สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การสร้างและเปรียบเทียบระบบการใช้น้ำโดยอัตโนมัติในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

RCH
SB
126.5
อ7285
เลขหมู่ 20441
เลขทะเบียน
วัน, เดือน, ปี - 6 ส.ค. 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	
สารบัญตาราง	(ก)
สารบัญภาพ	(ข)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
ผลการทดลอง	31
วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	34
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการติดตั้งเครื่องควบคุมการให้น้ำในการปลูกพืชในถุงโดยไม่ใช้ดิน	20
2	แสดงตำแหน่งของต้นมะเขือเทศที่เก็บมาวิเคราะห์	21
3	แสดงองค์ประกอบของเครื่องชั่งน้ำหนัก	22
4	แสดงองค์ประกอบของเครื่องตั้งเวลา	23
5	แสดงองค์ประกอบของเครื่องวัดการระเหย	24
6	แสดงการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบ 5 วัน ตั้งแต่พืชอายุ 37 วัน ถึงอายุ 93 วัน	25
7	แสดงการใช้น้ำสะสมในรอบ 5 วัน ตั้งแต่พืชอายุ 37 วัน ถึงอายุ 93 วัน	26
8	แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำออกของ T_1, T_2, T_3	27
9	Correlation แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยจากเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech กับการระเหยของน้ำผ่านแท่ง Porous (เครื่องมือที่สร้างขึ้น)	28
10	Correlation แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยของน้ำผ่านแท่ง Porus กับการใช้น้ำของพืช	29
11	Correlation แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยจากเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech กับการใช้น้ำของพืช	30
12	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของน้ำกับน้ำหนักของน้ำที่เพิ่มขึ้น	59
13	แสดงการปลูกมะเขือเทศโดยไม่ใช้ดินในเรือนเพาะชำ	60
14	แสดงการตั้งชุดเครื่องมือจ่ายน้ำ	61
15	แสดงมิเตอร์วัดปริมาณน้ำที่ให้ระบบ	62
16	แสดงการวางรางรับน้ำที่เหลือจากการใช้น้ำของพืช	63
17	แสดงชุดเครื่องมือควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติแบบชั่งน้ำหนัก	64
18	แสดงชุดเครื่องมือควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ โดย Timer	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	แสดงชุดเครื่องมือควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติแบบเครื่องวัดการระเหย	66
20	แสดงต้นมะเขือเทศที่ได้จากการให้น้ำโดยควบคุมการให้น้ำแบบชั่งน้ำหนัก	67
21	แสดงต้นมะเขือเทศที่ได้จากการควบคุมการให้น้ำแบบ Timer	68
22	แสดงต้นมะเขือเทศที่ได้จากการให้น้ำแบบวัดการระเหย	69
23	แสดงผลผลิตของมะเขือเทศ	70
24	แสดงขนาดของผลมะเขือเทศ	71
25	แสดงรากที่เกิดจากการปลูกมะเขือเทศโดยวัสดุปลูก	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในการปลูกพืชให้ได้ผลผลิตสูง และน้ำจะต้องไม่เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืช คือปริมาณน้ำที่ให้แก่พืชจะต้องไม่มากหรือน้อยเกินไป จนพืชแสดงอาการขาดน้ำ โดยเฉพาะการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เนื่องจากการแพร่กระจายของรากพืชเพื่อหาน้ำและธาตุอาหารจะถูกจำกัดโดยปริมาตรของภาชนะและวัสดุที่ใช้ปลูก ทำให้พืชมีโอกาสกระทบกระเทือนต่อสภาพการขาดน้ำและธาตุอาหารได้ง่ายกว่าพืชที่ปลูกในดินทั่วๆ ไป และการตอบสนองของพืชจะรุนแรงซึ่งมีผลให้ผลผลิตที่ได้ลดลงอย่างมากมาย เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบดังกล่าวนี้ระบบการให้น้ำโดยอัตโนมัติจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ระบบการให้น้ำโดยอัตโนมัติ นอกจากจะช่วยในการให้น้ำอย่างเพียงพอต่อความต้องการของพืชแล้ว ยังช่วยประหยัดแรงงานในการรดน้ำ ประหยัดเวลาในการดูแลรักษา อีกทั้งยังสามารถปรับใช้กับการปลูกพืชได้เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างเครื่องควบคุมการให้น้ำโดยอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน
2. เพื่อทดสอบระบบการให้น้ำโดยอัตโนมัติแบบต่างๆ
3. เพื่อเปรียบเทียบระบบการให้น้ำโดยอัตโนมัติในแง่ของประสิทธิภาพของการทำงานของระบบและในแง่การตอบสนองของพืช ทั้งในด้านการใช้น้ำและผลผลิตที่ได้
4. เพื่อศึกษาถึงการดูดใช้และการสะสมธาตุอาหารของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หรือทั้งหมด ให้อ้างอิงแหล่งที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

การปลูกพืชไร้ดิน (Soilless Culture)

เป็นวิธีการปลูกพืชโดยที่ไม่ต้องพึ่งพาอาศัยดิน แต่ใช้วัสดุอื่นๆ แทนดิน เช่น ปลูกในน้ำยา ทราย กรวด ขี้แกลบ Rockwool ฯลฯ โดยให้สารละลายอาหารที่พืชจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตแก่รากโดยตรงจะทำการผสมไปกับน้ำในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสมแทนธาตุอาหารที่พืชต้องการอาศัยจากดิน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการปลูกพืชในส่วนที่เกี่ยวข้องกับดิน เช่น ในดินที่มีคุณภาพต่ำมาก มีสิ่งต่างๆขัดขวางการเจริญเติบโตของพืช เช่น ความเค็มสูง เป็นกรดจัด หรือมีโรคระบาดในดิน และน้ำขาดแคลนเป็นต้น นอกจากนี้ยังเพื่อควบคุมคุณภาพ ปริมาณ ระยะเวลาของผลผลิตเพื่อให้ได้ตามความต้องการของตลาด (มนตรี, 2531)

พรชัยและวิบูลย์ (2531) กล่าวว่า การปลูกพืชโดยวิธี Hydroponic เป็นวิธีการปลูกพืชที่เก่าแก่ มีมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว ดังจะเห็นได้จากการทำสวนลอย (Hanging gardens) ของชาวบาบิโลน สวนลอยของพวกชาวเอซเทคในเม็กซิโก ชาวจีน และชาวตะวันออกไกล เป็นต้น นอกจากนี้จากหลักฐานการบันทึกทางประวัติศาสตร์ของชาวอิยิปต์ยังได้มีการกล่าวอ้างถึงการปลูกพืชในน้ำเมื่อประมาณหลายร้อยปีก่อนคริสต์ศักราชอีกด้วย

"Hudroponic" มาจากภาษากรีก 2 คำ คือ "Hydor" ซึ่งแปลว่า "น้ำ" และ "Ponos" ซึ่งแปลว่า "การทำงาน" ดังนั้นทั้ง 2 คำรวมกันจึงมีความหมายว่า "การทำงานด้วยน้ำ" นั่นเอง โดยมีนักวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน ที่ทำการศึกษาในเรื่องนี้มาตั้งแต่ปี ค.ศ.1859 คือ Sachs และ Knop

มนตรี (2531) ได้แบ่งการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Soiless culture) ออกเป็นประเภทดังต่อไปนี้

1. ปลูกโดยให้รากลอยอยู่ในอากาศ ระบบนี้สารละลายอาหารพืชจะถูกพ่นให้แก่รากของต้นพืชโดยตรง ซึ่งจังหวะการพ่นจะต่อเนื่องกันไปตามความชื้นในอากาศที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปลูกในวัสดุเครื่องปลูก ระบบนี้ต้องอาศัยวัสดุเครื่องปลูกต่างๆ เป็นที่รากยึดเพื่อค้ำจุนต้นเมื่อมีการเจริญเติบโตมากขึ้น และช่วยอุ้มน้ำบ้างเล็กน้อย แต่วัสดุปลูกพืชมักจะเป็นกลางไม่ดูดสารละลายอาหารพืช ระบบนี้นิยมให้สารละลายอาหารพืชพร้อมกับการให้น้ำแบบหยด โดยจะควบคุมการให้น้ำและสารละลายอาหารพืชให้พอดีกับที่พืชต้องการใช้ ระบบปลูกพืชในวัสดุปลูกนี้จะนิยมกันมากเพราะสะดวก ไม่จำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพสารอาหารที่ให้ใหม่ วัสดุปลูกที่นิยมใช้ได้แก่ ทราย กรวด ขี้แกลบ ขุยมะพร้าว ใยสังเคราะห์

3. ปลูกโดยให้รากจมอยู่ในน้ำที่ผสมสารละลายธาตุอาหาร ระบบนี้นิยมมากกว่าแบบอื่นๆ ซึ่งสามารถแยกได้อีกหลายวิธี เช่น

3.1 การปลูกพืชในน้ำที่ผสมสารละลายธาตุอาหารพืช โดยน้ำอยู่นิ่งไม่ไหลเวียน ระบบนี้ต้องมีปั๊มลมเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้แก่รากพืช

3.2 การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีการไหลเวียนตลอดเวลา โดยรากพืชจะเจริญเติบโตในภาชนะที่สารละลายไหลผ่าน ซึ่งมีทั้งระบบที่ปล่อยให้สารละลายทิ้งไปและระบบที่มีการนำสารละลายนั้นกลับมาใช้อีก ระบบนี้เป็นระบบที่นิยมนำมาทำเป็นการค้ามากที่สุด

ความจำเป็นในการปลูกพืชแบบไร้ดิน

ปิฎระ (2527) ให้ความเห็นว่า ความจำเป็นที่ต้องปลูกพืชในน้ำยานั้น เนื่องจากในสถานที่นั้นไม่สามารถปลูกพืชตามธรรมชาติบนดินได้ ทั้งนี้บางฤดูในรอบปีหนึ่งๆ มีอากาศร้อนหรือหนาวจัด สภาพดินไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืชเลย คุณสมบัติทางกายภาพของดินไม่ดีพอที่จะให้พืชเจริญเติบโตได้ พืชไม่สามารถดูดธาตุอาหารในดินในบริเวณนั้นไปใช้ได้ เนื่องจากคุณสมบัติของดินเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ทำให้คุณสมบัติและปริมาณผลผลิตที่ได้ไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน จากความจำเป็นดังกล่าวมาแล้ว จึงเห็นได้ว่าการปลูกพืชในน้ำยานั้นมีประโยชน์เฉพาะสถานที่บางแห่งเท่านั้น

Resh (1978) รายงานว่า การปลูกพืชไร้ดินเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับไส้เดือนฝอยโรคพืชที่ติดมากับดิน รวมถึงโครงสร้างของดินที่มีลักษณะเลวลงด้วย ซึ่งในปัจจุบันการปลูกพืชในระบบที่สามารถทำกำไรเป็นจำนวนมากในจังหวัดบริติชโคลัมเบีย ประเทศแคนาดา 80% ของเนอร์เซอรี่ทั้งหมดได้นำระบบการปลูกพืชไร้ดินมาใช้เพื่อผลิตผักและไม้ดอกโดยใช้ขี้เลื่อย หรือทรายเป็นวัสดุปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ทัศนีย์ (2531) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับข้อดีของการปลูกพืชไม่ใช้ดินว่า พืชที่ปลูกจะมีโรคและแมลงรบกวนน้อย เพราะการปลูกพืชแบบนี้ที่ทำในเชิงการค้าจะทำในเรือนกระจกมิดชิด ใช้อุปกรณ์ควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่ควบครัน ดังนั้นผลผลิตที่ได้จึงถูกหลักอนามัยปลอดสารพิษ สามารถปลูกพืชได้ในสภาพไม่มีดินหรือสภาพดินมีปัญหาต่อการปลูก ซึ่งมักให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกในดินเพราะสามารถควบคุมหรือให้ปัจจัยต่างๆ แก่พืชได้ดีกว่าการปลูกพืชในดิน ส่วนข้อเสียนั้นก็คือ ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในการจัดซื้ออุปกรณ์อัตโนมัติต่างๆ และกรณีเกิดโรคที่รากของพืช เชื้อโรคจากเชื้อราต่างๆ จะระบาดได้อย่างรวดเร็ว เพราะรากแช่อยู่ในน้ำยาเดียวกัน

ทวัน (2532) รายงานการปลูกพืชไร้ดินในประเทศรัสเซียว่า สามารถผลิตแตงกวาได้ประมาณครั้งละ 60-80 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และสามารถปลูกได้ 3 ครั้งต่อปี ผลผลิตมะเขือเทศได้ประมาณ 23-35 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งปลูกได้ 6 ครั้งต่อปี

พรชัยและวิบูลย์ (2531) รายงานการปลูกพืชไร้ดินในญี่ปุ่น โดยบริษัท KYWA ได้พัฒนาการปลูกมะเขือเทศในน้ำยาซึ่งให้ผลผลิตสูงถึง 12,000 ผลต่อต้น

Boyer (1983) กล่าวว่าการปลูกพืชไร้ดิน พืชจะเจริญเติบโตและเก็บเกี่ยวได้เร็วเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชโดยใช้ดิน ในปริมาณสารละลายธาตุอาหารที่เท่ากัน การปลูกพืชแบบไร้ดินให้ผลผลิตสูงกว่าและผลผลิตมีความสม่ำเสมอมากกว่า เพราะความเข้มข้นของสารละลายและส่วนประกอบของธาตุอาหารที่ให้กับพืช สามารถปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ของสารละลายได้ เช่น pH ของสารละลาย ปริมาณธาตุอาหาร พืชที่มีการใช้วิธีปลูกแบบไร้ดิน เช่น มะเขือเทศ มันฝรั่ง ข้าว ผักกาดหอม หัวบีท ในหลายสถานที่สามารถให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกบนดินอย่างเห็นได้ชัด

วัสดุปลูก

medium หมายถึงตัวกลางที่ใช้ในการเพาะปลูกพันธุ์ไม้ อาจเป็นดิน กรวด หิน ทราย ขี้เถ้าแกลบ ขี้อ้อย อย่างหนึ่งอย่างใดที่พันธุ์ไม้ใช้ยึดเกาะ เพื่อทรงต้นอยู่ได้เท่านั้น ส่วน inert medium หมายถึง media หรือตัวกลางที่ไม่มีปฏิกิริยาหรือมีแต่เฉื่อยช้า ไม่รวดเร็วใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงรูปสมบัติและคุณสมบัติ (ปิฎฐิ, 2529)

ทัศนีย์และสรสิทธิ์ (2531) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับวัสดุปลูกว่า วัสดุปลูกต้องมีการระบายอากาศ ถ่ายเทดี อุ้มน้ำได้ดี และจะต้องค้ำจุนต้นและรากพืชได้ดี วัสดุปลูกไม่จำเป็นต้องมีธาตุอาหารอยู่อย่างเพียงพอในตัวมันเอง เพราะปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารพืชสามารถจะเสริมแต่งให้ได้ ด้วยการใช้สารเคมีหรือปุ๋ยต่างๆ ได้ ดังนั้นงานวิจัยในปัจจุบันจึงได้ศึกษาชนิดของวัสดุปลูกที่ดี และราคาถูกและหาง่ายในท้องถิ่น วัสดุปลูกที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

1. ทราย ข้อดีของทรายก็คือ ราคาถูก หาง่าย ใช้ได้นาน แต่ขนาดของทรายมีความสำคัญ ถ้าละเอียดไปถ้ามีความชื้นก็จะจับตัวกันแน่น ทำให้การระบายน้ำและอากาศไม่ดี ถ้าขนาดใหญ่กว่ากรวดเล็กๆ ก็ไม่ดีเหมือนกัน เพราะจะไม่อุ้มน้ำและจะต้องให้น้ำบ่อย ข้อเสียของทรายอีกอย่างหนึ่งคือ ในสภาพที่ร้อนผิวหน้าจะแห้งเร็ว ทำให้การเพาะกล้าและการตั้งตัวของกล้ามีปัญหา

2. กรวด ปัจจุบันการปลูกพืชระบบนี้ใช้เชิงการค้าก็ยังคงมีการใช้กรวดอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสหรัฐอเมริกา ขนาดของกรวดที่ใช้กันอยู่ก็คือ 3-10 มม.

3. ขี้เลื่อยและแกลบ ใช้กันมากในท้องถิ่นที่มีโรงเลื่อยและโรงสีข้าว แต่การใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุปลูกนั้นจะต้องมีการเปลี่ยนขี้เลื่อยหลังการปลูกไปได้ 1-2 ฤดู เพราะมันจะอัดตัวการแน่น แต่ถ้าไม่ได้ซื้อก็เป็นการดี เพราะการเปลี่ยนวัสดุปลูกใหม่ทุกครั้งก็จะเป็นการหลีกเลี่ยงโรคที่ติดมากับวัสดุปลูกได้

4. พวก Foam เป็นวัสดุปลูกได้แก่ polyurethane foam (PU)

5. rock wool เป็นวัสดุปลูกที่มีรูพรุนเหมือนฟองน้ำ ประกอบด้วย diabase 60% หินปูน 20% และถ่านหิน 20% หลอมที่อุณหภูมิ 1500-2000 °c มีสภาพเป็นด่างเล็กน้อย มีค่าความหนาแน่นต่ำ มีรูพรุนมาก ดูดยึดน้ำได้ดี มีลักษณะเหมือนฟองน้ำ ดังนั้นจึงเป็นวัสดุปลูกที่ดีมากเพราะสะอาด ปราศจากเชื้อโรค และใช้กันมากในระบบ NFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mass and Adamson (1974) รายงานว่าในระหว่างปี ค.ศ.1950-1960 ผลผลิตมะเขือเทศจากการผลิตเพื่อการค้าในโรงเรือนที่เกาะ Vancouver ลดลง เนื่องจากดินเสื่อมคุณภาพ ดินเป็นแหล่งเกิดโรคและไส้เดือนฝอย จึงได้มีการเปลี่ยนระบบมากปลูกใช้ขี้เลื่อยหรือขี้เลื่อยผสมทราย ที่มีการให้สารละลายธาตุอาหาร โดยใช้สูตร Hoagland and Amon โดยดัดแปลงระบบมากจากระบบการปลูกพืชไร้ดินของมะเขือเทศในโรงเรือน ตามชายฝั่งทะเลของ British Columbia ซึ่งพบว่าระบบที่ดัดแปลงนี้ให้ผลผลิตมะเขือเทศที่ดี คุณภาพสูง

Maree (1984) รายงานว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาในภาชนะที่บรรจุด้วยเปลือกไม้ หรือขี้เลื่อย ที่มีการจัดการด้านการให้ธาตุอาหารและน้ำดี ผลผลิตต่อต้นและผลผลิตต่อตารางเมตรจะดีด้วย และยังได้กล่าวถึงประโยชน์ที่สำคัญของการใช้ภาชนะปลูกแยกในแต่ละต้น คือจะทำให้การควบคุมค่า EC และ pH ในธาตุอาหารมีความสมบูรณ์ และโรคที่รากพืชจะไม่สามารถแพร่กระจายได้

Benoit (1988) ได้รายงานว่า ผลผลิจของพืชที่ปลูกใน rock wool นั้นสูงกว่าพืชที่ปลูกโดยการจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรง ซึ่งอาจจะเกิดจากปัจจัยของปริมาตรของรากที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง และปริมาตรของอากาศที่บริเวณรากพืชที่ปลูกใน rock-wool จะมีปริมตรค่อนข้างคงที่ ในขณะที่รากของพืชที่ปลูกในสารละลายโดยตรงจะจมอยู่ในสารละลาย จึงมีผลทำให้เกิดการขาดออกซิเจนได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิสูง

สารละลายธาตุอาหาร

ธาตุอาหารพืชที่จะต้องใส่ให้กับพืช ให้ถูกต้องและเหมาะสมทั้งชนิดและปริมาณ พืชดูดเอาธาตุอาหารชนิดต่างๆ จากดิน ซึ่งได้จากการสลายตัวของแร่ธาตุและอินทรีย์วัตถุในดิน ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมี 16 ธาตุด้วยกันคือ C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl ซึ่งพืชจะได้ธาตุ C, H, O จากอากาศและน้ำในดิน ส่วนอีก 13 ธาตุนั้นมาจากดิน N, P, K คือธาตุอาหารหลักซึ่งพืชต้องการในปริมาณมาก Ca, Mg, S คือธาตุอาหารที่ต้องการในปริมาณรองลงมา ส่วนอีก 7 ธาตุที่เหลือเป็นจุลธาตุ หรือธาตุที่พืชต้องการในปริมาณที่น้อยกว่า พืชจะเจริญเติบโตเป็นปกติได้ก็จะต้องได้รับธาตุอาหารทั้ง 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุ ดังกล่าว ในปริมาณที่พอเพียงและเป็นสัดส่วนที่พอเหมาะ

ทัศนีย์และสรสิทธิ์ (2531) รายงานว่าพืชส่วนมากจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงดินกรดอ่อน ดังนั้นในสารละลายธาตุอาหารเรามักจะปรับให้มี pH อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 เช่น pH 5-5.5 เหมาะสำหรับการปลูกมันฝรั่ง สตรอเบอร์รี่ มะเขือเทศ pH 5.5-6.0 เหมาะสำหรับการปลูกถั่วต่างๆ กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก pH 6.0-6.5 เหมาะสำหรับการปลูกข้าวโพด ไม้ดอกซึ่งโดยทั่วๆ ไปมักจะปรับระดับ pH ให้ใกล้เคียงกับ 6.0 การปรับ pH ให้ต่ำลงอาจใช้กรดกำมะถัน ถ้าต้องการให้ pH สูงขึ้นก็ใช้ปูนขาวหรือ KOH ความสำคัญของ pH นั้นรากพืชจะดูดธาตุอาหารได้ดีในช่วง pH 5-7 ถ้าปรับ pH ต่ำกว่า 5.0 การดูดธาตุอาหารจะถูกยับยั้ง และถ้า pH สูงกว่า 7 การดูดธาตุอาหารพวกประจุลบของรากพืชก็จะถูกยับยั้งมากกว่าประจุบวก รากจะปลดปล่อย H^+ เมื่อมีการดูดประจุบวกน้ำยาก็จะมี pH ลดลง หรือสภาพความเป็นกรดมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามรากจะปลดปล่อย HCO_3^- และ OH^- เมื่อมีการดูดประจุลบมาก pH ของน้ำยาก็จะมีค่าสูงขึ้น สำหรับความเข้มข้นของสารละลาย (conductivity) จะวัดในรูปของค่าการนำไฟฟ้า หน่วยเป็น milli Semen/centimeter (mS/cm) ซึ่งควรจะอยู่ในช่วง 2-4 mS/cm ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่านี้จะเป็นอันตรายต่อพืช จะต้องแก้ไขโดยการเจือจางสารละลายด้วยน้ำ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่านี้ก็ต้องเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย

ระบบน้ำหยดในการปลูกพืชแบบไร้ดิน

การใช้ระบบน้ำหยดเริ่มจากต่างประเทศมานานหลายปี ในประเทศเยอรมัน อังกฤษ สหรัฐอเมริกา และอิสราเอล สำหรับที่ประเทศสหรัฐอเมริกา มีรายงานว่าเมื่อราวปี พ.ศ. 2503 จากความคิดที่ว่าน้ำที่หยดทีละหยดต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาหลายๆ ชั่วโมง ทำให้ต้นไม้งอกงามได้ดี (ชูพงศ์)

พินัย (2530) กล่าวว่า วิศวกรอิสราเอลได้คิดค้นระบบการให้น้ำแก่พืชที่ผิวดินใกล้กับช่วงของรากพืช โดยให้จำนวนจำกัดทีละหยด ซึ่งวิธีดังกล่าวเรียกว่าการให้น้ำหยด การให้น้ำหยดสามารถลดปริมาณการใช้น้ำโดยผลผลิตคงที่ ปุ๋ยน้ำหลายๆ ชนิดและสารเคมีก็สามารถให้พร้อมกับการให้น้ำหยด ซึ่งจำทำให้สารเคมีและปุ๋ยกระจายอยู่ในบริเวณช่วงรากของต้นพืช ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สารต่างๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การปลูกพืชไร้ดินในจำนวนไม่มากนัก สามารถใช้ระบบน้ำหยดแบบความดันต่ำได้ ในระบบนี้ มนตรี (2532) ได้รายงานว่าเป็นระบบที่ใช้ความดันของน้ำประมาณ 2-5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือความสูงของระดับน้ำในถังประมาณ 0.50 - 2.00 เมตร จากพื้นดินขึ้นอยู่กับจำนวนต้นที่ให้และหัวหยด ใช้ท่อขนาดจิ๋ว เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.8 - 1.9 มม. ยาวประมาณ 30 - 60 ซม. สามารถควบคุมอัตราการไหลได้ด้วยการกำหนดความยาว และควรมีระบบกรองน้ำอย่างละเอียด ส่วนน้ำหยดที่ใช้ในระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบนี้ควรเป็นหัวน้ำหยดที่ปรับอัตราการไหลได้สม่ำเสมอและคงที่ มีอัตราการไหลอยู่ระหว่าง 1-10 ลิตรต่อชั่วโมง รูของน้ำไหลมีขนาด 0.3 - 1.0 มม. และมีราคาที่ไม่แพง

ระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ

อิทธิสุนทร (2534) กล่าวว่า ในการปลูกพืชในภาชนะ เช่นในกระถางหรือในถุงพลาสติก การแพร่กระจายของรากพืชที่ปลูกเพื่อหาน้ำ และอาหารจะถูกจำกัดโดยปริมาตรของภาชนะที่ใช้ปลูก ทำให้พืชมีโอกาสกระทบต่อสภาพการขาดน้ำและธาตุอาหาร ได้ง่ายกว่าพืชที่ปลูกในดินโดยทั่วไป และการตอบสนองของพืชจะแสดงออกอย่างรุนแรง อันมีผลให้ผลผลิตที่ได้ลดต่ำอย่างมาก เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบดังกล่าวเหล่านี้ ระบบการให้น้ำโดยอัตโนมัติจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในการปลูกพืชในภาชนะปลูก โดยระบบจะต้องสามารถกำหนดเวลาและปริมาณการให้น้ำในแต่ละครั้งได้ โดยปริมาณน้ำที่ให้แต่ละครั้งจะต้องสามารถชดเชยการใช้น้ำของพืช รวมกับน้ำส่วนเกินเพื่อใช้ในการชะล้างปุ๋ยหรือเกลือที่อาจสะสมอยู่ในภาชนะปลูกได้ น้ำที่ใช้ในการชะล้างปุ๋ยนี้ต้องสามารถควบคุมให้อยู่ในปริมาณที่ไม่มากหรือน้อยจนเกิน เพราะถ้ามากเกินไปก็จะเป็นการสิ้นเปลืองปุ๋ยและน้ำ และอาจจะก่อให้เกิดสภาพน้ำขังในวัสดุปลูกได้ ในทางกลับกันถ้าน้อยเกินไปก็จะมีการสะสมปุ๋ยจนเป็นอันตรายต่อพืชได้ นอกจากนี้ความถี่ในการให้น้ำในแต่ละวันจะต้องมากพอที่จะสามารถรักษาระดับความชื้นในภาชนะปลูกให้อยู่ในช่วงพอเหมาะกับความต้องการของพืชได้ตลอดเวลา

ระบบการให้น้ำอัตโนมัติจะประกอบด้วยเครื่องวัด (sensors) ชนิดต่างๆ ที่จะวัดค่าทางฟิสิกส์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำของพืช เช่น น้ำหนัก, ปริมาณความชื้น, การระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของน้ำ, ปริมาณพลังงงานแสงอาทิตย์ ฯลฯ และจากค่าที่วัดได้ ระบบจะทำการให้น้ำเองโดยอัตโนมัติเมื่อค่าที่วัดได้เหล่านี้ถึงค่าที่กำหนดให้ค่าหนึ่ง ตัวอย่างของเครื่องวัดเหล่านี้เช่น เครื่อง Radiometer ซึ่งวัดปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่กระทบผิวโลก ซึ่งเป็นสัดส่วนกับปริมาณการใช้น้ำของพืช (Deeroix et Puech, 1984), ถาดวัดการระเหยของน้ำอัตโนมัติ (Phene et al, 1975, James M. et. al., 1985) เครื่องวัดการเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างละเอียดของส่วนของพืช เช่น เส้นผ่าศูนย์กลางของผลหรือลำต้น ซึ่งจะแสดงสภาวะความต้องการน้ำของพืช (Huguet, 1984) เครื่องวัดอัตราการแพร่กระจายของความร้อนในวัสดุพรุน ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับระดับความชื้นในวัสดุพรุนนั้น (Phene et al., 1984) Tensiometer ซึ่งวัดระดับความเครียดของน้ำในดิน (Van Der Venken et al., 1982) เครื่องชั่งน้ำหนัก แบบ Hydraulically Weighed lysimeter (Klocke et al., 1985) หรือเครื่องชั่งน้ำหนักแบบ Triple beam balance (Kent, 1983)

