การเพิ่มการเจริญเติบโตของมังคุดโดยการเสริมราก

Enhancing the Growth of Mangosteen (Garcinia mangostana Linn.) by Root-Supporting

สุพร มังคมณี

Suporn Kangkamanee

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science (Agriculture) Thesis in Plant Science

Prince of Songkla University

2537

เลขหมู่ S539.6 ส13 2537 ค.2

Bib Key 49906

ชื่อวิทยานิพนธ์ การเพิ่มการเจริญเติบโตของมังคุดโดยการเสริมราก

ผู้เขียน นางสาวสุพร มังคมณี

สาขาวิชา พืชศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมปอง เตชะโต)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ ศักดิ์นิมิต)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....

(ดร.ไพรัตน์ สงวนไทร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การเพิ่มการเจริญเติบโตของมังคุดโดยการเสริมราก

ผู้เขียน นางสาวสุพร มังคมณี

สาขาวิชา พืชศาสตร์

ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

มังคุดเป็นไม้ผลเมืองร้อนที่มีการเจริญเติบโตช้าในช่วงต้นกล้าและหลังย้ายปลูก ดังนั้นได้มีการทดลองเร่งการเจริญเติบโตในช่วงแรกโดยการเสริมราก โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลองคือ การปลูกในไรโซตรอน การปลูกในถุงพลาสติกสีดำที่หุ้มด้วยตาข่าย-เหล็ก และการปลูกในแปลงปลูก แต่ละการทดลองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มทดลองคือ 1) มังคุดที่ไม่เสริมราก 2) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และ 3) มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ผลการทดลองพบว่าการปลูกในไรโซตรอน และถุงพลาสติกสีดำที่หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการเจริญเติบโตในส่วนของรากและยอดดีที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับมังคุดที่ไม่เสริมรากและมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด เนื่องจากมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา มีการเจริญของระบบรากแผ่กระจายได้ดีที่สุด และมีการดึงน้ำจากดินไปใช้ได้ดีที่สุด สำหรับการปลูกในแปลงปลูกเป็นเวลามากกว่า 1 ปี ภายใต้ร่มเงา 50% พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีจำนวนใบ พื้นที่ใบ และความยาวกิ่งข้างรวมสูงที่สุด จึงสรุปได้ว่าการเสริมรากมังคุดด้วยพะวาสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของมังคุดได้

Thesis Title Enhancing the Growth of Mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.) by Root-Supporting

Author Miss Suporn Kangkamanee

Major Program Plant Science

Academic Year 1993

Abstract

Mangosteen has been described as a tropical fruit crop which exhibits poor growth during seedling stage and after transplanting period. With an attempt to accelerate early plant development, root-supporting was investigated. Three trials were rhizotron trial, a plastic bag trial and a field trial. Each trail composed of 3 treatments : 1) mangosteen with no root-supporting or control (M), 2) mangosteen root-supported with mangosteen (MM) and 3) mangosteen root-supported with phawa (*G. speciosa*) (MP). Results from the rhizotron and plastic bag trials indicated that plants in MP treatment exhibited the highest growth, and their root and shoot development were significantly greater than those plants in M and MM treatments. This was due to high root-proliferation and rapid water-uptake of plants in MP treatment. Under field-condition (with 50% shading) over 1-year period after transplanting, the plants in MP treatment showed the highest leaf number, leaf area and total lateral length. Hence, it is concluded that root-supporting with phawa enables improvement of the early growth of mangosteen.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการศึกษาวิจัย การเขียนและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สมปอง เตชะโต และผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ ศักดิ์นิมิต กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์เรือนระแนง และแปลงทดลอง ตลอดจนวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ และขอขอบพระคุณมูลนิธิมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้ทุนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ขอขอบคุณ พี่ หลาน คุณสุภาณี ยงค์ เพื่อน ๆ และน้องทุกคนที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจจนสำเร็จการศึกษา ผู้เขียนใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

สุพร ฆังคมณี

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบาญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการรูป	(9)
รายการรูปผนวก	(11)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	10
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	11
3 ผล	20
การศึกษาผลการเสริมรากมังคุดในเรือนระแนง โดยปลูกในไรโซตรอน	20
การเจริญเติบโต เมื่อตัดรากที่เสริมออก	20
การตอบสนองทางสรีรวิทยา	23
การแผ่กระจายของราก และความหนาแน่นของราก	26
การศึกษาผลการเสริมรากมังคุดในเรือนระแนง โดยปลูกในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก	29
การเจริญเติบโต	29
การตอบสนองทางสรีรวิทยา	32
การแผ่กระจายของราก และความหนาแน่นของราก	35

หน้า

การศึกษาผลการเสริมรากมังคุดในแปลงปลูก 37
การเจริญเติบโต 37
การตอบสนองทางสรีรวิทยา 40
4 วิจารณ์ 42
5 สรุป 47
เอกสารอ้างอิง 48
ภาคผนวก 56
ประวัติผู้เขียน 59

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของมังคุดที่ปลูกในไรโซตรอน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	22
2	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของมังคุดที่ปลูกในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	31
3	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของมังคุดที่ปลูกในแปลงปลูกมี เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	38
4	การเจริญเติบโตของมังคุดที่ปลูกในไรโซตรอน ถุงพลาสติกสีดำและแปลงปลูก เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	44

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1	ลักษณะของไรโซตรอนที่ใช้ในการศึกษาการเจริญของราก	13
2	ลักษณะการทาบกิ่งมังคุดแบบประกับ	15
3	ลักษณะของถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็กที่ใช้ในการปลูกมังคุด ในการทดลองที่ 2	16
4	แสดงค่าศักย์ของน้ำในใบของมังคุดที่ไม่เสริมราก มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ในไรโซตรอน	24
5	การเปลี่ยนแปลงศักย์ของน้ำในดินที่ระดับความลึก 25 (+), 50 (θ) และ 75 (-) ซม. จากผิวดิน ในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ของ (1) มังคุดที่ไม่เสริมราก (2) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และ (3) มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาในไรโซตรอน	25
6	ความยาวรากทุกระดับความลึก 10 ซม. จากผิวดิน (1) มังคุดที่ไม่เสริมราก (2) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และ (3) มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาในไรโซตรอน	27
7	ลักษณะของรากมังคุดและรากพะวาในไรโซตรอน เมื่อมองผ่านแผ่นพลาสติกใส	28
8	แสดงค่าศักย์ของน้ำในใบของมังคุดที่ไม่เสริมราก มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก	33
9	การเปลี่ยนแปลงศักย์ของน้ำในดินที่ระดับความลึก 20 (+), 40 (θ) และ 60 (-) ซม. จากผิวดิน ในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ของ (1) มังคุดที่ไม่เสริมราก (2) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และ (3) มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก	34

รูปที่		หน้า
10	ความยาวรากทุกระดับความลึก 10 ซม. จากผิวดินของ (1) มังคุดที่ไม่เสริมราก (2) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และ (3) มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก	36
11	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตระหว่างมังคุดที่ไม่เสริมราก (ก) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด (ข) และมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา (ค) ในแปลงปลูก	39
12	แสดงค่าศักย์ของน้ำในใบของมังคุดที่ไม่เสริมราก มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ในแปลงปลูก	41

รายการรูปผนวก

รูปผนวก		หน้า
1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงศักย์ของน้ำในใบและมุมใบ	57
2	การระเหยน้ำจากถาดระเหย และปริมาณน้ำฝน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2535-กันยายน 2536 (ข้อมูลจากศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)	58

บทที่ 1

บทนำ

มังคุด เป็นไม้ผลพื้นเมืองในเขตร้อนชื้นที่เคยนิยมปลูกกันเป็นสวนหลังบ้าน ปัจจุบันมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ นอกจากบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศแล้ว ยังส่งไปจำหน่ายต่างประเทศอีกด้วย ผลผลิตปีหนึ่ง ๆ ประมาณ 5-6 หมื่นตัน และนับวันจะมีปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้น มังคุดเป็นไม้ผลที่ปลูกง่ายพอสมควร โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความชื้นสูงไม่เหมาะกับการปลูกไม้ผลชนิดอื่น ๆ เป็นไม้ผลที่มีรูปทรงดี สีสรรสวยงาม รสชาติดี ความเสียหายจากการขนส่งมีน้อย มีราคาแพงเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทั้งในและต่างประเทศ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2532) สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้ (2535) รายงานว่าในภาคใต้มีพื้นที่ปลูกมังคุดมากที่สุด 99,178 ไร่ ให้ผลผลิตแล้ว 43,803 ไร่ และรองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก แหล่งปลูกที่สำคัญในภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรี-ธรรมราช นักลุง สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ตรัง กระบี่และพังงา มีพื้นที่ครอบคลุมฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของภาคใต้ ภาคตะวันออกมีแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด ตลาดมังคุดที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศอังกฤษ เยอรมันตะวันตก เนเธอร์แลนด์ สวิสเซอร์แลนด์ ไต้หวัน ญี่ปุ่นและ ฮ่องกง ประเทศไทยส่งมังคุดจำหน่ายในรูปผลไม้สดและผลไม้แช่แข็ง (ชาติชาย พฤกษ์รัตนกุล และคณะ, 2532) ประเทศคู่แข่งที่สำคัญคือ มาเลเซียและอินโดนีเซีย ปริมาณการส่งออกมังคุดของประเทศไทยคิดเป็น 1-2 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการผลิตทั้งหมดของประเทศ (ดารา พวงสุวรรณ, 2532)

การปลูกมังคุดของเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกด้วยเมล็ด หลังจากเพาะเมล็ดแล้ว 2-3 ปี ต้นกล้ามีขนาดพอเหมาะ (มีความสูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร) ที่จะนำไปปลูกในแปลงปลูกได้ หลังจากย้ายปลูกในแปลงแล้ว มังคุดจะมีการเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 6-7 ปี จึงเริ่มออกดอกและให้ผลผลิต (นิวัฒน์ พรหมแพทย์, 2532) และให้ผลผลิตเต็มที่เมื่ออายุได้ประมาณ 12 ปี (ประกิจ ดวงพิกุล, 2529) จึงทำให้ได้ผลผลิตช้า ปริมาณผล

ผลิตไม่เพียงพอและคุณภาพผลผลิตค่อนข้างต่ำไม่ได้มาตรฐานตามความต้องการของตลาด และผลิตไม่ได้ตามโควต้าของตลาดต่างประเทศ ดังนั้นหากมีวิธีการที่ทำให้มังคุดมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น สามารถออกดอกออกผลเร็ว ปริมาณและคุณภาพตรงกับความต้องการของตลาด หรือของผู้บริโภคแล้วจะเป็นลู่ทางแจ่มใสในการผลิตมังคุดเพื่อการค้า

ปัจจุบันการขยายพันธุ์มังคุดโดยวิธีต่าง ๆ ได้เข้ามามีบทบาทในการเกษตรมากขึ้น โดยเฉพาะการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เช่น การตอน การทาบกิ่ง และการเสียบยอด สามารถทำให้ร่นระยะเวลาของการติดผลได้สั้นลง และทรงพุ่มต่ำ สะดวกในการเก็บเกี่ยว แต่ปริมาณผลผลิตต่ำและมีระบบรากขนาดเล็ก ซึ่งถ้านำเอาวิธีการเสริมรากมาใช้กับมังคุด เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต ก็จะเป็นแนวทางในการเพิ่มปริมาณและคุณภาพในการผลิตมังคุดได้

การตรวจเอกสาร

มังคุด (mangosteen) เป็นพืชในวงศ์ Guttiferae มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า Garcinia mangostana Linn. พืชในสกุล Garcinia มีหลายชนิดคือ มากกว่า 150 ชนิด (species) กระจัดกระจายอยู่ในเขตร้อนของทวีปเอเชียและหมู่เกาะในทะเลจีนใต้ พืชสกุลนี้มีลำต้นเกลี้ยงไม่มีขนและมียางสีเหลือง ใบเขียวตลอดปี (Backer and Van den Brink, 1963) มีผู้ศึกษาและจำแนกออกได้แล้วประมาณ 29 ชนิดในสกุล Garcinia (วิลาวัลย์ มหาบุษราคัม, 2528)

มังคุดมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของประเทศมาเลเซีย (Jill, 1976) หลวงบุเรศบำรุงการ (2518) รายงานว่ามังคุดชอบขึ้นในบริเวณที่เป็นดินเหนียวปนทราย มีฝนตกชุกและมีความชื้นสูง Jill (1976) รายงานว่ามังคุดมีการแพร่กระจายอยู่ระหว่างละติจูดที่ 10 องศาเหนือ และใต้ อุณหภูมิเฉลี่ย 25-35 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,270 มิลลิเมตรต่อปี พบมากบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยและมาเลเซีย ส่วนประวัติของมังคุดในประเทศไทยสันนิษฐานว่า มังคุดแพร่กระจายพันธุ์เข้ามาในสมัยกรุงศรีอยุธยา ดังปรากฏในจดหมายเหตุชาวลังกาที่มาขอพระสงฆ์ไทยไปอุปสมบทชาวลังกาเมื่อประมาณ 212 ปีที่ผ่านมา เมื่อคณะทูตเดินทางมาถึงกรุงธนบุรี ข้าราชการหลายแผนกได้นำทุเรียน มังคุด มะพร้าว และ

อื่น ๆ มอบให้คณะทูต ก่อนที่จะเดินทางต่อไปยังกรุงศรีอยุธยา (กองเศรษฐกิจการตลาด, 2530)

มังคุดเป็นไม้ผลยืนต้นขนาดกลาง เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่มีความสูงประมาณ 10-25 เมตร ลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 25-35 เซนติเมตร (Ochse et al., 1970; สมสุข ศรีจักวาฬ, 2531) ลักษณะทรงต้น เป็นแบบตั้งตรงและแข็งแรง ทรงพุ่มเป็นแบบปิรามิดกว้าง 9-12 เมตร ลำต้นกลม เนื้อไม้มีสีน้ำตาลและมียางสีเหลือง (เยาวนุช หงษ์รานนท์ และคณะ, 2525) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมังคุดประกอบด้วย

1. ราก มังคุดเป็นไม้ผลขนาดใหญ่ ระบบของรากมี รากแก้ว และรากแขนง แต่ในช่วงการเจริญทางลำต้นก่อนออกดอกค่อนข้างช้า มีระบบรากอ่อนแอ และมีรากแขนงน้อย (Hume, 1947) การเจริญเติบโตและการพัฒนาของรากมังคุดนั้น มังคุดมีรากดูดอาหาร โดยเฉพาะรากขนอ่อนน้อยมาก ดังนั้นการพัฒนาของใบ ดอก และผล ขึ้นอยู่กับการเจริญและการพัฒนาของราก (Jill, 1976)

2. ใบ เป็นแบบใบเดี่ยว มีลักษณะหนาเรียบ กว้าง ยาวรี คล้ายรูปไข่ กว้าง 7-13 เซนติเมตร ยาว 15-25 เซนติเมตร ผิวใบเป็นมัน มีสีเขียวเข้ม ขอบใบทั้งสองด้านยกขึ้น แผ่นใบโค้งลงเล็กน้อย ใบมีจำนวนมากทำให้ทรงพุ่มทึบ เส้นกลางใบมีสีเหลืองชัดมีเส้นใบแตกออกไปสู่ขอบใบทั้งสองข้าง ก้านใบสั้นหนาแต่แตกหักได้ง่าย (สุรกิตติ ศรีกุล และ เที่ยง ตู้แก้ว, 2532)

3. ดอก ดอกมังคุดเกิดบริเวณปลายกิ่ง มีทั้งดอกตัวผู้ และดอกกระเทยในต้นเดียวกัน (polygamous) (Bailey, 1975) ขนาดของดอกทั้งสองชนิดใกล้เคียงกันคือ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-6 เซนติเมตร ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 4 กลีบ กลีบดอก 4 กลีบ มีลักษณะอวบสีชมพู (Coronel, 1983; สมสุข ศรีจักวาฬ และคณะ, 2527) เกสรตัวผู้มี 14-16 อัน โดยเกิดเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 อัน เกสรตัวผู้ทุกอันจะมีชีวิตในช่วงแรกแต่จะฝ่อตายไปในเวลาต่อมา ซึ่งทำให้เกสรตัวผู้เป็นหมัน (sterile) (รวี ภักดีกุลสัมพันธ์ และ ฟีรเดช ทองอำไพ, 2522) ในดอกกระเทยรังไข่อยู่บนฐานรองดอก (superior ovary) มี พูรังไข่ (carpel) 4-8 พูรังไข่จะอยู่สูงกว่าเกสรตัวผู้ (hypogenous) มีก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ยอดเกสรตัวเมียมีลักษณะเป็นแฉกรัศมีติดกับรังไข่ ดอกมังคุดจะบานในช่วงเย็นเวลาประมาณ 16.00-18.00 น. หลังจากดอกบาน 24 ชั่วโมง กลีบดอกจะร่วง (Bailey, 1975 and Coombe, 1976)

