รายงานวิจัย

ปี 2533

การหาพันธุ์พืชที่เหมาะสมสำหรับทำต้นตอมังคุด เพื่อให้ขึ้นได้ในที่แห้งแล้งและความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำในภาคใต้

Selection of Feasible Rootstock Species for Better Adaptibility of Mangosteen (Garcinia mangostana Lin.) in the Drought Condition and Low Fertile Soil in Southern Thailand.

เลขหมู่ SB 379 ท๕๖๗ 2533
เลขทะเบียน 016809
2/2 ก.ค. 2534

โดย

นางมงคล แซ่หลิม
นายสายัณห์ สดุดี
นายสมปอง เตชะโต
นางพิมพรรณ ตันสกุล
นางสาวอรุณี ม่วงแก้วงาม

ภาควิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะทรัพยากรธรรมชาติ
วิทยาเขตหาดใหญ่

บทคัดย่อ

การทดลองหาพันธุ์พืชเพื่อทำต้นตอมังคุด โดยการใช้พะวา มะพูด และมังคุด อายุ 1-2 เดือน ต่อกิ่งแบบเสียบยอดสลับกัน และตรวจดูลักษณะการเจริญเติบโตของรอยต่อหลังการต่อกิ่งแล้ว 6 เดือน โดยวิธีทางไมโครเทคนิคพบว่า การต่อกิ่งระหว่างมังคุดกับต้นตอพะวา มีการเชื่อมกันระหว่างเนื้อไม้ได้ดีและมีการสร้างแคลลัสจากเยื่อเจริญของกลุ่มมัดท่อน้ำและท่ออาหารจากต้นตอและกิ่งเลี้ยง ในขณะที่มังคุดที่ต่อบนมะพูดมีการสร้างเช่นเดียวกัน แต่มีการสะสมของสารพวกลิกนินและซูเบอร์รินในอัตราสูง ทำให้กลุ่มของแคลลัสที่สร้างจากต้นตอและกิ่งเลี้ยงตายเกิดเป็นโพรงให้เห็นในระยะต่อมา แม้ว่าการต่อกิ่งมังคุดบนต้นตอมังคุดให้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่มังคุดทนต่อสภาวะขาดน้ำและดินเลวได้ไม่ดีเท่ากับพะวา ดังนั้นพะวาจึงมีศักยภาพที่เป็นต้นตอมังคุดได้

การศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาการตกผลและการเจริญเติบโตของมังคุดจากกิ่งทาบและต้นกล้าเพาะเมล็ดในแปลงทดลอง พบว่าหลังจากปลูก 44 เดือน ต้นที่ปลูกจากการทาบกิ่งมีความสูง พื้นที่หน้าตัดลำต้น ปริมาตรของทรงพุ่ม จำนวนใบ พื้นที่ใบ และความยาวรากคิดเป็น 60 37 26 39 39 และ 44% ของต้นที่ปลูกจากเมล็ดตามลำดับ และเริ่มออกดอกครั้งแรกในปีที่ 5 หลังปลูก ซึ่งตกผลเร็วกว่าต้นที่ปลูกจากเมล็ด 1 ปี

การตอบสนองของมังคุดต่อสภาวะการขาดน้ำในแปลงทดลองพบว่า ในวันที่ 6 ของการขาดน้ำ ค่า relative water content(RWC) ของใบมังคุดที่ขาดน้ำแตกต่างจากมังคุดที่ให้น้ำทุกวันอย่างมีนัยสำคัญ ขณะเดียวกันค่า stomatal resistance ของใบมังคุดที่ขาดน้ำเพิ่มมากขึ้นจนแตกต่างกับค่า stomatal resistance ของใบมังคุดที่ให้น้ำทุกวันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อสภาวะการขาดน้ำรุนแรงมากขึ้น ความแตกต่างนี้ยิ่งเพิ่มมากขึ้น แสดงว่ามังคุดที่ขาดน้ำพยายามปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำ

จากการศึกษาการตอบสนองของมังคุดในสภาพที่มีการให้น้ำทุก 3วัน 10 วันและให้น้ำเพียงครั้งเดียวในช่วงระยะการทดลอง 40 วันพบว่าในสภาพที่มังคุดขาดน้ำรุนแรงคือรดน้ำเพียง 1 ครั้ง มีน้ำหนักแห้งใบเท่ากับ 16.28 กรัม ซึ่งแตกต่างจากมังคุดที่รดน้ำทุก 3 วันและ 10 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าสัดส่วนของรากต่อต้น ในมังคุดที่รดน้ำทุก 3 วัน มีเพียง 0.25 น้อยกว่ามังคุดที่อยู่ในสภาพขาดน้ำปานกลาง และรุนแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.35 และ 0.40 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงให้เห็นว่าในสภาพขาดน้ำ มังคุดพยายามลดการสูญเสียน้ำโดยการเจริญเติบโตทางต้น แต่เพิ่มปริมาณรากเพื่อชอนไชไปในดินชั้นล่างที่มีความชื้น

Abstract

Graft compatibility of mangosteen on phawa, mapood and its own stock was studied. After 6 months, graft unions of the grafted plants were examined by microtome technique and results were interpreted under light microscopy. The graft union of mangosteen scion on phawa rootstock showed the best callus forming but the callus nearby the vascular bundle was not differentiated. Similar result was observed when mangosteen was grafted on mapood. However, callus was immediately lignified caused brown and dead of the callus. Even mangosteen grafted on mangosteen produced a good compatible graft union, but it did not tolerate to drought and poor soil condition. Regarding to the result, it is though that phawa should be potentially a good stock of mangosteen.

The comparative study on the first bearing period and growth between grafted mangosteen and seedling mangosteen found that 44 months after planting in the field, the height, the trunk cross sectional area, the tree volume, number of leaves, leaf area and the the length of roots of the grafting plants were only 60%, 37%, 26%, 39%, 39%, and 44% of seedling mangosteen respectively. The grafted plant started blooming 5 year after planting which was one year earlier.

The response of mangosteen leaves to water stress was measured. The relative water content (RWC) and the stomatal resistence of the water stressed plants were significantly different from those of daily watering plants. These differences increased by the day of water stress increased. Furthermore, drought decreased the top growth but increased the growth of root. The proportion of root dry weight by stem dry weight of once watering, 10 day interval watering, and 3 day interval watering within 40 days were 0.40, 0.35, and 0.25 respectively. This could simplify describe that the water stressed leaves tried to close their stomata in order to decrease transpiration rate and promoted growth of root to deeper zone.

ตรวจเอกสาร

การขยายพันธุ์มังคุดโดยใช้เมล็ดเป็นวิธีการที่นิยมใช้มานานเนื่องจากเมล็ดไม่กลายพันธุ์(Narciso and Franklin, 1976)เมล็ดงอกภายใน 10-15 วันหลังจากเพาะ ขนาดของเมล็ดมีผลต่อการงอก เมล็ดมังคุดที่งอกได้ดีควรมีน้ำหนักมากกว่า 1 กรัมขึ้นไป และเมล็ดมังคุดที่แกะออกจากผลแล้วเพาะทันทีจะมีความงอกประมาณ 84.9 % ถ้าเก็บไว้ 5 วันจึงเพาะ ความงอกของเมล็ดลดลงเหลือ 70 % มีมังคุดป่าหลายชนิดที่สามารถใช้เป็นต้นตอในการขยายพันธุ์ได้ การชำกิ่งมังคุดในประเทศเปอโตริโก โดยใช้กิ่งมังคุดจุ่มฮอร์โมน IBA เข้มข้น 4,300 ppm นาน 5 วินาทีก่อนปักชำ ไม่ประสบผลสำเร็จ การติดตาต่อกิ่งมังคุดกับพืชสกุลมังคุดชนิดอื่น 20 ชนิด พบว่าต้นตอ Platonia insignis ต่อกิ่งกับมังคุดมีรอยต่อที่แข็งแรงที่สุด ในประเทศมาลากัสซึ่นิยมใช้ Garcinia xanthochymus Hook.F. เป็นต้นตอมังคุด (Garner, 1976 และ FAO, 1982) Roberto (1983) แนะนำให้ใช้ G. lateriflora และ G. xanthochymus Hook.f. เป็นต้นตอมังคุด การทาบกิ่งมังคุดกับพันธุ์ไม้สกุลมังคุด ได้แก่ G. kydia และ G. venulosa อายุ 3-4 เดือน พบว่าสามารถเข้ากันได้กับมังคุด (Leon and Quirino, 1951) การทาบกิ่งมังคุดกับต้นตอ G. tinctoria พบว่ากิ่งมังคุดเจริญเติบโตแข็งแรงดีกว่าต้นเพาะเมล็ด (Campbell, 1966) การขยายพันธุ์มังคุดในประเทศมาเลเซียใช้ต้นมังคุดอายุ 2 และ 4 ปีเสียบกิ่งมังคุดประสบผลสำเร็จ 62 และ 80 % ตามลำดับ (Achmad, 1983) จากการศึกษากิ่งการขยายพันธุ์มังคุดบนต้นตอในพืชสกุลเดียวกัน คือ พะวา (G. speciosa Wall.) มะพูด (G. dulcis Kurz.) ส้มแขก(G. atroviridis Griff) และชะมวง (G. cowa Roxb.)พบว่าต้นตอพะวาและมะพูดมีโอกาสติดกับมังคุดได้ผลดี (มงคล, 2528) อย่างไรก็ตามเมื่อใช้ต้นตอมังคุดในการทาบกิ่งจะให้ผลในการทาบเร็วกว่า นอกจากนี้พบว่าการใช้ต้นตอมะพูดและพะวา ทำให้ต้นตอและกิ่งพันธุ์มังคุดมีการเจริญไม่เท่ากันคือ กิ่งเล็ยงซึ่งเป็นมังคุดเจริญเติบโตมากกว่าต้นตอ (over growth) ทำให้ต้นโค่นล้มได้ง่าย (มงคล, 2528) อย่างไรก็ตาม การเร่งอายุการตกผลในไม้ผลชนิดอื่น เช่น มะม่วง ใช้วิธีการขยายพันธุ์แบบเสียบยอดหรือทาบกิ่ง เพื่อทำให้ทรงพุ่มขนาดเล็กลง เพิ่มปริมาณต้นต่อพื้นที่และตกผลเร็วขึ้น (สนั่น, 2527) ซึ่งจากหลักการนี้เป็นการทำให้พืชลดการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative growth)และเปลี่ยนไปเจริญทางสืบพันธุ์ (reproductive growth)ได้เร็วขึ้น

ความเข้ากันได้(compatibility)ของรอยต่อประสบผลสำเร็จมากน้อยขึ้นกับความสามารถในการพัฒนาของเนื้อเยื่อแคลลัสไปเป็นท่อน้ำและท่ออาหาร (Mosse, 1962) ลักษณะอาการของความเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ของรอยต่อแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. Translocated incompatibility เกิดจากการสะสมสารจำพวกแป้งเหนือรอยต่อ ท่ออาหารเกิดการสลายตัว (degeneration) ลักษณะนิสัยของต้นตอ และกิ่งพันธุ์ดีแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง

2. Localized incompatibility เกิดจากเนื้อเยื่อเจริญและท่อน้ำท่ออาหารมีรอยแยกชัดเจน และไม่มีการพัฒนาการ แต่มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ลักษณะนิสัยของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ลักษณะอาการของความไม่สามารถเข้ากันได้ (incompatibility) ในพืชบางชนิดคล้ายกับการเข้าทำลายของโรคไวรัส (Mosse, 1962) ปรากฏการณ์ของความไม่สามารถเข้ากันได้ในไม้ยืนต้นมีหลายลักษณะ เช่น รอยต่อแยกออกในปีแรกหลังการติดตาต่อกิ่ง หรือหลังจากติดตาต่อกิ่งแล้วจะเจริญเติบโตดีอยู่ระยะหนึ่งแล้วจึงทรุดโทรมลงทีละน้อย หรือการให้ดอกและผลเร็วกว่าปกติ นอกจากนี้ สีของใบ จำนวนใบ และการร่วงของใบก่อนถึงเวลาอันสมควรล้วนเป็นอาการหนึ่งของความไม่สามารถเข้ากันได้ ลักษณะอาการที่เกิดตรงรอยต่อบางครั้งอาจเกิดจากสาเหตุของโรคไวรัส

