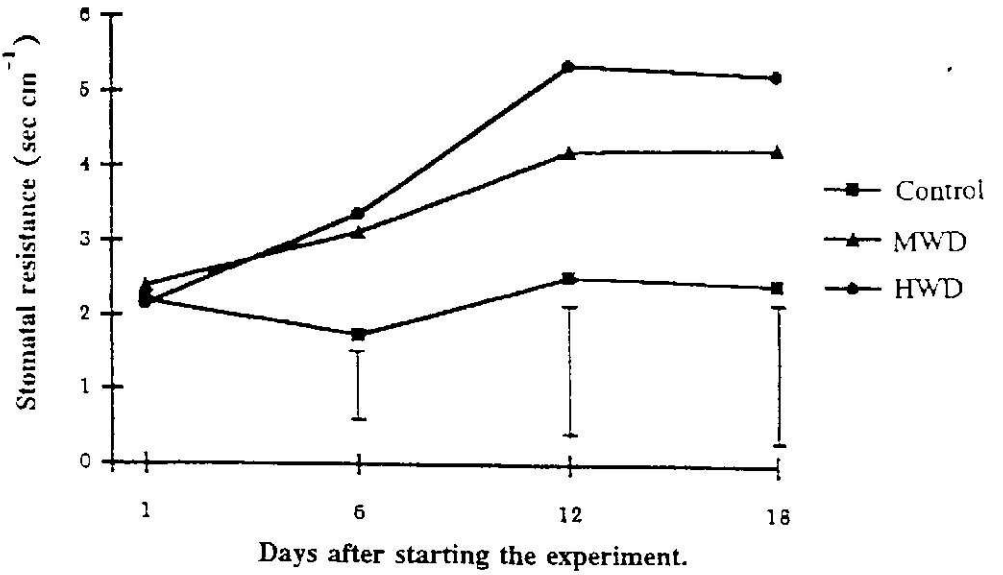


Figure 3 Changes of stomatal resistance in the 3 treatments during the experimental period. Vertical bars indicate LSD ($P<0.05$).

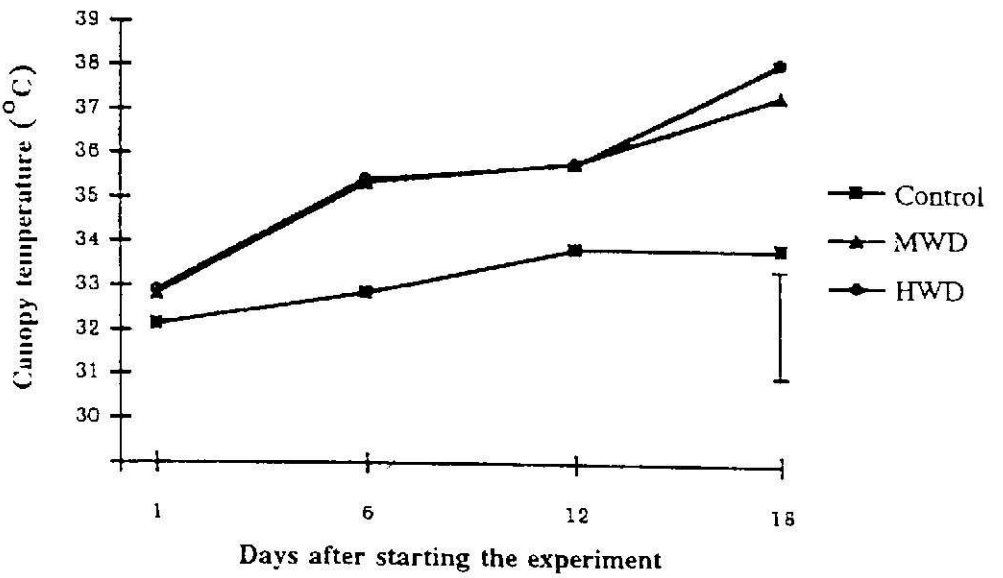


Figure 4 Changes of canopy temperature in the 3 treatments during the experimental period. Vertical bar indicates LSD ($P<0.05$)