4. ผลมังคุดเป็นแบบ berry เส้นผ่าศูนย์กลางผลประมาณ 3.5-7.0 เซนติเมตรหรือมากกว่า เปลือกหนา 0.8-1.0 เซนติเมตร (Jill, 1976 and Ochse, 1961) เนื้อมังคุดจัดเป็น aril fruit ที่เกิดจากปลอกหุ้มไข่อ่อน (integument) ผลเมื่อสุกมีสีม่วงแดง (redish purple) (Bailey, 1953 and Bailey, 1975) ภายในแบ่งเป็น 4-8 ช่อง ตามจำนวนไข่อ่อน (Chandler, 1950) และมี 1-2 ช่องที่มีเมล็ดมีขนาดใหญ่กว่าช่องอื่น ๆ (ฝ่ายข้อมูลวารสารเคหการเกษตร, 2530) ผลมีน้ำหนักเฉลี่ย 80-150 กรัม ด้านบนของผลประกอบด้วยขั้วผลขนาดใหญ่และแข็งแรงเชื่อมติดอยู่กับกลีบเลี้ยง 4 กลีบ กลีบคู่หนึ่งเล็กและอีกคู่หนึ่งโตกว่าติดอยู่บนผล ส่วนด้านก้นของผลมียอดเกสรตัวเมียสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะเป็นแฉกจำนวน 4-8 แฉก ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกจำนวนผูรังไข่ ภายในผลเนื้อผลมีสีขาวนิ่มแบ่งเป็นกลีบอัดกันแน่น ผลมังคุด 1 กิโลกรัม มีเนื้อผลเพียง 300-400 กรัม (กวิศร์ วานิชกุล, 2522)

5. เมล็ด เมล็ดมังคุดเกิดจากเนื้อเยื่อนิวเซลลัส (nucellus) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่อยู่รอบ ๆ เอ็มบริโอแซค (embryo sac) ถูกกระตุ้นให้เจริญพัฒนาออกมาโดยไม่ได้ผ่านกระบวนการผสมเกสรเช่นเมล็ดพืชทั่ว ๆ ไป และเมล็ดสามารถพัฒนาไปเป็นต้นอ่อนได้มากกว่า 1 ต้น (polyembryonic seed) (มงคล แช่หลิม, 2531) Naik (1974) อ้างโดย รวี ภักดีกุลสัมพันธ์ และ พีรเดช ทองอำไพ (2529) รายงานว่าเมล็ดมังคุดไม่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรม และมีโอกาสเป็น polyembryonic seed ถึง 5.5 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดมังคุดมีอายุสั้นเพียง 3-5 สัปดาห์ แต่ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมีความชื้นพอเหมาะเมล็ดมังคุดจะมีอายุนานขึ้น จำนวนเมล็ดในแต่ละผลมีประมาณ 2 เมล็ด แต่ละเมล็ดมีความยาวประมาณ 0.5-1.5 เซนติเมตร เมล็ดมังคุดจะไม่มีตันภะ (embryo) และใบเลี้ยง (cotyledon) และมีโครโมโซมหลายชุดในสภาพดิพลอยด์ พบว่ามีจำนวน 2n = 96

ชาติชาย พฤกษ์รัตนกุล และคณะ (2532) รายงานว่า มังคุดมีเพียงพันธุ์เดียวแต่มีการผันแปรบ้างในด้านสีขนาดและรสชาติของผลตามสภาพท้องที่ปลูก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2532) รายงานว่ามังคุดเป็นพืชที่ยังไม่มีการกลายพันธุ์ การศึกษาเกี่ยวกับพันธุ์มังคุดปัจจุบันยังไม่มีกันอย่างจริงจัง แต่ลักษณะทั่วไปคล้ายคลึงกันจะแตกต่างกันบ้างด้านขนาดของผลขั้วผล ใบ และเปลือกผล ซึ่งลักษณะที่แตกต่างกันนี้เกิดจากสภาพแวดล้อมที่ปลูกแตกต่างกันเช่น ลักษณะดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน อุณหภูมิ ปริมาณน้ำ และความชื้น

มังคุดนอกจากใช้รับประทานสดแล้ว ยังสามารถแปรรูปเป็นมังคุดกวน หรือแยมมังคุด ได้ นิวัฒน์ พรหมแพทย์ (2532) สุรกิตติ ศรีกุล และ เที่ยง ตู้แก้ว (2532) รายงานว่า มังคุดยังสามารถให้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ ได้อีก เช่น เมล็ดสามารถใช้ต้มรับประทานได้ ส่วนเปลือกผลมีสารแทนนินสามารถใช้เป็นส่วนผสมของสีย้อมผ้าได้ ลำต้นเป็นไม้เนื้อแข็งมีสีน้ำตาลเข้มสามารถใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ได้ดี มีทรงพุ่มสวยงามเหมาะที่จะปลูกเป็นไม้ประดับอาคารบ้านเรือน เปลือกผลมังคุดบดให้ละเอียดใช้ประโยชน์ทางยาเป็นส่วนผสมของยาแก้โรคบิด และท้องร่วงได้ ส่วนประกอบของเนื้อมังคุด 100 กรัม มีคุณค่าทางอาหารดังนี้ ให้พลังงาน 76 แคลอรี่ โปรตีน 0.7 กรัม ไขมัน 0.8 กรัม คาร์โบไฮเดรต 18.6 กรัม เส้นใย 1.3 กรัม เถ้า 0.2 กรัม แคลเซียม 18 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 11 มิลลิกรัม เหล็ก 0.3 มิลลิกรัม ไทอะมีน (วิตามินบี 1) 0.06 มิลลิกรัม ไรโบฟราวิน (วิตามินบี 2) 0.01 มิลลิกรัม ไนอะซีน 0.4 มิลลิกรัม และวิตามินซี 2 มิลลิกรัม

มังคุดขึ้นได้ดีในเขตที่มีอากาศร้อน ความชื้นสูง ปริมาณน้ำฝนสม่ำเสมอ ระดับอุณหภูมิที่สม่ำเสมอช่วง 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,270 มิลลิเมตรต่อปี ระดับความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลจนถึงประมาณ 70 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล สภาพดินอุดมสมบูรณ์ด้วยอินทรีย์วัตถุดินร่วนซุย ไม่แน่นทึบ pH 5-6 (ชาติชาย พฤกษ์รัตนกุล และคณะ, 2532)

ต้นมังคุดที่ปลูกด้วยเมล็ดจะเริ่มออกดอกและติดผลเมื่ออายุ 7 ปีขึ้นไป (นิวัติ พรหมแพทย์, 2532) ซึ่งใช้ระยะเวลานาน หากปลูกจากต้นที่เสียบยอดจะให้ผลเร็วภายใน 3-4 ปี หลังปลูก แต่ให้ผลผลิตต่ำ (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์ และคณะ, 2530) มงคล แซ่หลิม และคณะ (2528) รายงานว่า การเสียบข้างมังคุดบนต้นตอมังคุดเริ่มให้ผลเมื่ออายุ 6 ปี แต่ให้ผลผลิตต่ำมาก และลักษณะทรงพุ่ม เลื้อย ไม่แข็งแรง ระยะเวลาการออกดอกติดผลของมังคุดและปริมาณผลผลิตขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้น การเร่งการเจริญเติบโตของมังคุดจะช่วยร่นระยะเวลาการออกดอกติดผล การเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างด้วยกันคือ

1. วัสดุปลูกที่เหมาะสม มังคุดเป็นพืชที่สามารถขึ้นได้ดีในดินทุกประเภท ดินที่เหมาะสมกับการปลูกมังคุด คือ ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เป็นดินเหนียวปนทรายที่อุ้มน้ำและระบายน้ำได้ดี หน้าดินลึก และอุดมด้วยอินทรีย์วัตถุ ดินเป็นกรดอ่อน ๆ มี pH 5-6 สำหรับหลุมปลูกควรขุดหลุม

ขนาด 50 x 50 x 50 เซนติเมตรเป็นอย่างน้อย แล้วรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยอินทรีย์ผสมปุ๋ยสูตร 15-15-15 และปุ๋ยร็อคฟอสเฟตคลุกกับหน้าดินที่แยกไว้เมื่อขุดหลุม (สายัณห์ สดุดี, 2536)

2. ระดับร่มเงาที่เหมาะสม มังคุดเป็นพืชที่ต้องการร่มเงามากตั้งแต่แรกปลูกไปจนโต ยิ่งในระยะที่เป็นต้นกล้า (อายุ 2 ปี) จะทำให้ตาและใบอ่อนถูกทำลาย ถ้าได้รับแสงมากเกินไป (Downton et al., 1990) แต่ถ้าพืชได้รับแสงน้อยเกินไปอาจจะทำให้คลอโรฟิลล์ลดลง ความถี่ของปากใบลดลง ตลอดจนทำให้การพัฒนาของระบบรากลดลงด้วย (Givnish, 1988) ดังนั้นในวันแรกที่ทำการปลูกมังคุดก็จะต้องมีการจัดทำร่มเงาให้ทันที เช่น ทางมะพร้าว หรือปลูกพืชอื่นให้เป็นพืชร่วมเตรียมไว้ก่อนเพื่อให้ร่มเงา เช่น กล้วย ทองหลาง แคฝรั่ง หรือกระถินยักษ์ เป็นต้น (นิวัฒน์ พรหมแพทย์, 2532) จากการทดลองของสายัณห์ สดุดี และคณะ (2535b) พบว่าการทดลองพรางแสงที่ระดับ 50% เหมาะสมที่สุดเพราะจะช่วยให้มังคุดเจริญเติบโตดี การให้ร่มเงานี้ควรให้เป็นเวลา 3-4 ปี (นิวัฒน์ พรหมแพทย์, 2532) หลังจากนั้นจึงปล่อยให้รับแสงได้เต็มที่ แต่สำหรับในภาคใต้มีเกษตรกรชาวสวนหลายรายที่ปลูกมังคุดแซมกับต้นไม้อื่น ๆ โดยไม่ต้องมีการพรางแสง เช่น ปลูกแซมในสวนยางเก่าก่อนที่จะโค่น หรือปลูกแซมในสวนผลไม้อื่น เช่น สวนทุเรียน สวนเงาะ สวนมะพร้าว เป็นต้น

3. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสม คาร์บอนไดออกไซด์โดยทั่วไปพืชมักไม่ขาดเพราะมีอยู่แล้วในบรรยากาศอย่างพอเพียง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่พอเหมาะ หรือที่ทำให้พืชมีอัตราการสังเคราะห์แสงได้มากที่สุดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการเช่น ชนิดของพืช และความเข้มของแสง ในพืชชนิดเดียวกัน ถ้าปลูกในที่มีความเข้มแสงมากจะต้องการคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่มากกว่า เมื่อปลูกพืชในที่มีความเข้มแสงน้อย (สัมพันธ์ คัมภิรานนท์, 2525) ปกติมังคุดเป็นพืชที่มีความสามารถในการดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ได้ต่ำ เพราะมีความถี่ของปากใบต่ำ ดังนั้นถ้ามังคุดได้รับความเข้มของแสงหรือร่มเงา 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมก็จะทำให้มังคุดสามารถดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการสังเคราะห์แสงได้อย่างมีประสิทธิภาพ Downton และคณะ (1990) กล่าวว่า ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสม สำหรับมังคุดประมาณ 800 ไมโครบาร์ ทำให้มีการสังเคราะห์แสงได้มาก ส่งผลให้มีการเพิ่มการแตกกิ่ง ขนาดพื้นที่ใบ และจำนวนใบมากขึ้น

4. การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต มังคุดเป็นไม้ผลที่มีการเจริญเติบโตช้า หลังจากย้ายปลูกในแปลงแล้ว มังคุดจะมีการเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 6-7 ปี จึงเริ่ม

ให้ผลผลิตได้ (นิวัฒน์ พรหมแพทย์, 2532) ดังนั้นการใช้สารเคมีเร่งการเจริญเติบโตก็สามารถเร่งให้มังคุด ออกดอก ออกผลเร็วขึ้น สารเคมีจะเร่งการเจริญทางยอดและราก จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยมงคล แซ่หลิม และ สมปอง เตชะโต (2533) พบว่าไซโตไคนินมีคุณสมบัติส่งเสริมการเจริญทางยอด (shoot) ของมังคุดได้ดี เช่น BA สามารถชักนำในการเกิดยอดรวม (multiple shoots) BA ความเข้มข้น 20 ไมโครโมล สามารถเพิ่มการเจริญทางยอดได้ดี มีอัตราการสร้างยอดรวมเพิ่มขึ้นถึง 72.9 เปอร์เซ็นต์ พีรเดช ทองอำไพ (2529) แนะนำว่า kinetin เป็นสารสังเคราะห์ตัวหนึ่งในกลุ่มไซโตไคนินที่มีผลกระตุ้นการเจริญทางด้านลำต้นของพืช กระตุ้นการเจริญของตาข้าง นอกจากนี้มีรายงานว่าสารเคมีบางตัวเช่น ไทโอยูเรีย (thiourea) ซึ่งอาจจัดได้ว่าเป็นปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูงได้เช่นกัน เนื่องจากมีไนโตรเจน สูงถึง 36 เปอรเซ็นต์ สารนี้มีคุณสมบัติทำลายการพักตัวของพืช และเป็นสารกระตุ้นการแตกตา เช่น ในมะม่วงพบว่า ถ้าตายอดของมะม่วงเป็นตาใบอยู่แล้ว เมื่อมีการพ่นไทโอยูเรีย ทำให้มีการแตกใบอ่อนออกมาเร็วขึ้น (พีรเดช ทองอำไพ, 2530) นอกจากนั้น สายัณห์ สดุดี และ มงคล แซ่หลิม (2534) ได้ทดลองใช้สารเคมี เพื่อชักนำการแตกใบของมังคุด ซึ่งจะช่วยเร่งการเจริญเติบโตของต้นกล้ามังคุดหลังจากย้ายปลูก โดยใช้กล้ามังคุดอายุ 2 ปี พ่นสารเคมีในช่วงที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมเช่น ฤดูร้อน พบว่าการใช้ไทโอยูเรีย ที่ความเข้มข้น 500 ppm, kinetin ความเข้มข้น 750 ppm และ BA ความเข้มข้นที่ 500 ppm สามารถชักนำให้มังคุดแตกใบใหม่ได้ดี

5. การเสริมราก รากพืชเป็นอวัยวะที่สำคัญของพืชทำหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารไปเลี้ยงต้นพืชจึงช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาได้เป็นปกติ นอกจากนั้นรากยังทำหน้าที่ในการยึดเกาะให้ต้นพืชทรงตัวอยู่ได้ ทำหน้าที่สะสมอาหารและขยายพันธุ์ได้ในพืชบางชนิด Richards (1985) รายงานว่า การเจริญเติบโตของรากมีความสัมพันธ์กับการเจริญของยอด คือ เมื่อรากถูกจำกัดลงทำให้ยอดมีขนาดเล็กลงด้วย เนื่องจากรากพืชดูดน้ำและธาตุอาหารไปเลี้ยงส่วนลำต้นได้น้อย และยังพบว่ารากพืชเป็นแหล่งสังเคราะห์ฮอร์โมนพืชเช่น ไซโตไคนิน และจิบเบอเรลลิน พืชแต่ละชนิดจะมีลักษณะของระบบรากที่แตกต่างกันซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการเจริญเติบโตและการแผ่กระจายของราก อภินันท์ กำนันรัตน์ และคณะ (2535) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการแผ่กระจายของรากขึ้นกับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น พันธุกรรมของพืช การแข่งขันของพืช นอกจากนี้ Loehle และ Jones (1990) กล่าวว่าการ

เจริญเติบโตของรากจะเกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน สำหรับมังคุด มงคล แซ่หลิม และคณะ (2533) รายงานว่า เป็นพืช ที่มีระบบรากขนาดเล็ก จึงทำให้เจริญเติบโตช้า ใช้เวลานานกว่าจะให้ผลผลิต Kristiina และ Bloomfield (1991) รายงานว่า วิธีการเสริมรากน่าจะเป็นวิธีที่ช่วยให้รากพืชมีการเจริญเติบโตเร็วและแผ่กระจายได้ดีขึ้น เพื่อช่วยพืชให้มีการดูดน้ำและธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้มีรายงานในไม้ผลชนิดอื่น เช่น ทุเรียน เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตช้าและอ่อนแอ แต่เมื่อมีการเสริมรากช่วยให้ลำต้นมีความมั่นคงแข็งแรง และมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น (ฟุ้ง ศศิสนธ์, 2513) ในการเสริมรากของมังคุดนั้นต้องใช้พืชที่อยู่ในตระกูลเดียวกันและสามารถเข้ากันได้เป็นพืชเสริมราก ความเข้ากันได้ (compatibility) ของรอยต่อประสบผลสำเร็จมากน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในการพัฒนาของเนื้อเยื่อแคลลัสไปเป็นท่อน้ำและท่ออาหาร (Mosse, 1962)

มงคล แซ่หลิม (2531) ได้ศึกษาการขยายพันธุ์มังคุดเพื่อหาต้นตอที่เหมาะสมสำหรับการขยายพันธุ์มังคุด โดยใช้พืชสกุลเดียวกับมังคุด จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ พะวา (G. speciosa) มะพูด (G. dulcis) ส้มแขก (G. atroviridis) ชะมวง (G. cowa) และมังคุด (G. mangostana) เป็นต้นตอเปรียบเทียบ จากการทดลองพบว่า พะวากับมะพูดมีโอกาสจะใช้เป็นต้นตอในการขยายพันธุ์มังคุดในระยะแรกได้ดีกว่าส้มแขกและชะมวง สำหรับการเสียบยอดมังคุดบนต้นตอมังคุด หากใช้กิ่งยอดจากต้นที่ให้ผลแล้วจะมีการเจริญเติบโตดีและเร็วกว่าบนต้นตอต่างชนิดกัน และวิธีที่เหมาะสมสำหรับการขยายพันธุ์มังคุดคือ วิธีการทาบกิ่งบนต้นตอพะวา ได้ผลสำเร็จถึงร้อยละ 66 และการประสานตัวของรอยต่อใช้เวลานานประมาณ 4 เดือน สำหรับต้นตอมังคุดใช้เวลานาน 3 เดือน