มังคุดเป็นไม้ผลที่ขึ้นได้ดีในเขตที่มีอากาศร้อนความชื้นสูง ปริมาณน้ำฝนสม่ำเสมอ ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง และมีการระบายน้ำดี (ชาติชายและคณะ, 2532) แต่สภาพการปลูกในปัจจุบันพบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมที่แปรปรวน เช่น สภาวะแล้งที่ต่อเนื่องซึ่งมีผลทำให้เกิดการร่วงของดอกและผลอ่อน จนส่งผลให้ผลผลิตต่ำหรือเกิดการให้ผลเว้นปีได้ ถึงแม้ว่าปกติมังคุดต้องการช่วงแล้งประมาณ 1 เดือน เพื่อกระตุ้นให้เกิดการสะสมอาหารในการสร้างดอกและผล(นิวัฒน์, 2532) นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในการส่งออก ดังนั้นพื้นที่บางแห่งซึ่งดินมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำต่ำ ทำให้เกิดสภาวะขาดน้ำได้ง่ายเมื่อฝนทิ้งช่วงทำให้ส่งผลกระทบถึงการเจริญเติบโตของมังคุดด้วย เหตุนี้การศึกษาถึงการตอบสนองของมังคุดต่อสภาวะขาดน้ำ จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการปฏิบัติบำรุงรักษาในสภาวะแวดล้อมที่มีปัญหาเกี่ยวกับการขาดน้ำ ช่วยให้มีการวางแผนการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ คือ มีการให้น้ำอย่างประหยัดโดยที่ไม่ให้เกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยาของพืชจนทำให้มีผลเสียต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต อันจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการผลิตมังคุดเพื่อการส่งออกต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อหาพันธุ์ไม้สกุลมังคุดที่สามารถจะใช้เป็นต้นตอมังคุดในการขยายพันธุ์ และสามารถขึ้นได้ในสภาพที่แห้งแล้งและมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ
2. เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมังคุดและพันธุ์ไม้ที่จะทำเป็นต้นตอมังคุด อันเป็นข้อมูลเกี่ยวกับ compatibility ในการขยายพันธุ์
3. เพื่อย่นระยะเวลาการให้ผลของมังคุดให้เร็วขึ้นและมีทรงพุ่มเตี้ย

สถานที่ทำการวิจัย

1. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
2. แปลงเกษตรกร ตำบลพังลา อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา
3. ห้องปฏิบัติการไมโครเทคนิค ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ทำการวิจัย

เริ่มการทดลองวิจัยตั้งแต่เดือนตุลาคม 2530 จนถึงเดือนกันยายน 2533 รวมเป็นระยะเวลา 4 ปี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบวิธีการ และระยะเวลาที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์มังคุด และสามารถส่งเสริมการทำสวนมังคุดให้แพร่หลายได้มากขึ้น
2. ได้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการใช้ต้นตอต่าง ๆ สำหรับขยายพันธุ์มังคุดโดยวิธีการไม่อาศัยเพศ นอกเหนือจากการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดเพียงวิธีเดียว
3. ทำให้มังคุดออกดอกและผลเร็วขึ้นและลดความเสียหายของผลมังคุดในระยะเก็บเกี่ยว
4. ช่วยให้การปลูกมังคุดในสภาพแห้งแล้งมีศักยภาพสูง

อุปกรณ์ วิธีการวิจัยและผลการทดลอง

1. การศึกษาลักษณะของรอยต่อ (graft union) ในมังคุดและต้นตอ

การศึกษาทดลองครั้งนี้ใช้ต้นตอที่เป็นพืชในสกุลมังคุด คือ พะวา (Garcinia speciosa Wall.) มะพูด (G. dulcis Kurz.) โดยใช้ต้นตอมังคุดเป็นตัวเปรียบเทียบ พืชทั้งสามชนิดนี้มีอายุการแก่ของผลใกล้เคียงกัน นำเมล็ดมาเพาะในกระบะทราย เมื่อต้นกล้ามีใบเลี้ยง 2-4 ใบ และมีอายุ 1-2 เดือนจึงต่อกิ่งแบบเสียบยอด (cleft grafting) สลับกันดังนี้

กิ่งพันธุ์ดี (scion)	ต้นตอ (rootstock)
มังคุด	มังคุด
มังคุด	พะวา
มังคุด	มะพูด
พะวา	มังคุด
พะวา	มะพูด
มะพูด	มังคุด
มะพูด	มะพูด

เมื่อต้นกล้าที่ต่อกิ่งแล้วนี้มีอายุได้ 6 เดือน จึงเลือกต้นที่มีการเจริญเติบโตดี ตัดเฉพาะรอยต่อมาตรวจดูลักษณะการเจริญเติบโตโดยวิธีทางไมโครเทคนิค ตามวิธีการของ Johansen กล่าวคือ นำชิ้นส่วนพืชมาแช่ในสารละลาย FAA (Formalin : Acetic acid : Ethanol 95%) นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำมาผ่านขบวนการดึงน้ำออกจากเซลล์เป็นลำดับ จากนั้นนำมา embeded ด้วยขี้ผึ้งพาราฟิล์ม แล้วนำชิ้นส่วนพืชดังกล่าวมาตัดให้มีความหนาขนาด 5-7 ไมครอน และนำมาย้อมสี Fastgreen และ Safranin จึงได้สไลด์ที่สมบูรณ์

ผลการทดลอง

ผลการตัดดูลักษณะรอยต่อของเนื้อไม้ จากการต่อกิ่งมังคุดบนต้นตอชนิดต่าง ๆและการต่อกิ่งแบบสลับเพื่อตรวจดูลักษณะความเข้ากันได้ของรอยต่อและประสิทธิภาพในการสร้างแคลลัสของต้นตอและกิ่งเลี้ยง ปรากฏผลการทดลองดังนี้

การต่อกิ่งมังคุดบนต้นตอมังคุด ตามภาพที่ 1 ก และภาพที่ 1 ข พบว่า ส่วนของรอยต่อมีการสร้างเซลล์พวกพาเรนไคมาหรือแคลลัสได้ดี และรอยต่อตรงส่วนของท่อน้ำท่ออาหารมีพัฒนาของแคลลัสไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญ พร้อมที่จะสร้าง xylem ray (xr) ต่อไป แต่มีชั้นของแคลลัสบางเมื่อเปรียบเทียบกับรอยต่อระหว่างมังคุดบนต้นตอพะวา (ภาพที่ 2 ก)

การต่อกิ่งระหว่างมังคุดบนต้นตอพะวา ตามภาพที่ 2 ก พบว่ามีการสร้างแคลลัสจากต้นตอเชื่อมรอยต่อได้ดี แต่แคลลัสตรงบริเวณที่ติดกับท่อน้ำท่ออาหารยังไม่มีการพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญ และมีสารพวกลิกนิน (lignin)สะสมอยู่เล็กน้อยตรงบริเวณรอยต่อ ซึ่งอาจเป็นพวกยางมังคุดหรือยางจากพะวา แต่มีการสะสมอยู่น้อยกว่ารอยต่อของมังคุดบนต้นตอมะพูด (ภาพที่ 3 ก และภาพที่ 3 ข)

การต่อกิ่งมังคุดบนต้นตอมะพูด ตามภาพที่ 3 ก และภาพที่ 3 ข พบว่ามีการแยกของรอยต่อชัดเจนกว่าการใช้ต้นตอพะวา และมีการสร้างแคลลัสได้ดีแต่ไม่มีการพัฒนาของเนื้อเยื่อเจริญตรงระหว่างรอยต่อ

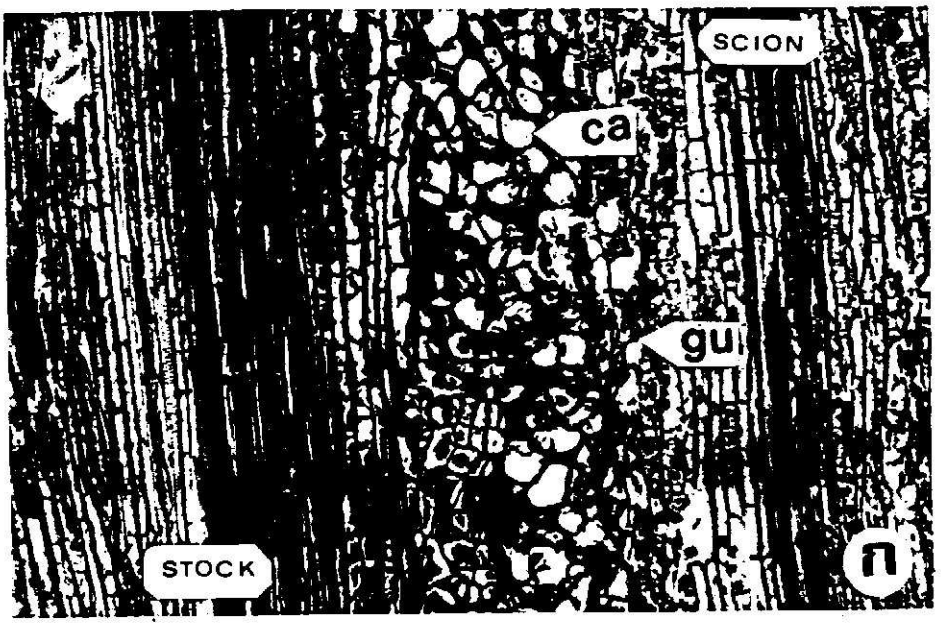
การต่อกิ่งพะวาบนต้นตอมังคุด ตามภาพที่ 2 ข พบว่ามังคุดที่เป็นต้นตอมีการสร้างแคลลัสเชื่อมรอยต่อได้น้อยกว่าพะวาที่อยู่ส่วนบน ซึ่งโดยปกติส่วนของต้นตอที่แข็งแรงกว่ากิ่งพันธุ์ดีควรมีการสร้างแคลลัสเชื่อมรอยต่อได้ดีกว่า ดังนั้นจากการต่อกิ่งสลับกันนี้ ทำให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของมังคุดว่ามีน้อยกว่าพืชชนิดอื่น

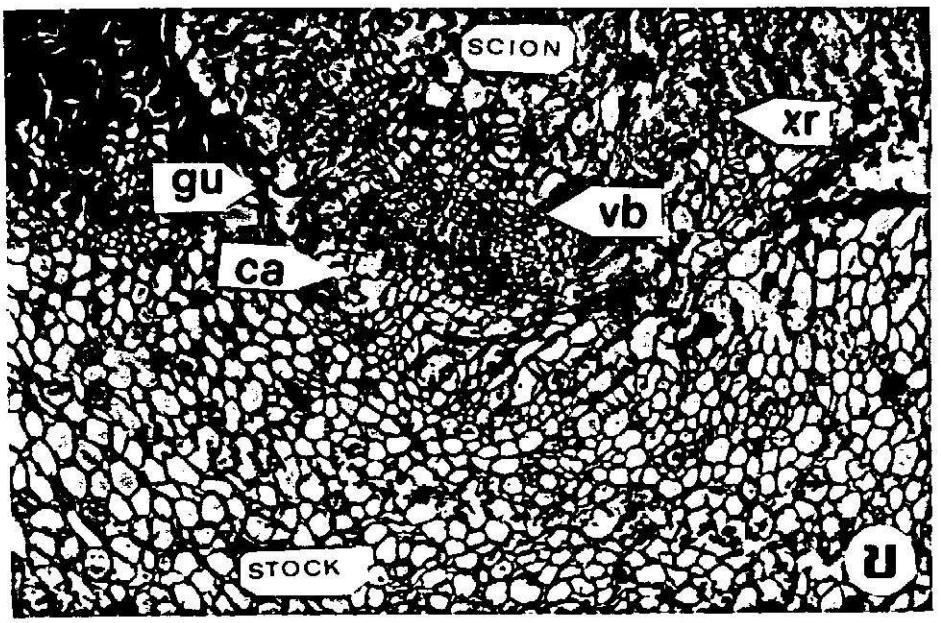
การต่อกิ่งพะวาบนต้นตอมะพูด ตามภาพที่ 4 ก และภาพที่ 4 ข พบว่ามีการเชื่อมกันของรอยต่อสมบูรณ์ดี โดยเฉพาะการสร้างแคลลัสของต้นตอมะพูดเพื่อเชื่อมกับพะวาที่เป็นกิ่งพันธุ์ดีเป็นไปได้ค่อนข้างสม่ำเสมอจนเกือบไม่เห็นรอยเชื่อม ลักษณะและขนาดของเซลล์ก็ใกล้เคียงกันมาก อาจสรุปได้ว่าพืชทั้งสองชนิดนี้สามารถเข้ากันได้ดีที่สุด

การต่อกิ่งมะพูดลงบนต้นตอมังคุด ตามภาพที่ 5 พบว่ามีรอยแยกเกิดขึ้นตรงบริเวณรอยต่ออย่างชัดเจน และกิ่งมะพูดที่อยู่ส่วนบนเกือบจะไม่มีการสร้างแคลลัสเชื่อมรอยต่อเลย

ในทำนองเดียวกันการต่อกิ่งมะพูดบนต้นตอมะพูด ตามภาพที่ 6 พบว่าลักษณะเซลล์ของรอยต่อเชื่อมตัวกันค่อนข้างสมบูรณ์ แต่ยังมีการสะสมของสารพวกลิกนินอยู่บ้างเล็กน้อย

จากการต่อกิ่งสลับกันในระหว่างมังคุด พะวา และมะพูดทั้งสามชนิดนี้ อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า พะวามีแนวโน้มที่จะใช้เป็นต้นตอสำหรับขยายพันธุ์มังคุดได้ในสภาพท้องถิ่นที่แห้งแล้งหรือสภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แต่ควรใช้ในด้านการเสริมราก เนื่องจากการใช้พะวาเป็นต้นตอโดยตรงนั้นเกิดปัญหาการประสานตัวของรอยต่อที่ต้องใช้เวลานาน อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาต่อไปถึงการต่อกิ่งแบบมีต้นตอกลาง (intermediate stock) เนื่องจากในการทดลองครั้งนี้พบว่า รอยต่อเนื้อไม้ของพะวาสามารถเชื่อมกันได้ดีมากกับมะพูด และในทำนองเดียวกันก็สามารถเชื่อมกันได้ดีกับเนื้อไม้ของมังคุด