การใช้น้ำของพืช (Consumptive Use of Water)

วิบูลย์ (2526) กล่าวว่า ปริมาณการใช้น้ำของพืชเป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูก ปริมาณดังกล่าวประกอบขึ้นด้วยส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดิน ทำให้ใช้สร้างเซลล์และเนื้อเยื่อแล้วคายออกทางใบสู่บรรยากาศ เรียกว่า การคายน้ำ (Transpiration)

2. ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบๆ ต้นพืช จากผิวน้ำในขณะให้น้ำหรือขณะที่มีน้ำขังอยู่และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบ เรียกว่า การระเหย (Evoparation)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะเขือเทศ

Common name	:	Tomato
Scientific name	:	Lycopersicon esculentum Mill
Family	:	Solanaceae

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทั่วๆ ไป

เมล็ด : มีลักษณะคล้ายรูปไข่ แบน เปลือกที่หุ้มเมล็ดมีขนละเอียดสั้นๆ สีน้ำตาลอ่อนปกคลุมอยู่ทั่วไป ส่วนความยาวของเมล็ดมีตั้งแต่ 3-5 มิลลิเมตร และในแต่ละผลนั้นจะมีจำนวนเมล็ดมากน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับขนาดของผล

ราก : เป็นระบบรากแก้ว ที่มีการเจริญเติบโตได้รวดเร็วและแข็งแรง ในบางกรณีหากรากแก้วถูกทำลาย มะเขือเทศก็สร้างรากแขนงและรากขนอ่อนขึ้นทดแทนจำนวนมาก

ลำต้นและกิ่งก้าน : ในระยะแรกๆ ของการเจริญเติบโต ลำต้นจะกลม อ่อนเปราะ แต่เมื่อมีการเจริญเติบโตมากขึ้นก็จะแข็งแรงและเป็นเหลี่ยม ส่วนกิ่งก้านสาขาก็จะมีการแตกออกจากลำต้นเรื่อยๆ และอาจมีขนาดเท่ากับจำนวนลำต้นเดิมได้ ถ้าหากปล่อยให้ตาข้างที่อยู่ต่ำกว่าช่อดอกแรกมีการเจริญเติบโต ดังนั้นถ้าต้องการให้มะเขือเทศมีลำต้นเดี่ยวต้องเด็ดยอดของกิ่งข้างที่เกิดขึ้นทุกกิ่งทิ้ง โดยเหลือใบของกิ่งข้างไว้ 2 ใบ เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้แสงแดดส่องถูกผลโดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากดอกจะเกิดตามข้อของลำต้น

ดอก : มีขนาดเล็กสีเหลืองสดใส ประกอบด้วยกลีบดอกชั้นใน 5 กลีบ และกลีบเลี้ยง 5 กลีบ ลักษณะการเกิดจะเกิดตามข้อของลำต้นเป็นช่อๆ โดยที่ช่อดอกหนึ่งๆ จะมีจำนวนดอกประมาณ 4-5 ดอก แต่ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับพันธุ์หรือสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผล : รูปร่างขนาดและสีของผลไม่แน่นอนสุดแต่พันธุ์ รูปร่างของทรงผลมีตั้งแต่ผลกลม ไปจนถึงผลรี สีของผลมีตั้งแต่เหลืองจนถึงเหลืองเข้ม ขนาดก็มีตั้งแต่เล็กไปจนถึงใหญ่

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกมะเขือเทศ : (สุรีย์, 2528) มะเขือเทศเป็นพืชที่โตเร็วมีอายุ 90-150 วัน เป็นพืชที่เป็นกลางต่อความยาวของชั่วโมงกลางวัน อุณหภูมิเฉลี่ยประจำวันที่พอเหมาะกับการเจริญเติบโตของมะเขือเทศอยู่ระหว่าง 18° - 25°c ต้องการอุณหภูมิกลางคืนระหว่าง 10° - 20° c อุณหภูมิระหว่างกลางวันกับกลางคืน ถ้ายิ่งต่างกันมากจะทำให้ผลผลิตลดลง เป็นพืชที่ไวต่อความเย็นแข็งมาก ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25°c มีความชื้นสูงและลมแรงผลผลิตก็จะลดลงเหมือนกัน อุณหภูมิกลางคืนที่สูงกว่า 20°c มีความชื้นสูง และแสงแดดกลางวันน้อย จะทำให้การเจริญเติบโตทางใบและลำต้นมากเกินไป และออกลูกน้อย นอกจากนี้ความชื้นที่สูงยังทำให้เกิดโรคและแมลงมากขึ้น ผลเน่ามากขึ้น ฉะนั้นอากาศแห้งจะเหมาะแก่การปลูกมะเขือเทศมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง (Materials and method)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (Materials)

1. เครื่องควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติ ซึ่งได้แก่
   - Electrical timer
   - เครื่องชั่งน้ำหนัก
   - เครื่องวัดการระเหย
2. ระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืช ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ (รูปที่ 1)
   - ปั๊มน้ำต่อเชื่อมกันถังอัดความดันใช้บรรจุสารละลายธาตุอาหารพืช
   - ถังน้ำพลาสติกขนาด 200 ลิตร
   - หม้อกรอง
   - ข้อต่อต่างๆ
   - มิเตอร์วัดน้ำ
   - วาล์วไฟฟ้า (Solenoid valve)
   - หัวก๊อกเปิดปิดน้ำ
   - สายไฟ
   - สายยาง
   - เครื่องปรับความดันน้ำ
   - ท่อ PVC และท่อ PE
   - สารน้ำหยด
   - หัวน้ำหยด
3. วัสดุปลูกใช้ Rock wool
4. พลาสติกดำ และพลาสติกขาว
5. Conductivity Meter
6. pH Meter
7. ตลับเมตร
8. สารเคมีตามสูตรสารละลายธาตุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ
10. เทอร์โมมิเตอร์
11. เครื่องวัดการระเหยของอากาศ
12. ลวด
13. เชือกพลาสติก
14. เทปกันน้ำ

วิธีการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง เมื่อวันที่ 21 ตุลาคม 2534 ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. การเตรียมระบบ

1.1 ตัด Rock wool เป็นแท่งขนาด 120 x 15 cm. จำนวน 18 แท่ง แล้วนำมาห่อด้วยพลาสติกสีดำ กรีดพลาสติกดำเป็นรอยทางกว้างประมาณ 1 นิ้ว ที่ข้างๆ ใต้แท่ง Rock wool โดย 1 แท่งจะมีประมาณ 8 รอย เพื่อให้มีการระบายน้ำ นำ Rock wool ที่เตรียมเสร็จนี้ไปวางในเรือนเพาะชำ ตามรูปแบบที่วางไว้ในผังภาพที่ 1

1.2 วางแผนการทดลองแบบ RCBD โดยทำ 3 Treatment 3 Replication โดยให้ : T_1 = เครื่องชั่งน้ำหนัก

T_2 = Timer

T_3 = เครื่องวัดการระเหย

จากนั้นทำการจับฉลากสุ่มแต่ละ Treatment ลงไปใน Block ที่วางไว้

1.3 วางท่อ PE ลงไป โดยให้แต่ละท่อเชื่อมโยงกับมิเตอร์ของแต่ละ Treatment วางท่อ PE ตามผังในรูปที่ 1 แล้วคุมแท่ง Rock wool ด้วยพลาสติกขาว เจาะท่อ PE ให้มีขนาดเท่ากับหัวหยด เพื่อวางหัวหยด ระวังอย่างให้เกิดการรั่วซึมของน้ำขึ้น

1.4 ต่อระบบให้น้ำ ซึ่งประกอบด้วย ถังน้ำใส่สารละลายธาตุอาหารพืช ปั๊มน้ำ หัวปรับความดัน หม้อกรองน้ำ Solenoid valve จะต่อเข้าด้วยกันดังผังภาพที่ 1 การต่อจะต้องระวังไม่ให้แต่ละจุดเกิดการรั่วซึมของน้ำได้

1.5 จากแต่ละ Treatment ให้สุ่มตัวแทนขึ้นมา 1 แท่ง Rock wool เพื่อต่อเข้ากับเครื่องควบคุมการให้น้ำ และวางรางรับน้ำไว้เพื่อวัดปริมาณน้ำใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 เดินสายไฟจากเครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องวัดการระเหย Timer เข้ากับ Solinoid valve ของแต่ละตัวเพื่อต่อเข้ากับชุดจ่ายน้ำ

2. เพาะต้นกล้า โดย

2.1 เตรียมก้อน Rock wool ขนาด 2 x 2 นิ้ว ด้านข้างหุ้มด้วยแถบพลาสติกสีดำ

2.2 เพาะเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลงบนก้อน Rock wool ที่ชุ่มน้ำ แล้วไปวางไว้ในที่มืดเพื่อให้รากงอก หลังจากนั้นคอยรดน้ำถ้าก้อน Rock wool แห้ง

2.3 ประมาณ 3-4 วัน รากจะหยั่งลงไปยังก้อน Rock wool ลำต้นชูขึ้น ก็ให้เอาไปเลี้ยงไว้ในที่มีแดด

2.4 เมื่อมะเขือเทศที่เพาะไว้เริ่มแตกใบจริง ก็เริ่มให้สารละลายธาตุอาหารพืชได้ โดยที่ในระยะแรกๆ จะให้สารละลายที่มี conductivity ประมาณ 1.5 pH 5.8 เลี้ยงไปประมาณ 3-4 สัปดาห์

3. การปลูก

3.1 เมื่อมะเขือเทศมีอายุ 3-4 สัปดาห์ ให้ย้ายไปเลี้ยงบนแท่ง Rock wool ที่เจาะรูพลาสติกเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาดเท่าก้อน Rock wool ไว้ โดยให้ 1 แท่ง มีรู 3 รู มีระยะห่างเท่าๆ กัน

3.2 ต้นมะเขือเทศจะถูกเลี้ยงอยู่ในระบบการให้น้ำอัตโนมัติ จากนั้นก็เริ่มจดบันทึกข้อมูลที่ต้องการ โดยสารละลายน้ำที่ใช้มีค่า conductivity ประมาณ 2.0-2.5 pH 5.0 - 6.5

3.3 เมื่อมะเขือเทศอายุประมาณ 1 1/2 - 2 เดือน ลำต้นเริ่มโตขึ้นใช้เชือกโยงมะเขือเทศเพื่อให้ลำต้นตั้งตรง ไม่ล้ม

4. การบันทึกข้อมูล

4.1 ข้อมูลระหว่างการปลูก

- ความสูง (cm.) วัดทุกสัปดาห์
- วัดปริมาณการใช้น้ำจากมิเตอร์ (cc.) *
- วัดประมาณน้ำจากรางรับน้ำ (cc.) *
- วัดการระเหยน้ำของอากาศ (cc.) *

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัดการระเหยน้ำจากเครื่องวัดการระเหย (cc.) *
- วัดค่า conductivity และ pH ของน้ำที่ให้และน้ำที่ออก *

  * วัดทุกวันจันทร์, พุธ, ศุกร์

4.2 ค่าวิเคราะห์

- % น้ำในพืช
- % ฟอสฟอรัสของต้น, ผล, ใบ และ uptake phosphorus
- % ไนโตรเจนของต้น, ผล, ใบ และ uptake nitrogen
- น้ำหนักสด
- น้ำหนักแห้ง
- น้ำหนักผลผลิตสด

5. การเตรียมสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมสารละลาย COIC - LESAINT

STOCK SOLUTION

เตรียมสารละลาย 25 ลิตร

SOLUTION A ใส่ตามลำดับดังนี้

1. ใส่น้ำ	10.0	ลิตร
2. ใส่กรด HNO_3	1733.0	$cm.^3$
3. ใส่กรด H_3PO_4	456.5	$cm.^3$
4. ใส่ KNO_3 (ละลายในน้ำ 10 ลิตร ก่อน)	2333.0	g.
5. ใส่ $MgSO_4$	571.9	g.
6. ใส่ Ammonium molybdate $(NH_4)MoO_4$ (45% Mo)	0.25	g.
7. ใส่ Boric acid H_3BO_3 (17% B)	7.5	g.
8. ใส่ Maganess Sulfate $MnSO_4.4H_2O$ (24% Mn)	17.0	g.
9. ใส่ Zinc Sulfate $ZnSO_4.7H_2O$ (22% Zn)	5.0	g.
10. ใส่ Copper Sulfate $CuSO_4.5H_2O$ (25% Cu)	1.25	g.
11. ใส่น้ำให้ครบ	25	ลิตร

* รายการที่ 5 ถึง 9 ให้สารละลายในน้ำก่อน 5 ลิตร คนให้ละลาย

pH ใน SOLUTION A ต้อง < 2.0

SOLUTION B ใส่ตามลำดับต่อไปนี้

1. ใส่น้ำ	10	ลิตร
2. ใส่กรด HNO_3	8.7	$cm.^3$
3. ใส่ $Ca(NO_3)_2$	2146.0	g.
4. ใส่ Fe-EDTA (6% Fe) โดยละลายน้ำก่อน 6 ลิตร	100.0	g.
หรือ Fe-DTPA (4.6% Fe) โดยละลายในน้ำก่อน 3 ลิตร	133.0	g.
หรือ Fe-EDTA (KMITL)	800.0	$cm.^3$
5. ใส่น้ำให้ครบ	25	ลิตร

เมื่อนำไปใช้จะทำให้เจือจางในอัตราส่วน 1:200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

6. การเก็บผลผลิตเพื่อวิเคราะห์

โดยจะเก็บผลผลิตดังผังภาพที่ 2 ส่วนผลผลิตที่อยู่รอบนอกไม่เก็บทั้งนี้เพื่อป้องกันความแปรปรวนจากสภาพแวดล้อมภายนอก

7. สถานที่ทำการทดลอง

ที่เรือนเพาะชำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร (ตึกใหม่) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ

และที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร (ตึกใหม่) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ

8. ระยะเวลาทำการทดลอง

21 ตุลาคม 2534 - 24 มกราคม 2535

9. การวางแผนการทดลอง

การทดลองปลูกมะเขือเทศในระบบการปลูกพืชไร้ดินแบบ media culture โดยใช้ rock wool เป็นวัสดุปลูก โดยให้น้ำแบบหยด มีการวางแผนการทดลองแบบ RCBD (RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN) โดยใช้ระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ 3 วิธีเป็น TREATMENT ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

T_1 = เครื่องชั่งน้ำหนัก

T_2 = Timer

T_3 = เครื่องวัดการระเหย

10. หลักการทำงานของเครื่องควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ

1. <u>เครื่องชั่งน้ำหนัก</u> (ดูภาพที่ 3 ประกอบด้วย)

แท่ง Rock wool ที่ปลูกต้นไม้จะตั้งอยู่บนหมอนน้ำ (A) ซึ่งต่อกับเครื่องวัดระดับ (C) โดยสายยาง (B) ท่อวัดระดับจะอยู่เหนือระดับหมอนน้ำ 45 ซม. การวัดน้ำหนักที่ลดลงของแท่ง Rock wool ที่ปลูกต้นไม้ เนื่องจากการคายน้ำจะดูจากระดับน้ำในท่อ (C) เพื่อพืชคายน้ำ น้ำหนักของแท่ง Rock wool ลดลง แรงกดบนหมอนยางจะลดลงด้วย มีผลให้ระดับน้ำในท่อ (C) ลดลง ต่ำกว่าก้านจับระดับ (D) ทำให้เครื่องจับระดับน้ำ (E) ทำงานโดยจะสั่งงานให้ปั๊มน้ำหรือวาล์วปิดเปิดน้ำ (G) และเครื่องตั้งเวลา (F) ทำงาน นั่นคือจะเริ่มมีการให้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20441

เมื่อเวลาที่ตั้งไว้ที่เครื่องตั้งเวลา (F) ถึงกำหนด การให้น้ำก็จะหยุด ในขณะที่มีการให้น้ำ น้ำจากท่อส่งน้ำจะถูกเติมลงในท่อระดับ (C) โดยท่อ (H) ดังนั้นเมื่อหยุดการให้น้ำ ระดับน้ำในท่อวัดระดับจะอยู่ที่ขอบบนของท่อเสมอ น้ำส่วนเกิดที่ล้นจากท่อวัดระดับจะถูกนำกลับมาใช้รดต้นไม้โดยท่อ (J) และสายยาง (I) การทำงานของระบบก็จะกลับมาเริ่มใหม่คือพืชคายน้ำ น้ำหนักกดลงบนหมอนน้ำลดลง ... ฯลฯ เป็นเช่นนี้เรื่อยๆ ไป โดยจะเป็นการให้น้ำโดยอัตโนมัติ

2. Timer (ดูภาพที่ 4 ประกอบด้วย)

เครื่องตั้งเวลาระบบที่เป็นนาที (A) ซึ่งต่ออยู่กับเครื่องตั้งเวลาที่ตั้งได้ในรอบวัน (B) หรือ 24 ชม. ในการกำหนดการตั้งเวลาให้น้ำแก่พืช จะตั้งที่เครื่องตั้งเวลาในรอบ 24 ชม. ว่าจะให้ในชม.ที่เท่าไหร่ และให้วันละกี่ครั้ง และการกำหนดว่าในแต่ละครั้งจะให้กี่นาที ก็จะมาตั้งเครื่องตั้งเวลาเป็นนาทีที่เครื่องตั้งเวลา (A) อีกทีหนึ่ง

เมื่อถึงเวลาในการให้น้ำที่ให้ในรอบวัน เครื่องตั้งเวลา (B) นี้ก็จะสั่งงานให้ปั๊มน้ำ (C) หรือหลังปิดเปิดน้ำ และเครื่องตั้งเวลาเป็นนาที (A) ทำงาน นั่นคือจะเริ่มมีการให้น้ำ เมื่อเวลาที่ตั้งไว้ที่เครื่องตั้งเวลา (A) ถึงกำหนด การให้น้ำก็จะหยุด การทำงานของระบบก็จะกลับมาเริ่มใหม่ คือเมื่อถึงเวลาให้น้ำในรอบวันของพืช .... ฯลฯ เป็นเช่นนี้เรื่อยๆ ไป โดยจะเป็นการให้น้ำโดยอัตโนมัติ

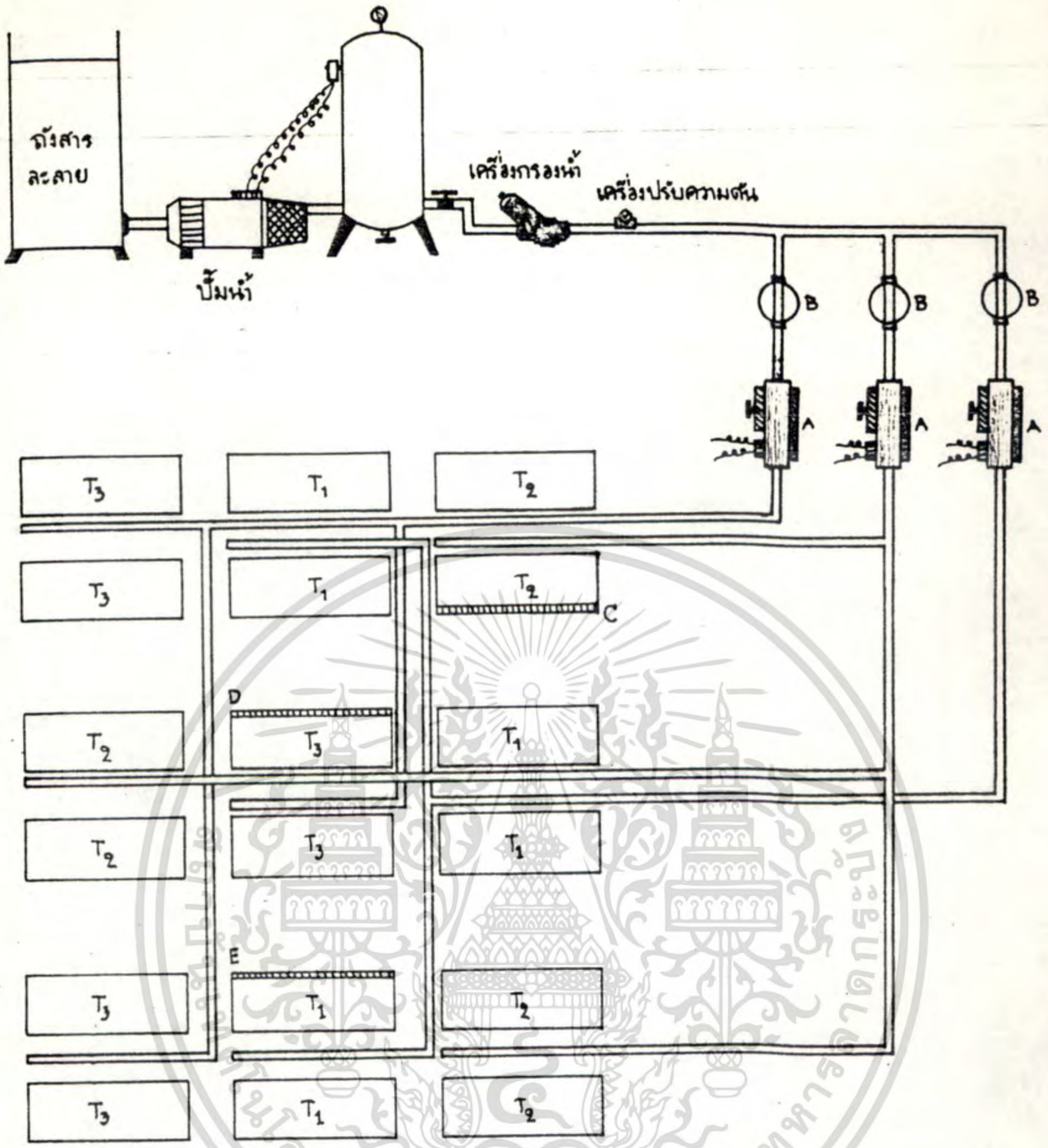
3. เครื่องวัดการระเหยของอากาศ (ดูภาพที่ 5 ประกอบด้วย)

แท่ง porous (A) ซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุนเล็กโดยทำจากดินเหนียวเผา จะดูดน้ำในขวด (B) ที่มีก้านจับระดับของน้ำ (C,D) อยู่ เมื่อน้ำระเหยผ่านแท่ง porous (A) ไปในอากาศเรื่อยๆ โดยแท่ง porous (A) จะดูดน้ำจากขวด (B) ไปเรื่อยๆ เช่นเดียวกัน และเมื่อน้ำในขวดลดลงไปจนถึงก้านจับระดับที่อยู่ต่ำสุด (C) เครื่องตรวจจับระดับ (I) จะสั่งให้วาล์วปิดเปิดน้ำ (E) ที่ต่อกับท่อบิวเรต (F) ทำงาน โดยน้ำจะไหลจากท่อบิวเรต (F) เข้าไปในขวด (B) และเมื่อน้ำที่ไหลจากท่อบิวเรตไปในขวดจนถึงก้านจับระดับ (D) หรือก้านจับระดับสูงสุด เครื่องก็จะหยุดทำงาน ขณะที่ช่วงที่เครื่องสั่งให้เติมน้ำในขวดนั้นก็สั่งงานให้ปั๊มน้ำหรือวาล์วปิดเปิดน้ำ (G) และเครื่องตั้งเวลา (H) ทำงานนั่นคือจะเริ่มมีการให้น้ำ เมื่อเวลาที่ตั้งไว้ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตั้งเวลาถึงกำหนด การให้น้ำก็จะหยุด การทำงานของระบบก็จะกลับมาเริ่มใหม่ คือ น้ำระเหยผ่านแท่ง porous จนระดับน้ำในขวดที่มีก้านจับระดับลดถึงระดับต่ำสุด (C) .... ฯลฯ เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ โดยจะเป็นการให้น้ำโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A = วาล์วไฟฟ้า B = มาตรวัดน้ำ T_1 = ชั่งน้ำหนัก

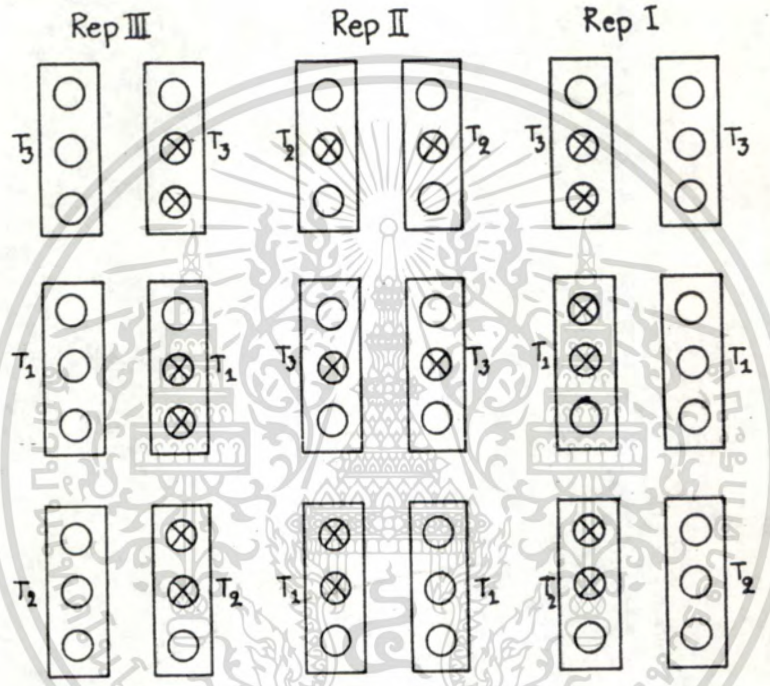
C = เครื่องควบคุมการให้น้ำแบบ Timer T_2 = Timer

D = เครื่องควบคุมการให้น้ำแบบวัดการระเหยของอากาศ T_3 = วัดการระเหย

E = เครื่องควบคุมการให้น้ำแบบชั่งน้ำหนัก

ภาพที่ 1 แสดงการติดตั้งเครื่องควบคุมการให้น้ำในการปลูกพืชในถุงโดยไม่ใช้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

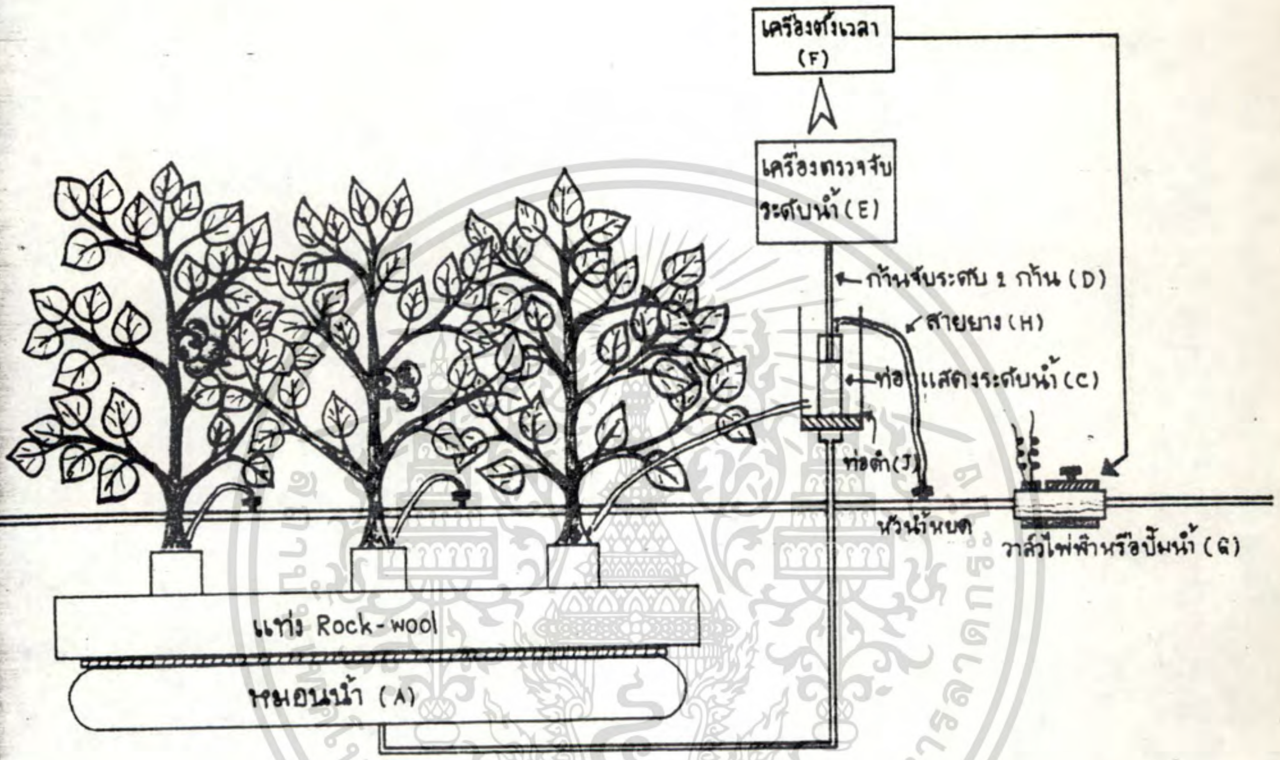


⊗ = ตัวอย่างที่เก็บเพื่อนำไปวิเคราะห์

○ = ไม่เก็บไปวิเคราะห์

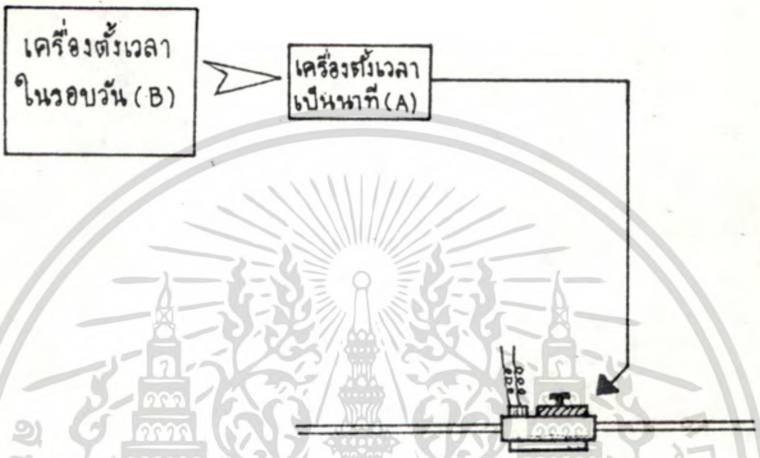
<u>ภาพที่ 2</u> แสดงตำแหน่งของต้นมะเขือเทศที่เก็บมาวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