ถึงแม้ว่าการทาบกิ่งมังคุดบนต้นตอพะวาจะประสบผลสำเร็จ แต่เมื่อนำไปปลูกในสภาพแปลงปลูก ปรากฏว่ามีการเจริญเติบโตช้า และมีเพียงการทาบมังคุดบนต้นตอมังคุดเท่านั้นที่เจริญเติบโตจนให้ผลผลิตได้ แต่ก็พบว่าการเจริญเติบโตช้ามากเมื่อเปรียบเทียบกับมังคุดที่ปลูกจากเมล็ด (สายัณห์ สดุดี และ มงคล แซ่หลิม, 2532) มงคล แซ่หลิม และคณะ (2533) แนะนำว่า พะวาและมะพูดต่างก็สามารถเข้ากันได้กับมังคุดซึ่งน่าจะนำมาใช้ประโยชน์ในการเสริมรากเนื่องจากพืชทั้งสองชนิดนี้มีการปรับตัวได้ดีในสภาพภูมิอากาศของภาคใต้ แต่อย่างไรก็ตามยังขาดข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของระบบรากพะวา, มะพูด รวมทั้งมังคุด

ด้วย ดังนั้น สายัณห์ สดุดี และคณะ (2535) จึงได้นำเอาพืชทั้ง 3 ชนิดนี้ที่มีอายุเท่ากันมาทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและระบบราก รวมทั้งได้ทดลองศึกษาผลของการเสริมรากเพื่อช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของมังคุดด้วย โดยศึกษาถึงการเจริญของราก และต้นอย่างต่อเนื่องภายหลังการเสริมรากพบว่า ความแตกต่างของระบบรากของต้นกล้ามะพูด มังคุด และพะวา โดยเปรียบเทียบถึงความแตกต่างการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ใบ และรากของต้นกล้ามะพูด มังคุด และพะวาที่มีอายุ 2 ปี พบว่าพะวากับมังคุดมีจำนวนใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักของลำต้น และใบไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากมะพูดอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับส่วนของรากพะวาจะมีความยาวรากมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างมังคุดกับมะพูด โดยเฉพาะส่วนของรากแขนง และรากขนอ่อนจะมีความยาวเท่ากับ 1,407.60, 569.17 และ 119.74 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความยาวรากแก้วของพะวาและมังคุดไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับมะพูดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อชั่งน้ำหนักแห้งรวมของรากทั้งหมดพบว่า พะวามีน้ำหนักมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของรากต่อต้น พบว่า มังคุดมีค่าน้อยที่สุด คือ 0.22 ขณะที่พะวาและมะพูดมีค่าใกล้เคียงกันคือ 0.39 และ 0.37 ตามลำดับ แสดงว่าต้นกล้าพะวามีการเจริญเติบโตมากที่สุดทั้งส่วนต้น ใบ และราก รองลงมาคือ มังคุด และมะพูด ตามลำดับ

การเสริมรากที่มีต่อการเจริญเติบโตของรากและต้นมังคุด โดยทำการทดลองในไรโซตรอน มี 3 กลุ่มทดลองคือ 1) มังคุดที่ไม่เสริมราก 2) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และ 3) มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีพื้นที่ใบ และความยาวรากมากที่สุด ความยาวรากรวมของมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องตลอดการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางลำต้น ใบ และราก ปรากฏว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีพื้นที่ใบมากที่สุด (2,874.15 ตารางเซนติเมตร) รองลงมาคือมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด (1,826.76 ตารางเซนติเมตร) และมังคุดที่ไม่เสริมราก (1,252.15 ตารางเซนติเมตร) สำหรับความสูงของต้นและเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความยาวรากพบว่า มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีความยาวรากมากที่สุด และเมื่อศึกษาถึงการแผ่กระจายของรากในดินความลึกทุก 10 เซนติเมตร จากระดับผิวดินถึงความลึก 100 เซนติเมตร ของพื้นที่หน้าตัดดิน พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการเจริญของรากมากในระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นรากของพะวา

ถึงแม้ว่าผลจากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมรากมังคุดด้วยพะวาช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของมังคุดได้ แต่ก็เป็นเพียงการทดลองครั้งแรก ดังนั้นยังต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนผลงานทดลอง เช่น รูปแบบการใช้น้ำของพืช หลังจากมีการเสริมราก ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อพิสูจน์ว่ารากพะวาสามารถช่วยดูดน้ำได้ดีขึ้น จึงได้นำมาศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลสนับสนุนงานทดลองดังกล่าว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้ามังคุดหลังจากมีการเสริมราก
2. ศึกษาการเจริญเติบโตของมังคุดหลังการเสริมราก
3. ศึกษาการแพร่กระจายของระบบราก
4. ศึกษาการดูดน้ำของรากหลังจากมีการเสริมราก

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ทำการทดลองที่เรือนระแนงและแปลงทดลอง ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากร-ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือน กันยายน 2535 และสิ้นสุดการทดลองเดือนกันยายน 2536

วัสดุอุปกรณ์

1. ต้นกล้ามังคุดและต้นกล้าพะวาที่อายุประมาณ 2 ปี มีขนาดสม่ำเสมอกัน ต้นกล้ามังคุดจำนวน 52 ต้น และต้นกล้าพะวา จำนวน 15 ต้น
2. ถุงพลาสติกสีดำขนาด 12 x 36 นิ้ว
3. ตาข่ายเหล็กขนาด 1 x 1 นิ้ว
4. ท่อพีวีซี
5. แผ่นไม้อัด
6. ปุ๋ยเคมี
7. สารเคมีกำจัดศัตรูพืช
8. กล้องบันทึกภาพ พร้อมฟิล์มสีและฟิล์มสไลด์
9. แท่งยิปซั่ม (Gypsum Block)
10. เครื่องมือวัดศักย์ของน้ำในใบ (Pressure Chamber)
11. เครื่องมือวัดมุมใบ (Circular Protractor)
12. เครื่องมือวัดความชื้นดิน (Soil Moisture Tester)
13. เครื่องชั่ง
14. ตู้อบ

15. เครื่องมือวัด เช่น ไม้บรรทัด เวอร์เนียร์

16. อุปกรณ์อื่น ๆ

วิธีการ

แบ่งการศึกษาเป็น 3 ส่วน คือการศึกษาในเรือนระแนง โดยปลูกในไรโซตรอน และปลูกในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก และการศึกษาในแปลงปลูก ณ แปลงทดลอง ภาควิชาพืชศาสตร์

1. การศึกษาผลการเสริมรากมังคุดในเรือนระแนง โดยปลูกในไรโซตรอน

1.1 เลือกต้นกล้ามังคุดเพื่อทำการศึกษา โดยคัดเลือกต้นที่มีอายุประมาณ 2 ปี ที่มีขนาดสม่ำเสมอจำนวน 12 ต้น และต้นกล้าพะวาจำนวน 3 ต้น

1.2 การจัดวางกลุ่มทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randommized design) มี 3 กลุ่มทดลอง (treatment) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดของกลุ่มทดลองดังต่อไปนี้

- กลุ่มทดลองที่ 1 ไม่เสริมราก
- กลุ่มทดลองที่ 2 เสริมราก โดยใช้รากมังคุด
- กลุ่มทดลองที่ 3 เสริมราก โดยใช้รากพะวา

1.3 นำดินผสมมาหา pH ของดิน ทำการทดลอง 5 ซ้ำ โดยใช้ดิน : น้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1 : 5 คนให้เข้ากันทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วคนอีกครั้ง ทิ้งให้ตกตะกอน แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Chem-Mate pH meter

1.4 นำดินผสมใส่ในไรโซตรอนแต่ละช่อง ซึ่งมีทั้งหมด 9 ช่องฝังแท่งยิปซั่ม 3 แท่งที่ระดับความลึก 25, 50 และ 75 เซนติเมตร โดยใช้ auger เจาะลึกห่างจากโคนต้น 5 เซนติเมตร ลึก 75 เซนติเมตร วางแท่งยิบซั่มที่ระดับ 75, 50 และ 25 เซนติเมตร กลบดินคั่นกลางเป็นชั้น ๆ และกลบปากหลุมให้อยู่ในสภาพดังเดิม จากนั้นนำต้นกล้ามังคุดและพะวาในแต่ละวิธีทดลองลงปลูกในไรโซตรอน (รูปที่ 1) มีขนาดหน้าตัด 50 x 100 ตารางเซนติเมตร และลาดเอียง 60 องศา โดยใช้พลาสติกใสหนา 5 มิลลิเมตร ซึ่งมีเหล็กเส้นรองรับช่วยให้ทนแรงกดได้ ไรโซตรอนแต่ละช่องบรรจุดินผสม 0.25 ลูกบาศก์เมตร โดยกลุ่มทดลองที่ 1

รูปที่ 1 ลักษณะของไรโซตรอนที่ใช้ในการศึกษาการเจริญของราก

ไม่เสริมรากปลูกมังคุดอย่างเดียว กลุ่มทดลองที่ 2 ปลูกมังคุดคู่กับมังคุด และกลุ่มทดลองที่ 3 มังคุดคู่กับพะวา ปลูกห่างกันประมาณ 4 เซนติเมตร และในแต่ละช่องของไรโซตรอนจะปิดด้วยพลาสติกดำทึบบริเวณหน้าตัดของแผ่นพลาสติกใสเพื่อป้องกันไม่ให้แสงผ่านเข้าไปได้ นอกจากนี้ด้านหน้าไรโซตรอนแต่ละช่องปิดด้านนอกด้วย กระสอบป่านเพื่อลดอุณหภูมิ เมื่อแสงมากระทบ หลังจากย้ายปลูกแล้ว 1 เดือน จึงทำการเสริมรากด้วยวิธีการทาบกิ่งแบบประกับ (spliced approach grafting) (สนั่น ชำเลิศ, 2523) โดยให้รอยทาบสูงจากผิวดินประมาณ 10 เซนติเมตร (รูปที่ 2) เมื่อรอยทาบเชื่อมติดกันดีแล้วทำการตัดยอดของต้นกล้ามังคุดและพะวาที่นำไปเสริม โดยให้รอยตัดอยู่เหนือรอยทาบเล็กน้อย หลังจากนั้น 2 เดือน จึงเริ่มทำการวัดผล เพราะมีรากปรากฏให้เห็นบนแผ่นพลาสติกในไรโซตรอนทุกกลุ่มทดลอง

1.5 การดูแลรักษา ให้ปุ๋ยเกร็ดสูตร 15-15-15 ทุกอาทิตย์และปุ๋ย Osmocote ทุก ๆ 1 เดือน และฉีดยาป้องกันแมลงทุกครั้งที่แตกใบอ่อน

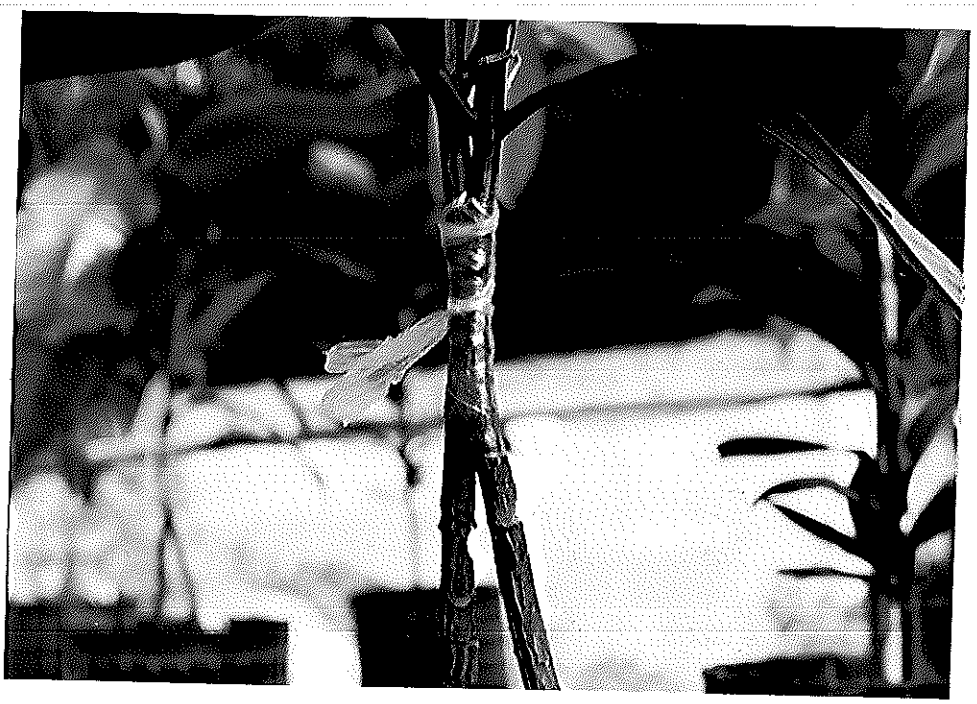
2. การศึกษาผลการเสริมรากมังคุดในเรือนระแนง โดยปลูกในถุงพลาสติกสีดำหุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก

2.1 เลือกต้นมังคุดเพื่อทำการศึกษา โดยคัดเลือกต้นที่มีอายุประมาณ 2 ปี ที่มีขนาดสม่ำเสมอ จำนวน 28 ต้น และต้นกล้าพะวาจำนวน 7 ต้น

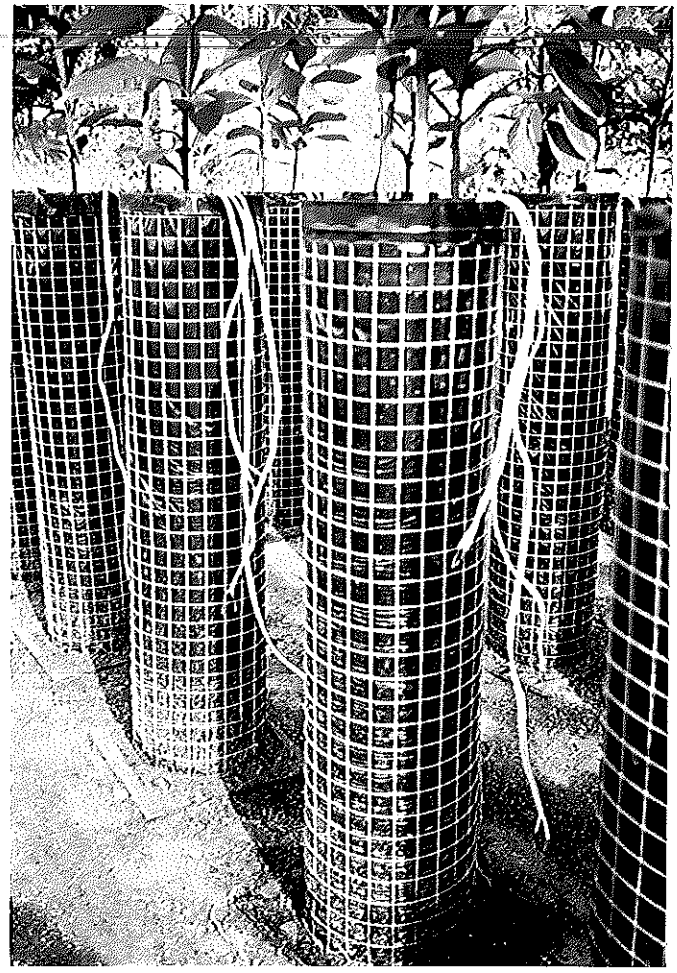
2.2 จัดวางกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มทดลองเหมือนกับหัวข้อ 1.2 แต่ทำการทดลอง 7 ซ้ำ

2.3 นำตาข่ายม้วนเป็นวงกลมคล้ายท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตรด้านล่างรองด้วยแผ่นไม้อัด จากนั้นนำถุงพลาสติกสีดำ มีความยาว 80 เซนติเมตร พับปากถุงใส่ในตาข่าย (ก้นถุงเจาะรูเพื่อให้น้ำไหลออกได้) (รูปที่ 3) แล้วนำดินผสมใส่ในถุงพลาสติกสีดำในแต่ละถุงบรรจุดินผสม 26 กิโลกรัม ฝังแท่งยิปซั่ม 3 แท่ง ที่ระดับความลึก 20, 40 และ 60 เซนติเมตร โดยใช้ auger เจาะดินห่างจากโคนต้น 5 เซนติเมตร และกลบปากหลุมให้อยู่ในสภาพดังเดิม จากนั้นนำต้นกล้ามังคุดปลูกในถุง สำหรับมังคุดที่เสริมรากปลูกห่างกันประมาณ 6 เซนติเมตร เมื่อต้นกล้าตั้งตัวได้ประมาณ 1 เดือน จึงเริ่มทำการเสริมราก

2.4 การดูแลรักษาเหมือนหัวข้อ 1.5



รูปที่ 2 ลักษณะการทาบกิ่งมังคุดแบบประกับ



รูปที่ 3 ลักษณะของถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็กที่ใช้ในการปลูกมังคุดในการทดลองที่ 2

3. การศึกษาผลการเสริมรากมังคุดในแปลงปลูก ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์

3.1 เลือกต้นมังคุดเพื่อทำการศึกษา โดยคัดเลือกต้นที่มีอายุประมาณ 2 ปี ที่มีขนาดสม่ำเสมอจำนวน 20 ต้น และต้นกล้าพะวาจำนวน 5 ต้น

3.2 จัดวางกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มทดลองเหมือนหัวข้อ 1.2 แต่ทำการทดลอง 5 ซ้ำ