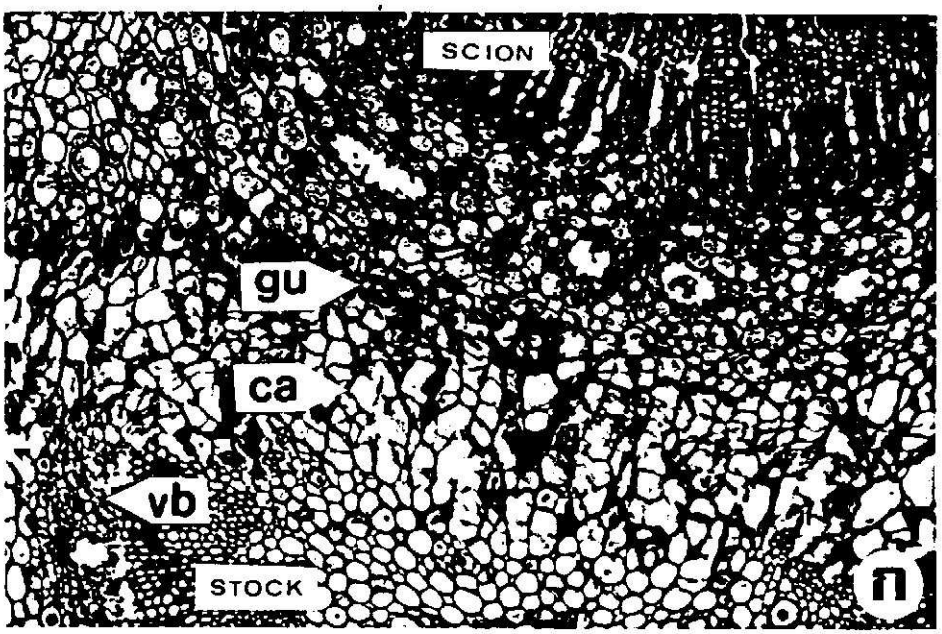
ภาพที่ 1 การต่อกิ่งระหว่างมังคุดกับต้นตอมังคุด x 100

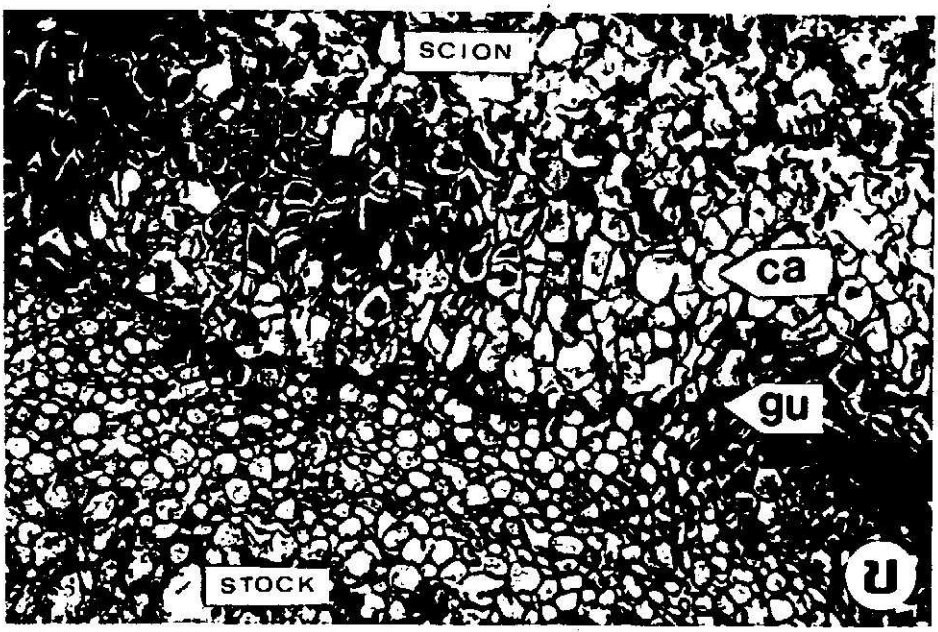
ก ภาพตัดตามยาว

ข ภาพตัดตามขวาง

ca = callus gu = graft union

xr = xylem ray vb = vascular bundle





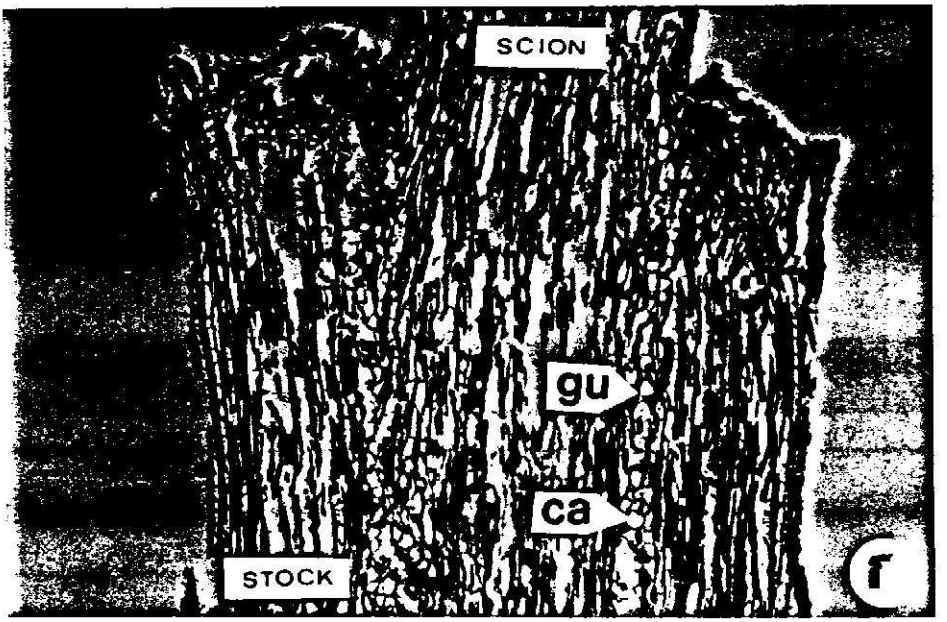
ภาพที่ 2 การต่อกิ่งระหว่างมังคุดกับพะวา x 100

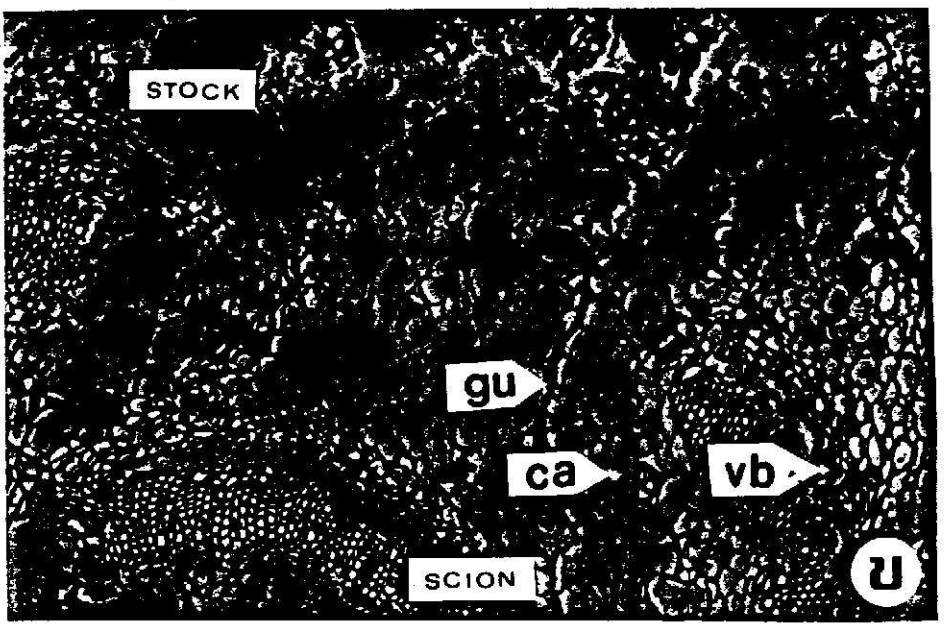
ก. การต่อกิ่งมังคุดบนต้นตอพะวา

ข. การต่อกิ่งพะวาบนต้นตอมังคุด

ca = callus gu = graft union

vb = vascular bundle





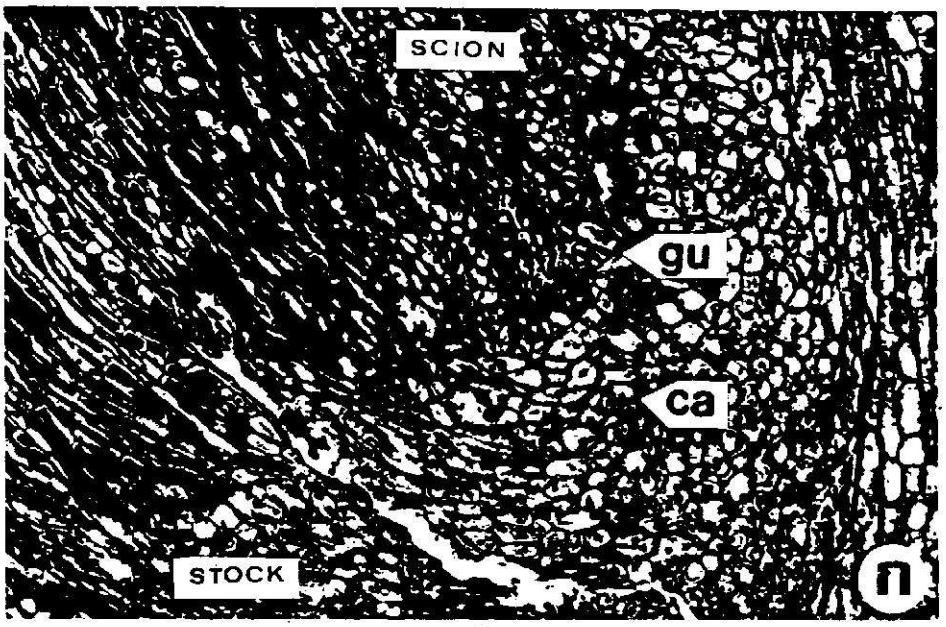
ภาพที่ 3 การต่อกิ่งมังคุดบนต้นตอมะพูด x 100

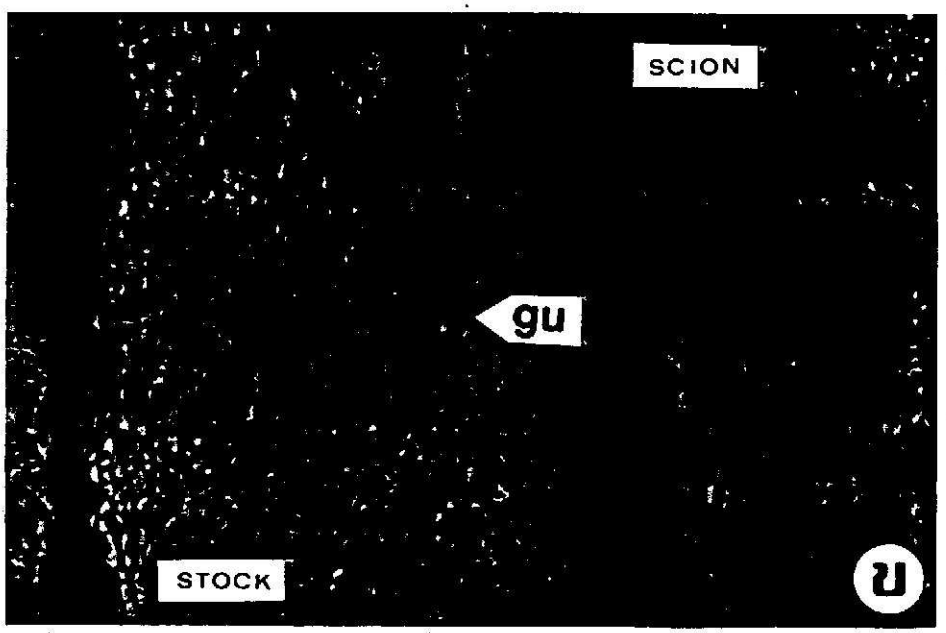
ก ภาพตัดตามยาว

ข ภาพตัดตามขวาง

ca = callus gu = graft union

vb = vascular bundle





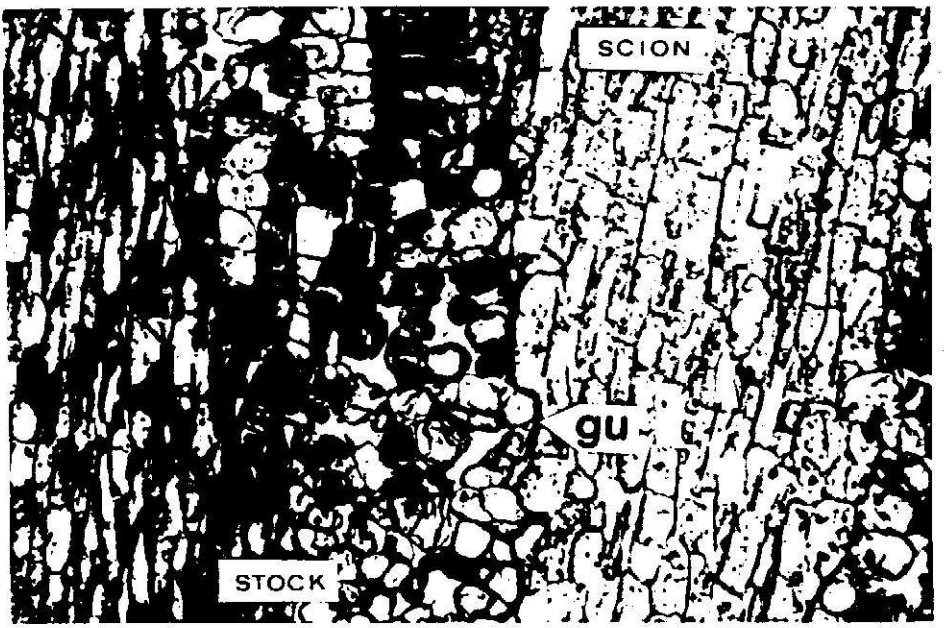
ภาพที่ 4 การต่อกิ่งพะวาบนต้นตอมะพูด x 100