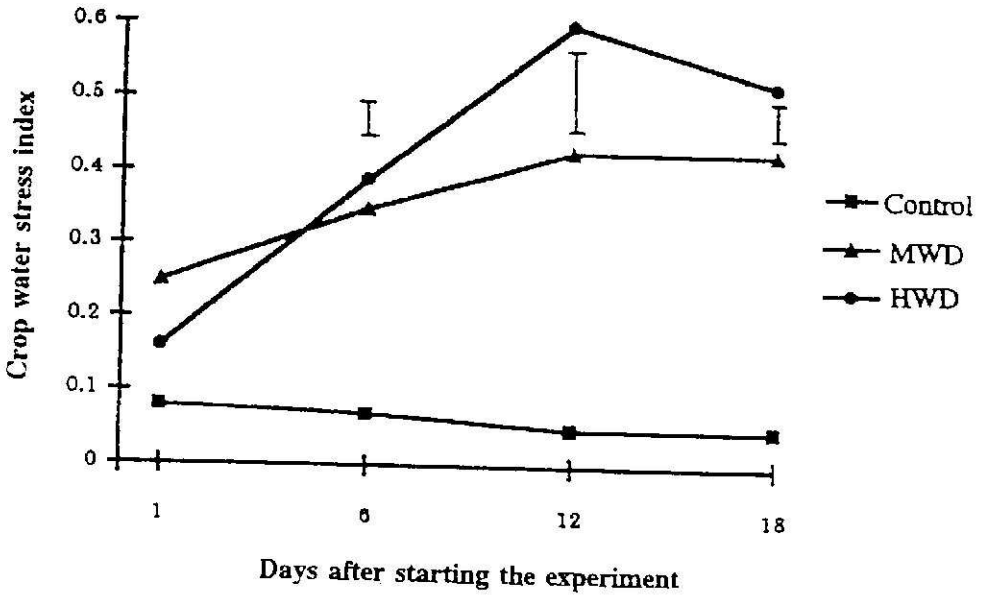


Figure 5 Changes of crop water stress index in the 3 treatments during the experimental period. Vertical bars indicate LSD ($P<0.05$).

References

Ben-Asher, J., Phene, C.J. and Kinarti, A. (1992). Canopy temperature to assess daily evapotranspiration and management of high frequency drip irrigation system. Agric. Water. Manage. 22:379-390.

Bradford, K.J. and Hsiao, T.C. (1982). Physiological responses to moderate water stress. In: O.L.Long *et al.* (eds.) Encyclopedia of Plant Physiology. Water Relations and Carbon Assimilation, Springer-Verlag, Berlin. pp. 263-324.

Caspari, H.W., Behboudian, M.H., Chalmers, D.F., Clothier, B.E and Lenz, F. (1996). Fruit characteristics of "Hosui"Asian Pears after deficit irrigation. HortScience 31(1):162.

Idso, S.B., Reginato, R.J., Reicosky, D.C and Hatfield, J.L. (1981). Determining soil induced plant water potential depressions in alfalfa for by meaus of infrared thermometry. Agron. J. 75:826-830.

Jackson, R.D., Idso, S.B., Renigato, R.J. and Pinter Jr, P.J. (1981). Canopy temperature as a crop water stress indicator. Water Resour. Res. 17:1133-1138.

Ludlow, M.M. and Bjorkman, 0. (1984). Paraheliotropic leaf movement in Siratro as a protective mechanism against drought induced damage to primary photosynthetic reaction: damage by excessive light and heat. Planta 161:505-518.

Schulze, E.D. (1986). Whole plant response to drought. Aust. J: Plant Physiol. 13:127-141.

Schulze, E.D., Robinchanx, R.H., Grace, J., Rundel, P.W and Ehleringer, J.R. (1987) Plant water balance. BioScience 37 (1):30-37.

Turner, N.C. (1981). Technique and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant Soil 58:339-366.

Turner, N.C. (1986). Adaptation to water deficits : a changing perspective. Aust. J. Plant Physiol. 13:175-190.