3.3 เตรียมพื้นที่ โดยใช้รถแทรกเตอร์เกลี่ยพื้นที่ให้เรียบ แล้วตากดินทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ จากนั้นขุดหลุมปลูกขนาด 0.75 x 0.75 x 0.75 เมตร จำนวน 15 หลุม นำดินผสมสูตร ดิน : ทราย : ปุ๋ยเทศบาล อัตราส่วน 2 : 1 : 1 ใส่ในหลุมปลูก จากนั้นนำต้นกล้าที่เตรียมไว้ลงปลูกและกลบดิน ใช้ไม้ค้ำยันต้นเพื่อป้องกันลมโยกหรือหักล้ม แล้วคลุมโคนต้นด้วยฟางข้าวเพื่อรักษาความชื้นผิวหน้าดินและลดการชะล้างในช่วงฤดูฝน และมีการให้ร่มเงาโดยใช้ตาข่ายพลาสติกสีฟ้าที่พรางแสงได้ที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับมังคุดที่เสริมรากปลูกห่างกันประมาณ 6 เซนติเมตร หลังจากย้ายลงแปลงปลูกประมาณ 3 เดือน จึงเริ่มทำการเสริมราก

3.4 การดูแลรักษาเหมือนหัวข้อ 1.5 และมีการถากหญ้ารอบโคนต้น และตัดหญ้าบริเวณแปลงปลูก

การประเมินผลการทดลอง

การประเมินผลการทดลองทั้ง 3 การทดลองมีการบันทึกผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. การเจริญเติบโต

1.1 ลำต้น

ลำต้น วัดความสูงลำต้นโดยวัดจากระดับผิวดินจนถึงปลายยอด และวัดเส้นผ่าศูนย์-กลางของลำต้น โดยใช้สีทารอบต้นสูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร ทำการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางตามรอยสีที่ทา ด้วยเวอร์เนียร์

1.2 ใบ

- จำนวนใบ นับจำนวนใบที่แตกใหม่ทุกเดือน
- พื้นที่ใบรวม วัดความยาวใบจากใบเก่าและใบที่แตกใหม่ทุกเดือน แล้วนำค่าความยาวใบที่ได้มาคำนวณเป็นพื้นที่ใบโดยใช้สูตรของ (สายัณห์ สดุดี, 2534)

$$Y = 8.35e^{0.14x}$$

โดยกำหนดให้ Y = จำนวนพื้นที่ใบ

x = ค่าความยาวใบที่วัดได้

1.3 ความยาวกิ่งข้าง วัดความยาวกิ่งข้างจากกิ่งที่แตกออกมาจากลำต้นทุกกิ่ง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

1.4 น้ำหนักแห้งของทั้งต้น

- ใบ
- ลำต้น
- ราก

ทำได้โดยการตัดตัวอย่างพืช นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นานประมาณ 48 ชั่วโมง จนน้ำหนักของตัวอย่างพืชคงที่ จึงนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้ง

2. การตอบสนองทางสรีรวิทยา

2.1 ศักย์ของน้ำในใบ ทำการวัดจากค่า leaf water potential ใช้เครื่องมือ pressure chamber (PMS Instrument, Oregon, USA) ซึ่งทำการวัดในช่วง 12.00-13.00 น. เริ่มจากการทำ calibration curve ในแปลงทดลองวัดมุมใบก่อนโดยใช้เครื่องมือ circular protractor จากนั้นตัดใบมังคุดที่โตเต็มที่ นำไปวัดค่าศักย์ของน้ำในใบ โดยใช้เครื่องมือ pressure chamber ทำการวัด 3 ซ้ำในแต่ละต้น และหาค่าเฉลี่ยเป็นค่าของแต่ละต้น แล้วทำการวัดค่ามุมใบจากกลุ่มทดลองจริงทำการวัด 3 ซ้ำ ในแต่ละต้น และหาค่าเฉลี่ยเป็นค่าของแต่ละต้น

2.2 ศักย์ของน้ำในดินวัดโดยใช้แท่ง gypsum block ที่ฝังอยู่ในดินระดับความลึกต่าง ๆ ซึ่งวัดศักย์ของน้ำในดินด้วย soil moisture tester

3. การกระจายของราก และความหนาแน่นของราก

3.1 การกระจายราก ทำการวัดเมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยทำการ ตัดดินจากถุงพลาสติกทุกระดับความลึก 10 เซนติเมตร แล้วทำการล้างราก จากนั้นนำรากที่ได้ไปทำการวัดความยาวราก โดยใช้ grid line คำนวณความยาวรากโดยใช้สูตรของ Tennant (1975)

ความยาวราก = 11/14 NX

N = จำนวนจุดตัดระหว่างรากที่ grid line ที่นับได้

X = ขนาดของ grid line (2 ซม^2.)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ completely randommized design เปรียบเทียบผลตอบสนองของมังคุดที่ไม่เสริมราก มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา โดยวิธี Least Significant Difference

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

บทที่ 3

ผล

1. การศึกษาผลการเสริมรากมังคุดในเรือนระแนง โดยปลูกในไรโซตรอน มีผลการทดลองดังนี้

1.1 การเจริญเติบโต เมื่อตัดรากที่เสริมออก

1.1.1 ขนาดลำต้น ผลจากการศึกษาการเจริญทางลำต้นของ 3 กลุ่มทดลอง ทดลองในไรโซตรอน เมื่อเริ่มวัดผล 2 เดือน หลังจากมีการตัดยอดของต้นที่มาเสริมราก โดยทำการวัดทุก ๆ 1 เดือน พบว่าความสูงของลำต้นมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากเสริมราก เท่ากับ 89.67 เซนติเมตร รองลงมาคือ มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา 87.00 เซนติเมตร และมังคุดที่ไม่เสริมราก 85.33 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมังคุดภายหลังการเสริมรากนั้นพบว่า มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีขนาดเส้นศูนย์กลางเท่ากับ 1.07 เซนติเมตร มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด 1.02 เซนติเมตร และมังคุดที่ไม่เสริมรากมีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 1.01 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 1)

1.1.2 จำนวนใบและพื้นที่ใบรวม การเสริมรากมีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบและพื้นที่ใบรวมของมังคุด พบว่า มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีจำนวนใบมากที่สุดคือ 26.8 ใบ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่ไม่เสริมรากเท่ากับ 23.2 และ 21.5 ใบ ตามลำดับ ทำนองเดียวกับพื้นที่ใบรวม กลุ่มทดลองมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีพื้นที่ใบรวมสูงสุดเท่ากับ 4,244.47 ตารางเซนติเมตร แตกต่างกันทางสถิติกับมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่ไม่เสริมรากมีพื้นที่ใบเท่ากับ 3,573.26 และ 3,471.73 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 1)

1.1.3 ความยาวกิ่งข้างรวม พบว่าหลังจากมีการเสริมรากความยาวของกิ่งข้างของมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่ไม่เสริมรากมีค่าเฉลี่ยความยาวกิ่งข้างของลำต้นเท่ากับ 95.16, 86.89 และ 70.03 เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่มี

ความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 1)

1.1.4 ความยาวราก พบว่าหลังจากมีการเสริมราก ความยาวรากของมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา (ตัดรากพะวาที่เสริมออก) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด (ตัดรากมังคุดที่เสริมออก) และมังคุดที่ไม่เสริมราก มีความยาวของรากเท่ากับ 23.12, 24.33 และ 26.22 เมตร ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 1)

1.1.5 น้ำหนักแห้งของใบ เมื่อชั่งน้ำหนักแห้งของใบมังคุดทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่า กลุ่มทดลองมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีน้ำหนักแห้งของใบสูงสุดคือ 46.92 กรัม/ต้น ซึ่งสอดคล้องกับพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น และแตกต่างทางสถิติกับมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่ไม่เสริมรากที่มีน้ำหนักแห้ง 41.98 และ 37.24 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตาราง 1)

1.1.6 น้ำหนักแห้งของลำต้นและกิ่งข้าง เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของลำต้นและกิ่งข้าง พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีน้ำหนักแห้งของลำต้นและกิ่งข้างสูงสุดคือ 43.45 กรัม/ต้น รองลงมาคือมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด 37.51 กรัม/ต้น และมังคุดที่ไม่เสริมรากคือ 27.33 กรัม/ต้น (ตาราง 1)

1.1.7 น้ำหนักแห้งของ Shoot (ลำต้น + กิ่งข้างลำต้น + ใบ) ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา และมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดมีน้ำหนักแห้งของ Shoot เพิ่มขึ้นคือ 90.37 และ 79.49 กรัม/ต้น ตามลำดับ แต่มังคุดที่ไม่เสริมรากมีน้ำหนักแห้งของ Shoot เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ 59.58 กรัม/ต้น (ตาราง1)

1.1.8 น้ำหนักแห้งของราก พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่ไม่เสริมราก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติคือ 12.98, 12.06 และ 13.59 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตาราง 1)

1.1.9 น้ำหนักแห้งรวม เมื่อชั่งน้ำหนักแห้งรวมทั้งหมดพบว่า มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีน้ำหนักมากที่สุดคือ 103.36 กรัม/ต้น และแตกต่างจากมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่ไม่เสริมรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ 91.55 และ 73.17 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตาราง 1)

1.1.10 อัตราส่วนของรากต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของรากต่อต้น พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา (รวมรากพะวาที่เสริม) อัตราส่วนของรากต่อต้นน้อยที่สุดคือ 1 :

2.74 รองลงมาคือ มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด (รวมรากมังคุดที่เสริม) 1 : 3.30 และมังคุดที่ไม่เสริมรากคือ 1 : 4.39 (ตาราง 1)

ตาราง 1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของมังคุดที่ปลูกในไรโซตรอน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

	มังคุดที่ไม่เสริมราก	มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด	มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา	F-test	CV(%)
ความสูง (ซม.)	85.33	89.67	87.00	NS	2.61
เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม.)	1.01	1.02	1.07	NS	6.47
จำนวนใบ	21.5^{B}	23.2^{B}	26.8^{A}	*	17.11
พื้นที่ใบรวม ($ซม.^{2}$)	3417.73^{B}	3573.26^{B}	4244.47^{A}	*	7.12
ความยาวกิ่งข้างรวม (ซม.)	70.03	86.89	95.16	NS	13.08
ความยาวราก (ม.)	26.22^{C}	24.33^{B}	23.12^{A}	*	6.05
น้ำหนักแห้งของใบ (กรัม/ต้น)	32.24^{B}	41.98^{A}	46.92^{A}	*	10.61
น้ำหนักแห้งของลำต้นและกิ่งข้าง (กรัม/ต้น)	27.33^{B}	37.51^{A}	43.45^{A}	*	9.01
น้ำหนักแห้งของ Shoot (กรัม/ต้น)	59.58^{B}	79.49^{A}	90.37^{A}	*	7.66
น้ำหนักแห้งของราก (กรัม/ต้น)	13.59^{C}	12.06^{B}	12.98^{A}	*	8.13
น้ำหนักแห้งรวม (กรัม/ต้น)	73.17^{C}	91.55^{B}	103.36^{A}	*	7.30
อัตราส่วนของรากต่อต้น	1:4.39	1:3.30	1:2.74		

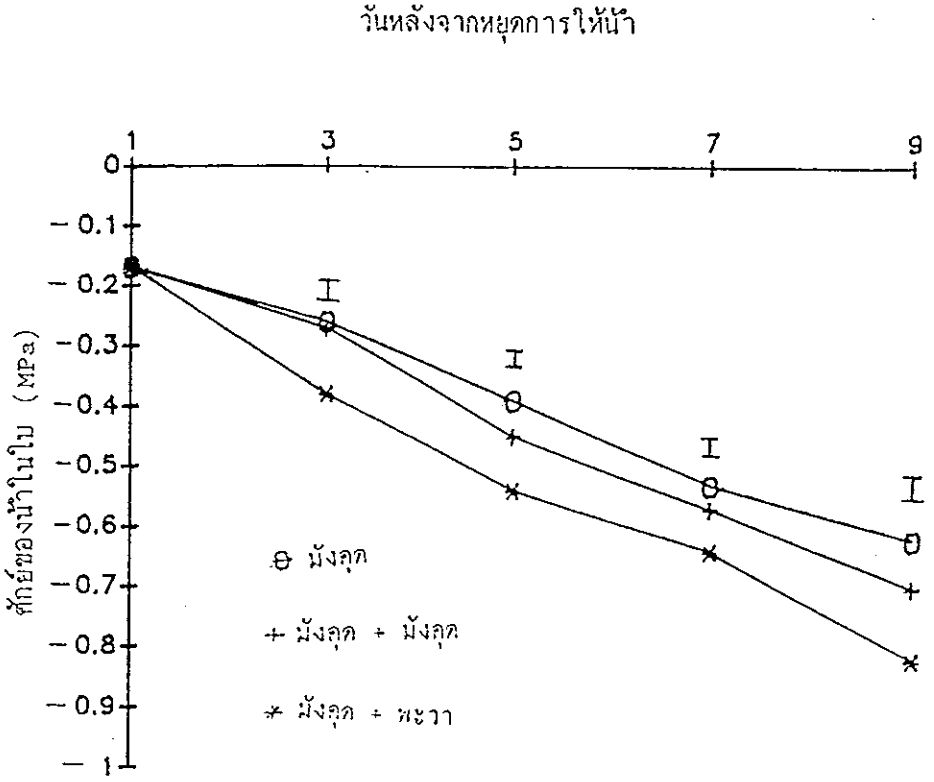
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน

* = ตัวอักษรบนขวามือของค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วย DMRT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD.05)

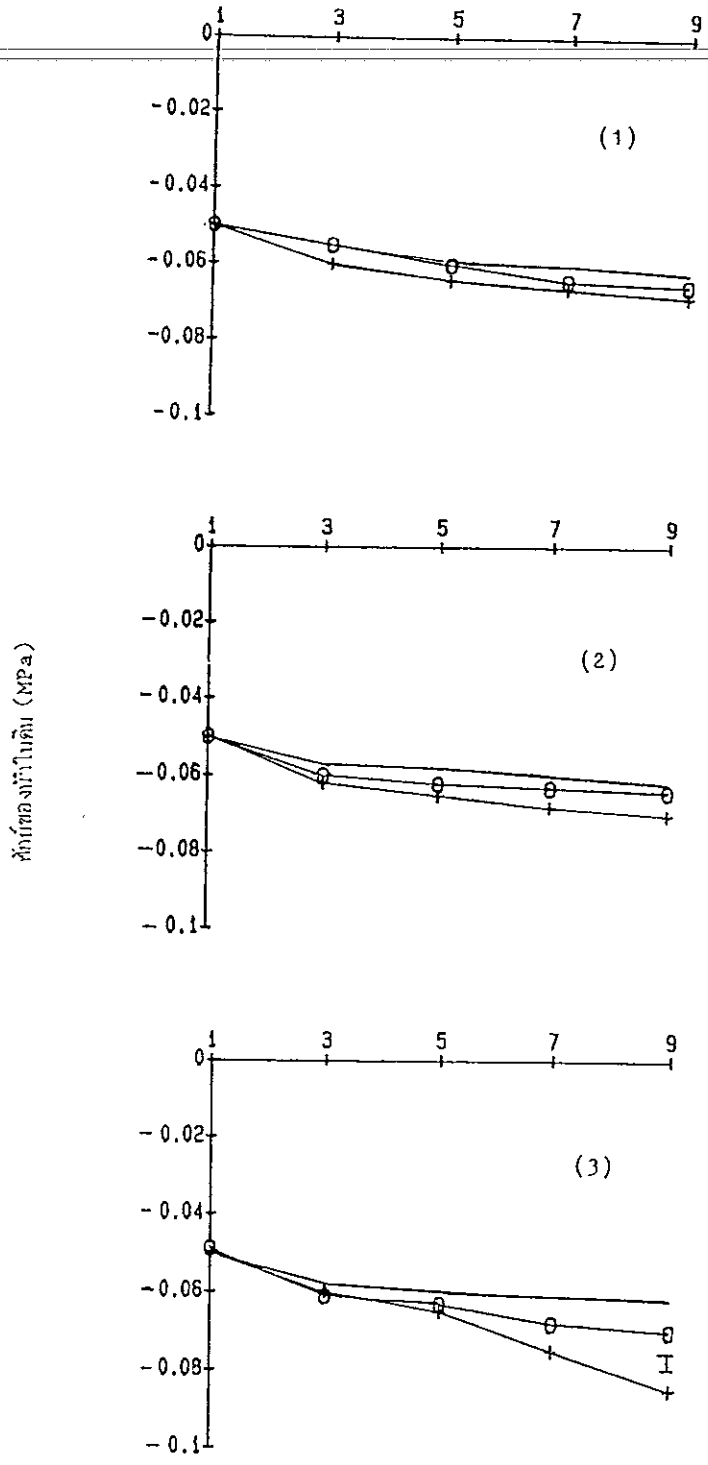
1.2 การตอบสนองทางสรีรวิทยา

1.2.1 ศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential) เมื่อพิจารณาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงสภาวะน้ำในใบพืชจะเห็นว่าสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดินคือ เมื่อหยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ผลปรากฏว่า ค่าศักย์ของน้ำในใบ ของใบมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 9 หลังจากงดการให้น้ำ แสดงว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการเจริญเติบโตเร็ว เนื่องจากมีการดึงน้ำจากดินไปใช้ได้มากในช่วงแรกหลังจากหยุดให้น้ำ ทำให้มีความชื้นเหลือสะสมอยู่ในดินชั้นล่างน้อย สำหรับการเจริญในช่วงหลังดังนั้นพืชจึงพยายามลดการสูญเสียน้ำออกจากใบ โดยการเริ่มปิดปากใบทีละน้อย ๆ เพื่อรักษาน้ำในเซลล์พืช จึงทำให้พืชพยายามลดค่าศักย์ของน้ำในใบลงเหลือประมาณ -0.80 MPa หลังจากงดการให้น้ำ 9 วัน (รูปที่ 4)