ก ภาพตัดตามยาว

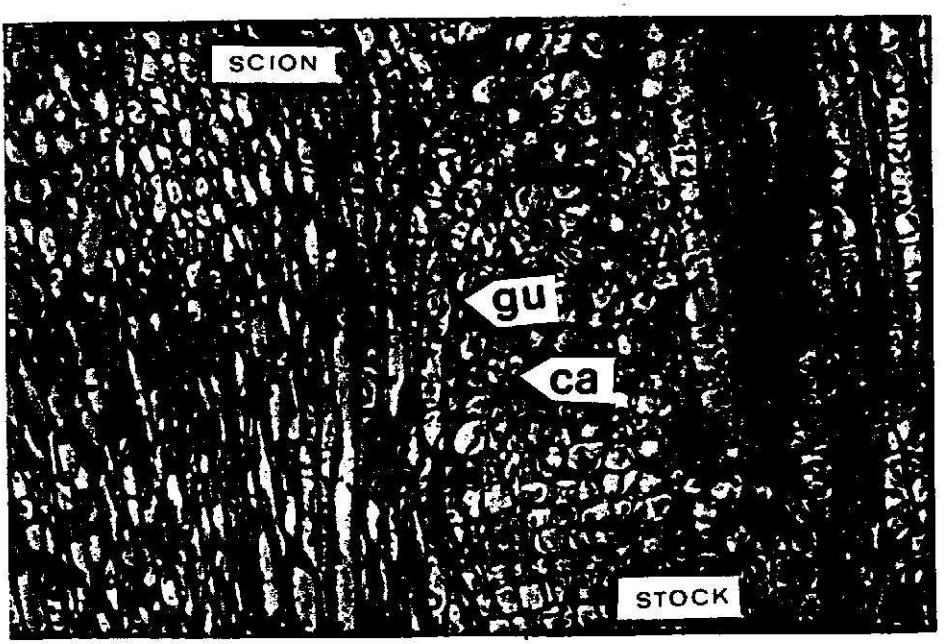
ข ภาพตัดตามขวาง

ca = callus gu = graft union

vb = vascular bundle



ภาพที่ 5 การต่อกิ่งมะพูดบนต้นตอมังคุด (ภาพตัดตามยาว) x 100



ภาพที่ 6 การต่อกิ่งมะพูดบนต้นตอมะพูด (ภาพตัดตามยาว) x100

ca = callus gu = graft union

2. **การศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาการตกผลของมังคุดระหว่างกิ่งขยายพันธุ์และต้นกล้าจากการเพาะเมล็ด**

การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของมังคุดที่เพาะจากเมล็ดและมังคุดที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการทาบกิ่ง โดยการเพาะเมล็ดให้ต้นกล้ามีอายุ 24 เดือนก่อนย้ายปลูก และต้นที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยทาบกิ่งโดยเอาต้นกล้าที่มีอายุ 18 เดือนแล้วนำไปทาบกิ่งซึ่งจะทาบติดในเวลา 2 เดือน จากนั้นก็เลี้ยงต้นกล้าจนมีอายุ 24 เดือน จึงนำไปปลูกพร้อมกันในแปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ โดยปลูกมังคุดที่ได้จากเพาะเมล็ดจำนวน 15 ต้น ปลูก 3 แถว ๆละ 5 ต้น ส่วนมังคุดที่ได้จากการทาบกิ่งปลูกจำนวน 12 ต้น 3 แถว ๆ ละ 4 ต้น ระยะปลูกที่ใช้ 4x4 เมตร เริ่มปลูกเมื่อเดือนพฤศจิกายน 2528 สุ่มจำนวน 6 ต้น ในแต่ละกลุ่มของพืชเพื่อการศึกษา และเริ่มวัดผลการเจริญเติบโตเมื่ออายุ 26 ถึง 44 เดือน หลังจากย้ายปลูก บันทึกผลเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของต้นมังคุดดังนี้

1. ศึกษาพื้นที่หน้าตัด (A) โดยการวัดเส้นรอบวง (G) ที่ระดับ 20 ซม จากผิวดิน จากนั้นนำไปคำนวณเป็นพื้นที่หน้าตัด โดยใช้สูตรคำนวณคือ

$$A = G^2 / 12.57$$ (กรมวิชาการเกษตร, 2530)

2. ความสูงของต้น โดยวัดจากระดับผิวดินถึงปลายยอด
3. ปริมาตรร่มเงาทรงพุ่ม (V) โดยใช้วิธีคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้

$$V = (h-D/2-S)\pi(D/2)^2 + \pi(D/2)^2\ 2/3$$ (กรมวิชาการเกษตร)

h = ความสูงของต้นวัดจากระดับผิวดินถึงยอด (เมตร)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางร่มเงา (เมตร) เฉลี่ยจากแนวเหนือ-ใต้และตะวันออก-ตะวันตก

S = ความสูงจากใต้ทรงพุ่มถึงระดับผิวดิน (เมตร)

4. พื้นที่ใบ ใช้วิธีประมาณการจากจำนวนใบที่นับทั้งต้น โดยการทำเครื่องหมายในแต่ละกิ่ง แล้วนับใบแต่ละกิ่งโดยกดเครื่องมือนับ (counter) จากนั้นสุ่มจำนวนใบ 20 ใบ นำมาวัดพื้นที่ใบ โดยใช้เครื่อง Delta-T Devices จากค่าที่ได้นำไปคำนวณพื้นที่ใบของแต่ละต้น
5. ความยาวราก ศึกษาโดยสุ่มเพียง 3 ต้น วิธีการวัดความยาวรากทำโดยการขุดดินในแนวดิ่งให้ห่างจากลำต้น 20 ซม ลึก 90 ซม และกว้าง 120 ซม (ขุดห่างจากลำต้นข้างละ 60 ซม) จากนั้นจึงนำแผ่นพลาสติคใสขนาด 90x120 ซม ทาบลงบนพื้นที่หน้าตัดดิน ใช้ปากกาวาดความยาวรากลงบนแผ่นพลาสติคใส นำแผ่นพลาสติคใสที่วาดความยาวรากแล้วนี้วางทาบลงบนแผ่นพลาสติกขนาด 90x120 ซม ที่มีเส้นขนานตามยาวห่างกัน 1 ซม ทั่วทั้งแผ่น นับจำนวนจุดตัดระหว่างความยาวรากและเส้นขนานเหล่านี้ นำไปคำนวณโดยใช้สูตร

$$R = NA / 2H$$ (Bohm, 1979; Arista, 1983)

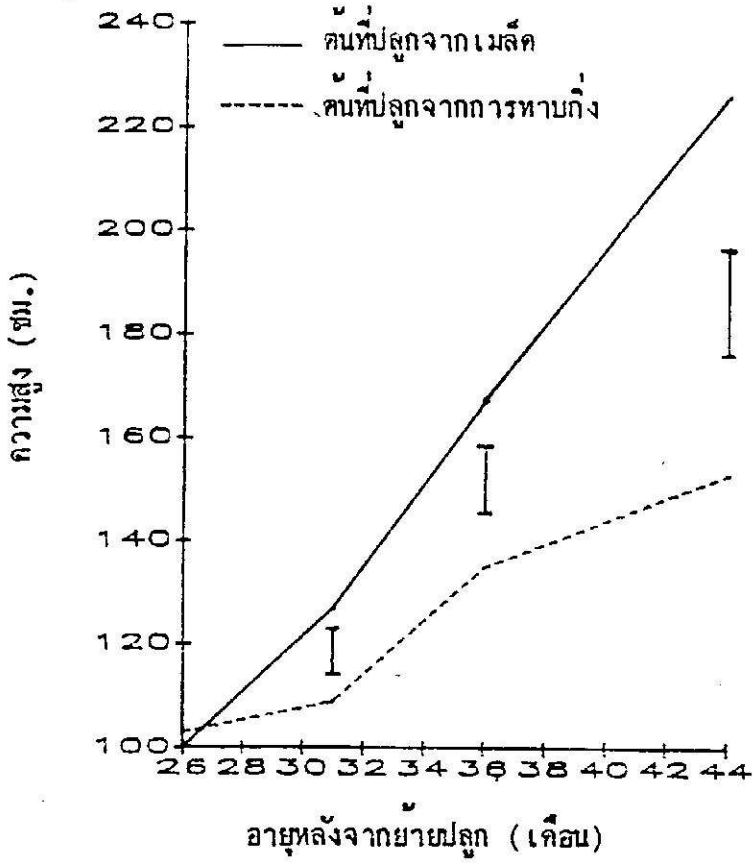
N = จำนวนจุดตัด

A = พื้นที่หน้าตัด

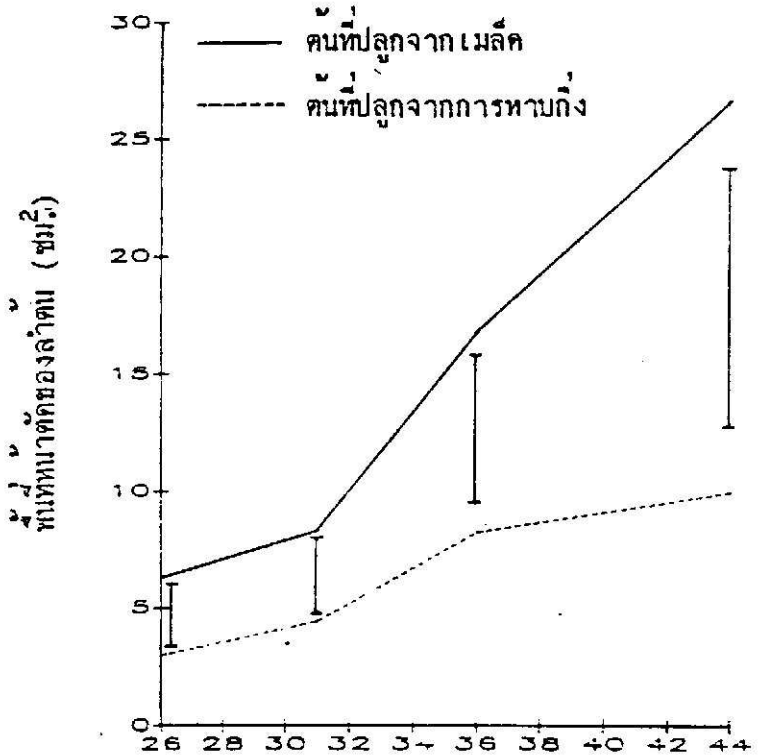
H = ความยาวของเส้นขนานทั้งหมด

ผลการทดลอง

จากการวัดความสูงของต้นมังคุดที่ปลูกจากเมล็ด พบว่าไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นที่ทาบกิ่งในช่วงอายุ 24 เดือนหลังจากปลูก แต่เมื่ออายุ 31 เดือน ต้นที่ปลูกจากเมล็ดเจริญได้เร็วกว่า และความแตกต่างนี้เห็นได้ชัดเจน (รูปที่ 1) มังคุดที่ปลูกจากเมล็ดมีความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนต้นที่ปลูกจากการทาบกิ่งมีความสูงเพิ่มขึ้นช้ากว่า และเพิ่มขึ้นในช่วง 31-36 เดือน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน และจากช่วง 36-44 เดือน การเจริญช้าลงอีกทั้งนี้เพราะตรงกับช่วงฤดูร้อน มีผลทำให้ความสูงของต้นที่ปลูกจากเมล็ดต่างจากต้นที่ปลูกโดยการทาบกิ่งอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อต้นอายุ 44 เดือนต้นที่ปลูกโดยการทาบกิ่งมีความสูงเพียง 60% ของต้นที่ปลูกจากเมล็ด (ตารางที่ 1) สำหรับพื้นที่หน้าตัดของต้นที่ปลูกจากเมล็ดมีมากกว่าต้นที่ปลูกจากการทาบกิ่งแตกต่างทางสถิติตั้งแต่อายุ 26 เดือนหลังจากปลูก (รูปที่ 2) และความแตกต่างนี้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากอายุ 36 เดือน เมื่อต้นมังคุดอายุ 44 เดือนพื้นที่หน้าตัดของต้นที่ปลูกโดยการทาบกิ่งมีขนาดเพียง 37% ของต้นที่ปลูกจากเมล็ด (ตารางที่ 1) และปริมาตรทรงพุ่มของต้นที่ปลูกจากการทาบกิ่งมีขนาดเพียง 26% ของต้นที่ปลูกจากเมล็ด ทั้งนี้เนื่องจากต้นทาบกิ่งมีจำนวนใบน้อยกว่าต้นที่ปลูกจากเมล็ดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งมีผลทำให้พื้นที่ใบน้อย ดังนั้นการสังเคราะห์แสงของต้นที่ปลูกจากการทาบกิ่งจึงลดน้อยลงไปด้วย อันน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้นแคระแกร็นลง ตรงกันข้ามพื้นที่ใบของต้นที่ปลูกจากเมล็ดมีมากกว่า ทำให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 1 เปรียบเทียบความสูงของมังคุดที่ปลูกจากเมล็ด และมังคุดที่ปลูกจากการหาบกิ่ง ตั้งแต่อายุ 26 ถึง 44 เดือนหลังจากย้ายปลูก (เส้นตั้งแสดงค่า LSD 1%)