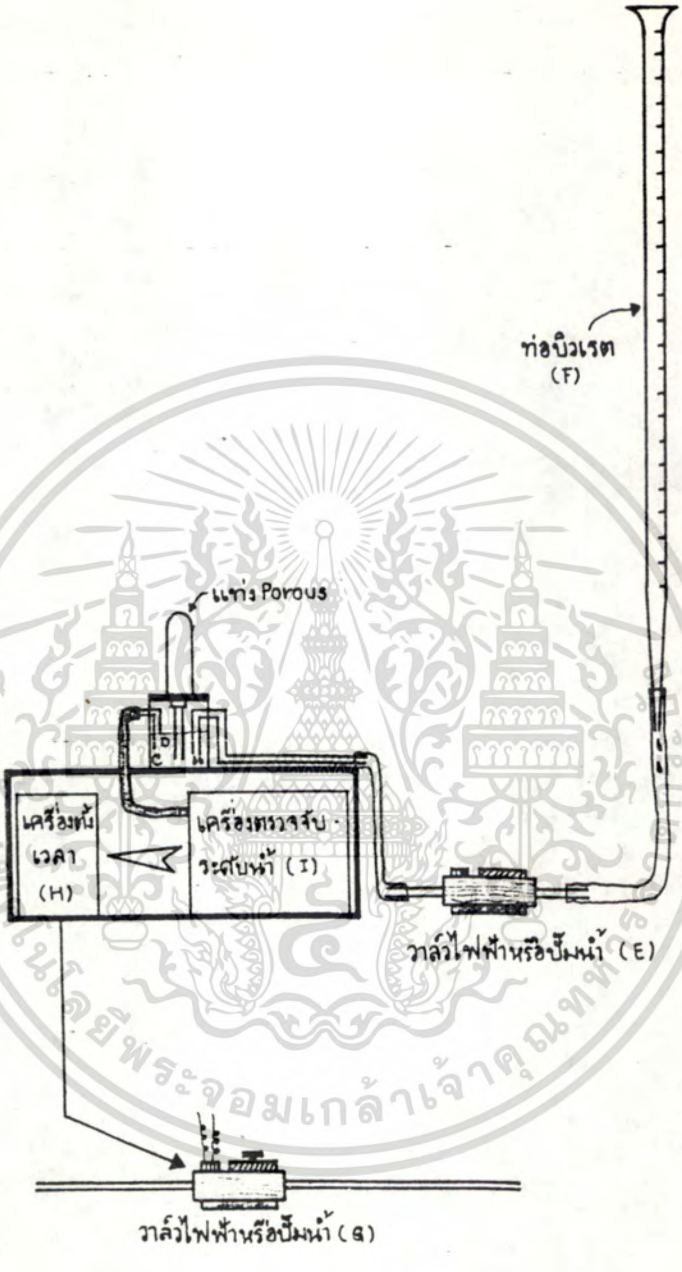
ภาพที่ 3 องค์ประกอบของเครื่องชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



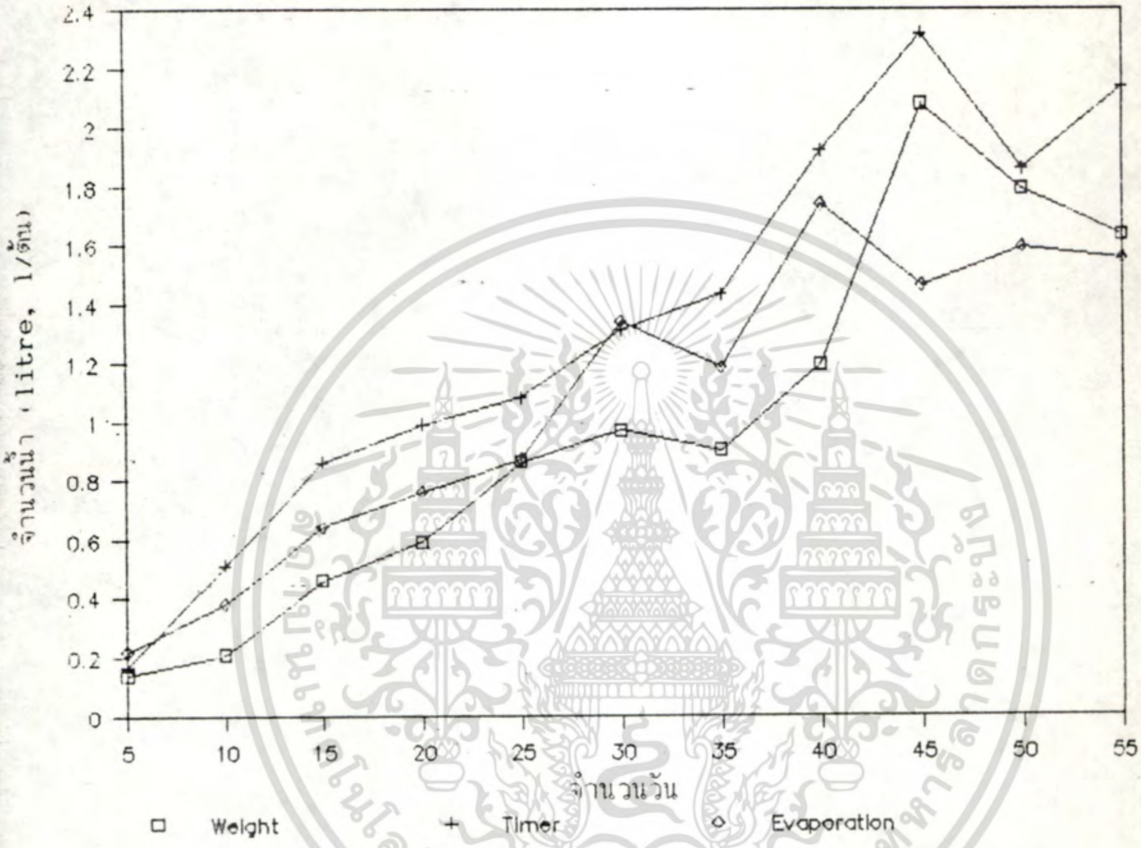
ภาพที่ 4 องค์ประกอบของเครื่องตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



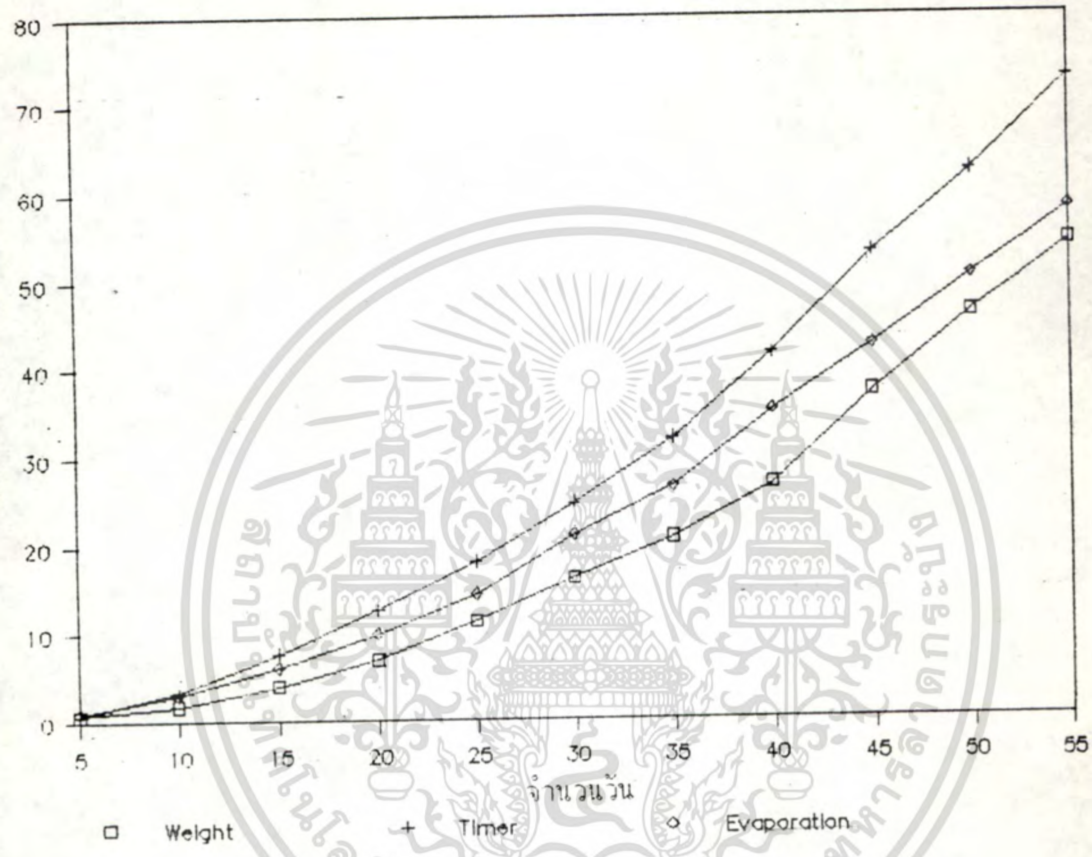
<u>ภาพที่ 5</u> องค์ประกอบของเครื่องวัดการระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



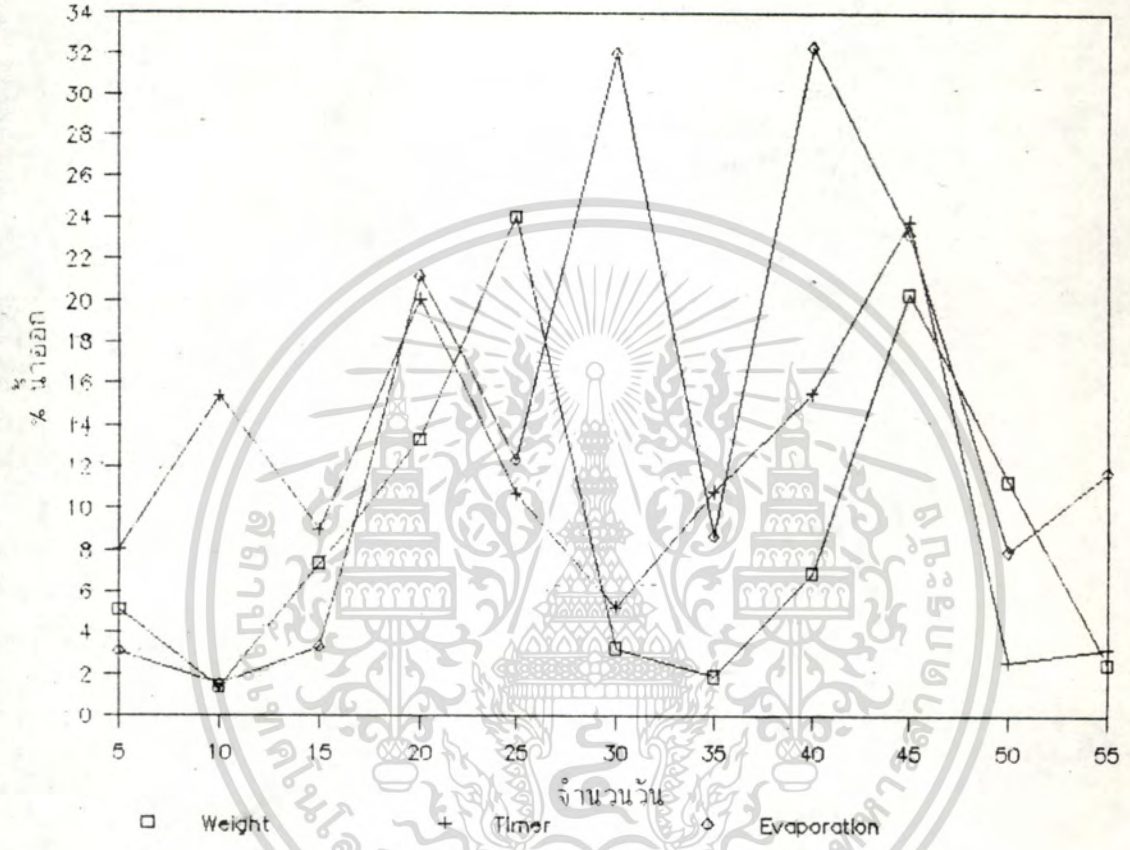
ภาพที่ 6 แสดงการใช้น้ำเฉลี่ยในรอบ 5 วัน ตั้งแต่พืชอายุ 37 วัน ถึงอายุ 93 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



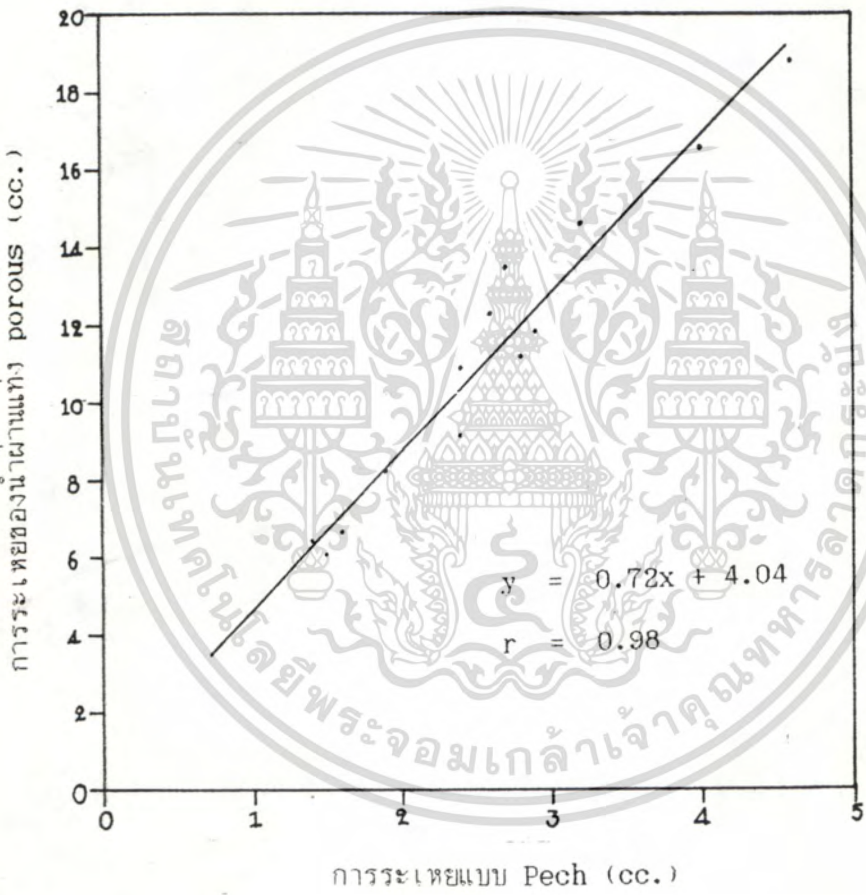
ภาพที่ 7 แสดงการใช้น้ำสะสมในรอบ 5 วัน ตั้งแต่พืชอายุ 37 วัน ถึงอายุ 93 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



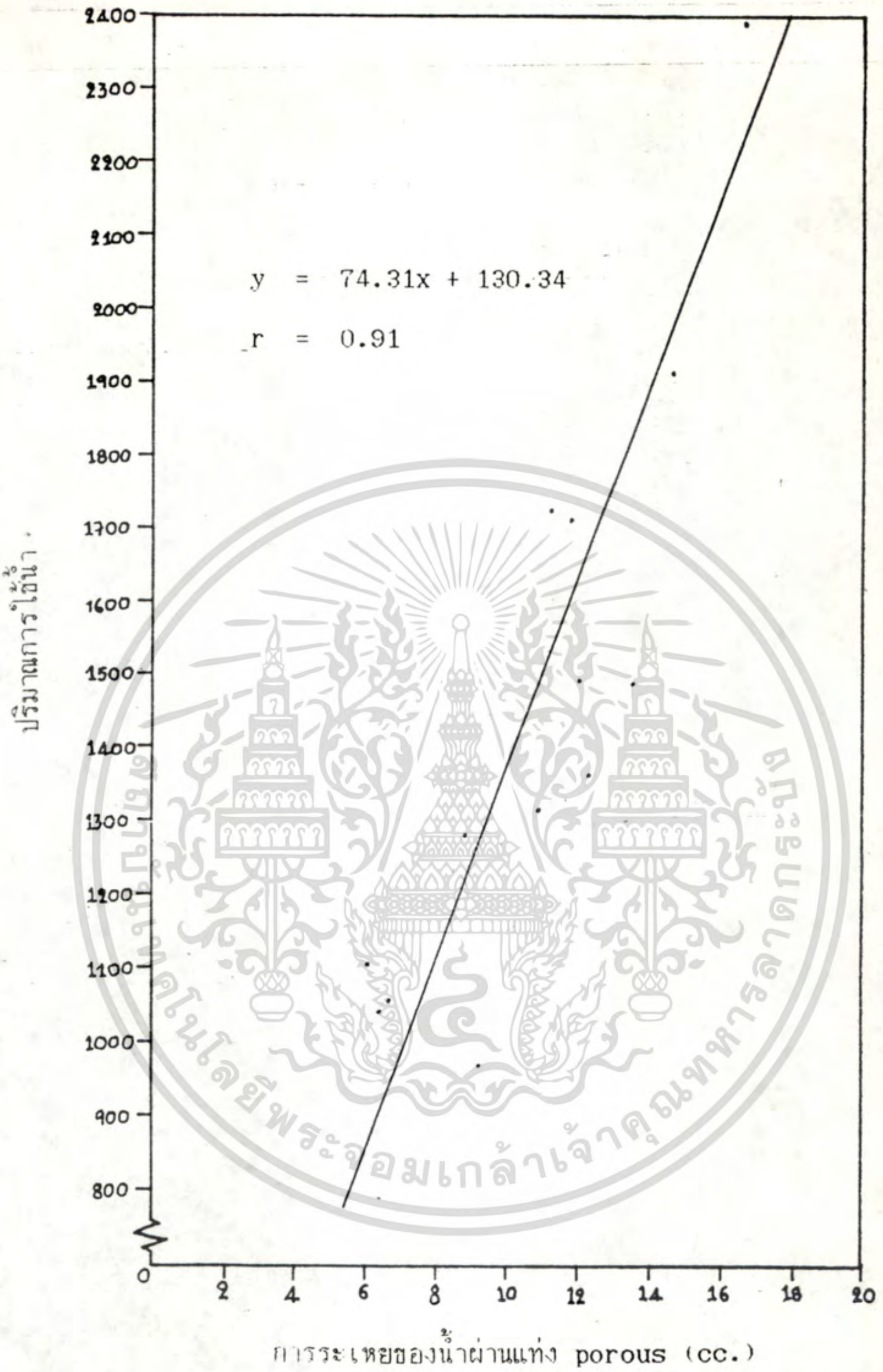
ภาพที่ 8 แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำออกของ T_1, T_2, T_3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



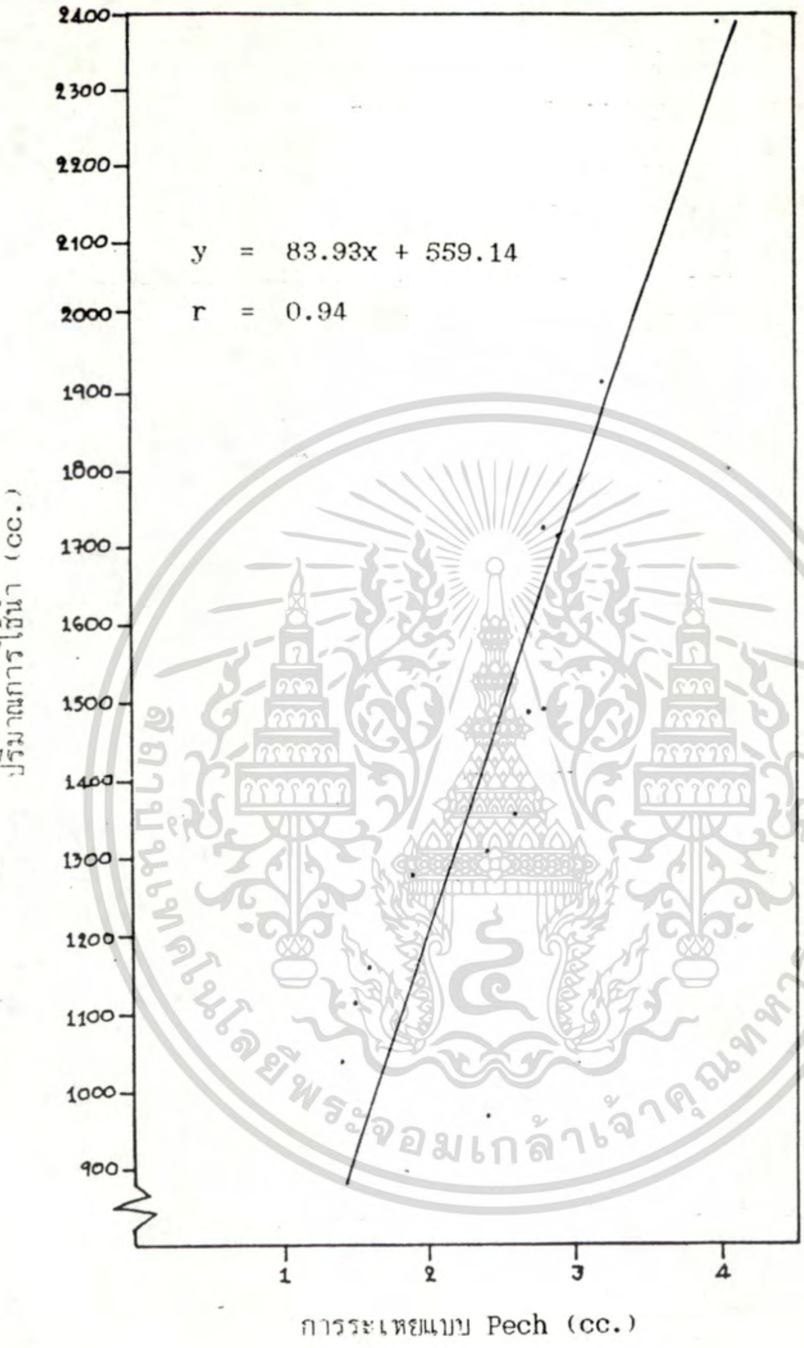
ภาพที่ 9 Correlation แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยจากเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech กับการระเหยน้ำผ่านแท่ง Porus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 Correlation แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยของน้ำผ่านแท่ง Porus (เครื่องมือที่สร้างขึ้น) กับการใช้น้ำของพืชใน treatment ควบคุม (T_3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 Correlation แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยจากเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech กับการใช้น้ำของพืช ใน treatment ควบคุม (T_3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. <u>การใช้น้ำ</u>

เริ่มทำการวัดเมื่อต้นมะเขือเทศอายุได้ 37 วัน และทำการวัดไปจนถึงมะเขือเทศอายุได้ 93 วัน ระยะเวลาที่ทำการวัดอยู่ในช่วง 55 วัน

ปริมาณการใช้น้ำของมะเขือเทศเฉลี่ยในรอบ 5 วัน ทั้ง 3 treatment ดังภาพที่ 6

เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นว่า การใช้น้ำเฉลี่ยในรอบ 5 วัน มีค่าใกล้เคียงกัน เพราะว่าเส้นกราฟไม่แตกต่างกันมากนัก คือ ค่าการใช้น้ำจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

ปริมาณการใช้น้ำสะสม

T_1 (เครื่องชั่งน้ำหนัก) มีปริมาณการใช้น้ำสะสม 54.16 ลิตร/ต้น

T_2 (Timer) มีปริมาณการใช้น้ำสะสม 72.91 ลิตร/ต้น

T_3 (เครื่องวัดการระเหย) มีปริมาณการใช้น้ำสะสม 58.03 ลิตร/ต้น

ดังนั้นทั้ง 3 Treatment มีปริมาณการใช้น้ำเรียงลำดับมากไปหาน้อยดังนี้ $T_2 > T_3 > T_1$

ค่า correlation

เป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง :

1. การระเหยจากเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech กับการระเหยของน้ำผ่านแท่ง porous (เครื่องมือที่สร้างขึ้น) พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวก มีค่า $r = 0.98$ โดยพิจารณาจากภาพที่ 9

2. การระเหยของน้ำผ่านแท่ง porous (เครื่องมือที่สร้างขึ้น) กับการใช้น้ำของพืช ใน Treatment ควบคุม (T_3) มีความสัมพันธ์กันในทางบวก มีค่า $r = 0.91$ โดยพิจารณาจากภาพที่ 10

3. การระเหยจากเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech กับการใช้น้ำของพืชใน treatment ควบคุม (T_3) มีความสัมพันธ์กันในทางบวก มีค่า $r = 0.94$ โดยพิจารณาจากภาพที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. % น้ำในพืช

จากการวิเคราะห์หา % น้ำในต้นมะเขือเทศ พบว่า % น้ำในพืชจากแต่ละ treatment ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย ซึ่ง % น้ำจากทั้ง 3 treatment โดยเฉลี่ยประมาณ 89-90%

3. % Nitrogen ในพืช

จากการวิเคราะห์หา % Nitrogen ในต้น ผล ใบ พบว่าแต่ละ treatment ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย % Nitrogen ในใบจะมีประมาณ 2.8-3.4% ในผลมีประมาณ 2.0-2.7% ในต้นมี 1.5-1.7% และ uptake Nitrogen จะมีโดยเฉลี่ยประมาณ 2.9-3.8 % (g/plant)

4. % Phosphorus ในพืช

จากการวิเคราะห์หาค่า % Phosphorus ในต้น ผล ใบ พบว่าแต่ละ treatment ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย % Phosphorus ในต้นมีประมาณ 0.7-0.8% ในผลมีประมาณ 0.4-0.5 % ในใบมีประมาณ 0.6-0.7% และ uptake phosphorus จะมีโดยเฉลี่ยประมาณ 0.8-1.2% (g/plant)

5. ความสูง

จากการเปรียบเทียบความสูงของต้นมะเขือเทศทั้ง 3 treatment พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย นั่นคือต้นมะเขือเทศมีการเจริญเติบโตพอๆกัน จากการให้น้ำทั้ง 3 แบบ

6. น้ำหนักสดของพืช

เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักสด จะพบว่าทั้ง 3 treatment ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดประมาณ 1200-1400 กรัม/ต้น (ลำต้นเหนือดิน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. น้ำหนักแห้งหลังอบของพืช

เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักแห้งจะพบว่าทั้ง 3 treatment ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งประมาณ 130-190 กรัม/ต้น

8. น้ำหนักผลผลิตสด

จากการนำผลผลิตมะเขือเทศสดมาวิเคราะห์ จะพบว่าแต่ละ treatment ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย โดยจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 500-800 กรัม/ต้น

9. น้ำหนักแห้ง

จากการนำผลผลิตแห้งของมะเขือเทศมาวิเคราะห์ จะพบว่าแต่ละ treatment ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย โดยจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 40-60 กรัม/ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้น้ำของมะเขือเทศจากเครื่องควบคุมการให้น้ำโดยอัตโนมัติ พบว่า Treatment ที่ควบคุมด้วย Timer มะเขือเทศจะมีการใช้น้ำมากกว่า Treatment ที่ควบคุมด้วยเครื่องวัดการระเหย และเครื่องชั่งน้ำหนักตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการตั้งเวลาการให้น้ำจะต้องตั้งให้ในปริมาณที่มากไว้ก่อน เนื่องจากเครื่องมือไม่สามารถเปลี่ยนปริมาณการให้น้ำตามสภาพอากาศได้ ดังนั้น จะมีการใช้น้ำมากกว่า Treatment อื่นๆ

เมื่อเปรียบเทียบค่า r ของเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech กับการระเหยของอากาศจากแท่ง porous, การระเหยของอากาศจากแท่ง porous กับการใช้น้ำของพืช, การระเหยของเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech กับการใช้น้ำของพืช พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวก นั่นคือ เมื่อมีการระเหยของอากาศมาก ค่าการใช้น้ำของพืชจะเพิ่มมากขึ้นด้วย แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถนำไปเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่ใช้วัดการระเหยน้ำที่ใช้กันอยู่ทั่วๆ ไปได้ และยังสามารถนำไปใช้ในการควบคุมการให้น้ำแก่พืชได้ด้วย

จากการนำพืชไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์น้ำหนักสด, น้ำหนักแห้ง, % น้ำในพืช, % N ในพืช, % P ในพืช พบว่าผลจากการวิเคราะห์ทั้ง 3 Treatment ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย นั่นคือพืชมีการดูดใช้และสะสมธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตพอๆ กัน จากเครื่องมือควบคุมการให้น้ำทั้ง 3 แบบ

เมื่อพิจารณาถึง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ในส่วนต้น ผล ใบ และน้ำหนักผล จะเห็นว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย

จากผลข้างต้นอาจจะกล่าวได้ว่าทั้ง 3 Treatment ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก นั่นคือเราสามารถเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับงานได้ เช่น เครื่องชั่งน้ำหนักเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในเรือนเพาะชำ เครื่องวัดการระเหยเหมาะที่จะใช้ในสภาพแปลงปลูกใหญ่ๆ ได้ Timer เวลาใช้ต้องปรับเวลาให้น้ำเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองอาจมีข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือที่ใช้ควบคุมในแต่ละ Treatment ทั้งนี้เพราะว่าเพิ่งได้มีการทำการทดลองแบบนี้ขึ้นเป็นครั้งแรก

ปัญหาที่เกิดกับเครื่องชั่งน้ำหนักคือ เครื่องยังไม่ sensitive พอ และเมื่อทดลองไปนานๆ หมอนน้ำจะรั่วได้

ปัญหาที่เกิดกับเครื่องวัดการระเหย ก็คือ ท่อบิวเรตเป็นท่อแก้วใส ทำให้มีตะไคร่เกาะที่หลอดแก้ว เครื่องตรวจจับระดับน้ำเสียในบางครั้ง ทำให้การจดบันทึกข้อมูลเกิดข้อผิดพลาดได้

บางครั้งน้ำที่เหลือจากการใช้ของพืชไหลล้นกระบอกรองรับ ทำให้ได้ค่าการใช้น้ำคลาดเคลื่อนได้ รวมถึงปัญหาท่อแตก, น้ำหยดไหล ทำให้การวัดค่าการใช้น้ำได้ไม่ต่อเนื่อง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์. 2528. มะเขือเทศผักอุตสาหกรรม. สวนผักชุดที่ 4. กรุงเทพฯ : 5-6.