1.2.2 ศักย์ของน้ำในดิน (soil water potential) โดยวัดจากการใช้น้ำของมังคุดหลังจากมีการเสริมราก เป็นการเปลี่ยนแปลงศักย์ของน้ำในดินที่ระดับความลึก 25, 50 และ 75 เซนติเมตร จากผิวดิน ในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 7 และ 9 วัน ผลปรากฏว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการดึงน้ำจากดินไปใช้ได้มากที่สุด ที่ระดับความลึก 25 เซนติเมตร ในขณะที่มังคุดที่ไม่เสริมราก และมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดมีการดึงน้ำจากดินไปใช้ได้น้อย และพบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาหลังจากงดน้ำ 9 วัน ศักย์ของน้ำในดินจะลดลงเหลือ -0.085 MPa ที่ระดับความลึก 25 เซนติเมตรจากผิวดิน (รูปที่ 5)



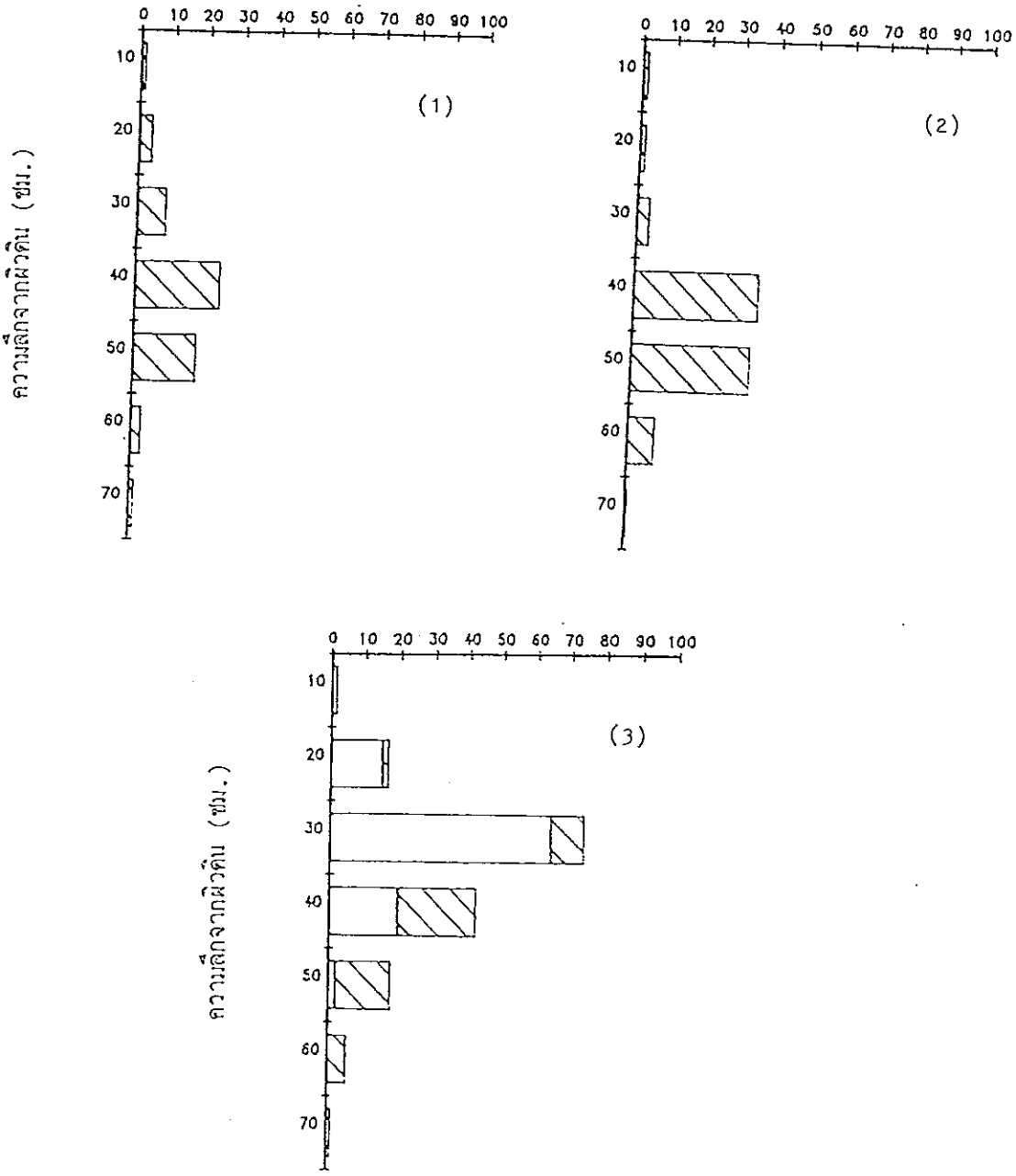
รูปที่ 4 แสดงค่าศักย์ของน้ำในใบของมังคุดที่ไม่เสริมราก มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ในไรโซตรอน (เส้นตั้งแสดงค่า LSD 5%)



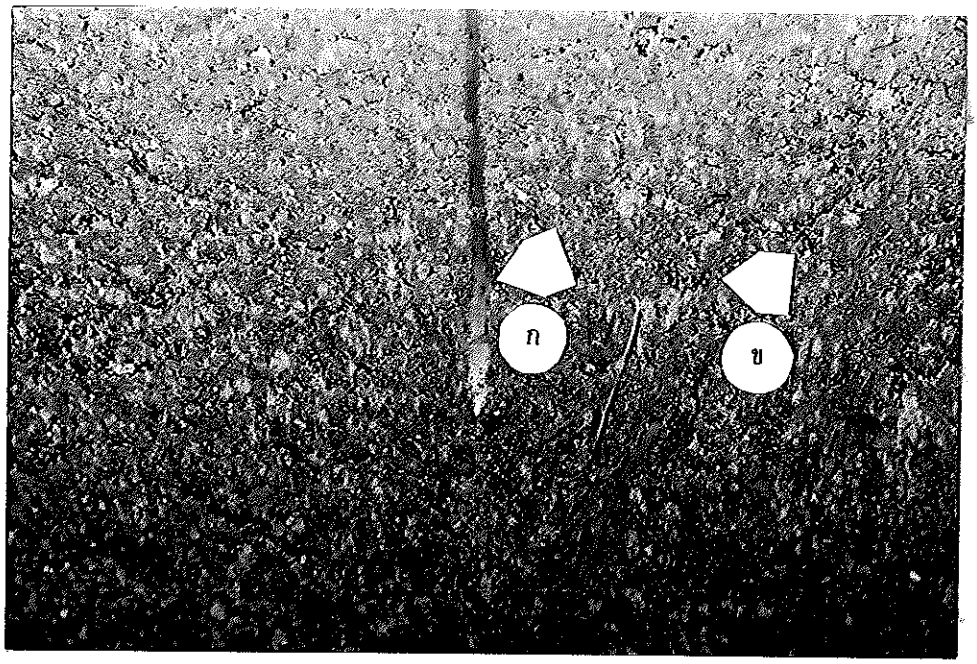
รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงศักย์ของน้ำในดินที่ระดับความลึก 25 (+), 50 (θ) และ 75 (-) จากผิวดิน ในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ของ (1) มังคุดที่ไม่เสริมราก (2) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และ (3) มังคุดเสริมรากด้วยพะวาในไรโซตรอน (เส้นตั้งแสดงค่า LSD 5%)

1.3 การแผ่กระจายของราก และความหนาแน่นของราก

ในช่วงของการทดลอง การเจริญเติบโตของรากเกิดขึ้นแต่ยังสังเกตเห็นไม่ชัดเจน จากนั้นการเจริญเติบโตของรากค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนสามารถมองเห็นจากแผ่นพลาสติกใสจึงทำการวัดค่าความยาวรากในทุกกลุ่มทดลอง ตามรูปที่ 1 โดยพิจารณาถึงการแผ่กระจายของรากในทุกระดับความลึก 10 เซนติเมตร จากระดับผิวดินถึงความลึก 100 เซนติเมตร จากการทดลองพบว่า มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการเจริญของรากมากที่ระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร โดยมีความยาวราก 76 เซนติเมตร และที่ความลึก 50-70 เซนติเมตร พบเฉพาะรากของมังคุดเท่านั้น (รูปที่ 6) รากมังคุดในกลุ่มทดลองไม่เสริมรากมีความยาวเพียงเล็กน้อยในระดับความลึกจากผิวดินถึงความลึก 70 เซนติเมตร โดยมีความยาวราก 2 เซนติเมตร ส่วนมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดจะมีความยาวรากเพิ่มขึ้น จากการสังเกตของลักษณะโครงสร้างการแผ่กระจายของรากเมื่อมองผ่านแผ่นพลาสติกใสของไรโซตรอน เห็นได้ว่ารากมังคุดที่มีการเจริญในทางหยั่งลึกเป็นรากขนาดใหญ่ และมีรากแขนงออกมาเพียงเล็กน้อย ตรงกันข้ามกับรากของพะวาแผ่กระจายออกโดยรอบ (รูปที่ 7) โดยเฉพาะบริเวณใกล้ผิวดินที่ระดับ 30 เซนติเมตร มีความยาวรากมากที่สุด



รูปที่ 6 ความยาวรากทุกระดับความลึก 10 ซม. จากผิวดินของ (1) มังคุดที่ไม่เสริมราก (2) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และ (3) มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา (▭ คือ ความยาวรากพะวา และ ▨ คือความยาวรากมังคุด) ในไรโซตรอน



รูปที่ 7 ลักษณะของรากมังคุดและรากพะวาในไรโซตรอนเมื่อมองผ่านแผ่นพลาสติกใส
รากมังคุด (ก) รากพะวา (ข)

2. การศึกษาผลการเสริมรากมังคุดในเรือนระแนง โดยปลูกในถุงพลาสติกสีดำหุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก มีผลการทดลองดังนี้

2.1 การเจริญเติบโต

2.1.1 ขนาดลำต้น ผลของการเสริมรากที่มีต่อการเพิ่มความสูงของลำต้นและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมังคุด พบว่าการเพิ่มความสูงของลำต้นมังคุดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 กลุ่มทดลอง และมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีแนวโน้มทำให้ความสูงของลำต้นเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 71.40 เซนติเมตร รองลงมาคือ มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด (69.90 เซนติเมตร) และมังคุดที่ไม่เสริมราก (66.00 เซนติเมตร) ส่วนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมังคุดภายหลังการเสริมรากพบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีแนวโน้มทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์-กลางลำต้นเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 1.00 เซนติเมตร รองลงมาคือ มังคุดเสริมรากด้วยมังคุด (0.98 เซนติเมตร) และมังคุดที่ไม่เสริมราก (0.97 เซนติเมตร) (ตาราง 2)

2.1.2 จำนวนใบ และพื้นที่ใบรวม การเสริมรากพบว่ามีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบและพื้นที่ใบรวมของมังคุด มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีจำนวนใบมากที่สุดคือ 23.1 ใบ แตกต่างกันทางสถิติกับมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่ไม่เสริมรากซึ่งมีจำนวนใบเท่ากับ 18.9 และ 14.8 ใบ ตามลำดับ ทำนองเดียวกับพื้นที่ใบรวม กลุ่มทดลองมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีพื้นที่ใบรวมสูงสุดเท่ากับ 3,639.05 ตารางเซนติเมตร แตกต่างกันทางสถิติกับมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่ไม่เสริมรากซึ่งมีพื้นที่ใบเท่ากับ 2,474.69 และ 1,946.75 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 2)

2.1.3 ความยาวกิ่งข้างรวม พบว่าความยาวของกิ่งข้างมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาเพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 43.70 เซนติเมตร มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่ไม่เสริมรากมีค่าเฉลี่ยความยาวกิ่งข้างรวมเท่ากับ 42.70 และ 37.10 เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 2)

2.1.4 ความยาวราก ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมังคุดเสริมรากด้วยพะวามีความยาวรากสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่ไม่เสริมราก โดยมีความยาวราก 48.91, 37.30 และ 29.24 เมตร ตามลำดับ (ตาราง 2)

2.1.5 น้ำหนักแห้งของใบ เมื่อชั่งน้ำหนักแห้งของใบมังคุดทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่า กลุ่มทดลองมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีน้ำหนักแห้งของใบสูงสุดคือ 24.63 กรัม/ต้น ซึ่ง

สอดคล้องกับพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น และมีความแตกต่างทางสถิติกับมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่ไม่เสริมรากซึ่งมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 19.52 และ 16.90 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตาราง 2)

2.1.6 น้ำหนักแห้งของลำต้นและกิ่งข้าง เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักของลำต้นและกิ่งข้าง พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีน้ำหนักแห้งลำต้นและกิ่งข้างสูงสุดคือ 55.23 กรัม/ต้น และมีความแตกต่างทางสถิติกับมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่ไม่เสริมรากคือ 43.42 และ 36.38 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตาราง 2)

2.1.7 น้ำหนักแห้งของ Shoot (ลำต้น + กิ่งข้างลำต้น + ใบ) ปรากฏว่ากลุ่มทดลองที่มังคุดเสริมรากด้วยพะวามีน้ำหนักแห้งของ Shoot สูงสุดคือ 79.86 กรัม/ต้น ส่วนมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่ไม่เสริมรากมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 62.94 และ 53.28 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตาราง 2)

2.1.8 น้ำหนักแห้งของราก พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีน้ำหนักแห้งของรากสูงที่สุด คือ 30.59 กรัม/ต้น และแตกต่างจากมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่ไม่เสริมรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ 23. 90 และ 19.48 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตาราง 2)

2.1.9 น้ำหนักแห้งรวม เมื่อชั่งน้ำหนักแห้งรวมทั้งหมดพบว่า มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีน้ำหนักสูงสุด คือ 110.45 กรัม/ต้น และแตกต่างจากมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่ไม่เสริมรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ 86.84 และ 72.76 กรัม/ต้น ตามลำดับ (ตาราง 2)

2.1.10 อัตราส่วนของรากต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของรากต่อต้น พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีอัตราส่วนของรากต่อต้น น้อยที่สุดคือ 1 : 2.61 รองลงมาคือมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด 1 : 2.63 และมังคุดที่ไม่เสริมรากคือ 1 : 2.74 (ตาราง 2)

ตาราง 2 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของมังคุดที่ปลูกในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

	มังคุดที่ไม่เสริมราก	มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด	มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา	F-test	CV(%)
ความสูง (ซม.)	66.00	69.90	71.40	NS	6.31
เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม.)	0.97	0.98	1.00	NS	5.68
จำนวนใบ	14.8^{B}	18.9^{B}	23.1^{A}	*	19.30
พื้นที่ใบรวม ($ซม.^{2}$)	1946.75^{B}	2474.69^{B}	3639.05^{A}	*	15.00
ความยาวกิ่งข้างรวม (ซม.)	37.10	42.70	43.70	NS	21.20
ความยาวราก (ม.)	29.24^{B}	37.30^{B}	48.91^{A}	*	15.00
น้ำหนักแห้งของใบ (กรัม/ต้น)	16.90^{B}	19.52^{B}	24.63^{A}	*	20.21
น้ำหนักแห้งของลำต้นและกิ่งข้าง (กรัม/ต้น)	36.38^{B}	43.42^{B}	55.23^{A}	*	12.88
น้ำหนักแห้งของ Shoot (กรัม/ต้น)	53.28^{B}	62.940^{B}	79.86^{A}	*	16.25
น้ำหนักแห้งของราก (กรัม/ต้น)	19.48^{C}	23.90^{B}	30.59^{A}	*	11.38
น้ำหนักแห้งรวม (กรัม/ต้น)	50.06^{C}	64.73^{B}	86.60^{A}	*	13.86
อัตราส่วนของรากต่อต้น	1:2.74	1:2.63	1:2.61		

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน

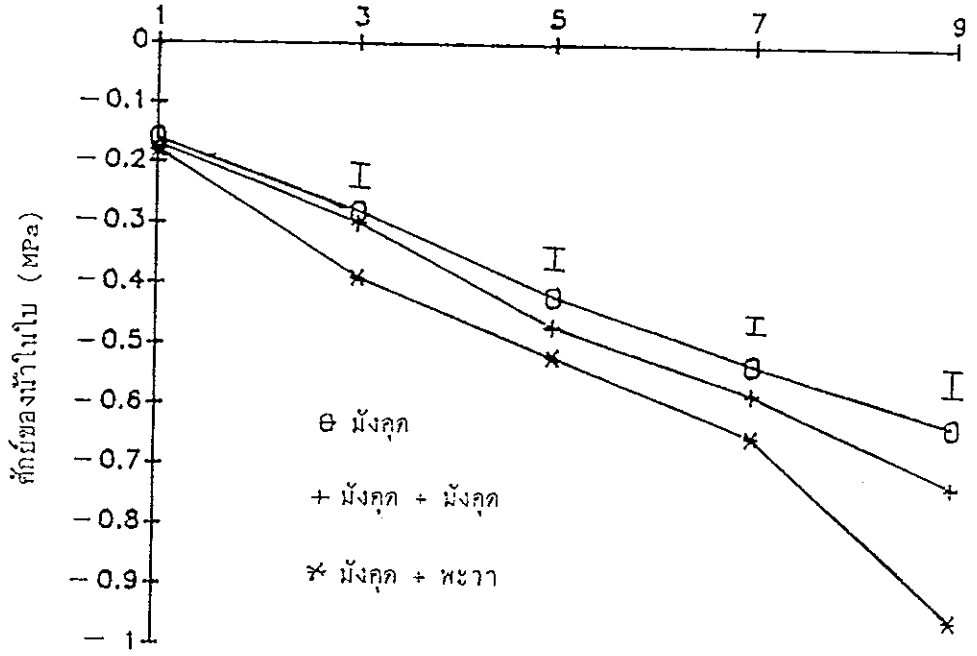
* = ตัวอักษรบนขวามือของค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วย DMRT