รูปที่ 2 เปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดของลำต้นมังคุดที่ปลูกจากเมล็ด และมังคุดที่ปลูกจากการทาบกิ่ง ตั้งแต่อายุ 26 ถึง 44 เดือนหลังจากปลูก (เส้นตั้งแสดงค่า LSD 5%)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นมังคุดที่ปลูกจากเมล็ด กับต้นที่ปลูกจากการทาบกิ่งเมื่ออายุ 44 เดือนหลังจากปลูก

		ต้นที่ปลูกจากเมล็ด	ต้นที่ปลูกจากกิ่งทาบ
1.	พื้นที่หน้าตัดของลำต้น(ตร.ซม.)	26.65	9.96* (37)
2.	ความสูง (ม)	2.26	1.35* (60)
3.	ปริมาตรทรงพุ่ม (ลบ.ม.)	4.27	1.12** (26)
4.	จำนวนใบ	1237	480** (39)
5.	พื้นที่ใบ (ตร.ม.)	14.59	5.66** (39)
6.	ความยาวราก (ม)	13.30	5.90* (44)

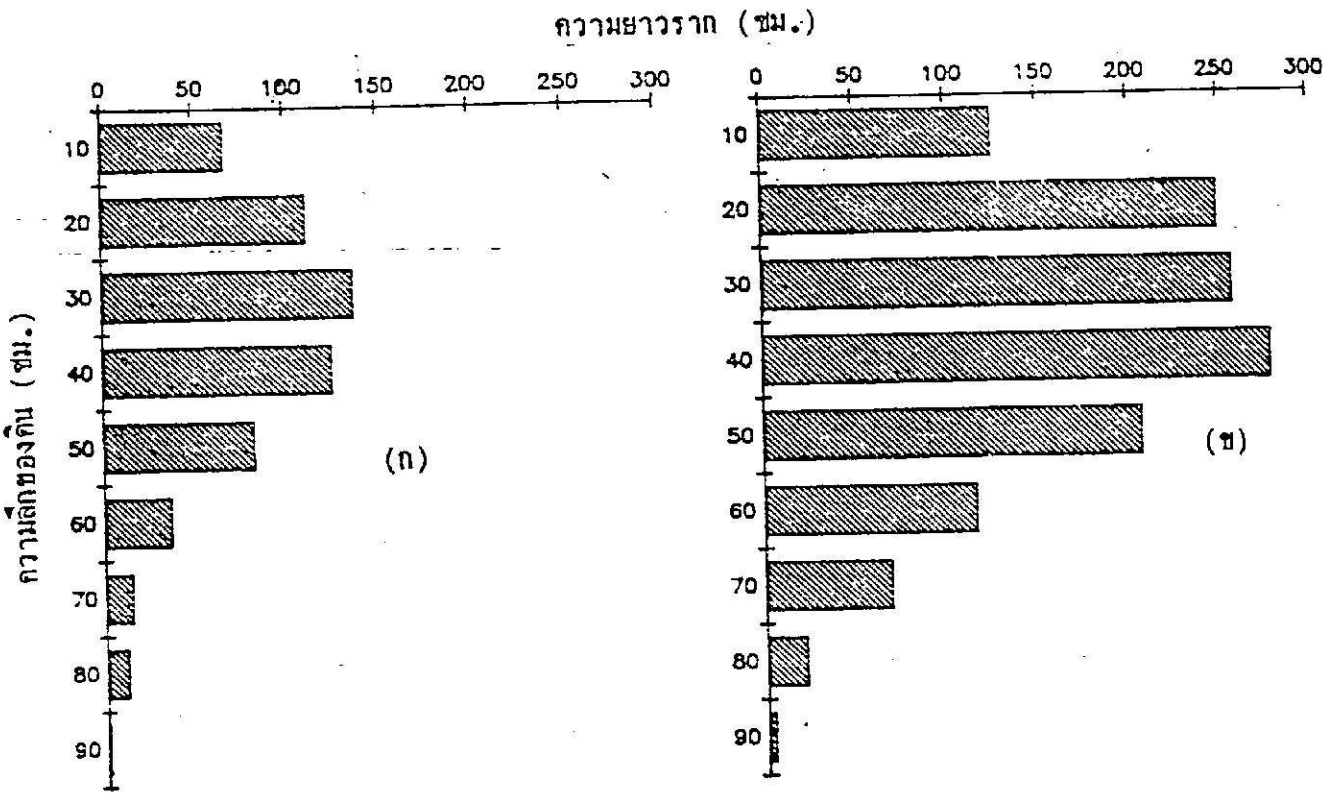
* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

(..) ตัวเลขในวงเล็บแสดงเปอร์เซ็นต์ของต้นทาบกิ่งต่อต้นที่ปลูกด้วยเมล็ด

จากการศึกษาระบบรากต่อพื้นที่หน้าตัด 90x100 ซม พบว่าความยาวรากทั้งหมดของต้นที่ปลูกจากการทาบกิ่งมีเพียง 44% ของต้นที่ปลูกจากเมล็ด(ตารางที่ 1) และการแพร่กระจายของรากส่วนใหญ่อยู่ในระดับลึก 20-50 ซม จากผิวดิน (รูปที่ 3) ความยาวสุดของปลายรากแก้วอยู่ที่ระดับ 90 ซม จากผิวดินเป็นที่น่าสังเกตว่าในระบบรากที่มีรากแก้ว(tap root) รากแขนง (secondary roots) และรากที่แตกออกมาจากรากแขนง (tirtiary roots) แต่ไม่มีรากขนอ่อน (root hair) เช่นนี้ได้เคยมีรายงานโดย Cox (1976)

เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญทางรากและยอด (root : shoot) ของต้นที่ปลูกจากเมล็ดจะเห็นว่ามังคุดเป็นพืชที่มีการเจริญทางยอดมาก แต่ระบบรากมีขนาดเล็กหรือมีการแพร่กระจายของรากน้อย น่าจะเป็นลักษณะของไม้ผลในเขตร้อน ที่มีการเจริญทางยอดได้ดีกว่า จากการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของมังคุดสองกลุ่มนี้พบว่าต้นที่ปลูกจากการทาบกิ่งมีระบบรากและขนาดต้นเล็กกว่า ถึงแม้ว่าการศึกษาในครั้งนี้จะไม่เป็นการศึกษาโดยตรงเป็นเพียงการประมาณการ แต่น่าจะเป็นตัวชี้ให้เห็นว่า เมื่อรากถูกจำกัดลง ทำให้ยอดมีขนาดเล็กลงด้วย Richards (1985) ให้เหตุผลถึงความสัมพันธ์เหล่านี้ว่ายอดอ่อนเป็นที่สร้างออกซินและส่งเสริมการเจริญของยอด ดังนั้นการทาบกิ่งส่งผลทำให้ระบบท่อน้ำและท่ออาหารบริเวณรอยทาบไม่สมบูรณ์ทำให้ต้นแคระแกร็น ปรากฏการณ์นี้อาจจะเป็นข้อดีที่ทำให้การเจริญเติบโตทางต้นไม่มากเกินไป และทำให้มีการเจริญทางสืบพันธุ์ได้เร็วขึ้น ผลที่ตามมาคือต้นทาบกิ่งออกดอกหรือ



รูปที่ 3 เปรียบเทียบความยาวรากจากระดับผิวดินถึงระดับความลึก 90 ซม. บนพื้นที่หน้าตัด 90×120 ซม.^{2} ระหว่างมังคุดที่ปลูกจากเมล็ด และมังคุดที่ปลูกจากการทาบกิ่ง เมื่ออายุ 44 เดือนหลังจากปลูก (ก. ต้นที่ทาบกิ่ง, ข. ต้นที่ปลูกจากเมล็ด)

ติดผลเร็วขึ้น ได้มีการทดลองจำกัดระบบรากของท้อเพื่อลดการเจริญทางยอดโดยไม่ทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่ลดลง (Richards, 1985) สำหรับมังคุดยังพบว่ามีข้อเสียอยู่มากกล่าวคือต้นที่ปลูกจากการทาบกิ่งมีลำต้นไม่ตั้งตรงทำให้โค่นล้มได้ง่ายหากไม่มีการปักค้ำ ส่วนระยะเวลาการตกผลเร็ว (early bearing) หรือไม่ยังต้องรอดูผลต่อไปอีก จากหลักการอื่นที่น่าจะนำไปทดลองเพื่อเร่งการตกผล และให้ทรงพุ่มต้นแข็งแรงคือการเร่งระยะก่อนตกผล (pre-bearing) เนื่องจากระบบรากของมังคุดเจริญช้ามากในระยะแรก(Cox, 1976)ทำให้ระยะก่อนเข้าระยะสืบพันธุ์(juvenile growth period) ยืดยาวเกินไป หากมีการเร่งการเจริญเติบโตในช่วงแรกโดยการเสริมรากกับพืชในตระกูลเดียวกัน เช่น พะวา และ/หรือมะพูด ซึ่งสามารถทาบได้กับมังคุด (มงคล, 2530) จะทำให้การเจริญเติบโตของต้นเร็วขึ้น มีอาหารสะสมในต้นและใบมากพอ จากนั้นใช้สารฮอร์โมนบางชนิด เช่น พาโคลบิวทราโซล (สันติและคณะ,2532) เร่งการเกิดตาดอกและชลอการเจริญทางต้น จากวิธีการนี้น่าจะเป็นการช่วยให้มังคุดตกผลเร็วและลดขนาดของทรงพุ่มลงได้