ชูนาฏ สุกุมลนันทน์. 2533. การใช้น้ำหยด. เอกสารประกอบการเรียน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง (โรเนียว).

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2531. อนาคตของการปลูกพืชไร้ดิน. วารสารดินและปุ๋ย. 10(1) : 59-66.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, สุรเดช จินตกานนท์. 2532. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิฎฐะ บุนนาค. 2529. ไม้ดอกไม้ประดับ. บรรณกิจ, กรุงเทพฯ : 305-308.

พินัย ทองสวัสดิ์วงศ์. 2530. ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ระบบน้ำหยด. กสิกร. 60(3) : 271-273.

มรกัย จุฑามาศ และ วิบูลย์ บุญสาศรี. 2531. การปลูกพืชปราศจากดิน. วารสารดินและปุ๋ย 10(2) : 92-96.

ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พรานนกการพิมพ์. กรุงเทพฯ.

สุรีย์ สอนสมบูรณ์. 2528. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของมะเขือเทศ. สายชล irrigation management. ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2528 : 19-20.

มนตรี ค้ำชู. 2531. อนาคตการปลูกพืชไร้ดิน. เอกสารประกอบการสัมนาทางวิชาการดินและปุ๋ย ครั้งที่ 6 วันที่ 20 พฤษภาคม 2531 ณ ห้องประชุมชั้น 2 ตึกดาวเทียมสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรุงเทพฯ.

มนตรี ค้ำชู. 2532. หลักการชลประทานแบบหยด. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526. หลักการชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2534. เครื่องมือควบคุมการให้น้ำโดยอัตโนมัติในการปลูกพืชในภาชนะปลูก. เอกสารวิชาการ ภาคปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

Benoit, F. and N. Ceustermans. 1988. Survey of adecade of Research (1974-1984) with NFT on Glasshouse Vegetable. 2(1) : 5-17.

Broyer, C. Theodore. 1983. Hydroponics McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology New York. 762-765 p.

Decroix, M. and Peuch, J. 1984. Le Pilotage de I' irrigation a la parcelle. Rapport de la conference internationale de Pan's sur les besoins en eau des cultures. CIID. pp.693-724.

Huguet. 1984. L'irrigation bioprogamme. Station d'agronomic, Avignon INRA. Fevrier.

James, M.M. and Anthony, T. 1985. Automation of a Class A Evaporation Pan. Trans. of the ASAE. 28:169-191.

Kent, 1983. A method for maintaining constant soil moisture availability for potted plants. Soil Sci.Soc.Am.J. 47:608-610.

Phene, C.J. and Campbelle, R.B. 1975. Automating par evaporation mesurements for irrigation control. Agric.Meteorol., 15:181-191.

Phene, C.J., Howell, T.A. 1984. Soil sensor control of high-frequency irrigation systems. Trans of the ASAE., 27:392-396.

Resh, M. Harward. 1978. Hydroponic food Production wood Bride Press Publishing Company. 355p.

Van der Veken, L. Michels. P., Feyen, J. and Benoit, F. 1982. Optimization of the water appliction in greenhouse tomatoes by introducing a tensiometer-controlled drip-irrigation system. Scientia Horticultural 18:9-23.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงค่าวิเคราะห์พืชเฉลี่ย และความสูงของพืชในช่วงวันที่ 22 พ.ย.34-27ธ.ค.34

ค่าวิเคราะห์	Treatment (T)		
	T_1	T_2	T_3
% น้ำในพืช	89.68	89.2	89.39
% N ในต้น	1.70	1.58	1.73
% N ในผล	2.02	2.79	2.16
% N ในใบ	2.89	2.87	3.42
Up take N	3.00	3.81	3.50
% P ในต้น	0.71	0.82	0.72
% P ในผล	0.54	0.50	0.50
% P ในใบ	0.73	0.79	0.74
Up take P	0.85	1.29	0.85
ความสูง (cm.)	70.01	69.67	69.71
น้ำหนักสด (g)	1281.10	1318.15	1318.49
น้ำหนักแห้ง (g)	132.73	180.60	136.24
น้ำหนักผลผลิตสด (g)	568.29	737.29	588.15
น้ำหนักผลผลิตแห้ง (g)	46.82	59.07	46.84

T_1 = Weight (เครื่องชั่งน้ำหนัก)

T_2 = Timer

T_3 = Evaporation (เครื่องวัดการระเหย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ANALYSIS OF VARIANCE FOR PERCENT OF WATER IN PLANT (%)

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE	
					5%	1%
REPLICATION (R)	2	0.73	0.36	0.35^{ns}	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	0.28	0.14	0.14^{ns}	6.94	18.00
ERROR	4	4.07	1.02	-	-	-
TOTAL	8	5.08	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 1.13%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ANALYSIS OF VARIANCE FOR % NITROGEN IN STEM (%)

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE	
					5%	1%
REPLICATION (R)	2	0.02	0.01	0.17^{ns}	6.91	18.00
TREATMENT (T)	2	0.04	0.02	0.33^{ns}	6.94	18.00
ERROR	4	0.24	0.06	-	-	-
TOTAL	8	0.30	-	-	-	-

ns - not significant

CV - 14.68%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ANALYSIS OF VARIANCE FOR % NITROGEN IN FRUIT (%)

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE	
					5%	1%
REPLICATION (R)	2	0.66	0.33	0.39[ns]	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	1.01	0.51	0.61[ns]	6.94	18.00
ERROR	4	3.37	0.84	-	-	-
TOTAL	8	-	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 39.46%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ANALYSIS OF VARIANCE FOR % NITROGEN IN LEAF (%)

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE 5%	F-TABLE 1%
REPLICATION (R)	2	0.009	0.004	0.034^{ns}	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	0.584	0.294	2.45^{ns}	6.94	18.00
ERROR	4	0.477	0.119	-	-	-
TOTAL	8	1.070	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 11.27%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ANALYSIS OF VARIANCE FOR UPTAKE NITROGEN (g/plant)

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE 5%	F-TABLE 1%
REPLICATION (R)	2	0.13	0.07	0.39 ns	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	0.99	0.50	2.78 ns	6.94	18.00
ERROR	4	0.74	0.18	-	-	-
TOTAL	8	1.87	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 12.39%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ANALYSIS OF VARIANCE FOR % PHOSPHORUS IN STEM (%)

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE	
					5%	1%
REPLICATION (R)	2	0.007	0.003	0.30 ns	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	0.024	0.012	1.20 ns	6.94	18.00
ERROR	4	0.041	0.010	-	-	-
TOTAL	8	0.071	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 13.37%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ANALYSIS OF VARIANCE FOR % PHOSPHORUS IN FRUIT (%)

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE 5%	F-TABLE 1%
REPLICATION (R)	2	0.0018	0.00090	0.72 ns	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	0.0032	0.00160	1.28 ns	6.94	18.00
ERROR	4	0.0050	0.00125	-	-	-
TOTAL	8	0.0100	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 13.51%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ANALYSIS OF VARIANCE FOR % PHOSPHORUS IN LEAF (%)

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE	
					5%	1%
REPLICATION (R)	2	0.021	0.011	0.50 ns	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	0.180	0.009	0.41 ns	6.94	18.00
ERROR	4	0.089	0.022	-	-	-
TOTAL	8	0.128	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 20.9%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ANALYSIS OF VARIANCE FOR UPTAKE PHOSPHORUS (g/plant)

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE 5%	F-TABLE 1%
REPLICATION (R)	2	0.016	0.008	0.163[ns]	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	0.378	0.189	0.386[ns]	6.94	18.00
ERROR	4	0.194	0.049	-	-	-
TOTAL	8	-	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 22.2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ANALYSIS OF VARIANCE FOR HIGHT (cm.)

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE	
					5%	1%
REPLICATION (R)	2	0.027	0.014	0.028[ns]	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	0.211	0.106	0.216[ns]	6.94	18.00
ERROR	4	0.982	0.491	-	-	-
TOTAL	8	1.22	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 1.00%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของน้ำหนักสด ส่วนของพืชเหนือดิน

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE	
					5%	1%
REPLICATION (R)	2	2755148.12	1388574.06	11.98*	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	2771.58	1385.79	0.012ns	6.94	18.00
ERROR	4	459952.7	114988.17	-	-	-
TOTAL	8	3217872.40	-	-	-	-

ns = not significant

* = significant at 5% level

CV = 25.96%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงการวิเคราะห์ค่าสถิติของน้ำหนักแห้ง ส่วนของพืชเหนือดิน

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE 5%	F-TABLE 1%
REPLICATION (R)	2	4270.98	2135.49	1.59^{ns}	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	327.15	163.57	0.12^{ns}	6.94	18.00
ERROR	4	5366.03	1341.50	-	-	-
TOTAL	8	9964.16	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 24.44%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของน้ำหนักผลผลิตสด

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE 5%	F-TABLE 1%
REPLICATION (R)	2	19435.09	9717.50	0.19^{ns}	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	51246.85	25623.40	0.50^{ns}	6.94	18.00
ERROR	4	204766.66	51191.66	-	-	-
TOTAL	8	275448.60	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 35.84%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของน้ำหนักผลผลิตแห้ง

SOV	df	SS	MS	F-RATIO	F-TABLE 5%	F-TABLE 1%
REPLICATION (R)	2	190.14	95.07	0.29^{ns}	6.94	18.00
TREATMENT (T)	2	299.56	149.78	0.46^{ns}	6.94	18.00
ERROR	4	1306.61	326.65	-	-	-
TOTAL	8	1796.31	-	-	-	-

ns = not significant

CV = 35.50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงข้อมูลการใช้น้ำของพืช (มะเขือเทศ)

Treatment	วันที่	ช่วงวัน	ปริมาณน้ำใช้ (litre, l)	ปริมาณน้ำใช้สะสม(litre,l)	%น้ำออก
T_1	1ธค.34- 5ธค.34	5	0.14	1.70	5.118
	6ธค.34-10ธค.34	10	0.21	1.77	1.396
	11ธค.34-15ธค.34	15	0.46	4.06	7.692
	16ธค.34-20ธค.34	20	0.59	7.04	13.342
	21ธค.34-25ธค.34	25	0.86	11.32	24.052
	26ธค.34-30ธค.34	30	0.97	16.16	3.264
	31ธค.34- 4มค.34	35	0.90	20.68	1.910
	5มค.34- 9มค.34	40	1.19	26.64	6.906
	10มค.34-14มค.34	45	2.08	37.04	20.366
	15มค.34-19มค.34	50	1.79	46.03	11.368
	20มค.34-24มค.34	55	1.63	54.16	2.53
T_2	1ธค.34- 5ธค.34	5	0.17	0.84	8.1
	6ธค.34-10ธค.34	10	0.51	3.37	15.374
	11ธค.34-15ธค.34	15	0.86	7.69	8.988
	16ธค.34-20ธค.34	20	0.99	12.64	20.054
	21ธค.34-25ธค.34	25	1.08	18.05	10.72
	26ธค.34-30ธค.34	30	1.31	24.59	5.24
	31ธค.34- 4มค.34	35	1.43	31.77	10.828
	5มค.34- 9มค.34	40	1.92	41.38	15.534
	10มค.34-14มค.34	45	2.32	52.48	23.868
	15มค.34-19มค.34	50	1.86	62.23	2.592
	20มค.34-24มค.34	55	2.14	72.91	3.266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 (ต่อ)แสดงข้อมูลการใช้น้ำของพืช (มะเขือเทศ)

Treatment	วันที่	ช่วงวัน	ปริมาณน้ำใช้ (litre, l)	ปริมาณน้ำใช้สะสม(litre,l)	%น้ำออก
T_3	1ธค.34- 5ธค.34	5	0.22	1.09	3.14
	6ธค.34-10ธค.34	10	0.38	2.98	1.49
	11ธค.34-15ธค.34	15	0.64	6.20	3.358
	16ธค.34-20ธค.34	20	0.76	9.99	21.192
	21ธค.34-25ธค.34	25	0.87	14.32	12.362
	26ธค.34-30ธค.34	30	1.34	21.03	32.08
	31ธค.34- 4มค.34	35	1.18	26.34	8.73
	5มค.34- 9มค.34	40	1.74	35.03	32.36
	10มค.34-14มค.34	45	1.46	42.33	23.244
	15มค.34-19มค.34	50	1.59	50.29	7.984
	20มค.34-24มค.34	55	1.55	58.03	11.802

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงข้อมูลของอุณหภูมิ, เครื่องวัดการระเหยจากเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech, เครื่องวัดการระเหยผ่านแท่ง porous (เครื่องมือที่สร้างขึ้น)

วันที่	อุณหภูมิ (T) (°c)	เครื่องวัดการระเหยจากเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech (cc.)	เครื่องวัดการระเหยผ่านแท่งporous(cc.) (เครื่องมือที่สร้างขึ้น)
29 พ.ย. 34	34	0	0
2 ธ.ค. 34	34	0	0
4 ธ.ค. 34	32	6.8	2.8
6 ธ.ค. 34	31	6.8	28.1
9 ธ.ค. 34	27	10.2	44.4
11 ธ.ค. 34	32	8.9	35.2
13 ธ.ค. 34	31	8	26.0
16 ธ.ค. 34	31	12.15	38
17 ธ.ค. 34	27	1.8	6.1
18 ธ.ค. 34	26	7.9	18.7
19 ธ.ค. 34	25	3.3	-*
20 ธ.ค. 34	24	11.00	-*
23 ธ.ค. 34	24	12.8	11.5
24 ธ.ค. 34	26	3.4	11.1
25 ธ.ค. 34	27	3.3	9.3
27 ธ.ค. 34	29	6.2	24.9
30 ธ.ค. 34	30	7.95	-*
2 ม.ค. 35	33	8.1	-*
3 ม.ค. 35	33	2.8	-*
6 ม.ค. 35	32	5.2	-*
7 ม.ค. 35	30	5.1	-*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 (ต่อ) แสดงข้อมูลของอุณหภูมิ, เครื่องวัดการระเหยจากเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech, เครื่องวัดการระเหยผ่านแท่ง porous (เครื่องมือที่สร้างขึ้น)

วันที่	อุณหภูมิ (T) (°c)	เครื่องวัดการระเหยจากเครื่องวัดการระเหยแบบ Pech (cc.)	เครื่องวัดการระเหยผ่านแท่งporous(cc.) (เครื่องมือที่สร้างขึ้น)
8 ม.ค. 35	32	3.0	-*
9 ม.ค. 35	33	2.4	10.9
10 ม.ค. 35	28	1.6	6.7
13 ม.ค. 35	29	1.9	8.8
14 ม.ค. 35	32	4.0	16.6
15 ม.ค. 35	27	1.4	6.4
16 ม.ค. 35	30	2.8	11.2
17 ม.ค. 35	31	2.4	9.2
18 ม.ค. 35	33	4.6	18.8
19 ม.ค. 35	29	2.6	12.3
20 ม.ค. 35	28	2.7	13.5
21 ม.ค. 35	30	2.9	11.8
22 ม.ค. 35	29	3.2	14.6
23 ม.ค. 35	27	1.5	6.1
24 ม.ค. 35	29	2.8	12.0

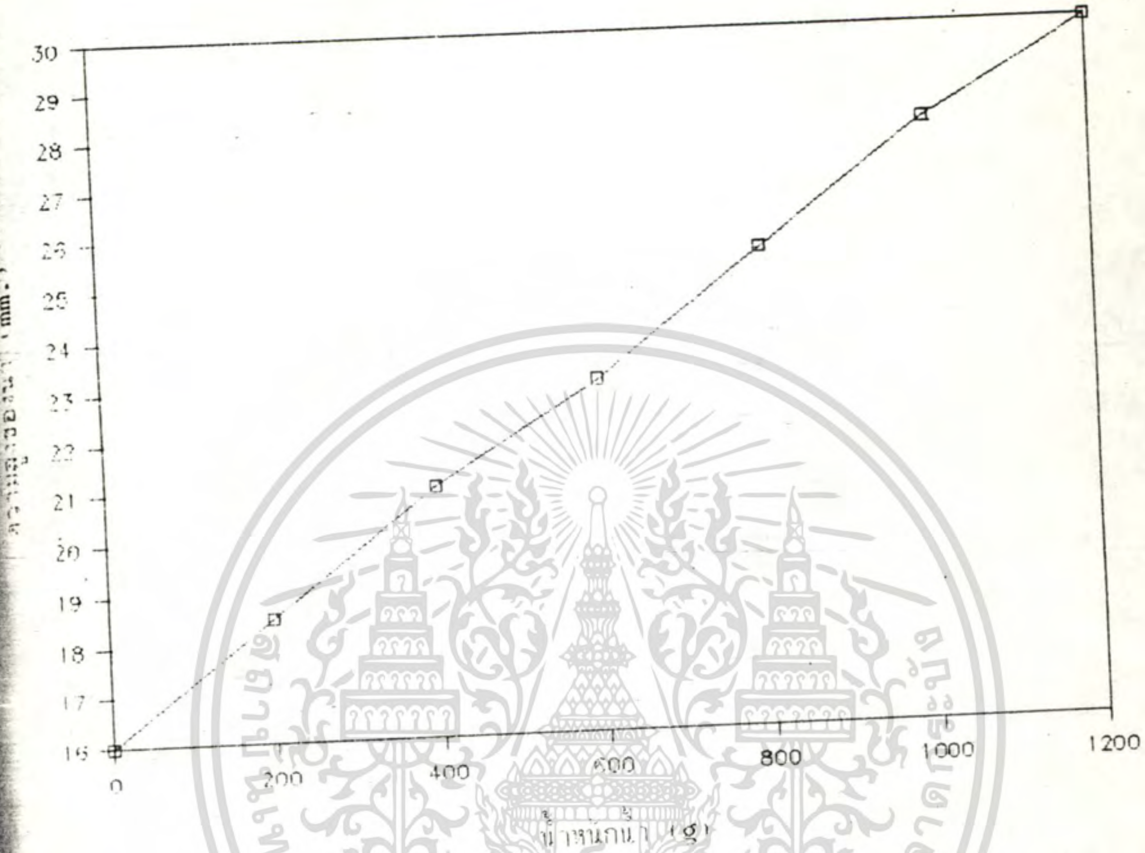
-* เครื่องเสีย ไม่สามารถวัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงค่าความสูงของน้ำและน้ำหนักของน้ำที่มีความสัมพันธ์กัน

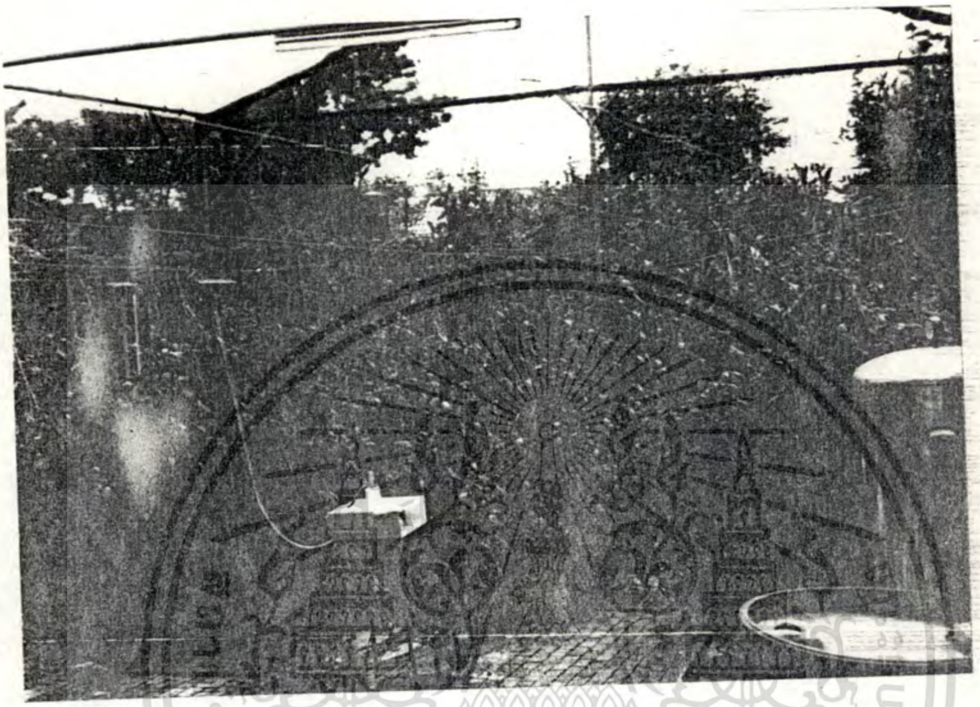
น้ำหนักของน้ำ (g)	ความสูงของน้ำ (mm.)
0	16.0
200	18.50
400	21.00
600	23.00
800	25.50
1000	28.00
1200	30.00

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



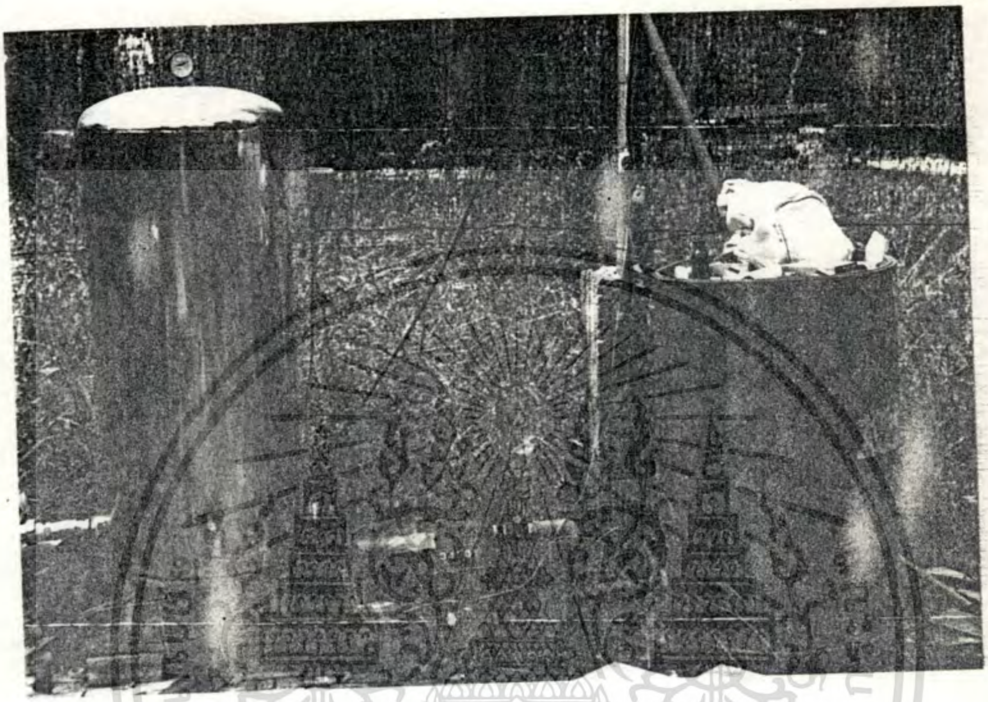
ภาพที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของน้ำกับน้ำหนักของน้ำที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



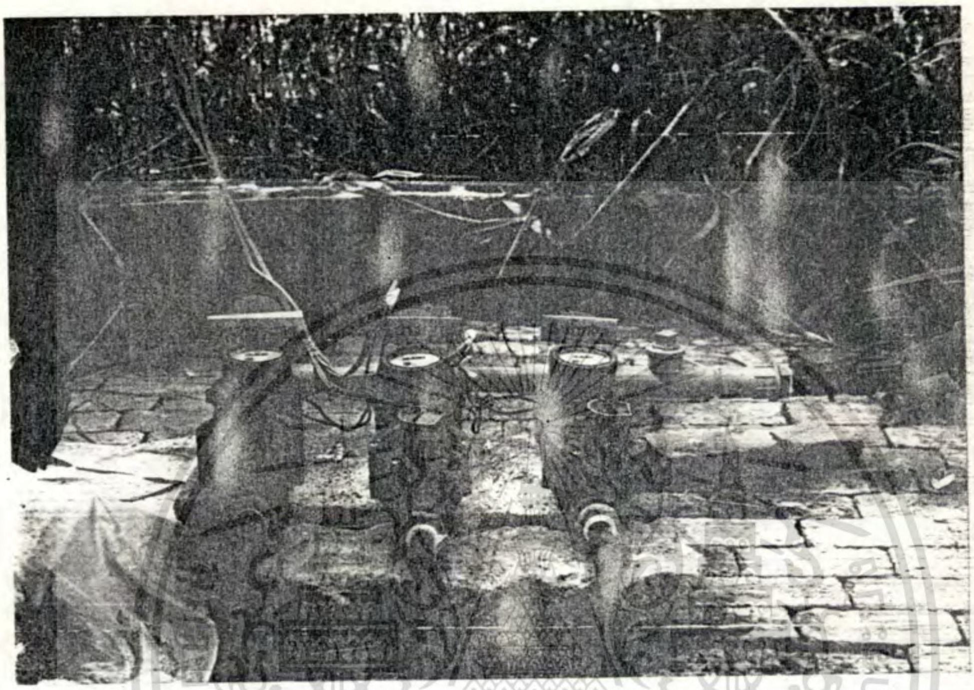
ภาพที่ 13 แสดงการปลูกมะเขือเทศโดยไม่ใช้ดินในเรือนเพาะชำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