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD.05)

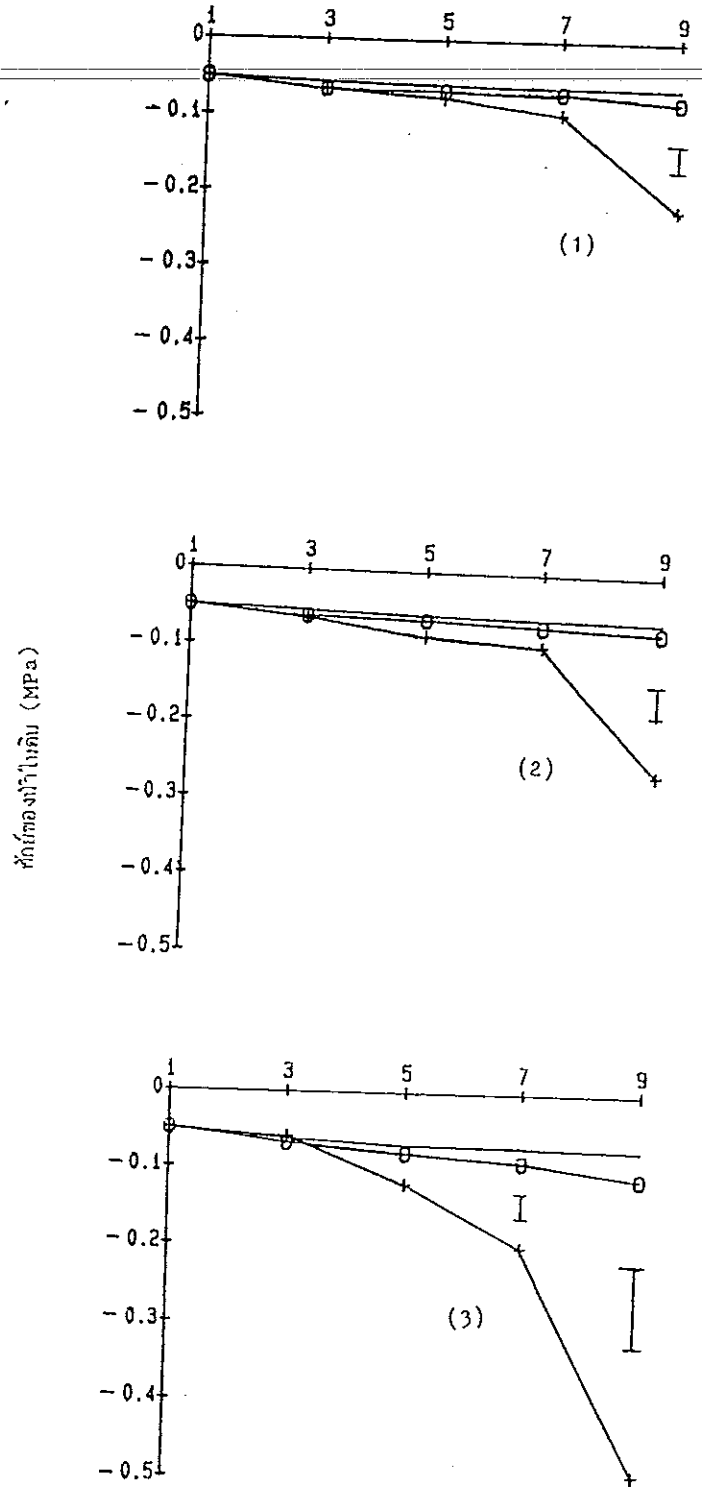
2.2 การตอบสนองทางสรีรวิทยา

2.2.1 ศักย์ของน้ำในใบ เมื่อพิจารณาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงสภาวะน้ำในใบพืชจะเห็นว่าสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดินคือ เมื่อหยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ผลปรากฏว่า ค่าศักย์ของน้ำในใบของใบมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 9 หลังจากงดการให้น้ำ แสดงว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการเจริญเติบโตเร็ว เนื่องจากมีการดึงน้ำจากดินไปใช้ได้มากในช่วงแรกหลังจากหยุดให้น้ำ ทำให้มีความชื้นเหลือสะสมอยู่ในดินชั้นล่างน้อย สำหรับการเจริญในช่วงหลัง ดังนั้นพืชจึงพยายามลดการสูญเสียน้ำออกจากใบโดยการเริ่มปิดปากใบทีละน้อย ๆ เพื่อรักษาน้ำในเซลล์พืช จึงทำให้พืชพยายามลดค่าศักย์ของน้ำในใบลงเหลือประมาณ -0.95 MPa หลังการงดการให้น้ำ 9 วัน (รูปที่ 8)

2.2.2 ศักย์ของน้ำในดิน โดยวัดจากการใช้น้ำของมังคุดหลังจากมีการเสริมรากเป็นการเปลี่ยนแปลงศักย์ของน้ำในดินที่ระดับความลึก 20, 40 และ 60 เซนติเมตร จากผิวดินในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ผลปรากฏว่า มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการดึงน้ำจากดินไปใช้ได้มากที่สุดที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร จึงส่ง ผลให้มังคุดมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น ในขณะที่มังคุดไม่เสริมราก และมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดมีการดึงน้ำจากดินไปใช้ได้น้อย และพบว่ามังคุดมีเสริมรากด้วยพะวาหลังจากงดการให้น้ำ 9 วัน ศักย์ของน้ำในดินจะลดลงเหลือ -0.49 MPa ที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร (รูปที่ 9)



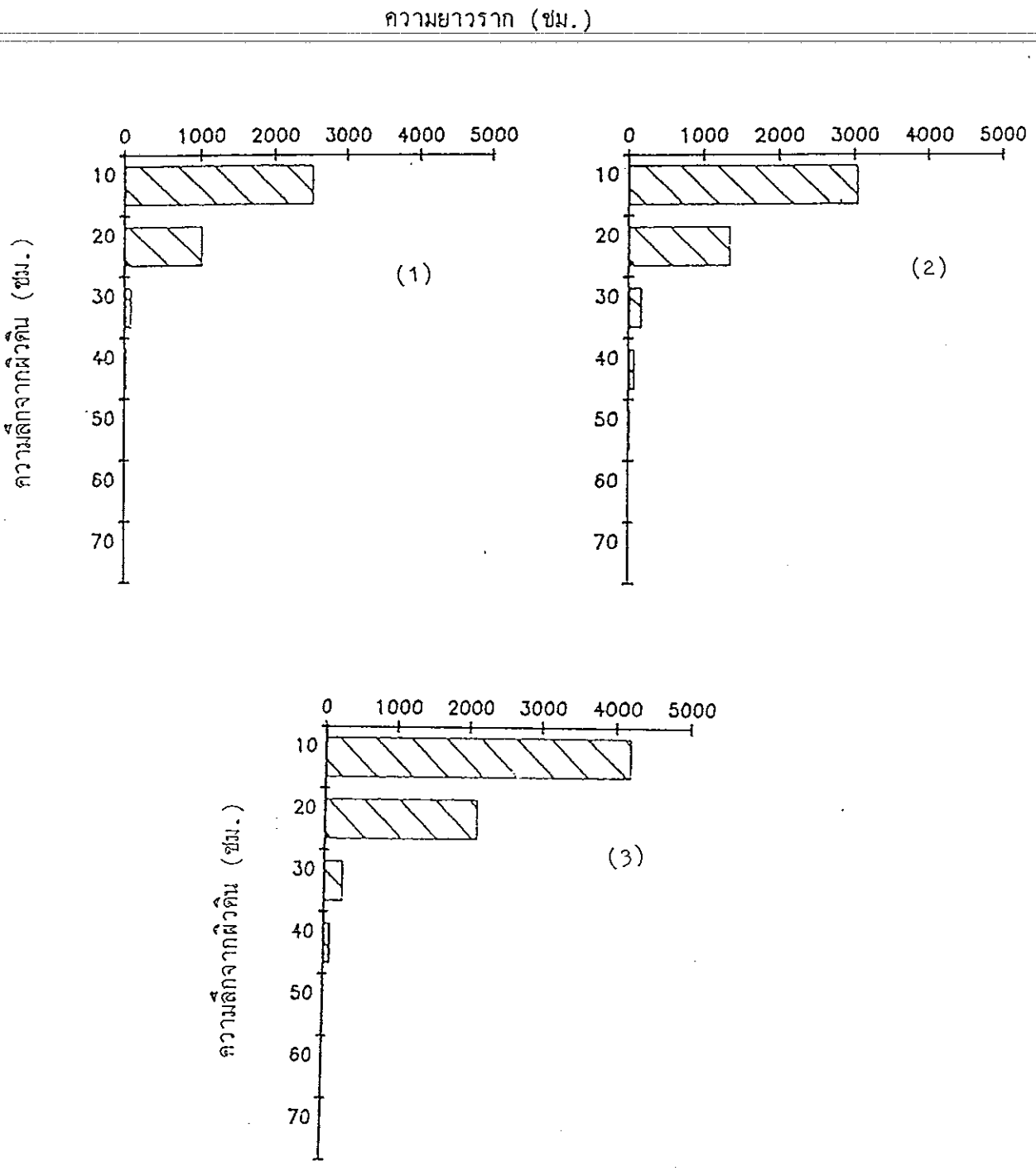
รูปที่ 8 แสดงค่าศักย์ของน้ำในใบของมังคุดที่ไม่เสริมราก มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก (เส้นตั้งแสดงค่า LSD 5%)



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงศักย์ของน้ำในดินที่ระดับความลึก 20 (+), 40 (θ) และ 60 (-) จากผิวดิน ในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7, และ 9 วัน ของ (1) มังคุดที่ไม่เสริมราก (2) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และ (3) มังคุดเสริมรากด้วยทะวา ในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก (เส้นตั้งแสดงค่า LSD 5%)

2.3 การแผ่กระจายของราก และความหนาแน่นของราก

การแผ่กระจายของราก และความหนาแน่นของรากโดยวัดจากค่าความยาวของราก ในทุกระดับความลึก 10 เซนติเมตร จากระดับผิวดินถึงความลึก 80 เซนติเมตร พบว่า มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการแผ่กระจายของราก และความหนาแน่นของรากมากที่สุดระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร โดยเฉพาะที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร เมื่อวัดความยาวรากจะมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 4,202.51 เซนติเมตร มังคุดที่ไม่เสริมรากและมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดมีการแผ่กระจายของราก และความหนาแน่นของรากที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร น้อยกว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาคือ ประมาณ 2,500-3,000 เซนติเมตร (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 ความยาวรากทุกระดับความลึก 10 ซม. จากผิวดินของ (1) มังคุดที่ไม่เสริมราก (2) มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และ (3) มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก

3. การศึกษาผลการเสริมรากมังคุดในแปลงปลูก มีผลการทดลองดังนี้

3.1 การเจริญเติบโต

3.1.1 ขนาดลำต้น ผลของการเสริมรากที่มีต่อการเพิ่มความสูงของต้นและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมังคุด พบว่าความสูงของลำต้นมังคุดที่เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 กลุ่มทดลอง โดยมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีความสูงของลำต้นเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 91.82 เซนติเมตร รองลงมาคือ มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด (88.65 เซนติเมตร) และมังคุดที่ไม่เสริมราก (88.05 เซนติเมตร) ส่วนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมังคุดภายหลังการเสริมรากพบว่า มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นสูงที่สุดคือ 1.10 เซนติเมตร รองลงมาคือ มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด (1.08 เซนติเมตร) และมังคุดที่ไม่เสริมราก (1.08 เซนติเมตร) (ตาราง 3)

3.1.2 จำนวนใบ และพื้นที่ใบรวม การเสริมรากพบว่ามีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบและพื้นที่ใบรวมของมังคุด มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีจำนวนใบมากที่สุดคือ 28.4 ใบ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่ไม่เสริมรากซึ่งมีจำนวนใบเท่ากับ 21.8 และ 20.4 ใบ ตามลำดับ ทำนองเดียวกับพื้นที่ใบ กลุ่มทดลองมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีพื้นที่ใบสูงสุดเท่ากับ 4,854.49 ตารางเซนติเมตร แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มทดลองมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดและมังคุดที่ไม่เสริมรากซึ่งมีพื้นที่ใบเท่ากับ 3,377.14 และ 2,916.25 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตาราง 3 รูปที่ 11)

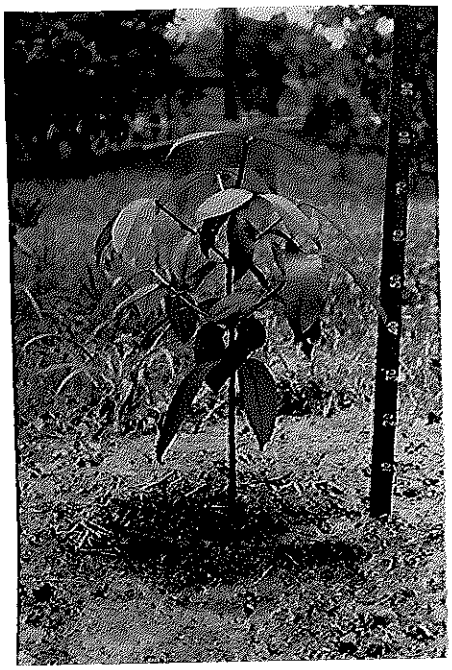
3.1.3 ความยาวกิ่งข้างรวม พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาและมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดมีความยาวของกิ่งข้างรวมเท่ากับ 92.97 และ 86.94 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มทดลองมังคุดที่ไม่เสริมรากซึ่งมีความยาวกิ่งข้างเท่ากับ 61.31 เซนติเมตร (ตาราง 3)

ตาราง 3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของมังคุดที่ปลูกในแปลงปลูก เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

	มังคุดที่ไม่เสริมราก	มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด	มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา	F-test	CV(%)
ความสูง (ซม.)	88.05	88.65	91.82	NS	21.29
เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม.)	1.08	1.08	1.10	NS	29.17
จำนวนใบ	20.4^{B}	21.8^{B}	28.4^{A}	*	18.21
พื้นที่ใบรวม ($ซม.^{2}$)	2916.25^{B}	3377.14^{B}	4854.49^{A}	*	22.55
ความยาวกิ่งข้างรวม (ซม.)	61.31^{B}	86.84^{A}	92.97^{A}	*	21.30

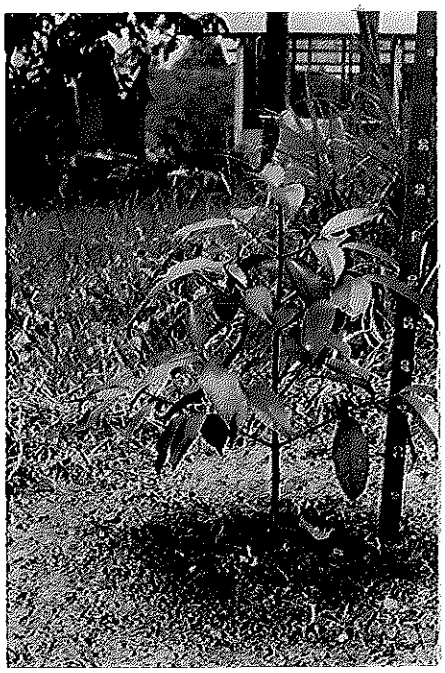
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน

* = ตัวอักษรบนขวามือของค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วย DMRT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD.05)



(ก)

(ข)

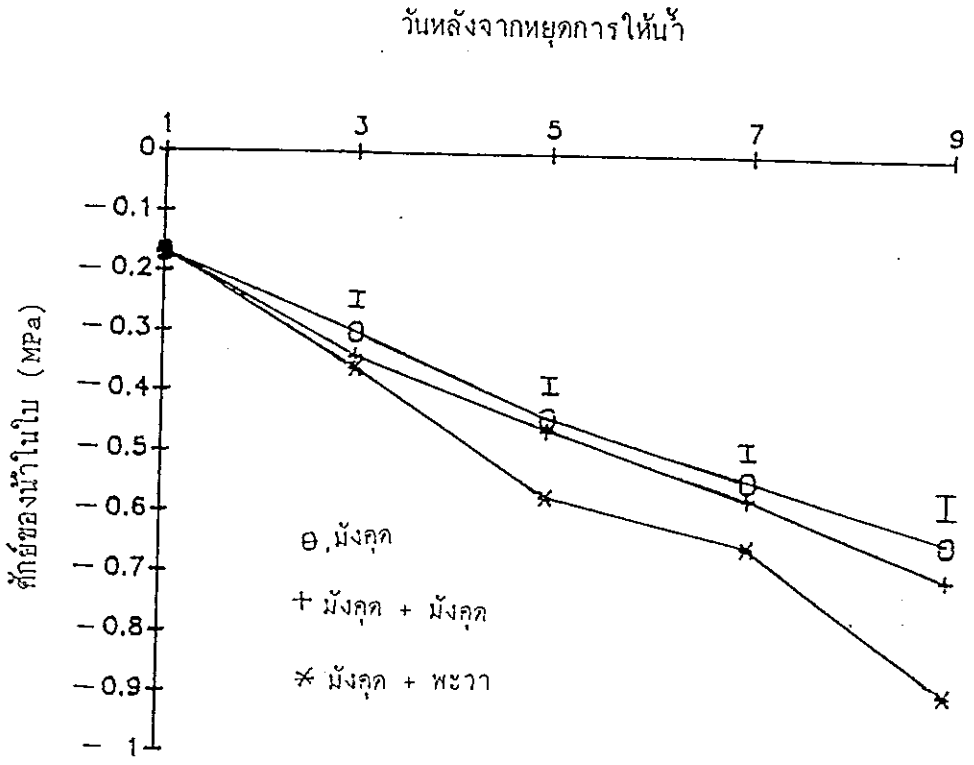


(ค)