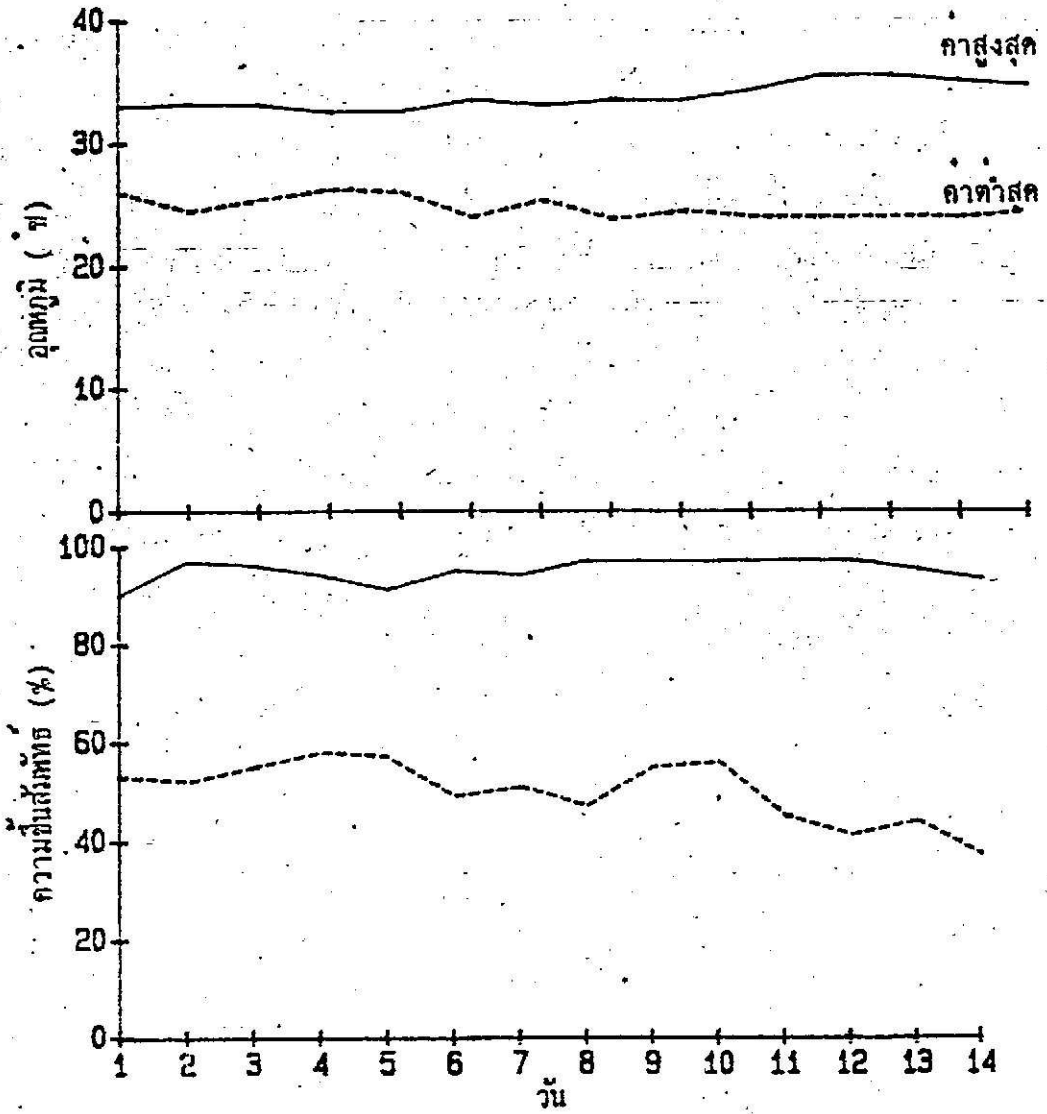
3. การตอบสนองของมังคุดต่อสภาวะขาดน้ำ

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองในแปลงทดลองและเรือนระแนง ของภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การทดลองที่ 1 ใช้มังคุดที่ปลูกในแปลงทดลองอายุประมาณ 4 ปีครึ่งมีการดูแลให้น้ำระบบ sprinkler สุ่มต้นดังกล่าวที่มีขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 12 ต้นเพื่อการศึกษานี้ ในจำนวนนี้ 6 ต้น มีการควบคุมการให้น้ำโดยใช้สายยางรดน้ำสม่ำเสมอทุกวันตลอดการทดลอง อีก 6 ต้น งดการให้น้ำเป็นระยะในช่วงเวลา 14 วัน (ทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 14 ถึง 27 มีนาคม 2533) ช่วงระหว่างการทดลองไม่มีฝนตกทำให้เกิดสภาวะขาดน้ำกับมังคุดที่งดการให้น้ำ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแปลงทดลอง ระหว่างการทดลองได้มาจากสถานีตรวจอากาศของศูนย์วิจัยยางสงขลา(รูปที่ 4) ทำการวัดการเปลี่ยนแปลงความชื้นดินบริเวณต้นมังคุดที่งดการให้น้ำในช่วงการทดลอง ในวันที่ 1 6 10 และ 14 หลังจากเริ่มการทดลองโดยการเจาะดินบริเวณดังกล่าวด้วยท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม ที่ระดับความลึก 50 ซม จากผิวดิน นำดินที่เจาะได้มาแบ่งตามความลึกชั้นละ 10 ซม ชั่งหาน้ำหนักแล้วจึงนำไปอบที่อุณหภูมิ 85 °ซ เป็นเวลา 3 วัน หาความชื้นโดยวิธี gravimetric technique (Donahue et al., 1983)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักดินเปียก} - \text{น้ำหนักดินอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักดินอบแห้ง}} \times 100$$

สภาวะน้ำในใบทำการวัดจากค่า leaf water potential(Ψ) และ relative water content (RWC) ของใบมังคุดระยะเพสลาด(กึ่งอ่อนกึ่งแก่)ที่มีก้านใบติดอยู่ด้วย



รูปที่ 4 แสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วง 14 วัน หลังจากงดการให้น้ำในแปลงปลูกมังคุด

สำหรับการวัดใช้เครื่องมือ pressure chamber (PMS Instrument, Oregon, USA) โดยทำการวัดในช่วงเวลา 12.00-13.00 น ตามวิธีการดังต่อไปนี้คือ สอดก้านใบลงในจุกยางที่อุดฝาเครื่องมือจนปลายก้านใบโผล่ออกมา ปิด chamber จนถึงระดับที่น้ำภายในใบถูกขับออกมาทางท่อน้ำซึ่งสังเกตุจากหยดน้ำที่บริเวณรอยตัดก้านใบ จึงอ่านค่าความดันกันทีจากหน้าปัดของเครื่อง ทำการวัด 2 ซ้ำในแต่ละต้นและหาค่าเฉลี่ยเป็นค่า Ψ ของแต่ละต้น

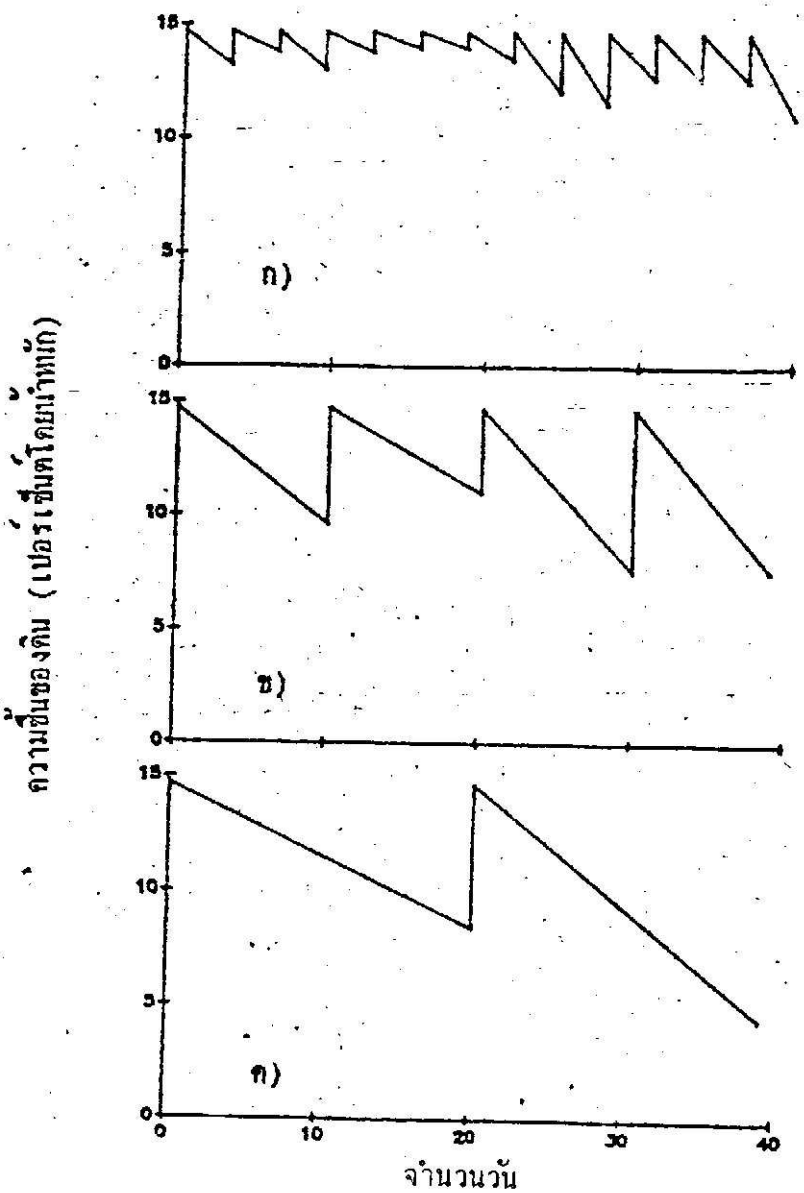
สำหรับค่า RWC ทำการวัดโดยใช้คู่ใบที่เหลือหลังจากที่นำใบวัดค่า Ψ แล้ว โดยทำการเจาะแผ่นใบให้เป็นแผ่นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ซม โดยใช้เครื่องมือเจาะใบแต่ละใบเจาะ 6 ชิ้นแล้วใส่ในหลอดพลาสติดซึ่งมีฝาปิด แล้วนำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่ง Mettler ทศนิยม 4 ตำแหน่ง จากนั้นนำไปแช่ในน้ำกลั่น ซึ่งบรรจุอยู่ใน petridish ที่มีฝาครอบแล้ววางไว้ใต้หลอดนีออนขนาด 60 วัตต์ ทิ้งไว้ 4 ชม นำเอาชิ้นใบออกมาซับน้ำด้วยกระดาษกรองแล้วใส่กลับเข้าไปในหลอดพลาสติดเดิม นำไปชั่งหาน้ำหนักที่ Turgid แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 85 °ซ เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำออกไปชั่งหาน้ำหนักแห้ง คำนวณค่า RWC (Turner, 1981) ดังสูตร

$$RWC = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักที่ Turgid} - \text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

การตอบสนองของพืชในการปิดของปากใบวัดโดยอ้อมจากค่า stomatal resistance โดยใช้เครื่องมือ Autometic Porometer Mk3 (Delta-T Devices) ซึ่งเริ่มจากการทำ calibration curve ที่อุณหภูมิในแปลงทดลอง แล้วทำการวัดค่า stomatal resistance จากด้านใต้ใบ (abaxial surface) ของใบมังคุดชุดที่จะนำไปวัดค่า Ψ และ RWC ทำการวัด 4 ซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ยของ stomatal resistance ของแต่ละต้น ในการวัดค่า Ψ RWC และ stomatal resistance ทำในช่วงเวลาเดียวกับที่วัดความชื้นของดิน ค่าที่ได้นำไปหาความสัมพันธ์

<u>การทดลองที่ 2</u> ทำการทดลองในเรือนระแนงซึ่งพลางแสงประมาณ 50% อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่างการทดลองประมาณ 27 ° ซ และ 85% ตามลำดับ บริเวณที่ทำการทดลองคลุมด้วยพลาสติคใสเพื่อกันฝน เพราะช่วงการทดลองระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคมมีฝนตก การทดลองนี้ใช้ต้นกล้าอายุ 2 ปี จำนวน 18 ต้น มีขนาดลำต้นเสมอปลูกในกระถางซึ่งบรรจุดินร่วนปนทราย 15 กิโลกรัม ช่วงก่อนเริ่มการทดลองรดน้ำให้ถึงระดับ field capacity (FC) เป็นเวลา 1 เดือนจนพืชตั้งตัวได้ดี จึงเริ่มการทดลองซึ่งใช้เวลา 40 วัน (ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน ถึง 12 พฤษภาคม 2533) หน่วยทดลองประกอบด้วยการควบคุมการให้น้ำ 3 ระดับ (ดังรูปที่ 5) คือ

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY



รูปที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นดินในแต่ละทรีทเมนต์
คือ ก) รดน้ำทุก 3 วัน ข) รดน้ำทุก 10 วัน
ค) รดน้ำ 1 ครั้ง เมื่อ 20 วันหลังจากงดการให้น้ำ

1) รดน้ำทุก 3 วัน

2) รดน้ำทุก 10 วัน

3) รดน้ำ 1 ครั้ง เมื่อ 20 วันหลังจากงดการให้น้ำ

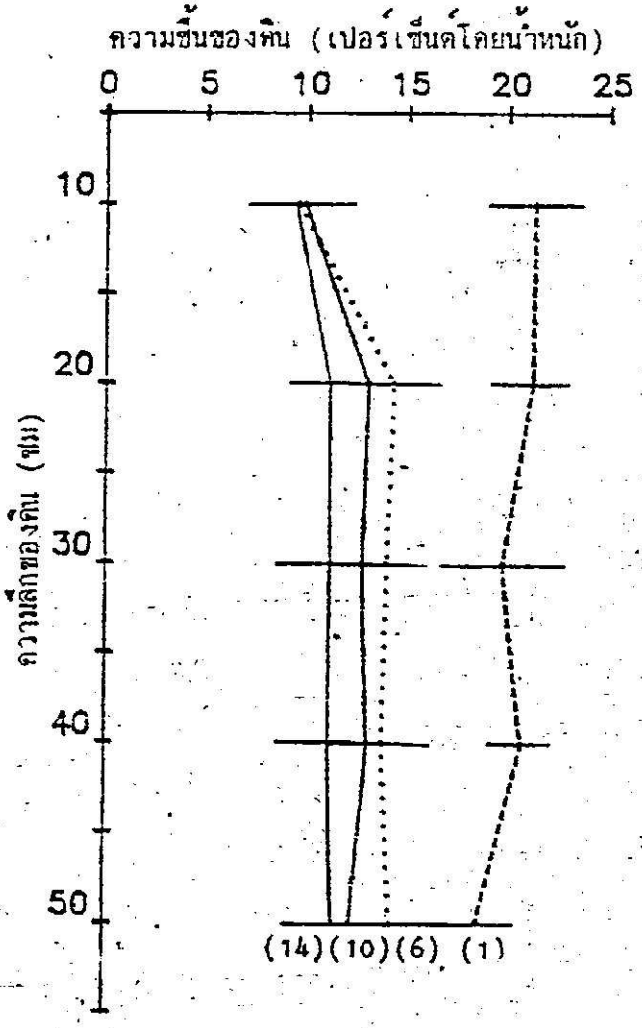
แต่ละหน่วยทดลองทำ 6 ซ้ำ วิเคราะห์ผลความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองโดยใช้แผนการทดลอง Completely Randomized Design

เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินที่เปลี่ยนแปลงจะวัดก่อนการรดน้ำทุกครั้ง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในแต่ละหน่วยทดลองแสดงในรูปที่ 5 ทำการวัด Ψ RWC และ stomatal resistance ของใบมังคุด เมื่อการทดลองครบ 40 วัน จากนั้นทำการเก็บเกี่ยวต้นเพื่อหาน้ำหนักของส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช คือ ใบ ต้น และราก แล้วคำนวณค่าสัดส่วนของรากต่อต้น (root : shoot ratio) เปรียบเทียบกันในแต่ละหน่วยทดลอง

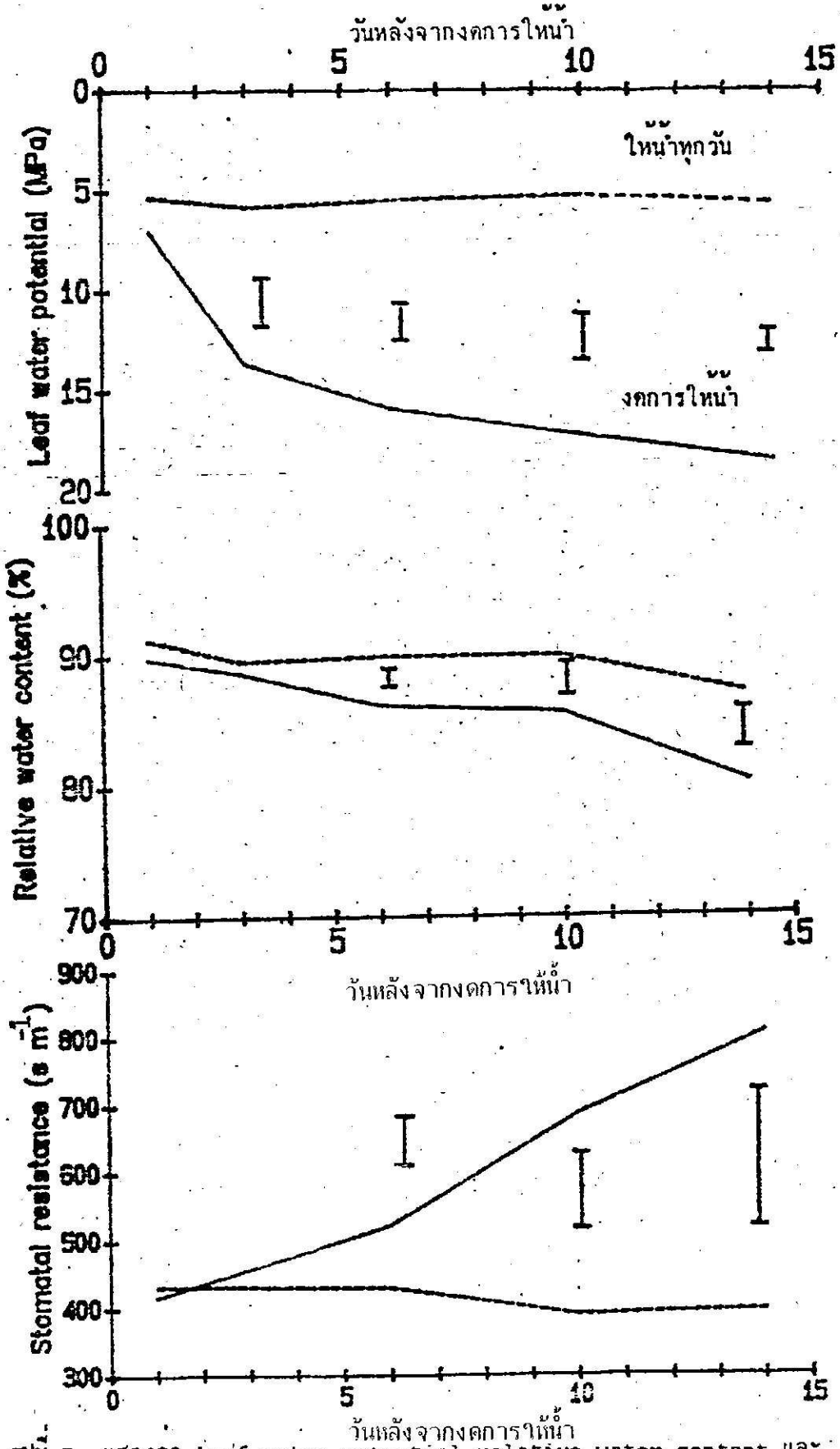
ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ 1 ในแปลงทดลองในช่วง 14 วัน พบว่าความชื้นของดินจากระดับผิวดินถึงความลึก 50 ซม ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 6 วันแรกหลังจากงดการให้น้ำ (รูปที่ 6) โดยเฉพาะความชื้นที่ผิวดิน (0-10 ซม) ลดลงจากประมาณ 22% เป็น 10% ทั้งนี้เป็นเพราะอุณหภูมิของอากาศสูงและแสงแดดจัดทำให้การคายระเหยน้ำสูง ขณะที่ความชื้นในชั้นดินถัดลงไปมีความชื้นประมาณ 15% หลังจากนั้นความชื้นของดินจะลดลงอย่างช้า ๆ ในวันที่ 10 และ 14 หลังจากงดการให้น้ำ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะความชื้นของดินลดลงใกล้จุด wilting point (WP) ทำให้พืชดูดน้ำจากดินได้น้อยลง

เมื่อพิจารณาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงสภาวะน้ำในใบพืชจะเห็นว่าสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดิน (รูปที่ 7) คือ ค่า Ψ ของใบมังคุดที่ขาดน้ำจะลดลงอย่างรวดเร็วและ ในวันที่ 3 หลังจากงดการให้น้ำจะลดลงอย่างช้า ๆ จนสิ้นสุดการทดลองซึ่งทำให้ค่า Ψ ของใบมังคุดที่งดการให้น้ำลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากต้นที่ให้น้ำทุกวันตั้งแต่วันที่ 3 จนถึงวันที่ 14 หลังจากงดการให้น้ำ ส่วนค่า RWC ของใบมังคุดที่ขาดน้ำจะเริ่มลดลงอย่างช้า ๆ จนเริ่มแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากค่า RWC ของใบมังคุดที่รดน้ำทุกวันตั้งแต่วันที่ 6 หลังจากงดให้น้ำจนสิ้นสุดการทดลอง ขณะเดียวกันใบมังคุดที่ขาดน้ำแสดงการตอบสนองด้วยการเริ่มปิดของปากใบ ตั้งแต่วันที่ 6 หลังจากงดการให้น้ำ มีผลทำให้ค่า stomatal resistance เพิ่มมากขึ้นจนแตกต่างกับค่า stomatal resistance ของใบมังคุดที่รดน้ำทุกวันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อสภาวะขาดน้ำในใบพืชรุนแรงขึ้น ความแตกต่างนี้ก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นแสดงว่ามังคุดที่ขาดน้ำพยายามปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำทางการคายน้ำ และช่วยให้พืชใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ (Cowan, 1986) จากการเปลี่ยนแปลงของ Ψ RWC และ stomatal resistance สรุปได้ว่าค่า Ψ ของใบมังคุดที่ขาดน้ำเป็น parameter ที่มีการตอบสนองอย่างรวดเร็วเมื่อสภาวะขาด

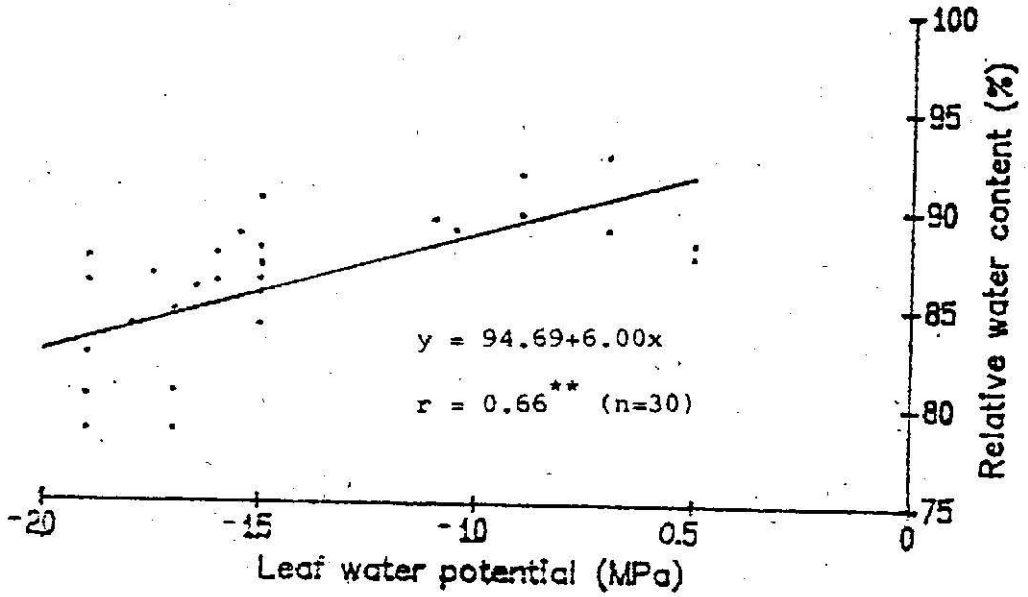


รูปที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินจากระดับผิวดิน 0–10 ซม. ถึงความลึก 40–50 ซม. ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 14 หลังจากงดการให้น้ำ (ตัวเลขในวงเล็บใต้เส้นกราฟแสดงวันที่ที่วัดความชื้นของดิน และเส้นแนวนอนที่ตัดขวางเส้นกราฟแสดง standard deviation ของค่าเฉลี่ย)

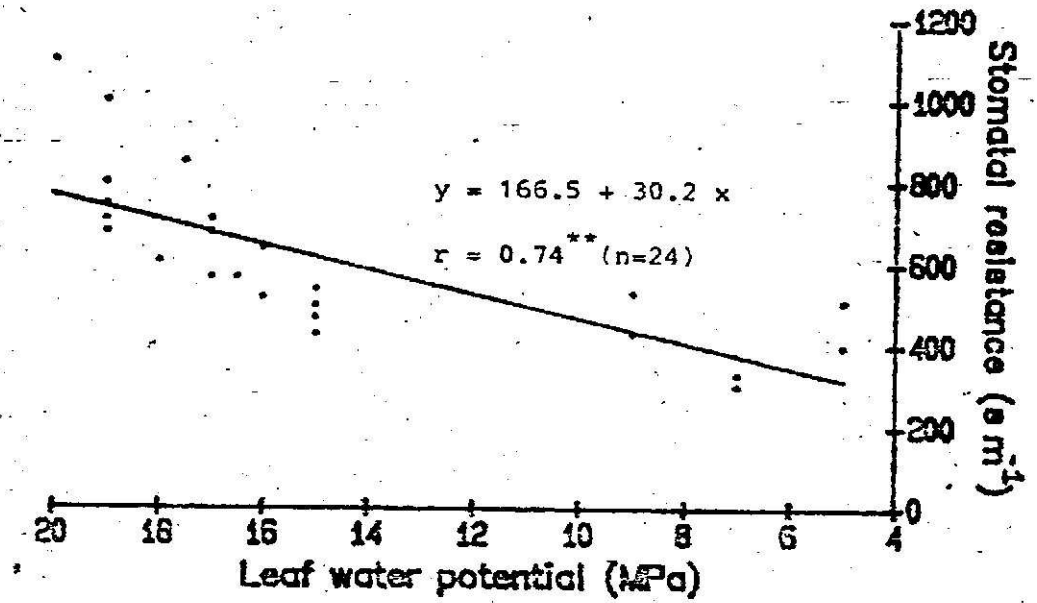


รูปที่ 7 แสดงค่า leaf water potential, relative water content และ stomatal resistance ของมังคุดที่รดน้ำทุกวันกับมังคุดที่หยุดการให้น้ำตลอดการทดลอง (เส้นตั้งแสดงค่า LSD 5%)