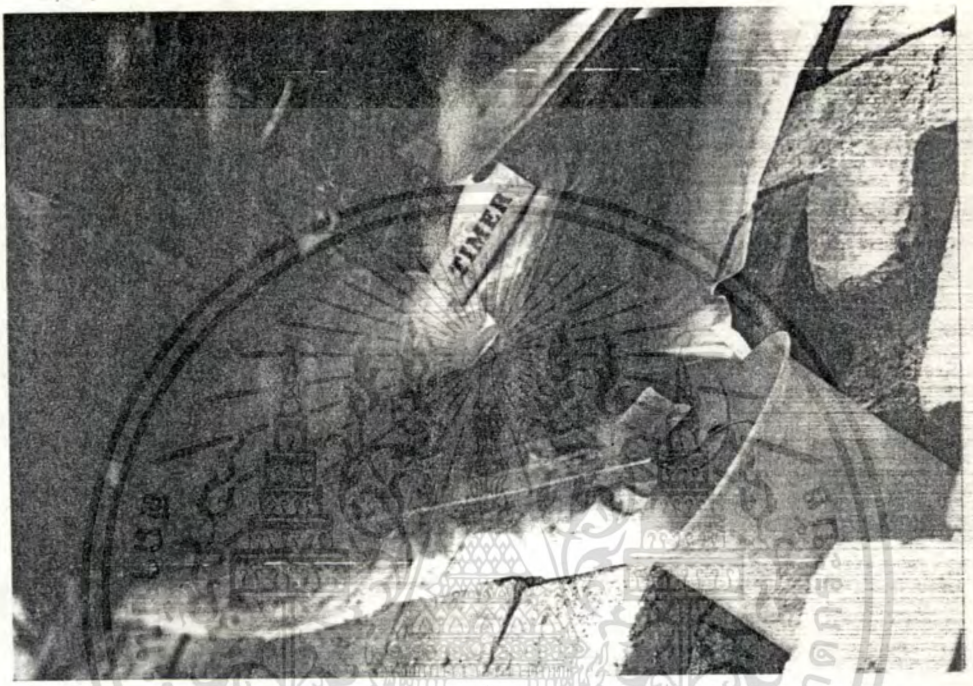
ภาพที่ 14 แสดงการตั้งชุดเครื่องมือจ่ายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



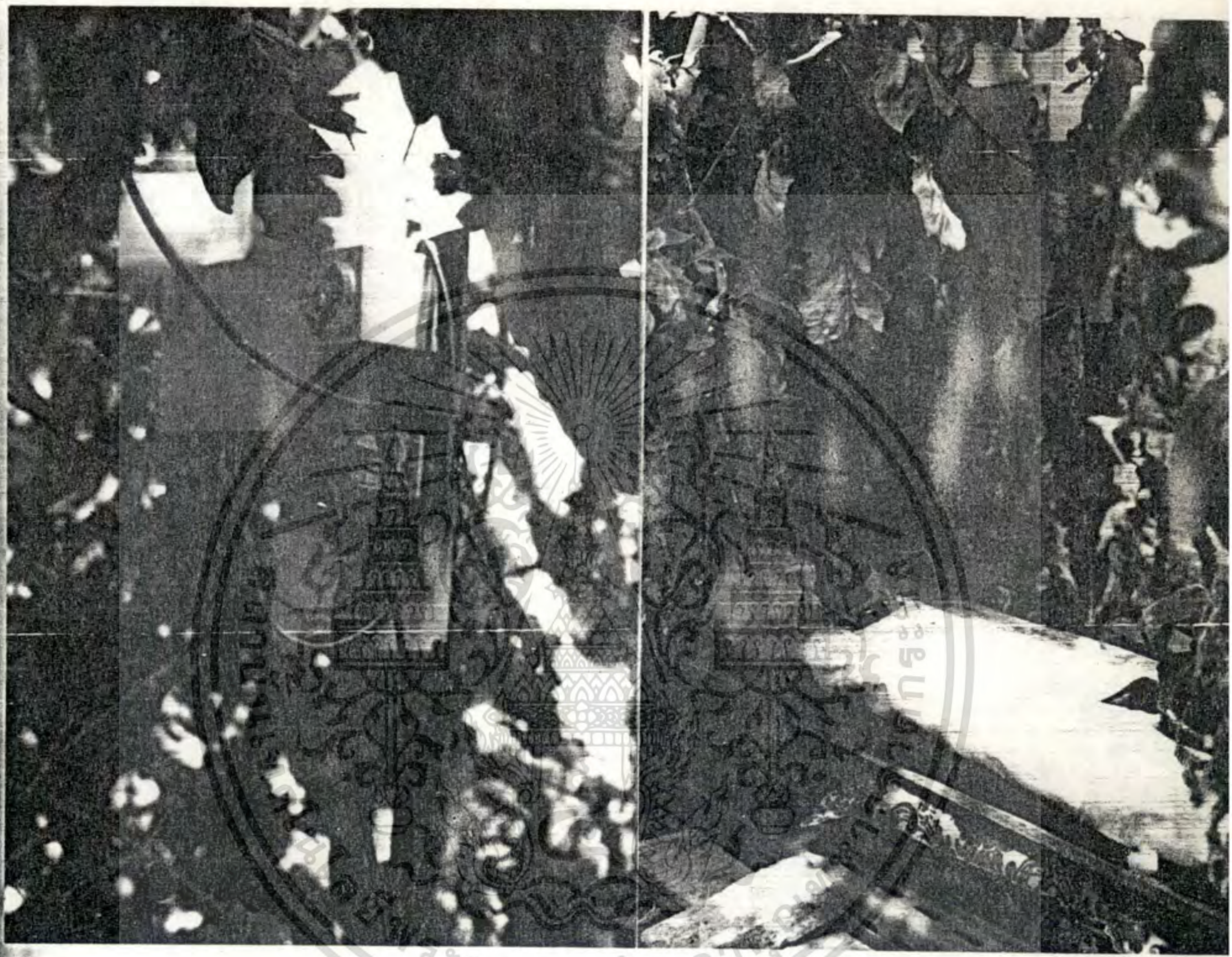
ภาพที่ 15 แสดงมิเตอร์วัดปริมาณน้ำที่ให้ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



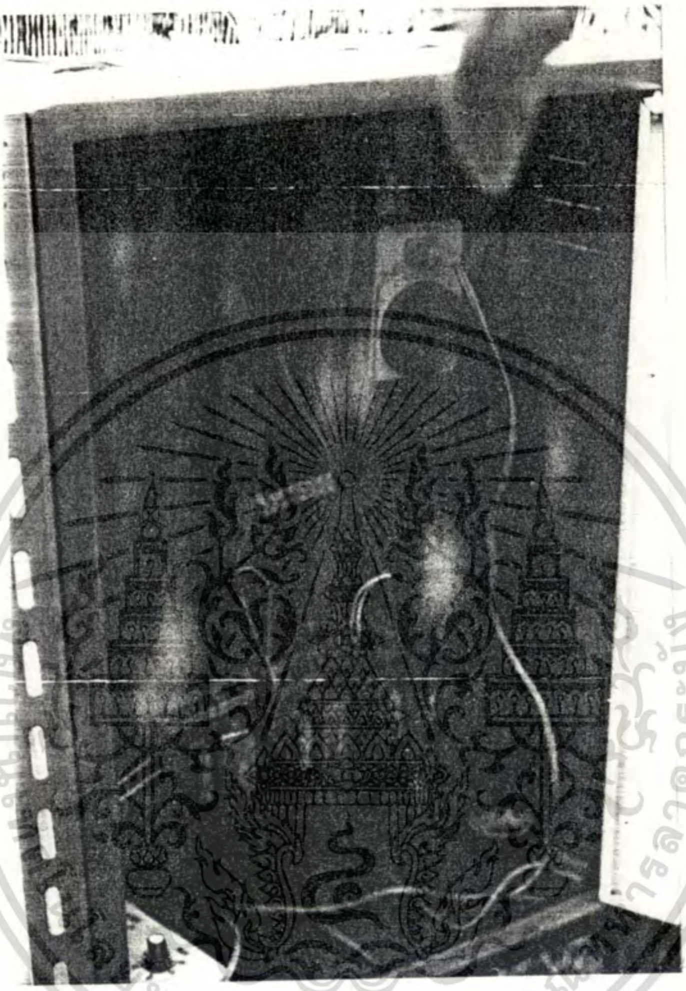
ภาพที่ 16 แสดงการวางถาดรับน้ำที่เหลือจากการใช้น้ำของพืช

สารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



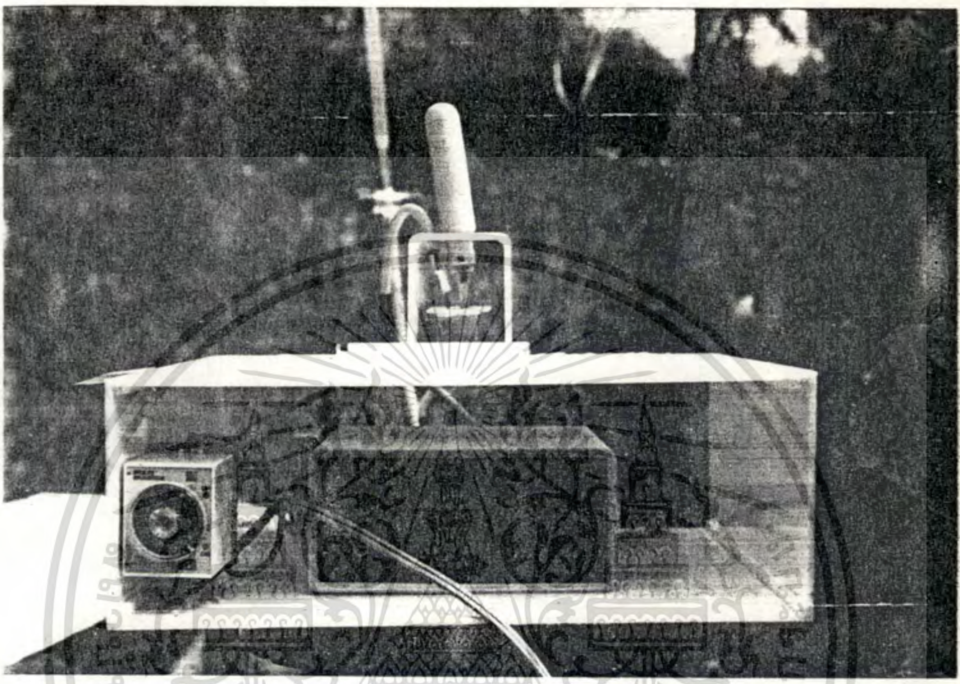
ภาพที่ 17 แสดงชุดเครื่องควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติแบบชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 แสดงชุดเครื่องมือควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ โดย Timer

ารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

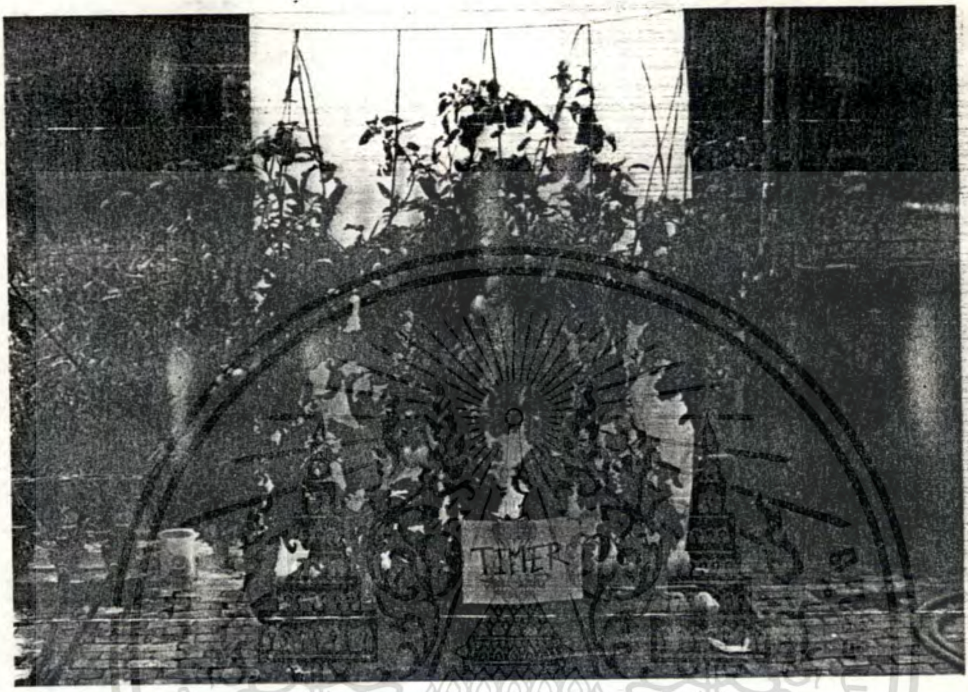


ภาพที่ 19 แสดงชุดเครื่องมือควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติแบบเครื่องวัดการระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

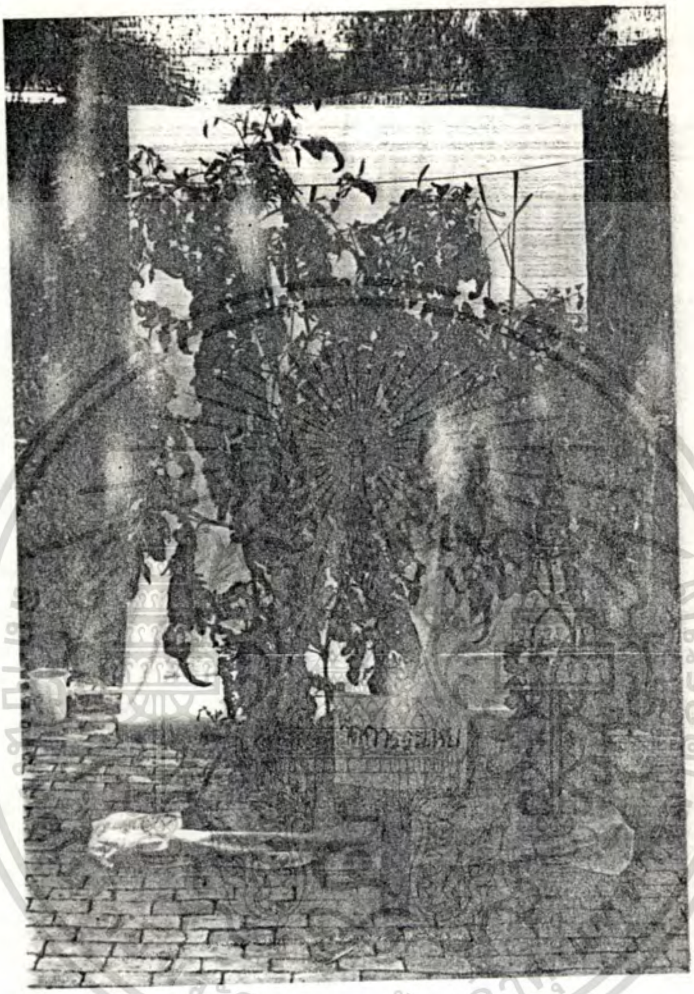
ภาพที่ 20 แสดงต้นมะเขือเทศที่ได้จากการให้น้ำโดยควบคุมให้น้ำแบบชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 แสดงต้นมะเขือเทศที่ได้จากการควบคุมการให้น้ำแบบ Timer

กสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

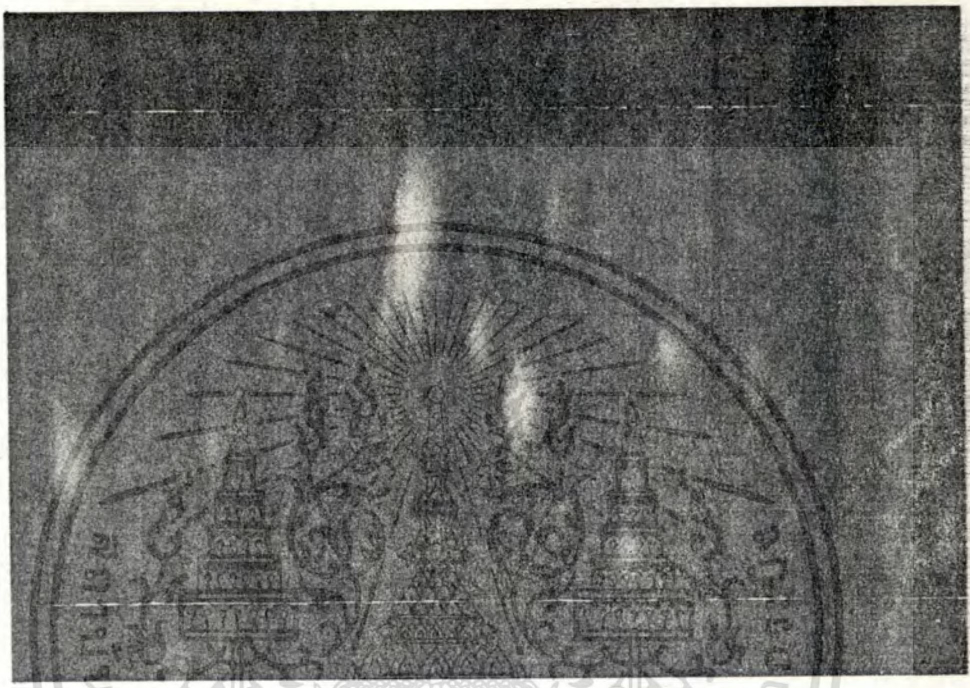


ภาพที่ 22 แสดงต้นมะเขือเทศที่ได้จากการให้น้ำแบบวัดการระเหย

สารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

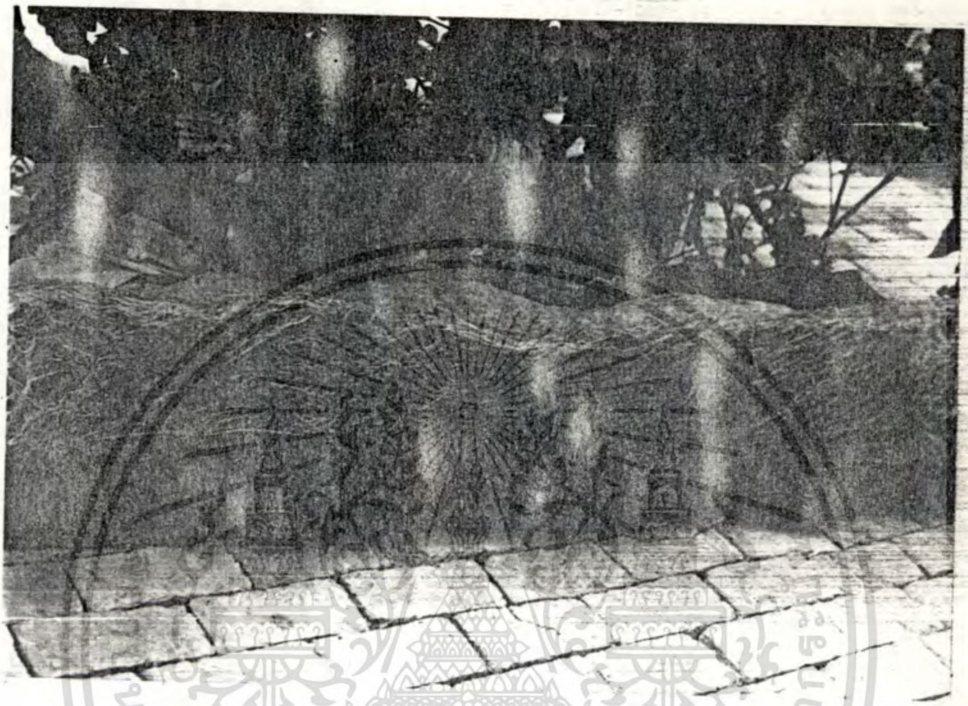
ภาพที่ 23 แสดงผลผลิตของมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 24 แสดงขนาดของผลมะเขือเทศ

สารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 25 แสดงรากที่เกิดจากการปลูกมะเขือเทศโดยวัสดุปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การปลูกพืชในดิน

ผลการควบคุมความเครียดของน้ำในดินโดยระบบการให้น้ำโดยอัตโนมัติแบบ Tensiometer ต่อการเจริญเติบโตของเยอบีร่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	
สารบัญภาพ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญตารางภาคผนวก	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
บทนำ	3
ตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	23
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	29
สรุปผลการทดลอง	42
ข้อเสนอแนะ	44
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการควบคุมความเครียดของน้ำในดิน โดยระบบการให้น้ำอัตโนมัติ

แบบ Tensiometer ต่อการเจริญเติบโตของเยอบีร่า

Automatic Tensiometer Control of Soil Moisture Tensiometer

on Gerbera Growth

บทคัดย่อ

เครื่องควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติแบบ Tensiometer อาศัยอุปกรณ์ทาง electronic พวก I.C. ชนิดหนึ่ง แบบ Triac ซึ่งเป็นวงจรรวม ประเภทสวิตซ์ปิด-เปิด แล้วประกอบเข้ากับเกย์วัดความเครียด (Vacuum gauge) และ Solenoid valve เมื่อกำหนดค่าความเครียดของน้ำในดิน (Soil moisture tension) ไว้ค่าหนึ่ง เมื่อดินแห้ง เข็มของเครื่องวัดความเครียดจะสูงขึ้นจนถึงค่าที่กำหนดไว้ที่หน้าปัดเครื่องวัดความเครียด จะมีผลให้ Triac ทำงานเปิด Solenoid valve ก็จะมีการให้น้ำเกิดขึ้น เมื่อดินเปียกเข็มของเครื่องวัดความเครียดจะลดลง Traic ก็จะปิด Solenoid valve ระบบการให้น้ำก็จะหยุด เข็มของเครื่องวัดความเครียดอยู่ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 0 centibar

การทดลองในกระถาง เพื่อศึกษาผลของการควบคุมความเครียดของน้ำในดิน 3 ระดับคือ ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 centibars, 30 centibars และ 50 centibars โดยระบบการให้น้ำอัตโนมัติ แบบ Tensiometer ต่อการเจริญเติบโตของเยอบีร่า ทำการทดลองที่เรือนเพาะชำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 3 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า ทั้ง 3 ตำรับการทดลองมีการให้น้ำเมื่อถึงระดับความเครียดของน้ำในดินที่กำหนดค่าไว้

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ทำการทดลองจะเห็นได้ว่า ดินหลังทำการทดลองมีคุณสมบัติทางเคมีเปลี่ยนแปลงไปทั้ง 3 ระดับความเครียดของน้ำในดิน สำหรับ pH, ค่า Electro conductivity (EC), % nitrogen และ % phosphorus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับผลของระดับความเครียดของน้ำในดิน โดยระบบการให้น้ำอัตโนมัติ แบบ Tensiometer พบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 centibars มีผลต่อการเจริญเติบโตของเยอบีร่า สายพันธุ์ไวป พันธุ์ Terra Parade จาก Tissue culture มากกว่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 centibars สำหรับที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 centibars นั้นก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของเยอบีร่า แต่ค่อนข้างต่ำกว่าระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 centibars เล็กน้อย ซึ่งพิจารณาในกรณีของน้ำหนักสด, น้ำหนักแห้ง, % nitrogen ในพืช, Uptake nitrogen, % phosphorus ในพืช, Uptake phosphorus, ความยาวก้านใบ และคะแนนการเจริญเติบโต เมื่อคำนึงถึงการประหยัดของน้ำและสารละลายธาตุอาหารพืชแล้ว ที่ระดับความเครียดของน้ำในดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเยอบีร่าก็คือ ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 centibars และที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 centibars ให้ผลผลิตสูงกว่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 centibars

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงองค์ประกอบของ Tensiometer	45
2	แสดงหลักการทำงานของ Tensiometer	46
3	แสดงตำแหน่งการติดตั้ง Tensiometer	47
4	แสดงการปฏิบัติในการติดตั้ง Tensiometer	48
5	แสดงระดับความเครียดของน้ำในดิน	49
6	แสดงการติดตั้ง Tensiometer ในการทดลอง	50
7	แสดงตำแหน่งของต้นเยอบีร่าที่ทำการสุ่ม พร้อมระบบการให้น้ำ	51
8	แสดงการติดตั้งชุดเครื่องมือจ่ายน้ำ	52
9	แสดงชุดเครื่องมือควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ	53
10	แสดงการติดตั้งเครื่องควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ	54
11	แสดงมิเตอร์วัดปริมาณน้ำที่ให้กับระบบ	55
12	แสดงการเปรียบเทียบลักษณะใบปกติกับใบที่แมลง (ไร) ทำลาย	56
13	แสดงการเจริญเติบโตของเยอบีร่าต้นปกติกับต้นที่แมลง (ไร) ทำลาย	57
14	แสดงแมลง (ไร) ที่เข้าทำลายใบ (กำลังขยาย 10x)	58
15	แสดงการเจริญเติบโตของเยอบีร่าที่ใช้ระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ แบบ Tensiometer	59
16	แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเยอบีร่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 3 ระดับ	60
17	แสดงการเจริญเติบโตของเยอบีร่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 centibars	61
18	แสดงการเจริญเติบโตของเยอบีร่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 centibars	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	แสดงการเจริญเติบโตของเยอบีร่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 centibars	63
20	แสดงขนาดดอกเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรป พันธุ์ Terra Parade	64
21	แสดงขนาดความยาวก้านดอกเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรป พันธุ์ Terra Parade	65
22	แสดงความยาวก้านใบเฉลี่ย (ซม.)	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงผลการวิเคราะห์ pH ของดินหลังการทดลอง (1:2 น้ำ)	36
2	แสดงผลการวิเคราะห์ Electro conductivity ของดินหลังการทดลอง (mS/cm)	36
3	แสดงผลการวิเคราะห์ % phosphorus ของดินหลังการทดลอง (%)	37
4	แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักสดของก้านใบ (g)	37
5	แสดงผลการวิเคราะห์น้ำหนักแห้งของก้านใบ (g)	38
6	แสดงผลการวิเคราะห์ % nitrogen ในพืช (%)	38
7	แสดงผลการวิเคราะห์ Uptake nitrogen (g/plant)	39
8	แสดงผลการวิเคราะห์ % phosphorus ในพืช (%)	39
9	แสดงผลการวิเคราะห์ Uptake phosphorus (g/plant)	40
10	แสดงคะแนนการเจริญเติบโตช่วงการเจริญเติบโตของใบ	40
11	แสดงคะแนนการเจริญเติบโตช่วงการออกดอก	41
12	แสดงคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดช่วงการทดลอง	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ภาคผนวก)

ตาราง		หน้า
1	แสดงค่าวิเคราะห์ดิน (ค่าเฉลี่ย)	74
2	แสดงค่าวิเคราะห์พืช (ค่าเฉลี่ย)	75
3	แสดงความยาวก้านใบเฉลี่ย (ซม.)	76
4	แสดงคุณภาพดอกเยอบีร่า	78
5	Analysis of variance for pH (1:2 water)	79
6	Analysis of variance for Electro conductivity (mS/cm)	79
7	Analysis of variance for % nitrogen in soil (%)	80
8	Analysis of variance for % phosphorus in soil (%)	80
9	Analysis of variance for fresh weight (g)	81
10	Analysis of variance for dry weight (g)	81
11	Analysis of variance for % nitrogen in plant (%)	82
12	Analysis of variance for uptake nitrogen (g/plant)	82
13	Analysis of variance for % phosphorus in plant (%)	83
14	Analysis of variance for uptake phosphorus (g/plant)	83
15	Analysis of variance for vegetative (mark)	84
16	Analysis of variance for flowering (mark)	84
17	Analysis of variance for average plant growth (mark)	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

เยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรปเป็นไม้ดอกที่ได้รับความนิยมค่อนข้างสูง จึงต้องมีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูง เยอบีร่าเป็นพืชที่ต้องการน้ำเพื่อที่จะแตกทรงพุ่มและออกดอกตลอดเวลา น้ำจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง และปริมาณน้ำที่ให้จะต้องไม่มากหรือน้อยเกินไป จนพืชแสดงอาการออกมาอย่างเด่นชัด เพื่อหลีกเลี่ยงผลดังกล่าวนี้ระบบการให้น้ำอัตโนมัติจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก

ระบบการให้น้ำอัตโนมัตินอกจากจะช่วยในการให้น้ำอย่างเพียงพอต่อความต้องการของพืชแล้ว ยังช่วยประหยัดทั้งแรงงาน เวลา รวมทั้งปริมาณน้ำที่ใช้อีกด้วย เนื่องจากในสภาพปัจจุบันปริมาณน้ำที่ใช้ในการเกษตรเริ่มจะมีปริมาณค่อนข้างจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของระดับความชื้น 3 ระดับ โดยระบบการให้น้ำอัตโนมัติแบบ Tensiometer ที่มีต่อเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรปจาก Tissue Culture
2. เพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ปลูก
3. เพื่อศึกษาระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ แบบ Tensiometer ที่มีต่อเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรปที่ปลูกในดิน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการควบคุมความเครียดของน้ำในดิน โดยระบบการให้น้ำอัตโนมัติ แบบ Tensiometer ต่อการเจริญเติบโตของเยอบีร่า

Automatic Tensiometer Control of Soil Moisture Tension on Gerbera Growth

บทนำ

ปัจจุบันมีการพัฒนาเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรปกันมากขึ้น เพื่อที่จะทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ จึงต้องมีการใช้เทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในการผลิต เพื่อจะให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานสากล เหตุที่เยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรปเป็นที่นิยมเนื่องจากมีก้านใหญ่ ยาว แข็งแรง มีดอกใหญ่ สีสันสดใส และที่สำคัญเมื่อนำไปใช้สอยจะทนนาน

เยอบีร่าเป็นไม้ดอกที่ต้องการน้ำ เพื่อที่จะแตกหน่อหรือทรงพุ่ม และออกดอกตลอดเวลา ดังนั้นน้ำจึงจำเป็นมากสำหรับเยอบีร่า นอกจากน้ำแล้วเยอบีร่าก็ยังต้องการธาตุอาหารพืชเช่นเดียวกับพืชชนิดอื่น แต่ที่พิเศษคือนอกจากจะต้องการธาตุอาหารหลักแล้ว ก็ยังต้องการ Minor elements ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ถ้าขาดจะแสดงอาการออกมาให้เห็นอย่างชัดเจนทางใบ แล้วยังต้องการ Trace elements อีกด้วย ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดที่จะให้เยอบีร่าได้รับน้ำและธาตุอาหารของพืช (ปุ๋ย) ได้เหมาะสมทั้งชนิดและปริมาณ ก็คือการผสมปุ๋ยลงไปในน้ำที่ให้กับต้นเยอบีร่า ซึ่งเป็นวิธีที่ให้สารละลายธาตุอาหารกับพืชทันเวลา และถ้าจะให้สารละลายธาตุอาหารพืชเกิดประโยชน์อย่างเต็มที่และเป็นการประหยัด ควรที่จะเป็นการให้แบบน้ำหยด โดยใช้ระบบการควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ ซึ่งระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัตินั้นมีหลายวิธี แต่วิธีที่จะนำเสนอคือระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติแบบ Tensiometer ซึ่งจะเป็นการกำหนดค่าความเครียดของน้ำในดิน (Soil Moisture Tension) ไว้ค่าหนึ่ง เมื่อดินแห้งจะทำให้ค่าความเครียดสูงขึ้นจนกระทั่งถึงระดับที่กำหนดค่าไว้ จึงจะมีการให้น้ำ และจะให้น้ำไปจนกระทั่งระดับความเครียดลดลงจนถึงศูนย์ จึงหยุดการให้น้ำ ซึ่งทำให้ได้รับปริมาณน้ำ และธาตุอาหารพืชอย่างเหมาะสม เนื่องจากพืชจะได้รับน้ำและธาตุอาหารในเวลาที่พืชต้องการ จึงไม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งน้ำและธาตุอาหารพืช แล้วจะไม่เกิดปัญหาของการขาดน้ำและธาตุอาหารพืช เพราะว่าในสารละลายธาตุอาหารพืชมีทั้งน้ำและธาตุอาหารที่พืชต้องการครบถ้วน ซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิตในปริมาณที่สูงและมีคุณภาพที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

เยอบีร่า

ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

เยอบีร่าเป็นไม้ตัดดอกที่มีสีสันสวยงาม ปลูกกันแพร่หลายในประเทศไทยมานานแล้ว สามารถปลูกได้ในดินเกือบทุกชนิด (กัญญะ, 2531) ได้มีการปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมพันธุ์ได้ลูกผสมมากมาย มีพื้นที่ปลูกอยู่ทั่วประเทศ โดยมีแหล่งปลูกที่สำคัญของแต่ละภาค คือ ภาคกลาง นนทบุรี กรุงเทพฯ ภาคเหนือ - พิจิตร เชียงใหม่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ - หนองคาย ขอนแก่น อุบลราชธานี ภาคใต้ - นครศรีธรรมราช (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.)