รูปที่ 11 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตระหว่างมังคุดที่ไม่เสริมราก (ก) มังคุดที่เสริมราก ด้วยมังคุด (ข) และมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา (ค) ในแปลงปลูก

3.2 การตอบสนองทางสรีรวิทยา

ศักย์ของน้ำในใบ เมื่อพิจารณาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงสภาวะน้ำในใบพืชจะเห็นว่าสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดินคือ เมื่อหยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ผลปรากฏว่า ค่าศักย์ของน้ำในใบของใบมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 9 หลังจากงดการให้น้ำ แสดงว่า มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการเจริญเติบโตเร็ว เนื่องจากมีการดึงน้ำจากดินไปใช้ได้มากในช่วงแรกหลังจากหยุดให้น้ำ ทำให้มีความชื้นเหลือสะสมอยู่ในดินชั้นล่างน้อย สำหรับการเจริญในช่วงหลัง ดังนั้นพืชจึงพยายามลดการสูญเสียน้ำออกจากใบโดยการเริ่มปิดปากใบทีละน้อยเพื่อรักษาน้ำในเซลล์พืช จึงทำให้พืชพยายามลดค่าศักย์ของน้ำในใบลงเหลือประมาณ -0.9 MPa หลังจากงดการให้น้ำ 9 วัน (รูปที่ 12)



รูปที่ 12 แสดงค่าศักย์ของน้ำในใบของมังคุดที่ไม่เสริมราก มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ในช่วงที่หยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ในแปลงปลูก (เส้นตั้งแสดงค่า LSD 5%)

บทที่ 4

วิจารณ์

การศึกษาการเจริญเติบโตของมังคุดโดยการเสริมราก ซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ตามสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันคือ การทดลองปลูกในไรโซตรอน การทดลองปลูกในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็ก และการทดลองปลูกในแปลงปลูก ณ ภาควิชาพืชศาสตร์ พบว่า ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง มังคุดที่ไม่เสริมราก มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา มีความสูงของต้นและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 การทดลอง (ตารางที่ 4) แต่มีแนวโน้มว่าการเสริมรากมังคุดด้วยพะวา มีผลทำให้ความสูงของต้นและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ สายัณห์ สดุดี และคณะ (2535a) ที่ปลูกในไรโซตรอนและกระถาง ส่วนความยาวกิ่งข้างพบเฉพาะในแปลงปลูกเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปลูกไรโซตรอน และถุงพลาสติกสีดำ มีความยาวกิ่งข้างใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากได้รับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่ต่างกันได้แก่ แสงแดด ปริมาณน้ำฝน และปริมาณการระเหยน้ำ (รูปผนวกที่ 1) จึงทำให้มังคุดที่ไม่เสริมรากมีการดูดน้ำและธาตุอาหารได้น้อยกว่า เนื่องจากมีระบบรากขนาดเล็ก (มงคล แซ่หลิม และคณะ, 2533) และในช่วงหลังจากมีการเสริมรากมังคุดที่ได้รับการเสริมรากน่าจะมีการดูดน้ำและธาตุอาหารมากกว่ามังคุดที่ไม่เสริมราก โดยสังเกตจากลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ใบรวม มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีพื้นที่ใบมากที่สุด (ตาราง 4) ทั้ง 3 การทดลอง เช่นเดียวกับการทดลองของ สายัณห์ สดุดี และคณะ (2535a) พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ที่ปลูกในไรโซตรอน และกระถาง มีพื้นที่ใบมากกว่ามังคุดที่ไม่เสริมราก และมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา มีระบบรากขนาดใหญ่ มีรากแขนงและรากขนอ่อนกระจายอยู่บริเวณผิวดินมาก ซึ่งเป็นรากที่ทำหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหาร จึงทำให้ต้นมังคุดมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น ทำให้มี

การแตกใบใหม่ได้ดีที่สุด ส่งผลให้มีพื้นที่ใบเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงทำให้มังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการพัฒนาได้เร็ว เนื่องจากมีพื้นที่ใบในการสังเคราะห์แสงมากขึ้น เพราะปกติมังคุดเป็นพืชที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงต่อหน่วยพื้นที่ใบต่ำมาก (Tennant, 1975)

- ความยาวราก การเสริมรากมังคุดมีผลต่อการเจริญเติบโตของรากโดยทำให้จำนวนและความยาวรากเพิ่มขึ้น (ตาราง 4) โดยเฉพาะมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาจะมีความยาวรากมากกว่ามังคุดที่ไม่เสริมราก และมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากปกติต้นกล้ามังคุดมีรากน้อยมาก คือ มีการเจริญทางต้นมากกว่า ระบบรากเป็นรากแก้ว, รากแขนง และรากที่แตกออกมาจากรากแขนง แต่จะไม่มีรากขนอ่อน (Jill, 1976) ทำให้การดูดน้ำและธาตุอาหารได้ปริมาณน้อยส่งผลให้พืชเติบโตช้า แต่หลังจากเสริมรากด้วยพะวา ซึ่งมีระบบรากแผ่กระจายดี โดยเฉพาะรากแขนงและรากขนอ่อน (สายัณห์ สดุดี และคณะ, 2535a) จึงช่วยให้มีการดูดน้ำไปเลี้ยงต้นได้ดีขึ้น และมังคุดโตเร็วขึ้นด้วย

- น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น จะประกอบด้วยน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น และราก ส่วนเหล่านี้จะเป็นตัวบ่งการเจริญเติบโตและศักยภาพของการให้ผลผลิตในระยะต่อมากล่าวคือ ถ้ามีการสะสมน้ำหนักแห้งมากในส่วนใบ มีผลทำให้พื้นที่ใบและปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่พืชจะรับได้สูง (อภินันท์ กำนันรัตน์ และคณะ, 2535) ซึ่งน่าจะทำให้พืชมีการสังเคราะห์แสงสูง และมีโอกาสเจริญเติบโตได้ดี จากการทดลองทั้งสองการทดลองคือ การทดลองปลูกในไรโซตรอนและถุงพลาสติกสีดำ พบว่าการเสริมรากมังคุดด้วยพะวา ให้น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 4) ชี้ให้เห็นว่าการเสริมรากมังคุดด้วยพะวาสามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งส่วนลำต้น ใบ และรากของมังคุดได้ เช่นเดียวกับการทดลองของ สายัณห์ สดุดี และคณะ (2535a) ซึ่งทำการทดลองในไรโซตรอน และกระถาง

- อัตราส่วนของรากต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนรากต่อต้น พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา มีค่าแตกต่างระหว่างรากต่อต้นน้อยที่สุด (ตาราง 4) แสดงว่าการเสริมรากมีผลทำให้การเจริญทางระบบรากมีมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้มีการเจริญทางลำต้นและใบเพิ่มขึ้นด้วย โดยเฉพาะมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา เพราะพะวาเป็นพืชที่มีการเจริญทางรากดี และเมื่อพิจารณาถึงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับมังคุด (สายัณห์ สดุดี และคณะ, 2535) ทั้งนี้เนื่องจากปกติแล้วมังคุดมีการเจริญทางยอดมาก แต่ระบบรากมี

ตาราง 4 การเจริญเติบโตของมังคุดที่ปลูกในไรโซตรอน, ถุงพลาสติกสีดำ และแปลงปลูก เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

	ไรโซตรอน			ถุงพลาสติกสีดำ			แปลงปลูก		
	มังคุด	มังคุด+มังคุด	มังคุด+พะวา	มังคุด	มังคุด+มังคุด	มังคุด+พะวา	มังคุด	มังคุด+มังคุด	มังคุด+พะวา
ความสูง (ซม.)	85.33^{NS}	89.67	87.00	66.00^{NS}	69.90	71.40	80.05^{NS}	88.65	91.82
เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม.)	1.01^{NS}	1.02	1.07	0.97^{NS}	0.98	1.00	1.08^{NS}	1.08	1.10
ความยาวกิ่งข้างรวม (ซม.)	70.03^{NS}	86.89	95.16	37.10^{NS}	42.70	43.70	61.31^{B*}	86.84^{A}	92.97^{A}
พื้นที่ใบรวม (ซม.^{2})	3417.73^{B*}	3573.26^{B}	4244.47^{A}	1946.75^{B*}	2474.69^{B}	3639.05^{A}	2916.25^{B*}	3377.14^{B}	4854.49^{A}
ความยาวราก (ม.)	26.22^{C*}	35.33^{B}	46.12^{A}	29.24^{B*}	37.30^{B}	48.91^{A}	-	-	-
น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น (กรัม/ต้น)	73.17^{C*}	103.55^{B}	123.36^{A}	72.76^{C*}	86.84^{B}	110.45^{A}	-	-	-
อัตราส่วนรากต่อต้น	1 : 4.39	1 : 3.30	1 : 2.74	1 : 2.74	1 : 2.63	1 : 2.61	-	-	-

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกัน

* = ตัวอักษรบนขวามือของค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่เหมือนกันในแต่ละการทดลองแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD.05)

ขนาดเล็กหรือมีการแพร่กระจายของรากน้อย (สายัณห์ สดุดี และมงคล แซ่หลิม, 2532) ลักษณะเช่นนี้น่าจะเป็นไม้ผลในเขตร้อนที่มีการเจริญอย่างมากทางยอด

สำหรับการทดลองในถุงพลาสติก หุ้มด้วยตาข่ายเหล็กมีการเจริญเติบโตช้ากว่าอีกสองการทดลองเพราะว่าการเจริญเติบโตของรากและยอดมีความสัมพันธ์กัน (Russell, 1977) และมีพื้นที่ในการเจริญเติบโตจำกัดหรือน้อยกว่า จึงทำให้รากถูกจำกัดลงด้วย ส่งผลให้ยอดมีขนาดเล็ก

2. การตอบสนองทางสรีรวิทยา

- ศักย์ของน้ำในใบ เมื่อพิจารณาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงสภาวะน้ำในใบพืช พบว่าสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดิน คือ เมื่อหยุดการให้น้ำ 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ค่าศักย์ของน้ำในใบของมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการเจริญเติบโตเร็ว เนื่องจากมีการดึงน้ำจากดินไปใช้ได้มากในช่วงแรก หลังจากหยุดให้น้ำ ทำให้มีความชื้นเหลือสะสมอยู่ในดินชั้นล่างน้อยสำหรับการเจริญเติบโตในช่วงหลัง ดังนั้นมังคุดที่ขาดน้ำจึงพยายามลดการสูญเสียน้ำออกจากใบโดยการเปิดปากใบน้อยลง เพื่อรักษาน้ำในเซลล์พืช (สายัณห์ สดุดี, 2533) จึงทำให้มังคุดพยายามลดค่าศักย์ของน้ำในใบลงด้วย เมื่อความชื้นในดินลดลง เพื่อให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างศักย์ของน้ำในใบ ทำให้พืชดึงน้ำขึ้นจากดินไปใช้ได้ (รูปที่ 4, 8 และ 12)

- ศักย์ของน้ำในดิน โดยวัดจากการใช้น้ำของมังคุด หลังจากมีการเสริมราก (รูปที่ 5 และ 9) พบว่ามังคุดที่เสริมรากด้วยพะวามีการดึงน้ำจากดินไปใช้ได้มากที่สุด ที่ระดับความลึก 20-25 เซนติเมตร จากระดับผิวดินถูกใช้ไปอย่างรวดเร็วนั้น เนื่องจากรากมังคุดส่วนใหญ่จะเจริญบริเวณผิวดิน หรือดินชั้นบนระดับ 20-50 เซนติเมตร จากผิวดิน (สายัณห์ สดุดี และมงคล แซ่หลิม, 2532) อย่างไรก็ตามพบว่า ในช่วงเวลา 10 วัน หลังจากงดการให้น้ำ ใบมังคุดบางส่วนมีอาการไหม้หรือบางส่วนของใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้ำตาลอ่อน ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการปิดของปากใบ ซึ่งอาจจะส่งผลให้อุณหภูมิของใบสูงขึ้น จนเกิดอาการใบไหม้ได้ (Sehulzed et al., 1987) นอกจากนี้พบใบที่มีลักษณะห้อยลงและก้านใบเหี่ยว อาจจะเป็นการลู่ของใบลงเพื่อลดการรับแสงแดดโดยตรง ช่วยลดความรุนแรงจากอาการใบไหม้ ซึ่งผิดกับใบมังคุดที่รดน้ำทุกวัน มีการแผ่รับแสงแดดเต็มที่ (มงคล แซ่หลิม และคณะ, 2533) เมื่อให้น้ำ

เป็นปกติเวลา 2 อาทิตย์ ใบที่มีอาการไหม้หรือเหี่ยวจะหลุดร่วงไป ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า ภายใต้สภาวะขาดน้ำมีผลทำให้รากพืชมีการสังเคราะห์ไซโตไคนินลดลง ส่งผลให้ระดับความสมดุลระหว่างไซโตไคนินต่อกรดแอบไซสิคลดลง มีผลให้ปากใบปิด (อภินันท์ กำนันรัตน์ และคณะ, 2535) และเมื่อขาดน้ำติดต่อกันเป็นเวลานานมีการผลิต ethylene ซึ่งเป็นฮอร์โมน พืชอีกชนิดหนึ่งที่ส่งเสริมการร่วงของใบ (ไฉน ยอดเพชร, 2529)

3. การแผ่กระจายของราก และความหนาแน่นของราก พบว่าหลังจากมีการเสริมรากมังคุดมีการเจริญของราก และการแผ่กระจายของรากดีขึ้น โดยเฉพาะมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวาจะมีรากกระจายอยู่บริเวณใกล้ผิวดินมากที่สุด (รูปที่ 6 และ 10) ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะโครงสร้างการแผ่กระจายของราก เมื่อมองผ่านแผ่นพลาสติกใสของไรโซตรอนให้ผลการทดลองสอดคล้องกับของสายัณห์ สดุดี และคณะ (2535a) และจากการตัดดินจากถุงพลาสติกสีดำทุกระดับความลึก 10 เซนติเมตร เห็นได้ว่ารากมังคุดมีการเจริญในทางหยั่งลึกเป็นรากขนาดใหญ่ และมีรากแขนงออกมาเพียงเล็กน้อย ตรงกันข้ามกับรากของพะวาซึ่งแผ่กระจายออกโดยรอบ โดยเฉพาะบริเวณใกล้ผิวดิน มีความยาวรากมากที่สุด จากคุณสมบัตินี้น่าจะเป็นข้อดีของพืชในการดูดน้ำ และธาตุอาหารจากดิน เพราะตามธรรมชาติธาตุอาหารและความชื้นส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณชั้นดินตอนบนหรือใกล้ผิวดิน ดังนั้นจะช่วยให้พืชมีการดูดน้ำและธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพอันจะช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น

ผลการทดลองนี้อาจเป็นเพียงแนวทางที่แสดงให้เห็นว่าการเสริมรากมังคุดด้วยพะวาช่วยเพิ่มการเจริญของมังคุดได้ แต่ก็เป็นเพียงการทดลองในระยะต้นกล้าเท่านั้น และมีการดูแลรักษา ให้น้ำเป็นปกติ ดังนั้นจึงแนะนำว่าควรทำการทดลองในสภาพแปลงปลูกจริงของเกษตรกรเพื่อดูผลจากการเสริมรากในระยะต้นกล้า จนให้ผลผลิต ว่าจะให้ผลผลิตเร็วหรือช้ากว่ามังคุดที่ไม่เสริมราก และมังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด ถ้าผลของการเสริมรากมังคุดด้วยพะวาสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของมังคุดได้อย่างต่อเนื่อง ก็สามารถแนะนำให้เกษตรกรปลูกมังคุดด้วยวิธีการนี้ต่อไปในอนาคต

บทที่ 5

สรุป

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของมังคุดโดยการเสริมราก โดยมี 3 การทดลองคือ 1) การทดลองปลูกในไรโซตรอน 2) การทดลองปลูกในถุงพลาสติกสีดำ หุ้มด้วยตาข่ายเหล็กและ 3) การทดลองปลูกในแปลงปลูก มี 3 กลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มทดลองประกอบด้วย มังคุดที่ไม่เสริมราก มังคุดที่เสริมรากด้วยมังคุด และมังคุดที่เสริมรากด้วยพะวา ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. การเสริมรากมังคุดด้วยพะวา มีผลทำให้ความสูงของลำต้น เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และความยาวกิ่งข้างรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2. การเสริมรากมังคุดด้วยพะวา มีผลทำให้จำนวนใบเฉลี่ยและพื้นที่ใบรวมเพิ่มขึ้นแตกต่างกันทางสถิติ

3. การเสริมรากมังคุดด้วยพะวา มีผลทำให้ความยาวรากเพิ่มขึ้น แตกต่างกันทางสถิติ

4. การเสริมรากมังคุดด้วยพะวา มีผลทำให้น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเพิ่มขึ้นแตกต่างกันทางสถิติ

5. การเสริมรากมังคุดด้วยพะวา มีผลทำให้การดึงน้ำจากดินไปใช้ได้มากที่สุด และเมื่อความชื้นของดินลดลงมีผลทำให้ศักย์ของน้ำในใบลดลงด้วย

6. การเสริมรากมังคุดด้วยพะวาช่วยให้การใช้ประโยชน์จากการดึงน้ำจากดินได้ดี เพราะรากพะวามีการแผ่กระจายได้ดี

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2532. การปลูกมังคุด. คำแนะนำที่ 38 กรกฎาคม 2532. พิมพ์ครั้งที่ 3 โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ประเทศไทย จำกัด. 16 หน้า.