น้ำในพืชเกิดขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะพืชพยายามลดค่า Ψ ในใบลง เมื่อความชื้นในดินลดลง (หรือ Ψ ของดินลดลง) เพื่อให้เกิดความต่างศักย์ระหว่าง Ψ ทำให้พืชดึงน้ำขึ้นจากดินไปใช้ได้ (ปกตินำ้จะเคลื่อนที่จากที่มี Ψ สูงไปยังที่ Ψ ต่ำกว่า) ดังนั้นในระยะแรกหลังจากงดการให้น้ำ พืชพยายามรักษาระดับ RWC ของใบที่ขาดน้ำไม่ให้ลดลงมากนักแต่เมื่อความชื้นในดินลดลงมากขึ้น ใบพืชที่ขาดน้ำก็พยายามลดค่า RWC ลงไปอีกแต่เมื่อน้ำในดินลดลงไปถึงระดับที่พืชดึงไปใช้ได้น้อย ก็ส่งผลให้น้ำในใบลดลง ซึ่งพบในวันที่ 6 หลังจากหยุดการให้น้ำ ในระยะนี้พืชจะพยายามลดการสูญเสียน้ำออกจากใบโดยการเริ่มปิดปากใบทีละน้อย ๆ เพื่อรักษาน้ำในเซลล์พืช อย่างไรก็ตาม พบว่า 14 วันหลังจากงดการให้น้ำ ใบมังคุดบางส่วนมีอาการใบไหม้หรือบางส่วนของใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้ำตาลอ่อน ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการปิดของปากใบซึ่งอาจจะส่งผลให้อุณหภูมิของใบสูงขึ้นจนเกิดอาการใบไหม้ได้ ตามรายงานของ Schulzed (1987) นอกจากนี้การตอบสนองที่พบในช่วงนี้ก็คือใบมีลักษณะห้อยลงและก้านใบเหี่ยว อาจจะเป็นการลู่ของใบลงเพื่อลดการรับแสงแดดโดยตรง ช่วยลดความรุนแรงจากอาการใบไหม้ ซึ่งผิดกับใบมังคุดที่รดน้ำทุกวันมีการแผ่รับแสงแดดเต็มที่ รูปที่ 8 9 แสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งของ Ψ กับ RWC และ stomatal resistance ในระยะเวลาที่งดการให้น้ำที่แตกต่างกันแสดงว่า parameter ทั้ง 3 นี้เหมาะสมสำหรับใช้ในการวัดการตอบสนองของมังคุดต่อสภาวะขาดน้ำ มีข้อน่าสังเกตว่า ค่า Ψ และ RWC มีการเปลี่ยนแปลงในทางลดลงอย่างรวดเร็ว จากการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ชี้ให้เห็นว่ามังคุดไม่มีการปรับตัวของ solute โดยวิธี osmotic adjustment เพื่อรักษา RWC ให้สูงไว้ขณะที่ Ψ ลดลง แต่ในการทดลองนี้ไม่มีการวัด osmotic potential (Π) ซึ่งคุณสมบัตินี้ควรมีการศึกษาต่อไปเพื่อศึกษาถึงการตอบสนองของมังคุดต่อสภาวะขาดน้ำ ส่วนคุณสมบัติในการปิดปากใบน่าจะเป็นการตอบสนองของมังคุดที่ขาดน้ำในการที่จะลดการสูญเสียน้ำเพื่อการอยู่รอด ส่วนการทดลองในกระถางแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของระดับการขาดน้ำที่มีต่อมังคุดในแต่ละหน่วยทดลอง จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า Ψ ของมังคุดที่รดน้ำทุก 3 วันสูงแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับค่า Ψ ของมังคุดที่รดน้ำทุก 10 วัน และมังคุดรดน้ำเพียง 1 ครั้ง (ซึ่งจัดว่ามีสภาวะขาดน้ำปานกลาง และรุนแรงตามลำดับ) ส่วนค่า RWC ในใบพืชพบว่าลดลงในแต่ละหน่วยทดลองตามระดับความรุนแรงของการขาดน้ำ ในหน่วยทดลองที่ขาดน้ำรุนแรงมี RWC แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับมังคุดที่รดน้ำทุก 3 วัน ซึ่งการตอบสนองของสภาวะน้ำในพืชสอดคล้องกับปริมาณความชื้นของดินในกระถางด้วย(รูปที่ 5) สำหรับในหน่วยทดลองที่ขาดน้ำรุนแรง พบว่าก้านใบเริ่มมีอาการเหี่ยวย่น นอกจากนี้ตารางที่ 2 ยังแสดงให้เห็นว่ามังคุดตอบสนองการขาดน้ำโดยการปิดปากใบ และการตอบสนองนี้ขึ้นกับระดับความรุนแรงของสภาวะขาดน้ำด้วย ผลที่ได้สอดคล้องกับการตอบสนองของมังคุดที่ขาดน้ำในแปลงทดลอง แต่ค่า stomatal resistance ของมังคุดที่ปลูกในเรือนระแนงค่อนข้างจะสูงกว่า stomatal resistance ของมังคุดที่ปลูกในแปลงทดลอง ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะความเข้มของแสงที่ต่างกัน Chanasongkram



รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของ Leaf water potential และ relative water content ของมังคุดที่ขาดน้ำ



รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของ leaf water potential และ stomatal resistance ของมังคุดที่ขาดน้ำ

(1986) รายงานว่าความเข้มแสงที่สูงขึ้นมีผลทำให้ค่า stomatal resistance ลดลง ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าสภาวะขาดน้ำมีผลทำให้มีการพัฒนาทางลำต้นลดลง ถึงแม้ว่าน้ำหนักแห้งทั้งต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่น้ำหนักแห้งของใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างหน่วยทดลองที่มีการให้น้ำทุก 3 วัน กับหน่วยทดลองที่มีการให้น้ำเพียง 1 ครั้ง ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือสัดส่วนของรากต่อต้นซึ่งพบว่า มังคุดที่มีการให้น้ำทุก 3 วัน มีค่าสัดส่วนของรากต่อต้นเพียง 0.25 น้อยกว่าหน่วยทดลองที่ขาดน้ำปานกลาง และรุนแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.35 และ 0.40 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การตอบสนองเช่นนี้เป็นคุณสมบัติของพืชที่ขาดน้ำ ที่พยายามลดการสูญเสียน้ำโดยลดการเจริญเติบโตทางต้น แต่เพิ่มปริมาณรากให้มากขึ้น เพื่อชอนไชไปในดินชั้นล่างที่มีความชื้น (Sharp and Davies, 1985) ซึ่งจะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของรากมีแนวโน้มสูงขึ้น ในขณะที่เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของใบและต้นมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ เมื่อความรุนแรงของการขาดน้ำมากขึ้น จากผลการทดลองดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ในสภาวะขาดน้ำมังคุดมีการสูญเสียน้ำจากใบอย่างรวดเร็ว เมื่อความชื้นของดินลดลง การลดลงของ Ψ เพื่อพยุงค่า RWC หรือรักษาปริมาณน้ำในใบของมังคุดทำได้ช่วงสั้น จากนั้นค่า Ψ และ RWC จะลดลง ซึ่งมีผลทำให้พืชมีการปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำส่งผลให้ถึงการเจริญทางต้นมีแนวโน้มลดลง สัดส่วนของรากต่อต้นเพิ่มขึ้น ค่าของสัดส่วนดังกล่าวขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของสภาวะขาดน้ำด้วย หากพืชขาดน้ำรุนแรงก้านใบเหี่ยว ดังนั้นควรมีการให้น้ำกับมังคุดในช่วงนี้ก่อนที่พืชจะได้รับอันตรายจนทำให้มีการไหม้ของใบ

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย relative water content, leaf water potential และ stomatal resistence ของใบมังคุด โดยทำการวัดเมื่อ 40 วันหลังการทดลอง

ทรีตเมนต์	relative water content(%)	leaf water potential(MPa)	stomatal resistance(sm^{-1})
1) รดน้ำทุก 3 วัน	90.18[a]	-0.20[a]	513.75[a]
2) รดน้ำทุก 10 วัน	86.20[ab]	-0.53[b]	703.75[a]
3) รดน้ำ 1 ครั้ง เมื่อ 20 วันหลังงดให้น้ำ	82.12[b]	-1.39[c]	1582.50[b]

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักในส่วนของใบ ต้น ราก น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น และค่าสัดส่วนของต้นต่อรากของมังคุดใน 3 ทรีตเมนต์ โดยวัดผล 40 วันหลังเริ่มทดลอง

ทรีตเมนต์	น้ำหนักแห้ง (กรัม)			น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น (กรัม)	สัดส่วนของรากต่อต้น
	ใบ	ต้น	ราก		
1) รดน้ำทุก 3 วัน	20.02[a]*(44)+	16.30[a](36)+	9.05[a](20)+	45.37[a]	0.25[a]
2) รดน้ำทุก 10 วัน	17.65[ab](43)	12.85[a](31)	10.80[a](26)	41.30[a]	0.35[b]
3) รดน้ำ 1 ครั้งเมื่อ 20 วันหลังงดการให้น้ำ	16.28[b](41)	12.16[a](30)	11.43[a](29)	39.86[a]	0.40[b]

* ค่าที่มีอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

\+ ตัวเลขในวงเล็บแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น

เอกสารอ้างอิง

1. กรมวิชาการเกษตร (2530) การวางแผนทดลองไม้ยืนต้น เอกสารวิชาการ กรมวิชาการเกษตร.
2. ชาติชาย พฤกษ์รัตนกุล ธนาภรณ์ ตั้งวิสุทธิจิต รจนา โรจน์วิโรจน์ วสุ อมฤตสุทธิ์ อนันชัย กิตติศรัณย์เลิศ 2532 มังคุดเพื่อการส่งออก ข่าวสารเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วารสารการเกษตรเพื่อการเกษตร ปีที่ 34 ฉบับที่ 4 เดือนสิงหาคม-กันยายน : 62-79
3. นิวัฒน์ พรหมแพทย์ 2532 มังคุดเพื่อการส่งออก ชมรมไม้ผลแห่งประเทศไทย บางเขน กรุงเทพฯ
4. มงคล แซ่หลิม ทศพร เหมพัฒน์ และวิจิตต์ วรรณชิต (2528) การหาพันธุ์พืชที่เหมาะสมสำหรับทำต้นตอมังคุดเพื่อให้ขึ้นได้ในที่แห้งแล้ง และความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำในภาคใต้ รายงานวิจัย ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
5. มงคล แซ่หลิม (2530) การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการขยายพันธุ์มังคุด วารสารสงขลานครินทร์ 10 : 13-17.
6. สันติ ชาญวิชิต, พีรเดช ทองอำไพ, ชัยฤกษ์ สงวนทรัพยากร และ ลพ ภาภูตานนท์ ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการควบคุมขนาดพรงพุ่มและการออกดอกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 ภายหลังการตัดแต่งแบบหนัก รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 27 สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 30 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2532 หน้า 409-414.
7. สนั่น ขำเลิศ (2527) มะม่วงในระบบปลูกชิด ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิท-ยาลัยเกษตรศาสตร์.
8. อากรณ์ คงสวัสดิ์ (2532) การผลิตและการตลาดมังคุด ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรปีที่ 30 ฉบับที่ 391 : 6 - 13.
9. Achmad, S. 1983. Past, present and suggested future research on mangosteen with an example of research and production in Malaysia. International Workshop for Promoting Research on Tropical Fruits, Jakarta, May 30- June 6, 1983.

10. Campbell, C.W. 1966. Growing the mangosteen in Southern Florida Florida Agricultural Experiment Stations Journal Series No. 2525. 399-401 pp.

11. Chanasongkram, P. 1986. Morphological, Anatomical and Eco-Physiological Characteristics of Different Hevea Clones. MSc. thesis. Faculteit Van De Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent, Belgium.

12. Chanasongkram, P. 1986. Morphological, Anatomical and Eco-Physiological Characteristics of Different Heavea Clones. MSc. thesis. Faculteit Van De Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent, Belgium.

13. Cowan, I.R. 1986. Economics of carbon fixation in higher plants In : T.J. Givnish (ed.). On the Economy of Plant Form and Function Cambridge University Press. Cambridge U.K.

14. Cox, E.K. 1976. The Propagation of Tropical Fruit Trees. Common -wealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops.

15. Donahue, R.L., Miller, R.W., Shickluna, J.C. 1983. Soils. An Introduction to Soils and Plant Growth (5thed.) Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA.

16. FAO, 1982. Fruit-bearing foreat trees. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 85-124 pp.

17. Garner, R.J. 1976. The propagation of tropical fruit trees. Horticultural Review No.4, Commonweahth Bureau of Horticul ture and Plantation Crops, East Malling, Maidstone, Kent.

18. Leon, G.G. and Quirino A.A. 1951. The growth behavior of mangosteen and its graft-affinity with some relatives. The Philippine Agriculturist. 379-385 pp.

19. Mosse, B. 1962. Graft-incompatibility in fruit trees. Common -wealth Agricultural Buureaux, Farnham Royal, Bucks, Eanland.

20. Narciso, A. and Franklin, W.M. 1976. Cultivation of neglected tropical fruits with promise : Part I. The mangosteen. Agri cultural Research Service, U.S. Department of Agriculture.

21. Richards, D. 1985. Tree growth and productivity - The role of roots. In : B.W. Cull and P.E. Page (eds). Symposium on Physiology of Productivity of Subtropical and Tropical Tree Fruits. Drukkerij AVNT, Netherlands. p 27-36.

22. Roberto, E.C. 1983. Promising Fruit of the Philippines. College of Agriculture, University of the Philippines at Los Banos.

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

24. Sharp, R.E. and Davies, W.J. 1985. Root growth and water uptake by maize plants in drying soil. J. Exper. Bot. 36 (170) : 1441-1456.

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