เยอบีร่าที่ปลูกในไทยเกือบทั้งหมดเป็นสายพันธุ์ไทย ซึ่งดอกจะเหี่ยวเฉาง่าย ดอกขนาดเล็ก ก้านดอกสั้น คดงอ สีสันไม่สดใส เป็นผลให้ไม่เป็นที่นิยมทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการพัฒนามาปลูกเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรปกันมากขึ้น เพื่อที่จะลดปริมาณการนำเข้าจากต่างประเทศ และถ้าหากได้รับการปรับปรุงคุณภาพให้ได้ตามมาตรฐานสากลแล้ว อาจจะทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป)

วันดี (2531) ในปัจจุบันการผลิตเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรปในไทย เพื่อทดแทนการนำเข้ายังไม่เพียงพอ คาดว่าในอนาคตจะมีการผลิตเยอบีร่ามากขึ้น เพื่อการส่งออก จึงต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิต โดยเฉพาะในเรื่องของพันธุ์ดี ตรงตามความต้องการตลาดโลก เหมาะสมที่จะปลูกในสภาพแวดล้อมในเขตร้อน และมีความต้านทานต่อโรคและแมลง ซึ่งเป็นปัญหาอยู่ในขณะนี้ที่ทำให้คุณภาพของดอกเสีย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

Common name	:	Gerbera, African Daisy, Transvaad Daisy และ Banberton Daisy
Scientific name	:	*Gerbera* spp.
Family	:	Compositae
Native	:	South Africa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยอบีร่าที่นิยมปลูก คือ G. jamesonii, G. viridifolia (ธัญญะ, 2531) และ G. anrantirca ด้วย (ทวีเกียรติ, 2527 ; สมเพียร, 2526)

ลักษณะทั่วไป

เยอบีร่าเป็นพืชที่มีอายุนานกว่าหนึ่งปี (Perennial Herbs)

ลักษณะของลำต้นและใบ :

มีลำต้นอยู่ใต้ดินเล็กน้อย (rhizome) จึงมองไม่เห็นลำต้นเด่นชัด ใบเกิดจากตาที่ลำต้น โดยแตกเป็นพุ่มในลักษณะ basal (ก้านใบจะติดอยู่กับ rhizome) ทำให้เห็นเป็นกอ ใบมีสีเขียวเข้ม ขอบใบหยักเว้า (lobe) ลึกไม่เท่ากัน แผ่นใบไม่คลี่กางเต็มที่ ขอบใบมักจะโค้งเข้าหาเส้นกลางใบเล็กน้อย ใต้ใบและก้านใบมีขนบางๆ ละเอียดอยู่ทั่วไป

ลักษณะของดอก :

ช่อดอกจะแตกออกจากตาดอก ซึ่งอยู่ที่ส่วนของ rhizome เรียก Lateral bud ก้านดอกกลมยาว ชูขึ้นเหนือพุ่ม ดอกเป็นดอกรวม (Inflorescens) มีลักษณะเป็น Head ประกอบด้วยดอกย่อยเล็กๆ (floret) จำนวนมากอัดกันแน่นอยู่บนฐานรองดอก (Receptacle) ที่แบน และมีกลีบเลี้ยง (Involucral Bracts) รองรับอีกทีหนึ่ง ช่อดอกจะมีดอกย่อยอยู่ 2 ประเภท คือ

1. ดอกย่อยชั้นนอก (Ray Florets) จะอยู่รอบนอก มีเกสรตัวเมีย
2. ดอกย่อยชั้นใน (Disc Florets) เรียงอยู่ชั้นใน เป็นดอกสมบูรณ์เพศ คือมีทั้งเกสรตัวผู้และตัวเมีย แต่เกสรตัวเมียจะเป็นหมัน (Sterile stigma)

ดอกย่อยทั้ง 2 ประเภทนี้เป็นดอกแบบ Bilabiate คือ มีกลีบดอก (Lip) 2 กลีบ คือ - กลีบล่าง (Lower Lip) เป็นแผ่นแบนตรงกลาง แล้วค่อยๆ เรียวเล็กไปทางโคนและปลายกลีบ ตอนปลายกลีบมี 3 หยัก (Tooth)

- กลีบบน (Upper Lip) มีหยักลึกมากจนเป็น 2 ริ้ว

ทั้ง Ray Florets และ Disc Florets มีกลีบเลี้ยงลดรูปเป็นขนเล็กๆ เรียก papus ซึ่งมีลักษณะเรียวยาวอยู่เป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบราก :

เยอบีร่าเป็นพืชที่มีระบบรากตื้น

ประเภทของเยอบีร่า

1. เยอบีร่าดอกชั้นเดียว (Single - flowered)

เป็นเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรป มี Ray Florets เพียง 1-2 ชั้น กลีบดอกกว้าง ป่องตรงกลาง และหนา Disc florets สั้นรวมกันเป็นกระจุกอยู่ใจกลางดอก ก้านดอกใหญ่ ยาว และแข็งแรง มีอายุการใช้งานนาน เยอบีร่าประเภทนี้ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน (สมเพียร, 2532)

2. เยอบีร่าดอกซ้อน (Double flowered)

เป็นเยอบีร่าดอกชั้นเดียวสายพันธุ์ยุโรปกับเยอบีร่าสายพันธุ์ไทย ซึ่งมีกลีบซ้อนหลายชั้น หนามาก เยอบีร่าประเภทนี้กลีบดอกของ Ray florets ไม่เรียวยาวและไม่กว้างนัก ซ้อนกันมากกว่า 2 ชั้นขึ้นไปอย่างมีระเบียบ ส่วนกลีบดอกของ Disc florets จะกอดกันแน่นอยู่ใจกลางดอก และยาวลดหลั่นออกมาสัมพันธ์กับ Ray florets

3. เยอบีร่าไส้ดำ (Black centre type)

เป็นเยอบีร่าประเภท Single-flowered สายพันธุ์ยุโรปเช่นเดียวกับประเภทแรก แต่กลีบดอกของ Disc florets มีสีดำ ทำให้มองเห็นเป็นจุดกลมสีดำตรงใจกลางดอก (สมเพียร, 2532)

สายพันธุ์เยอบีร่า

สายพันธุ์ของเยอบีร่าที่ปลูกกันอยู่แบ่งแยกได้ ดังนี้

1. สายพันธุ์ยุโรป (European Strain)

เป็นเยอบีร่าแบบ Single flowered ซึ่งผิดไปจาก Thai Strain และ America Strain อย่างเห็นได้ชัด คือกลีบดอกกว้างและป่องตรงกลางนิดๆ (Wider and Shorter) กลีบดอกหนากว่า (More substance) ก้านดอกใหญ่ ยาว และแข็งแรง ไส้กลางดอกใหญ่ ถ้าเป็นสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม เรียกว่า ไส้ดำ (black center) และที่สำคัญที่สุดคือเมื่อนำไปใช้สอยจะทนนานกว่า Thai และ America Strain (สมเพียร, 2526 ; กรมส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริมการเกษตร, ม.ป.ป)

ซึ่งพอจะรวบรวมลักษณะของสีได้ดังนี้คือ

1.1) กลุ่มสีชมพูและสีชมพูอมม่วง

สีชมพูอมม่วง (lilac) ได้แก่ พันธุ์ Terra Parade

1.2) กลุ่มสีแดงและแดงอมส้ม

1.3) กลุ่มสีเหลือง

1.4) กลุ่มสีขาว-สีครีม

1.5) กลุ่มสีขาว-สีเหลือง

1.6) กลุ่มสองสี (bicolor) เช่น สีครีม + สีแดง

จะเห็นได้ว่ามีการนำเข้าพันธุ์เยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรปจำนวนมาก แต่มิได้หมายความว่าทุกพันธุ์จะปลูกได้ดี (อุดร, 2534)

2. สายอเมริกา (America Strain) และสายพันธุ์ออสเตรเลีย (Australia Strain)

มีลักษณะกลีบดอกของ Ray florets เรียวยาว ใจกลางดอกมีขนาดเล็ก ก้านดอกเล็กและยาว คุณภาพและอายุการใช้สอยสู้ European Strain ไม่ได้

3. สายพันธุ์ไทย (Thai Strain)

เยอบีร่าไทยไม่เหมือนเยอบีร่าของ America และ European เลย ดอกจะซ้อนหนามาก จัดเป็น Double flowered กลีบดอกของ Ray florets ไม่เรียวหรือป้องมีลักษณะกึ่งกลางระหว่าง America และ European Strain แต่มีกลีบดอกหลายชั้นซ้อนกันอย่างมีระเบียบ ส่วน Disc florets จะกอดกันอยู่ใจกลางดอกและยาวลดหลั่นออกมา และสัมพันธ์กับ Ray florets

4. สายพันธุ์นิวซีแลนด์ (New Zealand Strain)

ลักษณะของกลีบดอกซ้อน แต่แตกต่างกับ Thai Strain คือกลีบดอกชั้นนอกจะยาว ส่วนชั้นในจะสั้นกว่า และกลีบดอกลดหลั่นกันลงมาหลายชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างองถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

5. สายพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์ดอกซ้อนกับ European Strain

เป็นพันธุ์ที่นิยมมากในปัจจุบัน (ธัญญะ, 2531) ลักษณะรูปทรงของดอกจะคล้ายกับ European Strain กลีบดอกกว้าง แต่จะซ้อนคล้ายกับ New Zealand Strain มักเกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างพวกที่มีดอกซ้อนกับ European Strain

6. สายพันธุ์เยอบีร่าที่ปลูกเป็นไม้กระถาง

มีใบค่อนข้างเล็ก ก้านดอกสั้นกว่า 30 ซม. ออกดอกพร้อมกันมากกว่า 2 ดอก

การขยายพันธุ์

เยอบีร่าสามารถขยายพันธุ์ได้หลายวิธี คือ

1. การเพาะเมล็ด (Seeds)

ปัจจุบันการปลูกเยอบีร่าตัดดอกเป็นการค้าในต่างประเทศจะไม่ใช้วิธีนี้ เนื่องจากได้ผลผลิตที่ไม่มีความสม่ำเสมอ การปลูกโดยวิธีนี้มีประโยชน์ในแง่ของการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อที่จะได้พันธุ์ใหม่ๆ ขึ้นมา (ธัญญะ, 2531) การเพาะเมล็ดนั้นเมื่อมีใบจริง 2 ใบ นำไปชำ

2. การขยายพันธุ์โดยไม่ใช้เมล็ด (Asexual propation)

2.1) การแยกกอ (Division) หรือการแยกหน่อ (Cutting)

เป็นวิธีการที่ใช้กับการปลูกเยอบีร่ามานานแล้ว เมื่อปลูกเยอบีร่าไปจนครบ 1 ปี จะมีจำนวนหน่อมากขึ้น กอจึงแน่นขึ้น ผลผลิตจะลดลง ดังนั้นควรขุดกอขึ้น เพื่อแยกหน่อไปขยายพันธุ์ โดยขุดเยอบีร่าขึ้นมาทั้งกอ นำไปล้างดินออก แล้วใช้มีดแบ่งแต่ละหน่อออกจากกัน แต่ละหน่อควรมีรากติดอย่างน้อย 3 ราก ยาว 5 ซม. และใบอยู่ 3-4 ใบ นำไปชำ

2.2) การแยกหน่ออ่อนจากเหง้า

วิธีนี้ไม่ต้องขุดต้นเยอบีร่าออกจากแปลง แต่ใช้วิธีบังคับให้เกิดการแตกหน่อจากเหง้า (rhizome) เลย โดยตัดใบออกให้หมด และตัดยอดทิ้งไป จะเหลือเฉพาะเหง้า เมื่อเหง้าแตกต้นอ่อนขึ้นมา แล้วมีใบ 3-4 คู่ จึงแยกหน่ออ่อนไปชำ แล้วพ่นหมอก

2.3) การชำยอดอ่อน (Micro cutting)

เนื่องจากการขยายพันธุ์ด้วยวิธีแยกกอจะได้จำนวนต้นน้อย จึงใช้วิธีนี้เพราะได้จำนวนต้นมากกว่า โดยขุดกอขึ้นมา แล้วตัดใบออกให้สั้นประมาณ 5 ซม. ตัดยอดออกเพื่อให้ตาข้างแตกออก นำไปชำ บริเวณลำต้นจะแตกยอดออกภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การขยายพันธุ์โดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Tissue Culture)

อุดร (2534) และ วันดี (2531) การขยายพันธุ์วิธีนี้เป็นวิธีการที่สามารถผลิตเยอบีร่าพันธุ์ใหม่ๆ ได้ปริมาณมากในเวลาอันสั้น ต้นที่ได้ปลอดจากเชื้อโรค และตรงตามพันธุ์

Robert (1985) ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นวิธีที่นิยมในการขยายพันธุ์พืชมากมายหลายชนิด อาทิ ไม้ดอก ไม้ประดับ ป่าไม้ ผลไม้ และอุตสาหกรรมเกี่ยวกับผัก การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะนำมาใช้เพื่อป้องกันเชื้อโรคและกำจัดพืชอาศัย การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้นพืชจะปลอดจากเชื้อโรค

Mike (1985) การขยายพันธุ์เยอบีร่านั้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะได้ต้นที่ปลอดจากเชื้อโรคและตรงตามพันธุ์

อุดร (2534) และ วันดี (2531) วิธีการขยายพันธุ์วิธีนี้ใช้กันแพร่หลายในแหล่งผลิตใหญ่ๆ ของโลก สำหรับประเทศไทยมีการนำเอาวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ขยายพันธุ์กันมากขึ้นทั้งภาครัฐและเอกชน แต่ถือว่ายังไม่แพร่หลายมากนัก

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อใช้ขยายพันธุ์พืชได้มีการนำไปใช้กับไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิด สำหรับเยอบีร่านั้น (Murashige และคณะ, 1974) ได้ทำการขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้ ส่วนที่สามารถนำมาทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้คือส่วนยอดของลำต้น (Murashige และคณะ, 1974; Penningsfeld และคณะ, 1980) ดอกอ่อน (ธัญญะ, 2531; อุดร, 2534 และวันดี, 2531) และฐานรองดอก (ธัญญะ, 2531 : Perik และคณะ, 1973, 1975) โดยจะนำมาชักนำให้เกิดต้นโดยใช้อาหารวิทยาศาสตร์สูตร Murashige และ Skoog

ปัญหาเรื่องการขยายพันธุ์เพื่อให้ได้ปริมาณมากนั้นไม่มี แต่การชำกล้า (หลังถ่ายออกจากขวด) มีเปอร์เซ็นต์การตายค่อนข้างมาก (วันดี, 2531 และอุดร, 2534) นอกจากนี้ต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในไทย เมื่อนำมาปลูกการตั้งตัวจะช้า และพบว่ามีการเข้าทำลายของไรที่ติดมากับต้นกล้า (อุดร, 2534)

4. การขยายพันธุ์ระบบทวีคูณ (Multiplication)

เป็นการขยายพันธุ์ที่ใช้พื้นฐานของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่แทนที่จะใช้ระบบปลอดเชื้อกลับใช้ในลักษณะการชำต้นกล้า (Cutting) แต่พิเศษกว่าคือสามารถกระตุ้นให้แตกหน่อนจำนวนมากหลังจาก 3 อาทิตย์ของการปลูก แล้วนำหน่อไปชำในระบบ mist spray

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทัศนีย์และสรสิทธิ์ (2531) รายงานว่า พืชส่วนมากจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงดินกรดอ่อน ดังนั้นในสารละลายธาตุอาหารเรามักจะปรับ pH อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 เช่น pH 5.0-5.5 เหมาะสำหรับการปลูกมันฝรั่ง สตอเบอรี่ มะเขือเทศ pH 5.5-6.0 เหมาะสำหรับการปลูกถั่วต่างๆ กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก pH 6.0-.65 เหมาะสำหรับการปลูกข้าวโพด ไม้ดอก ซึ่งโดยทั่วๆ ไปมักจะปรับระดับ pH ให้ใกล้เคียงกับ 6.0 การปรับ pH ให้ต่ำลงอาจใช้กรดกำมะถัน ถ้าต้องการให้ pH สูงขึ้นใช้ปูนขาวหรือ KOH ความสำคัญของ pH นั้น รากพืชจะดูดธาตุอาหารได้ดีในช่วง pH 5.0-7.0 ถ้าปรับ pH ต่ำกว่า 5.0 การดูดธาตุอหารจะถูกยับยั้งและถ้า pH สูงกว่า 7.0 การดูดธาตุอาหารพวกประจุลบของรากพืชก็จะถูกยับยั้งมากกว่าประจุ-บวกรากจะปลดปล่อย H^+ เมื่อมีการดูดประจุบวกน้ำยาก็จะมี pH ลดลง (สภาพความเป็นกรดมากขึ้น) ในทางตรงกันข้าม รากจะปลดปล่อย HCO_3^- และ OH^- เมื่อมีการดูดประจุลบมาก pH ของน้ำยาจะมีค่าสูงขึ้น สำหรับความเข้มข้นของสารละลาย (conductivity) จะวัดในรูปของค่าการนำไฟฟ้า หน่วยเป็น milli Semen/centrimeter (mS/cm) ซึ่งควรจะอยู่ในช่วง 2-4 mS/cm ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่านี้จะเป็นอันตรายต่อพืช จะต้องแก้ไขโดยการเจือจางสารละลายด้วยน้ำ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่านี้ก็จะต้องเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย

<u>สารละลายธาตุอาหาร</u> (ดาวรุ่ง และ ปริญญา, 2535)

ธาตุอาหารพืชต้องใส่ให้กับพืชให้ถูกต้องและเหมาะสมทั้งชนิดและปริมาณ พืชดูดธาตุอาหารชนิดต่างๆ จากดิน ซึ่งได้จากการสลายตัวของแร่ธาตุและอินทรีย์วัตถุในดิน ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมี 16 ธาตุ ด้วยกัน คือ C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo และ Cl แต่ธาตุ C, H, และ O พืชได้จากอากาศและน้ำ ส่วนอีก 13 ธาตุนั้นมาจากดิน N, P และ K คือธาตุอาหารหลัก ซึ่งพืชต้องการในปริมาณมาก Ca, Mg และ S คือธาตุอาหารที่ต้องการในปริมาณรองลงมา ส่วนอีก 7 ธาตุที่เหลือเป็นจุลธาตุ (ธาตุที่ต้องการในปริมาณที่น้อยมาก แต่ขาดไม่ได้) พืชจะเจริญเติบโตเป็นปกติได้ก็ต้องได้รับธาตุอาหารทั้ง 16 ธาตุดังกล่าว ในปริมาณที่พอเพียงและสัดส่วนที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูก

ธัญญะ (2531) เยอบีร่าเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในดินเกือบทุกชนิด

สมเพียร (2532), ธัญญะ (2531), ทวีเกียรติ (2527) และ Mike (1985) เยอบีร่าต้องการดินที่มีลักษณะร่วนซุย อากาศถ่ายเทดี ในขณะเดียวกันก็เก็บความชื้นได้ดีด้วยและต้องระบายน้ำดี จึงควรปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ เช่น แกลบ ขี้เถ้าแกลบ เปลือกถั่ว ชานอ้อย ขี้เลื่อย อย่างใดอย่างหนึ่ง

pH ของดินที่ทำการปลูก 5.5-5.7 (อุดร, 2534), pH 5.5-7.2 (สมเพียร, 2532), pH 6.5-7.5 (ทวีเกียรติ, 2527) และ Mike (1985) pH ใกล้ 6.5

สมเพียร (2532), กรมส่งเสริมการเกษตร (ม.ป.ป.) และทวีเกียรติ (2527) เยอบีร่าพันธุ์ต่างประเทศใช้ระยะปลูก 50 x 50 ซม. หรือ 60 x 60 ซม.

อุดร (2534) เยอบีร่าพันธุ์ต่างประเทศเจริญได้ดีในที่ๆ มีแสงน้อย ดังนั้นการนำเข้ามาปลูกในไทย จำเป็นต้องปลูกในที่มีแสงน้อย เพื่อให้เยอบีร่าแสดงลักษณะที่แท้จริงของมันออกมา ปัญหาของบ้านเราคืออุณหภูมิสูง และต่างกันมากเกินไปในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ในเวลากลางวันนั้นความเข้มของแสงสูงมาก ทำให้ก้านดอกสั้น สีดอกซีด จึงต้องมีการพรางแสง

Mike (1985) อุณหภูมิในเวลากลางวัน คือ 25 °c สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมในเวลากลางวัน คือ 21.1 ° - 26.7 °c และอุณหภูมิต่ำสุดในเวลากลางคืนคือ 15.6 °c

สมเพียร (2532) และ วันดี (2531) เยอบีร่าต้องการความชื้นในอากาศค่อนข้างสูง คือประมาณ 80-90 % จึงควรปลูกในที่โล่งแจ้งแต่อับลม หากปลูกในที่โล่งลมพัดมากเกินไป จะทำให้มีการคายน้ำสูงมาก โดยเฉพาะการคายน้ำจากกลีบดอก ทำให้ดอกเหี่ยวเร็ว การปลูกในตาข่ายไนล่อนจะช่วยให้ความชื้นภายในสูงกว่าภายนอกเล็กน้อย ถ้ามีปัญหาเรื่องความชื้นต่ำทำให้สูงขึ้นโดยการพ่นน้ำจากหัวพ่นหมอกเป็นครั้งคราว

การดูแลรักษา

การให้น้ำ

ทวีเกียรติ (2527) เยอบีร่าเป็นไม้ดอกที่ต้องการน้ำ เพื่อที่จะแตกหน่อหรือทรงพุ่มและออกดอกตลอดเวลา ดังนั้นน้ำจึงจำเป็นมากสำหรับเยอบีร่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุดร (2534) และวันดี (2531) เยอบีร่าเป็นพืชที่ต้องการน้ำมากขณะที่เจริญเติบโต แต่ไม่ชอบน้ำขัง ถ้าน้ำขังหรือแฉะระบบรากจะถูกทำลาย ใบจะเหลืองคล้ายอาการขาดธาตุ Fe

สมเพียร (2532) และวันดี (2531) ระบบการให้น้ำที่เหมาะสมคือ การให้น้ำแบบหยด ซึ่งในต่างประเทศนิยมมาก และใช้มานานกว่า 10 ปี ทั้งนี้สามารถผสมปุ๋ยลงไปในน้ำที่ให้กับต้นพืช

Mike (1985) การให้น้ำแบบหยดเป็นการใช้ประโยชน์จากน้ำและปุ๋ย

การให้ปุ๋ย

ธัญญะ (2531) ในต่างประเทศแนะนำให้ใช้ปุ๋ยละลายน้ำพร้อมไปกับการให้น้ำแบบหยด

สมเพียร (2532) นอกจากธาตุอาหารหลักแล้วเยอบีร่าต้องการ Minor elements คือ Ca และ Mg ในปริมาณสูง ถ้าขาดจะแสดงอาการออกมาให้เห็นทางใบอย่างชัดเจน และยังต้องการ Trace elements ด้วย ที่สำคัญได้แก่ Cu Mn B Mo Zn และ Fe จากการทดลองของ Prof.Dr.Franz Penningsfield พบว่า ถ้าทุกหยดของน้ำสัปดาห์ละ 6 วัน ประกอบด้วยธาตุอาหารต่างๆ ครบในปริมาณดังกล่าว จะทำให้เยอบีร่ามีการเจริญเติบโตดีทั้งปริมาณและคุณภาพของดอก นั่นคือน้ำที่ใช้รด 1,000 l. ประกอบด้วยธาตุอาหารต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แคลเซี่ยมไนเตรท (15% N)	576.00	g
2. โปแทสเซียมไนเตรท (13.8% N, 46.5% K_2O)	325.00	g
3. แอมโมเนียมซัลเฟต (20% N)	69.00	g
4. โมโนโปแตสเซียมซัลเฟต (51.6% P_2O_5, 30.6% K_2O)	216.00	g
5. แมกนีเซี่ยมซัลเฟต (16.4% MgO)	288.00	g
6. เฟอรัสซัลเฟต (20.1% Fe)	15.00	g
7. บอแรกซ์ ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)	3.75	g
8. แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4.4H_2O$)	3.75	g
9. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)	3.75	g
10. แอมโมเนียมโมลิบเดท [$(NH_4)_6Mo_7O_24.4H_2O$)]	1.10	g
11. ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4.7H_2O$)	0.03	g
รวม	1,501.38	g

สมเพียร (2532) และวันดี (2531) สารละลายธาตุอาหารดังกล่าวมีสัดส่วนของ $N-P_2O_5-K_2O-MgO-CaO$ เท่ากับ 1-0.77-1.50-1.11-0.32

อุดร (2534) เยอบีร่าพันธุ์ใหม่ๆ จะตอบสนองต่อปุ๋ยดีมาก ในระยะแรกจะไม่ให้ปุ๋ย แต่จะให้ปุ๋ยหลังจากต้นกล้าที่ปลูกเริ่มแตกใบใหม่ แสดงว่ามีการเจริญของราก ปุ๋ยที่ใช้เป็นปุ๋ยที่มี microelement

การเก็บเกี่ยว

ธัญญะ (2531) ต้นเยอบีร่าที่ได้จากการเพาะเมล็ดและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะใช้เวลา 4-5 เดือน เริ่มให้ดอกแรก