กวิศร์ วานิชกุล. 2522. การเจริญเติบโตของผลมังคุด. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 13 หน้า.

กองเศรษฐกิจการตลาด. 2530. รายงานการศึกษาเรื่องมังคุด. กรมการค้าภายในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 8 หน้า.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, มโนธรรม สัจจ์ถาวร, อดุลย์ พงศ์สุวรรณ, บรรณ บูรณะ และลิขิต เอียดแก้ว. 2530. มังคุด. สหมิตรออฟเซท. กรุงเทพฯ. 1-70 หน้า.

ไฉน ยอดเพชร. 2529. การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช. คณะเกษตรศาสตร์บางพระ วิทยาลัยเทคโนโลยี และอาชีวศึกษา. 350 หน้า.

ชาติชาย พฤกษ์รัตนกุล, ธนาภรณ์ ตั้งสุธิจิต, รจนา โรจน์วิโรจน์, วสุ อมฤตสุทธิ์ และอนันตชัย กิตติศรัณย์เลิศ. 2532. มังคุดเพื่อการส่งออก. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ว. เพื่อการเกษตร. 34 : 62-79.

ดารา พวงสุวรรณ. 2532. แนวทางและวิธีการปรับปรุงคุณภาพมังคุดเพื่อส่งออก. เคหการเกษตร. 13 : 48-51.

นิวัฒน์ พรหมแพทย์. 2532. มังคุดเพื่อการส่งออก. ชมรมไม้ผลแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 72 หน้า.

ประกิจ ดวงพิกุล. 2529. สถานการณ์การผลิตไม้ผลของประเทศไทย. ว. ฐานเกษตร. 43 : 20-30.

ฝ่ายข้อมูลวารสารเคหการเกษตร. 2530. ไม้ผลเศรษฐกิจของไทย. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจริญรัฐการพิมพ์. กรุงเทพฯ. หน้า 1-7.

พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. หจก. ไดนามิกการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 70 หน้า.

พีรเดช ทองอำไพ. 2530. สารชนิดใหม่ ไทโอยูเรีย. ว. เคหกิจการเกษตร 11 : 47-50.

ฟุ้ง ศศิสนธ์. 2513. การปลูกทุเรียนโดยวิธีเสริมรากช่วย. ว. กสิกร 43 : 124-134.

มงคล แซ่หลิม. 2531. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการขยายพันธุ์มังคุด. ว. สงขลานครินทร์ 10 : 13-19.

มงคล แซ่หลิม, ทศพร เหมนัฬน์ และ วิจิตต์ วรรณชิต. 2528. การหาพันธุ์พืชที่เหมาะสมสำหรับทำต้นตอมังคุดเพื่อให้ชั้นได้ในที่แห้งแล้ง และความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำในภาคใต้. รายงานวิจัย ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 22 หน้า.

มงคล แซ่หลิม และ สมปอง เตชะโต. 2533. การพัฒนาเทคนิคการขยายพันธุ์ไม้ผลเศรษฐกิจด้วยวิธีการติดตาต่อกิ่งในหลอดทดลอง. รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัย ครั้งที่ 1/2533 เสนอต่อศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. 20 หน้า.

มงคล แซ่หลิม, สายัณห์ สดุดี, สมปอง เตชะโต, พิมพรรณ ตันสกุล และ อรุณี ม่วงแก้วงาม. 2533. การหาพันธุ์พืชที่เหมาะสมสำหรับทำต้นตอมังคุดเพื่อให้ชื้นได้ในที่แห้งแล้งและความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำในภาคใต้. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 28 หน้า.

เยาวนุช หงษ์รานนท์, เสียงใส พิชัยพฤฒ์ และ ยุวดี มานะเกษม. 2525. การศึกษาการเร่งขยายพันธุ์มังคุดโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. รายงานผลการทดลองและวิจัยกองพฤกษศาสตร์ และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 18 หน้า.

รวี ภักดีกุลสัมพันธ์ และ พีรเดช ทองอำไพ. 2522. ข้อสังเกตเกี่ยวกับละอองเกสรของมังคุด. ว. พืชสวน. 3 : 37-40.

วิลาวัลย์ มหาบุษราคัม. 2528. การศึกษาโครงสร้างและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารประกอบที่ได้จากเปลือกและเนื้อผลมังคุด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 191 หน้า.

สนั่น ชำเลิศ. 2523. หลักและวิธีการขยายพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. หน้า 295-297.

สมสุข ศรีจักวาฬ. 2531. มังคุดผลไม้ที่น่าจับตามอง. นสพ. กสิกร. 61 : (6) : 4.

สมสุข ศรีจักวาฬ, เสียงใส พิชัยพฤฒ์, ไพโรจน์ มาศผล, ปราโมทย์ เกิดศิริ และ นพรัตน์ หยัดจันทร์. 2527. อิทธิพลของโปแตสเซียมไนเตรทต่อการงอกของเมล็ดมังคุด. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 17 : 429-436.

สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2525. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 29-71.

สายัณห์ สดุดี. 2533. ศึกษาการตอบสนองของมังคุดต่อสภาวะเครียดน้ำ : I การตอบสนองทางสรีรวิทยาของมังคุดต่อสภาวะขาดน้ำ. ว.สงขลานครินทร์ 12 : 103-110.

สายัณห์ สดุดี. 2534. การแตกในของต้นกล้ามังคุดอายุ 2 ปี และผลของการใช้สารเคมีชักนำให้แตกใบ. ว. สงขลานครินทร์. 13 : 1-6.

สายัณห์ สดุดี. 2536. มังคุดในภาคใต้. ศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมืองร้อน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 16 หน้า.

สายัณห์ สดุดี และ มงคล แซ่หลิม. 2532. ผลของการทาบกิ่งที่มีต่อการเจริญเติบโตของมังคุด. ว. สงขลานครินทร์. 11 : 1-6.

สายัณห์ สดุดี และ มงคล แซ่หลิม. 2534. การชักนำให้มังคุดตกผลเร็ว โดยใช้สารพาโคลบิวทราโซล. ว. สงขลานครินทร์. 13 : 123-128.

สายัณห์ สดุดี, มงคล แซ่หลิม และสุภาณี ยงค์. 2535a. ผลของการเสริมรากที่มีต่อการเจริญเติบโตของมังคุด. ว. สงขลานครินทร์ 14 : 327-335.

สายัณห์ สดุดี, มงคล แซ่หลิม และ สุภาณี ยงค์. 2535b. การให้ร่มเงาที่เหมาะสมสำหรับมังคุดหลังจากปลูก. ว. สงขลานครินทร์ 14 : 337-343.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2532. การผลิตและการตลาดมังคุดปี 2530/31. เอกสารเศรษฐกิจการเกษตร เลขที่ 13/2532. 5 หน้า.

สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้. 2535. ข้อมูลบางประการเกี่ยวกับการทำสวนผลไม้ของภาคใต้. เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องการใส่ปุ๋ยชีวภาพ ครั้งที่ 1. 1-4 กันยายน 2535 โรงแรมไดมอลด์พลาซ่า หาดใหญ่ สงขลา. หน้า 1-4.

สุรกิตติ ศรีกุล และเที่ยง ตู้แก้ว. 2532. เอกสารวิชาการที่ 2 เรื่อง มังคุด. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 15 หน้า.

หลวงบุเรศบำรุงการ. 2518. การปลูกมังคุดและละมุดฝรั่ง. สมาคมพฤกษชาติแห่งประเทศไทย. สำนักพิมพ์เพร่พิทยา. กรุงเทพฯ หน้า 1-12.

อภินันท์ กำนันรัตน์, ประวิตร โสภโณดร และ สายัณห์ สดุดี. 2535. เอกสารคำสอนสรีรวิทยาการผลิตพืช. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ. 76 หน้า.

Backer, C.A. and van den Brink, R.C.B. 1963. Flora of Java. N.V.P. Noordhoff, Groningen, The Netherlands. Vol. I. 110 p.

Bailey, L.H. 1953. The Standard Cyclopedia of Horticulture Vol. II. The MacMillan Co., New York. pp. 1989-1990.

Bailey, L.H. 1975. Manual of Cultivated Plants. MacMillan Co., New York. pp. 674-675.

Chandler, W.H. 1950. Evergreen Orchards. Lea and Febiger. Philadelphia. 452 p.

Coombe, B.G. 1976. The development of fleshy fruits. Ann. Rev. Plant Physiol. 27 : 507-528.

Coronel, E.R. 1983. Promissing Fruit of the Phillippines. College of Agriculture. University of the Philippines. Los Banos. Philippines. pp. 307-322.

Downton, W.J.S., Grant, W.J.R. and Chacko, F.K. 1990. Effect of elevated carbon dioxide on the photosynthesis and early growth of mangosteen (Garcinia mangostana Linn.). Scientia Horticulturae. 44 : 215-225.

Givnish, T.J. 1988. Adaptation to sun and shade : A whole-plant perspective. In : J.R. Evans et. al. (eds.). Ecology of Photosynthesis in Sun and Shade. CSIRO. Australia. pp. 63-92.

Hume, E.P. 1947. Difficulties in mangosteen culture. Tropical Agriculture. 24 : 32-36.

Jill, E.K. 1976. Garcinia mangostana - mangosteen. In : R.J. Garner (eds). The Propagation of Tropical Fruit Trees. Hort. Review. No. 44. East Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops. Malling, Maidstone, Kent. pp. 361-375.

Kristiina, A.V. and Bloomfield J. 1991. Tree root turnover and senescence. In : Y. Waisel, A. Eshel and U. Kafkafi (eds). Plant Roots : The Hidden Half. Marcel Dekker. Inc., New York. pp. 287-298.

Loehle, C. and Jones R.H. 1990. Adaptive significance of root grafting in trees. Functional Ecology 4 : 268-271.

Mosse, B. 1962. Graft-incompatibility in fruit trees. Commonwealth Agricultural Bureaux, England. pp. 5-12.

Ochse, J.J. 1961. Tropical and Sub-tropical Agriculture. The MacMillan Co., New York. pp. 611-615.

Ochse, J.J.; Soule, M.J., Dijkman, M.J. and Wehlbury, C. 1970. Mangosteen. Tropical and Sub-tropical Agriculture. MacMillan Co., New York. pp. 319-320.

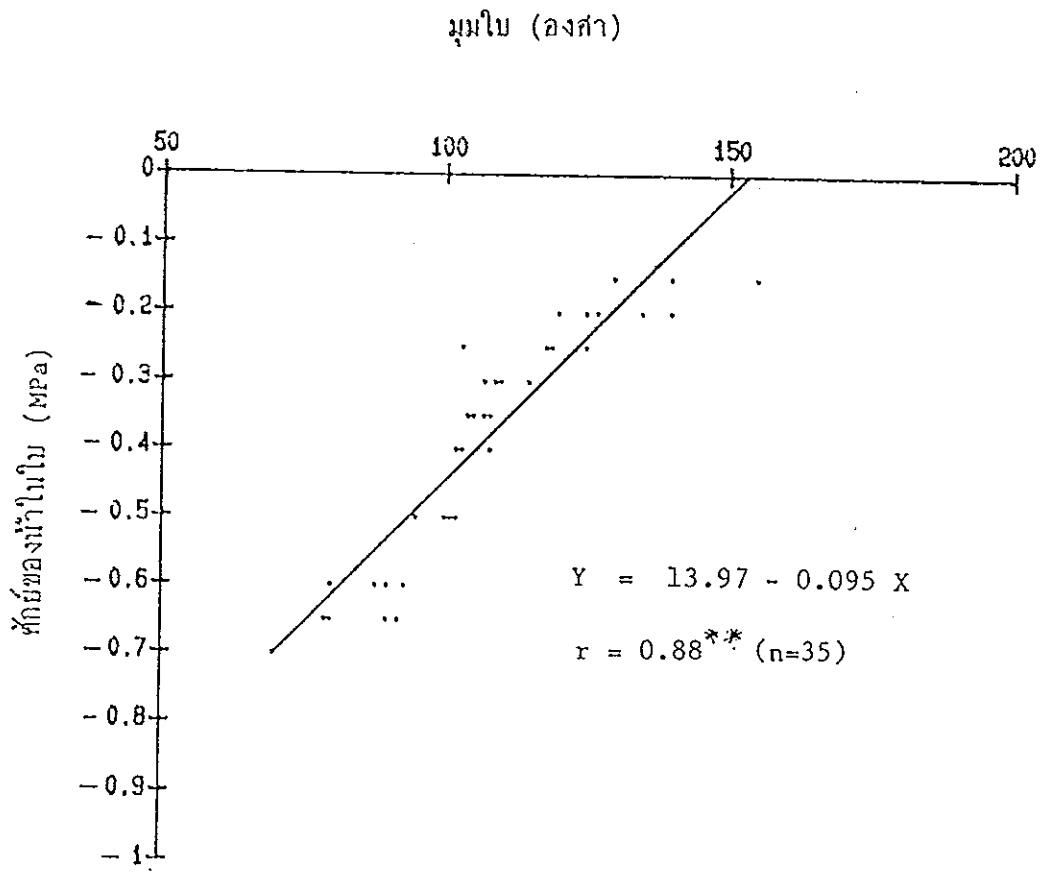
Richards, D. 1985. Tree growth and productivity. The role of roots. In : B.W. Cull and P.E. Page (eds). Symposium of Physiology of Productivity of Sub-Tropical and Tropical Tree Fruits. Drukkerij Avnt. Netherlands. pp. 27-36.

Russell, R.S. 1977. Plant Root Systems : Their function and interaction with the soil. McGraw Hill Book Company (UK) Limited, London.

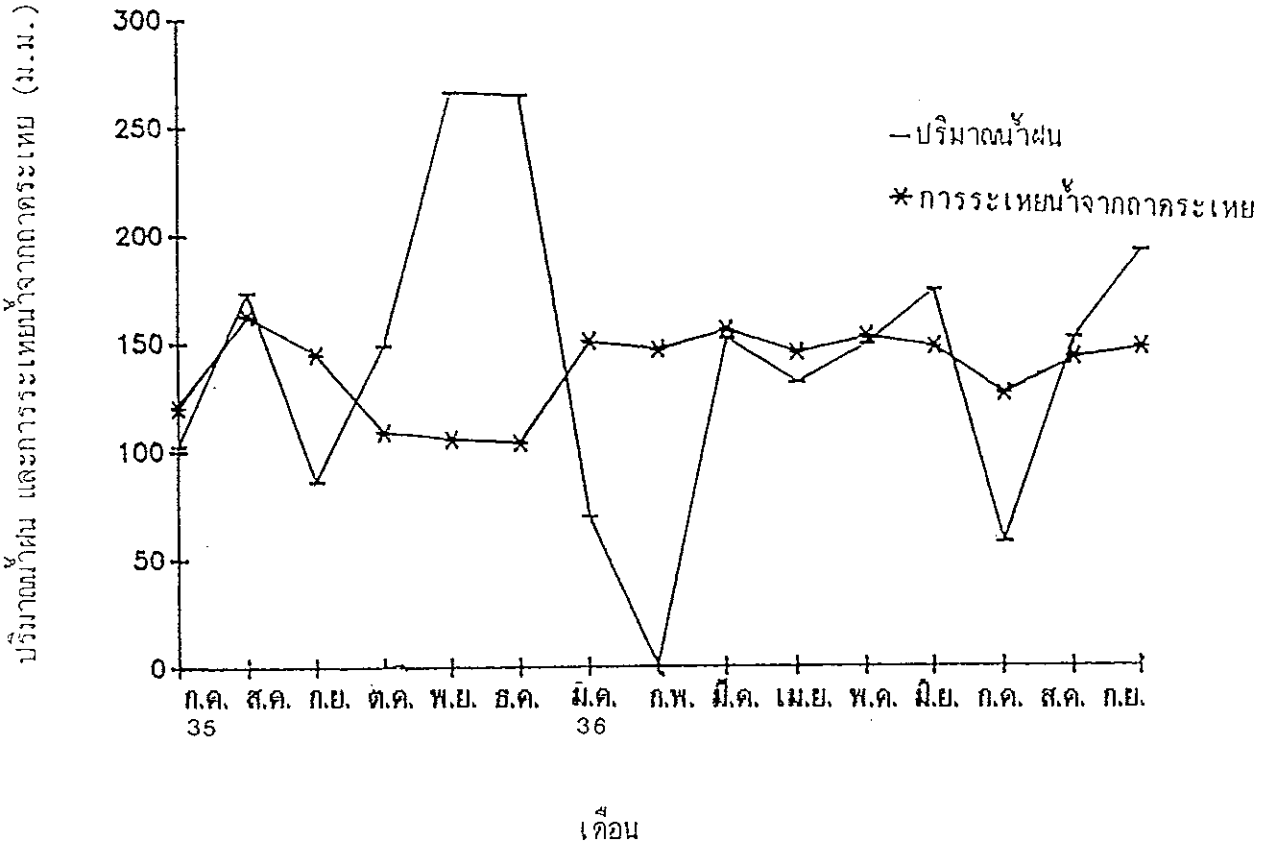
Sehulze, E.D.; Robinchaux, R.H.; Grace, J.; Rundel, P.W. and Ehleringer, J.R. 1987. Plant water balance. Bioscience 37 : 30-37.

Tennant, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. Journal of Ecology 63 : 995-1001.

ภาคผนวก



รูปผนวกที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงศักย์ของน้ำในใบและมุมใบของมังคุด



รูปผนวกที่ 2 การระเหยน้ำจากถาดระเหย และปริมาณน้ำฝน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2535-กันยายน 2536 (ข้อมูลจากศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวสุพร ฆังคมณี

วัน เดือน ปีเกิด 24 พฤศจิกายน 2510

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คณะเกษตรศาสตร์บางพระ ชลบุรี	2533