วันดี (2531) ต้นเยอบีร่าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อประมาณ 4 เดือน จะเริ่มออกดอก

สมเพียร (2532) ดอกเยอบีร่าไม่เหมือนดอกไม้อื่นๆ คือ ถ้าเก็บเกี่ยวเร็วเกินไปขณะดอกยังอ่อน จะทำให้เกิดการหักพับของก้านดอกได้ง่าย และดอกเหี่ยวเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุดร (2534) การเก็บดอกเยอบีร่าต้องอาศัยประสบการณ์และการสังเกตพอสมควร ดอกที่อ่อนเกินไป ก้านดอกยังมี fiber หรือ cellulose น้อย ทำให้ก้านดอกอ่อน หักงอได้ง่าย และก้านดอกจะงุ้ม (bent neck) แล้วกลีบดอกจะอ่อนไปทางหลัง สำหรับดอกที่แก่เกินไปสีของดอกจะซีด ละอองเกสรจะเปรอะเปื้อนดอก ส่วนของ Disc florets จะเจริญจนขึ้นฟู ดูไม่น่าใช้

การสังเกตลักษณะของดอกที่พร้อมจะเก็บเกี่ยวได้ ถ้าเป็น Single type พวกที่มีกลีบดอก 2-3 ชั้น และพวก Semi-double ให้สังเกตส่วนของดอกตัวผู้ที่มีสีเหลืองเกิดขึ้น 2 วงซ้อนกัน ในไทยอุณหภูมิสูงบางครั้งเกิดดอกตัวผู้เร็วกว่าปกติ อาจต้องรอให้เกิด 2-3 วงซ้อนกันจึงจะเก็บได้ ถ้าเป็นพวกดอกซ้อน (Double type) ให้สังเกตกลีบดอกชั้นนอกๆ แผ่เต็มที่และตัวดอกจะหงายขึ้นเต็มที่

ธัญญะ (2531) ระยะเหมาะสมที่จะเก็บเกี่ยวดอกคือ ระยะที่ disc florets บาน 1-3 วง

Mike (1985) เก็บเกี่ยวเมื่อดอกมีเกสรตัวผู้โผล่ขึ้นมาวงนอก 1 วง

สมเพียร (2532) ระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับเยอบีร่า Single type เช่น European Strain ควรเก็บเกี่ยวขณะที่ Disc florets บานเต็มที่ 2-3 วง คือมองเห็นละอองเกสรตัวผู้ได้ชัดเจน สำหรับเยอบีร่า Double type (Thai Strain หรือลูกผสม Thai Strain กับ European Strain) จะมองไม่เห็นเกสรตัวผู้ชัดเจน ต้องสังเกตการบานของดอกเยอบีร่าแต่ละพันธุ์ให้ดอกอยู่ในระยะการบานเกือบเต็มที่ คือประมาณ 70-80%

วิธีเก็บเกี่ยว

ควรใช้วิธีถอนก้านดอกขึ้นมา และโยกลงข้างๆ เล็กน้อย ก้านดอกจะหลุดออกมาพร้อมทั้งโคนก้านดอก ไม่ควรตัดหรือเด็ด เพราะส่วนของก้านที่เหลือนั้นจะกลวง ทำให้เกิดน้ำขังจะเกิดการเน่าตายทั้งต้นได้

คุณภาพของดอกเยอบีร่า

สมเพียร (2532) คุณภาพของดอกเยอบีร่าประกอบด้วยความแข็งแรงของก้านดอกและความยาวของก้านดอกไม่ควรต่ำกว่า 40 ซม. บางครั้งอนุโลมถึง 35 ซม. ความยาวก้านดอกตั้งแต่ 50 ซม. ขึ้นไปจะเป็นที่ชื่นชอบของผู้ซื้อมากที่สุด จึงต้องระบุความยาวก้านดอกไว้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในเรื่องของดอกต้องมีลักษณะรูปทรง สีสันจนขนาดของดอกที่ถูกต้องตามลักษณะประจำพันธุ์มากที่สุด สำหรับเยอบีร่าเกรด 1 ต้องไม่มีรอยตำหนิทั้งตัวดอกและก้านดอก

เยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรป พันธุ์ Terra Parade

Terra Nigra (1990)

Type	:	Single Black centre
Colour	:	lilac
Stemlenght	:	65 cm.
Flower size	:	13-14 cm.
Production	:	125 per m^2
Vaselife	:	Good

สรรเสริญและคณะ (2536) เยอบีร่ายุโรปพันธุ์ G4 (Terra Parade) สีบานเย็นไส้ดำ ดอกแบบ Single

ความยาวก้านดอกเฉลี่ย	: สถานีทดลองพืชสวนปากช่อง	52.72	ซม.
	สถานีทดลองพืชสวนท่าวัย	54.58	ซม.
	ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย	48.01	ซม.
	ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ	45.12	ซม.
ขนาดดอกเฉลี่ย	: สถานีทดลองพืชสวนปากช่อง	8.68	ซม.
	สถานีทดลองพืชสวนท่าวัย	10.41	ซม.
	ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย	10.78	ซม.
	ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ	9.64	ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการให้น้ำอัตโนมัติ

อิทธิสุนทร (2534) กล่าวว่าในการปลูกในภาชนะ เช่นในกระถางหรือในถุงพลาสติก การแพร่กระจายของรากพืชที่ปลูกเพื่อหาน้ำและอาหารจะถูกจำกัด โดยปริมาตรของภาชนะที่ใช้ปลูก ทำให้พืชมีโอกาสกระทบต่อสภาพการขาดน้ำและธาตุอาหารได้ง่ายกว่าพืชที่ปลูกในดินโดยทั่วไป และการตอบสนองของพืชจะแสดงออกอย่างรุนแรง มีผลให้ผลผลิตที่ได้ลดต่ำอย่างมาก เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบดังกล่าวนี้ ระบบการให้น้ำอัตโนมัติจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในการปลูกพืชในภาชนะปลูก โดยระบบจะต้องสามารถกำหนดเวลาและปริมาณการให้น้ำในแต่ละครั้งได้ โดยปริมาณน้ำที่ให้แต่ละครั้งจะต้องสามารถชดเชยการใช้น้ำของพืช รวมกับน้ำส่วนเกิน เพื่อใช้ในการชะล้างปุ๋ยหรือเกลือที่อาจจะสะสมอยู่ในภาชนะปลูกได้ น้ำที่ใช้ในการชะล้างปุ๋ยนี้ต้องสามารถควบคุมให้อยู่ในปริมาณที่ไม่มากหรือน้อยจนเกินไป เพราะถ้ามากเกินไปก็จะเป็นการสิ้นเปลืองปุ๋ยและน้ำ และอาจก่อให้เกิดสภาพน้ำขังในวัสดุปลูกได้ ในทางกลับกันถ้าน้อยเกินไปก็จะมีการสะสมปุ๋ยจนเป็นอันตรายต่อพืชได้ นอกจากนี้ความถี่ในการให้น้ำแต่ละวันจะต้องมากพอที่จะสามารถรักษาระดับความชื้นในภาชนะปลูกให้อยู่ในช่วงพอเหมาะกับความต้องการของพืชได้ตลอด

ระบบการให้น้ำอัตโนมัติจะประกอบด้วยเครื่องวัด (Sensors) ชนิดต่างๆ ที่จะวัดค่าทางฟิสิกส์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำของพืช เช่น น้ำหนัก, ปริมาณความชื้น, การระเหยของน้ำ ฯลฯ และจากค่าที่วัดได้ ระบบจะทำการให้น้ำแบบอัตโนมัติ เมื่อค่าที่วัดได้เหล่านี้ถึงค่าที่กำหนดให้ค่าหนึ่ง ตัวอย่างของเครื่องวัดเหล่านี้ เช่น ถาดวัดการระเหยของน้ำอัตโนมัติ (Phene et. al. 1975; James et. al., 1985) เครื่องวัดอัตราการแพร่กระจายของความร้อนในวัสดุพรุน ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับระดับความชื้นในวัสดุพรุนนั้น (Phene et. al., 1984) Tensiometer ซึ่งวัดระดับความเครียดของน้ำในดิน (Van der Venken et. al., 1982) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบ Triple beam balance (Kent, 1983)

เครื่องวัดความชื้นในดินแบบ Tensiometer

น้ำที่มีในดินหรือความชื้นในดิน โดยมากเป็นน้ำที่ไม่อิสระคือมักจะถูกดูดยึดไว้ที่ผิวของอนุภาคดิน และช่องว่างขนาดเล็กในดิน (Capillary pore) จึงทำให้น้ำในดิน (ขณะที่ดินยังไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Unsaturated)) อยู่ในสภาวะที่มีความเครียด (tension) ซึ่งคิดเป็นแรงประเภทเดียวกับความดัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามซึ่งก็คือแรงดูดนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งหามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2530) ความเครียดของความชื้นในดินมีผลต่อความยากง่ายในการที่รากพืชจะดูดน้ำไปใช้จากดินที่ระดับความชื้นหนึ่งๆ กล่าวคือพืชจะต้องใช้พลังงานต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของน้ำอย่างน้อยเท่ากับความเครียดของน้ำในดิน จึงจะดูดน้ำไปใช้ได้

เครื่องวัดความชื้นในดินแบบ Tensiometer เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดและศึกษาเกี่ยวกับความชื้นในดิน โดยวัดระดับพลังงานที่อนุภาคดินดูดยึดน้ำอยู่ที่ผิวของอนุภาคและในช่องว่างขนาดเล็กในดิน ซึ่งระดับพลังงานนี้เป็นสิ่งที่รากพืชจะต้องเอาชนะในการดูดใช้น้ำจากดิน นั่นคือ Tensiometer จะแสดงถึงระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน ซึ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็นอย่างยิ่งในการพิจารณาการให้น้ำแก่พืช

<u>องค์ประกอบของ Tensiometer</u>

ภาพที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

1. กระเปาะดินเผา (Porous ceramic cup) จะฝังอยู่ในดิน ณ ระดับความลึกที่ต้องการวัดความเครียดของน้ำในดิน

2. ท่อกลวง เชื่อมระหว่างกระเปาะดินเผากับเครื่องวัดความเครียด

3. เครื่องวัดความเครียด มีอยู่หลายแบบ คือ

- แบบ Vacuum gauge
- แบบ Mercury manometer
- แบบ Closed-arm manometer
- แบบ Blackword-gange-type tranducer
- แบบ Pressure transducer (อิทธิสุนทร , 2533)

เครื่องวัดความเครียดถ้ามีการติดตั้งสวิตช์ปิด-เปิดอุปกรณ์ต่อพวงต่างๆ เช่น วาล์วไฟฟ้า ปั๊มน้ำ ทำให้สามารถนำ Tensiometer ไปใช้ในระบบการให้น้ำอัตโนมัติ

4. ฝาปิด เป็นทางเติมน้ำและไล่อากาศออกจาก Tensiometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Richards (1965) อธิบายถึงคุณสมบัติของอองค์ประกอบ Tensiometer คือ ส่วนประกอบต่างๆ ควรเป็นวัสดุที่ทนต่อการใช้งานในสภาพไร่นา จุดข้อต่อต่างๆ และวัสดุที่ใช้ ยกเว้นกระเปาะดินเผาจะต้องไม่มีการรั่วของอากาศและน้ำ จะต้องทนต่อแรงกดของอากาศได้ 1 บาร์ (15 ปอนด์/ตารางนิ้ว) โดยไม่มีการรั่วของอากาศเมื่อแช่กระเปาะดินเผาอยู่ในน้ำ และความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านของกระเปาะดินเผาต้องมากกว่า 1 cc/นาที และบริเวณปลาย Tensiometer ที่เป็นที่ดักอากาศควรเป็นวัสดุใส เพื่อสะดวกในการตรวจสอบปริมาณอากาศที่แทรกเข้าไปในเครื่องมือ อิทธิสุนทร (2526) เมื่อมีอากาศต้องไล่อากาศออกโดยการเติมน้ำ

Richards (1965) เมื่อให้ความดัน 1 บาร์ ความไวของเครื่องวัดความเครียดจะต้องมีการเปลี่ยนปริมาตรเพียงเล็กน้อย ขณะทำการวัด คือประมาณ 1 cc./ค่าความเครียด 1 บาร์

หลักการทำงานของ Tensiometer

Richards (1965) (ภาพที่ 2) จากรูปแสดงให้เห็นส่วนขยายของกระเปาะดินเผาขณะที่สัมผัสกับอนุภาคของดิน ผนังของกระเปาะดินเผามีคุณสมบัติพิเศษโดยมีช่องว่างขนาดเล็กและมีขนาดค่อนข้างสม่ำเสมออยู่เป็นจำนวนมาก ขณะที่กระเปาะดินเผาเปียก ช่องว่างในผนังกระเปาะดินเผาจะบรรจุน้ำเต็มทุกส่วน ความตึงผิวของน้ำที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับอากาศจะเป็นตัวอุดรูของช่องว่างขนาดเล็กไว้ โดยน้ำไหลผ่านช่องว่างนี้ แต่ฟิล์มน้ำจะอุดไม่ยอมให้อากาศเคลื่อนที่ผ่าน ซึ่งทำหน้าที่คล้ายแผ่นยางบางๆ เคลือบปิดช่องว่างนี้ และฟิล์มน้ำนี้ก็จะเชื่อมต่อเป็นผืนเดียวกับฟิล์มน้ำที่ล้อมรอบอนุภาคดิน ขณะที่ดินแห้งฟิล์มน้ำที่ล้อมรอบอนุภาคดินจะบางลง และยึดติดกับอนุภาคดินด้วยแรงที่มากขึ้น และจะเกิดแรงดึงน้ำออกจาก Tensiometer ผ่านทางช่องที่ผนังของกระเปาะดินเผา ทำให้น้ำใน Tensiometer เกิดความเครียด (Tension) ขึ้น และความเครียดนี้จะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งการไหลของน้ำจากภายใน Tensiometer ออกสู่ดินหยุด จุดนี้ความเครียดน้ำในดินจะเท่ากับความเครียดน้ำใน Tensiometer ในทางกลับกันถ้ามีการให้น้ำแก่ดิน ความเครียดน้ำในดินจะลดลง ขณะที่ความเครียดของน้ำใน Tensiometer ยังสูงอยู่ น้ำจะไหลจากดินเข้าสู่ Tensiometer ผ่านทางช่องกระเปาะดินเผา มีผลให้ความเครียดของน้ำใน Tensiometer ลดลงเท่ากับความเครียดของน้ำในดิน น้ำก็จะหยุดไหล ค่าความเครียดของน้ำในดินที่ระดับความชื้นหนึ่งๆ สามารถอ่านได้จากเครื่องวัดความเครียดของ Tensiometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดความเครียดของ Tensiometer อาจอ่านค่าเป็นบาร์ (bars), เซนติ-บาร์ (cb.), เซนติเมตรปรอท (cmHg) และบรรยากาศ (atm) [1 bar = 100 cb = 75 cmHg = 0.987 atm]

Richards and Wasleigh (1952) ช่วงการทำงานของ Tensiometer จะสามารถวัดความเครียดของน้ำในดินได้ตั้งแต่ 0-0.85 บรรยากาศ ถ้าความเครียดสูงกว่า 0.85 บรรยากาศ จะมีอากาศบางส่วนซึมผ่านกระเปาะดินเผาเข้าไปในเครื่องได้ และค่าความเครียดที่อ่านได้จะไม่เพิ่มขึ้น

Michaell (1984) Tensiometer สามารถวัดความเครียดน้ำในดินอยู่ในช่วง 0-85 เซนติบาร์ และถือว่า Tensiometer เป็นเครื่องมือที่ใช้งานในภาคสนามได้ดี เมื่อระดับความชื้นอยู่ในช่วง 0-20 เซนติบาร์ ซึ่งออกแบบเพื่อใช้งานได้ในระบบชลประทานขนาดเล็ก

Michaell (1984) Tensiometer สามารถช่วยให้ระบบชลประทานมีประสิทธิ-ภาพ ถ้าเรารู้ถึงวิธีที่จะประยุกต์ใช้ เพื่อให้มีน้ำใช้เพียงพอสำหรับพืช โดยจะต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่รากพืชกระจายไปถึง สำหรับพืชยืนต้นนั้นรากที่มีประสิทธิภาพส่วนมากจะอยู่ใกล้กับตำแหน่งที่ได้รับน้ำ ดังนั้นต้องวาง Tensiometer ณ ตำแหน่งนี้ ส่วนพืชล้มลุก Tensiometer ควรจะอยู่ระหว่างแถวของพืช (ภาพที่ 3)

การทดสอบ Tensiometer

อิทธิสุนทร (2526) ก่อนนำ Tensiometer ไปใช้ต้องทดสอบเครื่องมือ โดยเปิดฝาและเติมน้ำให้เต็มทุกส่วน น้ำที่ใช้อาจเป็นน้ำกลั่น น้ำฝน น้ำประปา หรือน้ำที่ใสสะอาด ที่สำคัญต้องไม่มีตะกอน ถ้าให้ดีน้ำที่ใช้ควรต้มให้เดือดและปล่อยให้เย็นเพื่อไล่อากาศที่ละลายอยู่ในน้ำออก เมื่อเติมน้ำแล้วปล่อยให้เครื่องมือตั้งอยู่ในแนวดิ่งจนกระเปาะดินอิ่มตัวด้วยน้ำ เติมน้ำให้เต็ม Tensiometer ใหม่ และใช้ Vacuum pump หรือ syringe ดูดอากาศออกจากน้ำและส่วนต่างๆ ของ Tensiometer แล้วเติมน้ำใหม่อีก แล้วดูดอากาศออก ทำเช่นนี้หลายๆ ครั้งจนฟองอากาศเกิดขึ้นน้อย หลังจากนั้นปิดฝาและตั้งทิ้งไว้ในอากาศหลายๆ ชั่วโมง

Michaell (1984) ก่อนนำ Tensiometer ไปติดตั้งควรจะตรวจสอบเครื่องมือโดยเติมน้ำที่สะอาดและตั้งชื้นหรือแช่ในน้ำอย่างน้อย 15 นาที เพื่อให้กระเปาะดินเผาอิ่มตัวด้วยน้ำ ต่อจากนั้นดูดให้อากาศออกโดยใช้ Vacuum pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การติดตั้งเครื่องมือเพื่อใช้งาน</u>

การติดตั้งเครื่องมือ เริ่มจากเจาะหลุมเพื่อฝังกระเปาะดินเผาอยู่ในระดับความลึกที่ต้องการวัดความเครียด โดยใช้แท่งโลหะกลวงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับกระเปาะดินเผา ถ้าบริเวณนั้นเป็นดินแข็งหรือมีเศษหินอยู่มาก ก็ใช้แท่งเหล็กปลายแหลมเจาะลงไปถึงระดับความถึงที่ต้องการ ใส่ดินร่วนและเทน้ำลงไปในหลุมเล็กน้อย แล้วจึงใส่ Tensiometer ลงในหลุม โดยหมุนพร้อมกับดันลงไป เพื่อให้ผนังของกระเปาะดินเผาสัมผัสกับดินได้สนิท

Michaell (1984) Tensiometer จะปักอยู่ในหลุมที่ถูกเจาะโดยแท่งโลหะขนาด 7/8-1 นิ้ว (หรือความยาวของท่อโลหะมาตรฐานขนาด 0.5 นิ้ว) ณ ตำแหน่งที่ต้องการ และกดลงในระดับความลึกที่ต้องการ ณ ตำแหน่งนี้ Vacuum gange จะอยู่เหนือผิวดิน 2-3 นิ้ว และส่วนปลายของ Tensiometer ต้องสัมผัสกับดิน เครื่องมือทุกส่วนต้องปิดสนิทอากาศเข้าไม่ได้ ถ้าหากมีหินหรือสิ่งขัดขวางอยู่ในหลุมให้ย้าย Tensiometer ไปอยู่ตำแหน่งที่ใกล้เคียง เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายของ Tensiometer การติดตั้งแสดงในภาพที่ 4

อภิชาติ (2524) หลังจากติดตั้งแล้วประมาณ 24 ชั่วโมง แรงดึงความชื้นของดินที่อยู่รอบๆ กระเปาะพรุนจะอยู่ในสภาวะสมดุลกับสูญญากาศในกระเปาะพรุน ซึ่งสามารถอ่านค่าได้จากเกย์สูญญากาศ ซึ่งปกติสีสเกล 0-100 เซนติบาร์ (cb.) ซึ่งค่าที่อ่านได้ มีความหมายดังนี้

0 cb.	หมายความว่า	ดินเปียกมาก ความชื้นอยู่ที่จุดอิ่มตัว
10 - 25 cb.	"	ความชื้นพอเหมาะสำหรับพืชที่ต้องการความชื้นสูง ความชื้นอยู่ที่ประมาณความชื้นชลประทาน
> 25 cb.	"	พืชที่มีความรู้สึกไวต่อการขาดน้ำและพืชรากตื้นจะรู้สึกขาดน้ำ
40 - 50 cb.	"	พืชทั่วไปที่มีรากลึกกว่า 50 ซม. จะเริ่มรู้สึกขาดน้ำ
70 cb.	"	พืชที่มีรากลึกกว่า 75 ซม. ที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดปานกลาง จะเริ่มรู้สึกขาดน้ำ
80 cb.	"	ควรจะให้น้ำได้แล้ว ถึงแม้ว่าพืชจะไม่สามารถแสดงอาการขาดก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้น้ำแก่พืชกระถาง

Richards (1965) หลักการจะคล้ายกับการให้น้ำกับพืชในสภาพไร่นา แต่ความลึกของดินในกระถางตื้น ดังนั้นไม่จำเป็นต้องหาความเครียดที่ระดับลึก การให้น้ำจะให้เมื่อค่าจาก Tensiometer ถึงค่าที่กำหนดไว้ และจะให้น้ำจนกระทั่งมีน้ำส่วนเกินไหลออกจากกระถาง ค่าความเครียดที่อ่านไว้จะเป็นศูนย์ แต่ถ้าปริมาณน้ำที่ให้น้อยคือไม่มีน้ำส่วนเกินไหลออกจากกระถาง ค่าที่อ่านได้จะลดลงไม่ถึงศูนย์ เราสามารถที่จะจัดตารางการให้น้ำแก่พืช เพื่อให้ค่าความเครียดของน้ำในดินอยู่ในช่วงที่ต้องการได้

การใช้น้ำของพืช

วิบูลย์ (2526) กล่าวว่า ปริมาณการใช้น้ำของพืชเป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูก ปริมาณดังกล่าวประกอบขึ้นด้วยส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดิน ทำให้ใช้สร้าง cell และ tissue แล้วคายออกทางใบสู่บรรยากาศ เรียกว่า การคายน้ำ (Transpiration)

2. ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบๆ ต้นพืช จากผิวน้ำในขณะให้น้ำหรือขณะที่มีน้ำขังอยู่และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบ เรียกว่า การระเหย (Evaporation)

เครื่องวัดความเครียดแบบ Vacuum gauge

อิทธิสุนทร (2533) เป็นแบบเครื่องวัดศูนย์อากาศทั่วๆ ไป และติดตั้งสวิตซ์แม่เหล็กที่หน้าปัดด้วย สวิทซ์แม่เหล็กประกอบด้วยตัว Contact ทำจากจานเหล็กเชื่อมติดกับเข็มของ Vacuum gauge ส่วน Contact อันที่ 2 จะเชื่อมติดกับแท่งแม่เหล็กขนาดเล็กและยึดติดฝาครอบซึ่งสามารถหมุนได้รอบหน้าปัด ซึ่งจะใช้สำหรับตั้งระดับความเครียดของน้ำในดินที่เราต้องการให้สวิตซ์ทำงาน แสดงในภาพที่ 5

Tensiometer แบบ Vacuum gauge มีข้อดีคือ

- เป็นแบบที่สะดวกในการใช้
- เคลื่อนย้ายสะดวก
- ราคาค่อนข้างถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เหมาะที่สุดในการใช้งานทั่วไป
- เมื่อติดตั้งสวิทต์แม่เหล็กทำให้ใช้ในการควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ แบบ Tensiometer
2. ระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืช ประกอบด้วยส่วนต่าง ดังนี้
   - ปั๊มน้ำต่อเชื่อมกับถังอัดความดันใช้บรรจุสารละลายธาตุอาหารพืช
   - ถังน้ำพลาสติกขนาด 200 ลิตร
   - เครื่องปรับความดัน
   - หม้อกรองน้ำ
   - ข้อต่อต่างๆ
   - Meter วัดน้ำ
   - วาล์วไฟฟ้า (Solenoid valve)
   - หัวก๊อกปิด-เปิดน้ำ
   - สายรัดท่อ
   - สายไฟ
   - สายยาง
   - ท่อ PE
   - สายน้ำหยด
   - หัวน้ำหยด ขนาด 2 l/hr.
   - เทปพันสายไฟ
3. วัสดุปลูกใช้ดินผสมอินทรียวัตถุ
4. กระถางดินเผา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว
5. Conductivity meter
6. pH meter
7. ตลับเมตรหรือไม้บรรทัด
8. ต้นกล้าเยอบีร่ายุโรป พันธุ์ Terra Parade (จาก Tissue Culture)
9. สารเคมีตามสูตรสารละลายธาตุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. สารป้องกันโรคและแมลง ได้แก่

- แอกริมัยซิน 100 ป้องกันเชื้อรา
- โอไมท์-20 กำจัดไรและแมงมุมแดง
- พอร์ซ กำจัดเพลี้ยไฟ
- คาร์บาริล 85 กำจัดเพลี้ยไฟ
- ริพคอร์ด (ไซเปอร์เมธริน) กำจัดเพลี้ยอ่อน

11. Syringe
12. น้ำกลั่น
13. Foggy
14. ตะแกรงพลาสติกและตะแกรงร่อน
15. เครื่องปั่น
16. ตาชั่ง

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยทำ 3 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ

ให้ ตำรับการทดลอง ที่ 1 (T_1) เป็นระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 centibar (cb.)

ตำรับการทดลอง ที่ 2 (T_2) เป็นระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 centibar (cb.)

ตำรับการทดลอง ที่ 3 (T_3) เป็นระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 centibar (cb.)

แล้วทำการสุ่มตำแหน่งของกระถาง เพื่อให้ทุกกระถางมีโอกาสได้รับปัจจัยอื่นๆ ได้เท่าเทียมกัน ดังภาพที่ 7

1. สถานที่ทำการทดลอง

เรือนเพาะชำและห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร (ตึก L) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระยะเวลาการทดลอง

เริ่มตั้งแต่วันที่ 27 สิงหาคม 2535

3. การวางระบบการให้น้ำ

1. วางท่อ PE โดยให้แต่ละท่อเชื่อมโยงกับ Meter แล้วต่อ PE สำหรับระบบการให้น้ำแบบหยด คือเจาะท่อ PE ให้มีขนาดเท่ากับหัวหยด เพื่อวางหัวหยด (ระวังอย่าให้เกิดการรั่วซึมของน้ำ)

2. ต่อระบบให้น้ำ ซึ่งประกอบด้วยถังใส่สารละลายธาตุอาหารพืช ถังอัดความดัน ปั๊มน้ำ หัวปรับความดัน หม้อกรองน้ำ Solenoid valve จะต่อเข้าด้วยกัน (ภาพที่ 10) การต่อต้องระวังไม่ให้แต่ละจุดเกิดการรั่วซึมของน้ำได้

3. แล้วต่อเข้ากับเครื่องควบคุมการให้น้ำ

4. เดินสายไฟจาก Tensiometer เข้ากับ Solenoid valve เพื่อต่อเข้ากับชุดจ่ายน้ำ

5. แล้วนำกระถางดินเผาที่เตรียมไว้มาจัดเรียงตามตำแหน่งที่สุ่มไว้ในแต่ละตำรับการทดลอง โดยวางห่างกันประมาณ 50 x 50 ซม.

4. การเตรียมดิน

นำดินผสมอินทรียวัตถุมาร่อนเพื่อเอาดินที่มีขนาดใหญ่ออกไป โดยใช้ตะแกรงพลาสติกที่มีขนาดช่อง 0.5 x 0.5 ซม. (พื้นที่ 1 ตารางนิ้ว มี 4 ช่อง) นำไปผึ่งลมให้แห้ง แล้วบรรจุดินจำนวน 4 กก.ลงในกระถางดินเผาที่รองก้นด้วยเศษอิฐหัก

5. การปลูก

1. รดน้ำให้ท่วมดินในกระถางประมาณ 2 วัน ก่อนนำต้นกล้าลงปลูก

2. นำต้นกล้าเยอบีร่าลงปลูก แล้วรดด้วยสารป้องกันเชื้อรา

3. ต้นกล้าจะถูกเลี้ยงในระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติแบบ Tensiometer โดยสารละลายธาตุอาหารที่ใช้มีค่า Conductivity ประมาณ 2 mS/cm และ pH 5.0-6.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การเตรียมสารละลาย

การเตรียมสารละลาย Coic - Lesaint

Stock Solution

เตรียมสารละลาย 25 ลิตร

Solution A ใส่ตามลำดับ ดังนี้

1. ใส่น้ำ	10.0 l
2. ใส่กรด HNO_3	1733.0 cm^3
3. ใส่กรด H_3PO_4	465.5 cm^3
4. ใส่ KNO_3 (ละลายในน้ำ 10 ลิตร ก่อน)	2333.0 g
5. ใส่ $MgSO_4$	571.9 g
6. ใส่ Ammonium molybdate $(NH_4)MoO_4$ (45% Mo)	0.25 g
7. ใส่ Boric acid H_3BO_3 (17% B)	7.5 g
8. ใส่ Mahganess Sulfate $MnSO_4.4H_2O$ (24% Mn)	17.0 g
9. ใส่ Zinc Sulfate $ZnSO_4.7H_2O$ (22% Zn)	5.0 g
10. ใส่ Copper Sulfate $CuSO_4.5H_2O$ (25% Cu)	1.25 g
11. ใส่น้ำให้ครบ	25 l

* รายการที่ 5-9 ให้ละลายในน้ำก่อน 5 ลิตร ก่อนให้ละลาย

pH ใน Solution A ต้องน้อยกว่า 2.0

Solution B ใส่ตามลำดับ ดังนี้

1. ใส่น้ำ	10.0 l
2. ใส่กรด HNO_3	8.7 cm^3
3. ใส่ $Ca(NO_3)$ (ละลายน้ำแล้วทิ้งไว้ 24 ชม.)	2146.0 cm^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใส่ Fe-EDTA (6% Fe) โดยละลายในน้ำก่อน 6 l 100.0 g

หรือ Fe-EDTA (4.6% Fe) โดยละลายน้ำก่อน 3 l 133.0 g

หรือ Fe-EDTA (KMITL) 800.0 cm^3

5. ใส่น้ำให้ครบ 25 l

เมื่อนำไปใช้จะทำการเจือจางในอัตราส่วน 1:200

7. หลักการทำงานของระบบการให้น้ำอัตโนมัติแบบ Tensiometer

หลักการทำงานของ Tensiometer แบบ automatic นี้ อุปกรณ์ที่สำคัญคือเกย์วัดความเครียด (Vacuum gauge) ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ทาง electronic พวก I.C. ชนิดหนึ่ง แบบ Triac ซึ่งเป็นวงจรรวม ประเภทสวิตช์ปิด-เปิด แล้วประกอบเข้ากับเกย์วัดความเครียด ซึ่ง I.C. ที่ใช้เป็น I.C. ประเภทสวิตช์ปิด-เปิดวงจรโดยต่อเกย์วัดความเครียดที่มี I.C. ประกอบอยู่เข้ากับ Solenoid valve ซึ่งเป็นสวิตช์ปิด-เปิดน้ำที่ทำงานด้วยระบบไฟฟ้า เมื่อเรากำหนดค่าความเครียดของน้ำในดินไว้ค่าหนึ่งจะทำให้วงจรเปิด เมื่อดินแห้งเข็มของเครื่องวัดความเครียดจะสูงขึ้น จนกระทั่งเข็มของเครื่องวัดความเครียดสูงถึงค่าที่กำหนดไว้จะทำให้เข็มของเกย์วัดความเครียดสัมผัสกับแท่งเหล็กที่ติดกับแม่เหล็ก เกิดการครบวงจรขึ้น ทำให้วงจรปิด I.C. จะไปสั่งงานให้ Solenoid valve ทำงาน จึงมีการให้น้ำเกิดขึ้น เมื่อมีการให้น้ำแก่ดินจะทำให้ดินมีความเครียดลดลง เมื่อเข็มของเกย์วัดความเครียดต่ำลง เข็มของเกย์วัดความเครียดจะหลุดออกจากเข็มของเหล็กที่ให้กำหนดค่าความเครียด ทำให้วงจรเปิด I.C. จะอยู่ในสภาวะปิดวงจร ทำให้ Solenoid valve หยุดการให้น้ำ (เมื่อค่าความเครียดอยู่ที่ระดับ 0 centibar) และเมื่อพืชมีการคายน้ำและมีการดูดน้ำจากดินไปใช้ จะทำให้ดินมีค่าความเครียดสูงขึ้น ก็จะทำให้ Tensiometer แบบ automatic ทำงานหมุนเวียนเช่นนี้ไปเรื่อยๆ

8. การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลระหว่างการปลูก
   - ความสูงของก้านใบ*
   - คะแนนการเจริญเติบโต*
   - ปริมาณการใช้น้ำจากมิเตอร์ (liter)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความยาวก้านดอกเยอบีร่า (cm.)
- เส้นผ่าศูนย์กลางก้านดอก (cm.)
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอก (cm.)

* วัดทุกสัปดาห์

2. ค่าวิเคราะห์
   - น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของก้านใบ (g)
   - วิเคราะห์ดินก่อนและหลังปลูก % Nitrogen, % phosphorus, pH และ Electro Conductivity (EC)
   - วิเคราะห์พืชหลังเก็บเกี่ยว (% nitrogen, uptake nitrogen, % phosphorus, uptake phosphorus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การให้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำที่วัดจากมิเตอร์วัดน้ำทั้ง 3 ตำรับการทดลอง คือระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb., ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. และระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.

พบว่า ทั้ง 3 ตำรับการทดลองมีการให้น้ำเมื่อถึงระดับความเครียดของน้ำในดินที่กำหนดค่าไว้ แต่ไม่สามารถวัดปริมาณการใช้น้ำของเยอบีร่าทั้ง 3 ตำรับการทดลองได้ เนื่องจากปริมาณน้ำที่ให้เมื่อถึงระดับความเครียดของน้ำในดินที่กำหนดไว้มีจำนวนน้อยมาก ซึ่งมิเตอร์น้ำไม่มีความละเอียดมากพอที่จะวัดปริมาณน้ำได้ จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นขณะทำการบันทึกข้อมูลจากมิเตอร์วัดน้ำ

2. ค่าวิเคราะห์ดิน

- pH ของดิน (1:2 น้ำ)

pH ของดินก่อนการทดลอง คือ 4.36 และ pH ของดินหลังการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. มี pH เฉลี่ยมากที่สุด คือ 6.06 รองลงมาคือ ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. ซึ่งมี pH 6.01 และระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. มี pH ต่ำสุด คือ 5.98 แต่ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุที่ใช้ปลูกคือดิน ซึ่งเป็น buffer จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

- Electro conductivity (EC) ของดิน

ค่า EC ของดินก่อนการทดลอง คือ 2.83 mS/cm และ ค่า EC ของดินหลังการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. มีค่า EC เฉลี่ยมากที่สุด 1.25 mS/cm และระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. มีค่า EC ต่ำสุด คือ 0.96 mS/cm ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ และสำหรับระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. มีค่าใกล้เคียงกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือ ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. จะมีการให้น้ำเมื่อถึงค่าความเครียดที่กำหนดไว้ จึงทำให้ดินเปียก และกว่าจะถึงกำหนดการให้น้ำอีกครั้งดินก็จะแห้ง ทำให้เกิดการสะสมของเกลือขึ้น เนื่องจากเป็นการให้น้ำด้วยสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีค่า EC ไม่เกิน 2 mS/cm ส่วนที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. นั้นกว่าจะถึงกำหนดการให้น้ำอีกครั้งก็จะนานกว่าระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. จึงไม่มีการสะสมของเกลือ

- % nitrogen ในดิน

% nitrogen ในดินก่อนการทดลองคือ 0.0436% และ % nitrogen ในดินหลังการทดลองพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. มี % nitrogen ในดินเฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.0757% รองลงมาคือระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. ซึ่งมี % nitrogen ในดิน 0.0708% และระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. มี % nitrogen ในดิน 0.0472% แต่ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

นั่นคือ เมื่อมีการให้น้ำซึ่งเป็นสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีแร่ธาตุที่พืชต้องการอยู่ครบถ้วน รวมทั้งมีธาตุ nitrogen รวมอยู่ด้วย และวัสดุปลูกที่ใช้คือดิน ซึ่งเป็น buffer จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นน้อยมาก และประกอบกับ nitrogen จะมีการสูญเสียออกไปบ้าง โดยการถูกชะล้างออกไปจากดินขณะที่มีการให้น้ำ

- % Phosphorus ในดิน

% phosphorus ในดินก่อนการทดลองคือ 0.0298% และ % phosphorus ในดินหลังการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. มี % phosphorus ในดินเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.0438% แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. ซึ่งมี % phosphorus ในดิน 0.04% ทั้ง 2 ตำรับการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. ซึ่งมี % phosphorus ในดิน 0.0294%

นั่นคือ เมื่อมีการให้น้ำซึ่งเป็นสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งมีธาตุ phosphorus รวมอยู่ด้วย และที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. จะมีการให้น้ำเมื่อถึงค่าความเครียดที่กำหนดไว้น้อยครั้งกว่าระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. หรือ 30 cb. จึงมี % phosphorus น้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ค่าวิเคราะห์พืช

- น้ำหนักสด

น้ำหนักสดของก้านใบได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. มีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุดคือ 118.08 กรัม และระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. มีน้ำหนักสดต่ำสุดคือ 82.01 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ และสำหรับระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. มีค่าใกล้เคียงกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.

ทั้งนี้เนื่องจากที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. กว่าจะถึงกำหนดการให้น้ำต้องใช้เวลานาน ทำให้เยอบีร่าได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปได้ช้า ส่วนที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตทั้งทรงพุ่มและการออกดอก เนื่องจากปริมาณการให้น้ำไม่ถี่มากเกินความต้องการของเยอบีร่าเช่นที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. ซึ่งปริมาณน้ำเกินความต้องการ

- น้ำหนักแห้ง

น้ำหนักแห้งของก้านใบได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่ำสุดคือ 11.93 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. ซึ่งมีน้ำหนักแห้ง 13.72 กรัม ทั้ง 2 ตำรับการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. ซึ่งมีน้ำหนักแห้ง 16.75 กรัม

เนื่องจากที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. กว่าจะถึงกำหนดการให้น้ำต้องใช้เวลานาน ทำให้เยอบีร่าได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ เป็นผลให้การเจริญเติบโตเป็นไปได้ช้า ส่วนที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตทั้งทรงพุ่มและการออกดอก เนื่องจากปริมาณน้ำที่ให้ไม่ถี่มากเกินความต้องการของเยอบีร่าเช่นที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. ซึ่งปริมาณน้ำเกินความต้องการ

- % nitrogen ในพืช

% nitrogen ในพืชแสดงไว้ในตารางที่ 6 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. มี % nitrogen ในพืชเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.5268% รองลงมาคือ ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. ซึ่งมี % nitrogen ในพืช 0.4915% และระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. มี % nitrogen ในพืชต่ำสุดคือ 0.4371% แต่ทุกตำรับการทดลองไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างทางสถิติ

นั่นคือ พืชมีการดูดใช้และสะสมธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตพอๆ กัน

- Uptake nitrogen

Uptake nitrogen ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. มี Uptake nitrogen เฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.0820 กรัม/ต้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. ซึ่งมี Uptake nitrogen 0.0728 กรัม/ต้น ทั้ง 2 ตำรับการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. ซึ่งมี Uptake nitrogen 0.0519 กรัม/ต้น

นั่นคือ พืชมีการดูดใช้ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. ต่ำสุด เนื่องจากที่ระดับความเครียดของน้ำในดินดังกล่าวต้องใช้เวลานานกว่าจะมีการให้น้ำ ทำให้ปริมาณธาตุ nitrogen ได้รับน้อยกว่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดินระดับอื่นๆ ประกอบกับธาตุ nitrogen ที่ชะล้างออกไปด้วยขณะที่มีการให้น้ำ จึงมีการดูดใช้ได้น้อย

- % phosphorus ในพืช

% phosphorus ในพืชได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. มี % phosphorus ในพืชเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.1598% แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. ซึ่งมี % phosphorus ในพืช 0.1767% ทั้ง 2 ตำรับการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. ซึ่งมี % phosphorus ในพืช 0.2113%

นั่นคือ ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. มีการดูดใช้และสะสมธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตมากที่สุด เนื่องจากที่ระดับความเครียดของน้ำในดินระดับดังกล่าวมีการให้น้ำบ่อยที่สุด จึงทำให้ได้รับธาตุ phosphorus สูง

- Uptake phosphorus

Uptake phosphorus ได้แสดงไว้ในตารางที่ 9 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. มี Uptake phosphorus เฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.0295 กรัม/ต้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. ซึ่งมี Uptake phosphorus 0.029 กรัม/ต้น ทั้ง 2 ตำรับการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. ซึ่งมี Uptake phosphorus 0.0189 กรัม/ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือ พืชมีการดูดใช้ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. ต่ำสุด เนื่องจากที่ระดับความเครียดของน้ำในดินดังกล่าวต้องใช้เวลานานกว่าจะมีการให้น้ำ ทำให้ปริมาณธาตุ phosphorus ได้รับน้อยกว่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดินระดับอื่นๆ จึงมีการดูดใช้ได้น้อย

4. ความยาวก้านใบ

เริ่มทำการวัดความยาวก้านใบของเยอบีร่าเมื่อปลูกเยอบีร่าได้ประมาณ 30 วัน และทำการวัดไปจนกระทั่งเยอบีร่าให้ผลผลิตครั้งที่ 2 แล้ว ทั้ง 2 ตำรับการทดลอง คือ ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. และ ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.

ความยาวก้านใบเฉลี่ยของเยอบีร่าทั้ง 3 ตำรับการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3 (ภาคผนวก) เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นว่าความยาวก้านใบเฉลี่ยของเยอบีร่าทั้ง 3 ตำรับการทดลอง มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 22)

ทั้งนี้เนื่องจากที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. นั้นกว่าจะมีการให้น้ำกับต้นเยอบีร่าต้องใช้เวลานาน ทำให้เยอบีร่าได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการจึงทำให้เจริญเติบโตค่อนข้างช้ากว่าที่ ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. และ 30 cb. ส่วนที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจะดีกว่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. เนื่องจากต้นเยอบีร่ายังเล็กอยู่จึงยังไม่ต้องการน้ำมาก ที่ระดับความเครียดดังกล่าวจึงเหมาะสมแล้ว แต่ต่อมาเป็นช่วงการเจริญเติบโตของทรงพุ่มและการออกดอก น้ำจึงจำเป็นมากสำหรับเยอบีร่า จึงทำให้ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. มีการเจริญเติบโตที่มากกว่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดินระดับอื่น

5. คะแนนการเจริญเติบโต

ทำการให้คะแนนการเจริญเติบโตของเยอบีร่าทุกสัปดาห์ โดยทำการให้คะแนนครั้งละ 6 คนต่อสัปดาห์ ซึ่งเป็นการให้คะแนนทางสายตา โดยกำหนดให้คะแนนสูงสุดคือ 5 คะแนน แสดงถึงการเจริญเติบโตดีที่สุด คะแนนต่ำสุด คือ 1 คะแนน แสดงถึงการเจริญเติบโตน้อยที่สุด ซึ่งต้องหาต้นเยอบีร่าที่เจริญเติบโตดีที่สุดให้ได้ก่อน แล้วจึงใช้เป็นต้นเปรียบเทียบกับต้นอื่นๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าหรือกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คะแนนการเจริญเติบโตช่วงการเจริญเติบโตของใบ

คะแนนการเจริญเติบโตช่วงการเจริญเติบโตของใบได้แสดงไว้ในตารางที่ 10 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. มีคะแนนการเจริญเติบโตช่วงการเจริญเติบโตของใบเฉลี่ยมีค่ามากที่สุดคือ 4.00 และระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. มีคะแนนต่ำสุดคือ 2.36 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ และสำหรับระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. มีค่าใกล้เคียงกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.

เนื่องจากที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. กว่าจะถึงกำหนดการให้น้ำต้องใช้เวลานาน ทำให้เยอบีร่าได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปได้ช้า ส่วนที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของทรงพุ่ม

- คะแนนการเจริญเติบโตช่วงการออกดอก

คะแนนการเจริญเติบโตช่วงการออกดอกได้แสดงไว้ในตารางที่ 11 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. มีคะแนนการเจริญเติบโตช่วงการออกดอกเฉลี่ยมีค่ามากที่สุดคือ 3.95 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. ซึ่งมีคะแนน 3.89 ทั้ง 2 ตำรับการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. ซึ่งมีคะแนน 2.25

เนื่องจากที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. กว่าจะถึงกำหนดการให้น้ำต้องใช้เวลานาน ทำให้เยอบีร่าได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปได้ช้า ส่วนที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของการออกดอก

- คะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดการช่วงการทดลอง

คะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดช่วงการทดลอง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12 จากตารางพบว่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. มีคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดช่วงการทดลองมากที่สุดคือ 3.99 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. ซึ่งมีคะแนน 3.54 ทั้ง 2 ตำรับการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. ซึ่งมีคะแนน 2.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. กว่าจะถึงกำหนดการให้น้ำต้องใช้เวลานาน ทำให้เยอบีร่าได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปได้ช้า ส่วนที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเยอบีร่า

6. คุณภาพของดอกเยอบีร่า

เยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรป พันธุ์ Terra Parade จาก Tissue Culture สามารถให้ผลผลิตเพียง 2 ตำรับการทดลองเท่านั้น คือ ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. และระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. ส่วนที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. ไม่ให้ผลผลิต คุณภาพของดอกเยอบีร่า ดังแสดงในตารางที่ 4 (ภาคผนวก)

คุณภาพของดอกเยอบีร่าทั้ง 2 ตำรับการทดลองเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเยอบีร่าสายพันธุ์เดียวกันที่ทำการทดลองโดยสถาบันวิจัยพืชสวน พบว่า ความยาวก้านดอกเฉลี่ย เมื่อพิจารณาโดยรวมจะมีความยาวก้านดอกต่ำกว่าความยาวก้านดอกที่สูงสุด ของสถาบันวิจัยพืชสวน แต่จะมีความยาวก้านดอกมากกว่าความยาวก้านดอกที่ต่ำสุดของสถาบันวิจัยพืชสวน ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางดอกก็เป็นในลักษณะเดียวกับความยาวก้านดอก

สำหรับคุณภาพของดอกเยอบีร่าถ้าหากทำการทดลองในช่วงฤดูหนาวและแมลงไม่รบกวนมาก คุณภาพของดอกเยอบีร่าจะดีขึ้นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงค่าวิเคราะห์ pH ของดินหลังการทดลอง (1:2 น้ำ)

ตำรับการทดลอง	pH ของดิน
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	5.9825 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	6.0088 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.	6.0613 a
LSD (5%)	0.4049
LSD (1%)	0.5816

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ตารางที่ 2 แสดงค่าวิเคราะห์ Electro conductivity ของดินหลังการทดลอง (mS/cm)

ตำรับการทดลอง	ค่า Electro conductivity ของดิน
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	0.9575 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	1.1537 ab
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 20 cb.	1.2487 b
LSD (5%)	0.1999
LSD (1%)	0.2872

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าหรือกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงค่าวิเคราะห์ % phosphorus ของดินหลังการทดลอง (%)

ตำรับการทดลอง	% phosphorus ของดิน
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	0.02935 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	0.04003 b
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.	0.04375 b
LSD (5%)	0.00714
LSD (1%)	0.01026

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ตารางที่ 4 แสดงค่าวิเคราะห์น้ำหนักสดก้านใบ (g)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักสดก้านใบ
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	82.005 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	97.823 ab
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.	118.077 b
LSD (5%)	21.288
LSD (1%)	30.576

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ในกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงค่าวิเคราะห์น้ำหนักแห้งของก้านใบ (กรัม)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้งก้านใบ
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	11.930 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	13.717 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.	16.747 b
LSD (5%)	2.968
LSD (1%)	4.263

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ตารางที่ 6 แสดงค่าวิเคราะห์ % nitrogen ในพืช (%)

ตำรับการทดลอง	% nitrogen ในพืช
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	0.13707 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	0.52683 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.	0.49150 a
LSD (5%)	0.10732
LSD (1%)	0.15415

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าในกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงค่าวิเคราะห์ Uptake nitrogen (กรัม/ต้น)

ตำรับการทดลอง	Uptake nitrogen
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	0.05187 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	0.07283 b
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.	0.08195 b
LSD (5%)	0.01985
LSD (1%)	0.02851

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ตารางที่ 8 แสดงค่าวิเคราะห์ % phosphorus ในพืช (%)

ตำรับการทดลอง	% phosphorus ในพืช
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	0.15978 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	0.21133 b
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.	0.17670 a
LSD (5%)	0.03347
LSD (1%)	0.04807

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงค่าวิเคราะห์ Uptake phosphorus (กรัม/ต้น)

ตำรับการทดลอง	Uptake phosphorus
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	0.01893 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	0.02895 b
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.	0.02950 b
LSD (5%)	0.00630
LSD (1%)	0.00906

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ตารางที่ 10 แสดงคะแนนการเจริญเติบโตช่วงการเจริญเติบโตของใบ

ตำรับการทดลอง	คะแนนการเจริญเติบโตช่วงการเจริญเติบโตของใบ
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	2.355 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	3.468 ab
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.	4.003 b
LSD (5%)	1.130
LSD (1%)	1.624

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงคะแนนการเจริญเติบโตช่วงการออกดอก

ตำรับการทดลอง	คะแนนการเจริญเติบโตช่วงการออกดอก
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	2.245 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	3.953 b
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.	3.890 b
LSD (5%)	1.116
LSD (1%)	1.604

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ตารางที่ 12 แสดงคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดช่วงการทดลอง

ตำรับการทดลอง	คะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดช่วงการทดลอง
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb.	2.375 a
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb.	3.540 b
ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb.	3.985 b
LSD (5%)	1.058
LSD (1%)	1.520

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า น้ำหนักสดที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. แตกต่างจากระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. น้ำหนักแห้งที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. แตกต่างจากระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. และ 50 cb. % nitrogen ในพืชทุกตำรับไม่แตกต่าง Uptake nitrogen ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. แตกต่างจากระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. และ 30 cb. % phosphorus ในพืชที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. แตกต่างจากระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. และ 50 cb. Uptake phosphorus ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. แตกต่างจากระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. และ 30 cb.

สำหรับความยาวก้านใบพบว่า ทั้ง 3 ตำรับการทดลองมีความแตกต่างกัน ในระยะแรกที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. การเจริญเติบโตจะดีกว่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. แต่ต่อมาที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. จะเจริญเติบโตดีจนกระทั่งออกผลผลิต ส่วนที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. จะเจริญเติบโตน้อย และคะแนนการเจริญเติบโตที่ทำการให้คะแนนทางสายตา พบว่า คะแนนการเจริญเติบโตช่วงการเจริญเติบโตทางใบที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. แตกต่างจากระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. คะแนนการเจริญเติบโตช่วงการออกดอกที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. แตกต่างจากระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. และ 30 cb. คะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดช่วงการทดลองที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. แตกต่างจากระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. เยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรป พันธุ์ Terra Parade ให้ผลผลิตเพียง 2 ตำรับการทดลอง คือ ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. และ 30 cb. แต่ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. ให้ผลผลิตสูงกว่า

pH ของดินหลังการทดลองทุกตำรับไม่แตกต่าง ค่า Electro conductivity (EC) ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 cb. แตกต่างจากระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. % nitrogen ในดินหลังการทดลองทุกตำรับไม่แตกต่าง % phosphorus ในดินหลังการทดลองที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 cb. แตกต่างจากระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 cb. และ 30 cb.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติแบบ Tensiometer สามารถควบคุมการให้น้ำได้ค่อนข้างแม่นยำ คือมีการให้น้ำเมื่อถึงระดับความเครียดของน้ำในดินที่กำหนดค่าไว้ ถ้าได้รับการปฏิบัติดูแลอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ถ้าได้มีการพัฒนาและปรับปรุงระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติแบบ Tensiometer ก็จะเป็นระบบการให้น้ำที่สามารถควบคุมการให้น้ำได้แม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองอาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากเครื่องมือที่ใช้ควบคุมในแต่ละตำรับการทดลอง ทั้งนี้เพราะว่าเพิ่งได้มีการทำการทดลองแบบนี้ขึ้นเป็นครั้งแรก

ปัญหาที่เกิดกับเครื่องควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ แบบ Tensiometer คือ

- น้ำที่อยู่ในท่อใสจะแห้งเร็วเกินไป ต้นพืชจะเกิดการเหี่ยวเฉา เหตุเกิดขณะที่ใส่น้ำใน Tensiometer แล้วไล่ฟองอากาศออกไม่หมด หรือปิดจุกยางไม่แน่น จึงทำให้น้ำแห้งได้ง่าย
- ขณะที่ปัก Tensiometer ลงดินได้ระยะหนึ่งแล้วต้องหมั่นคอยดูแล Tensiometer ดังกล่าวให้ปักแน่นอยู่ในดินเสมอ เพื่อจะได้มีการให้น้ำเมื่อถึงระดับความเครียดที่กำหนดไว้ มิฉะนั้นเข็มวัดความเครียดจะเปลี่ยนแปลงล้า ทั้งที่ถึงกำหนดการให้น้ำแล้ว

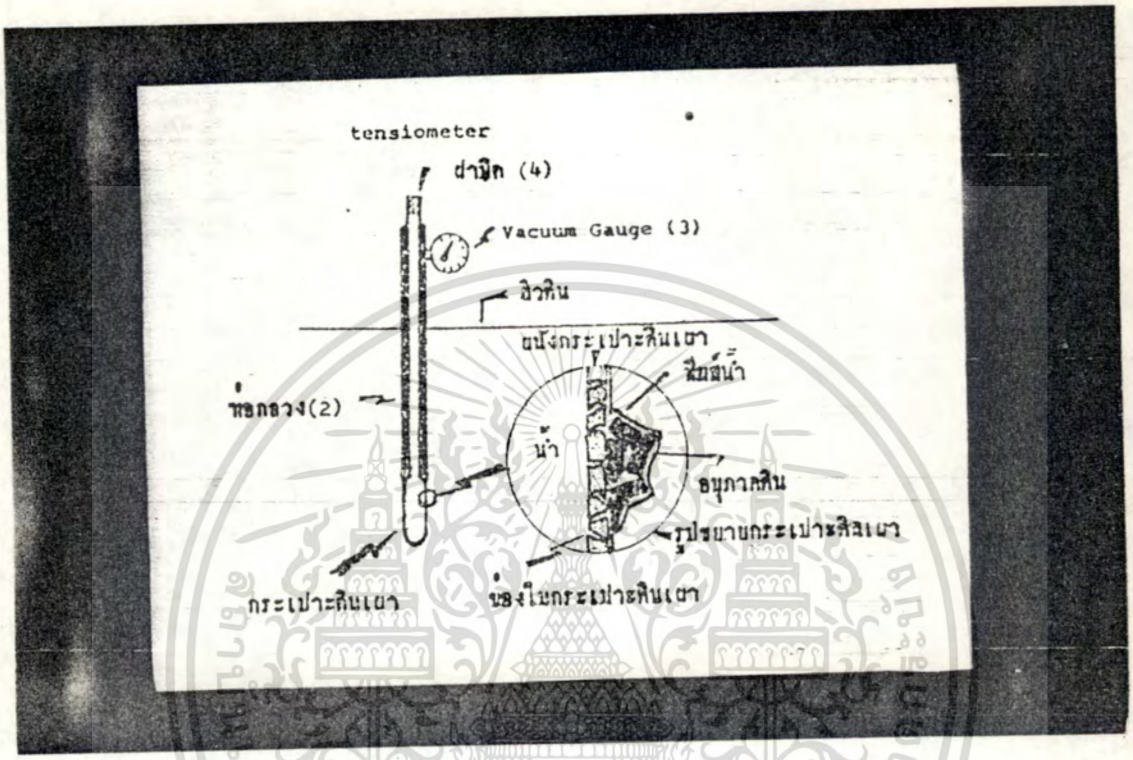
ปัญหาที่เกิดกับชุดเครื่องมือจ่ายน้ำ คือ

- ต้องคอยทำความสะอาดเครื่องกรองน้ำ เนื่องจากตะกอนจะทำให้การไหลของน้ำไม่สะดวก ส่งผลให้ข้อต่อหลุดได้
- มิเตอร์น้ำเป็นมิเตอร์ที่ไม่สามารถวัดปริมาณน้ำในปริมาณที่น้อยได้ เนื่องจากเครื่องไม่ sensitive พอ ทำให้เกิดปัญหาในการบันทึก จึงไม่สามารถวัดปริมาณการใช้น้ำได้ ดังนั้นควรที่จะเพิ่มจำนวนกระถางให้มากขึ้น เพื่อจะได้บันทึกข้อมูลการใช้น้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

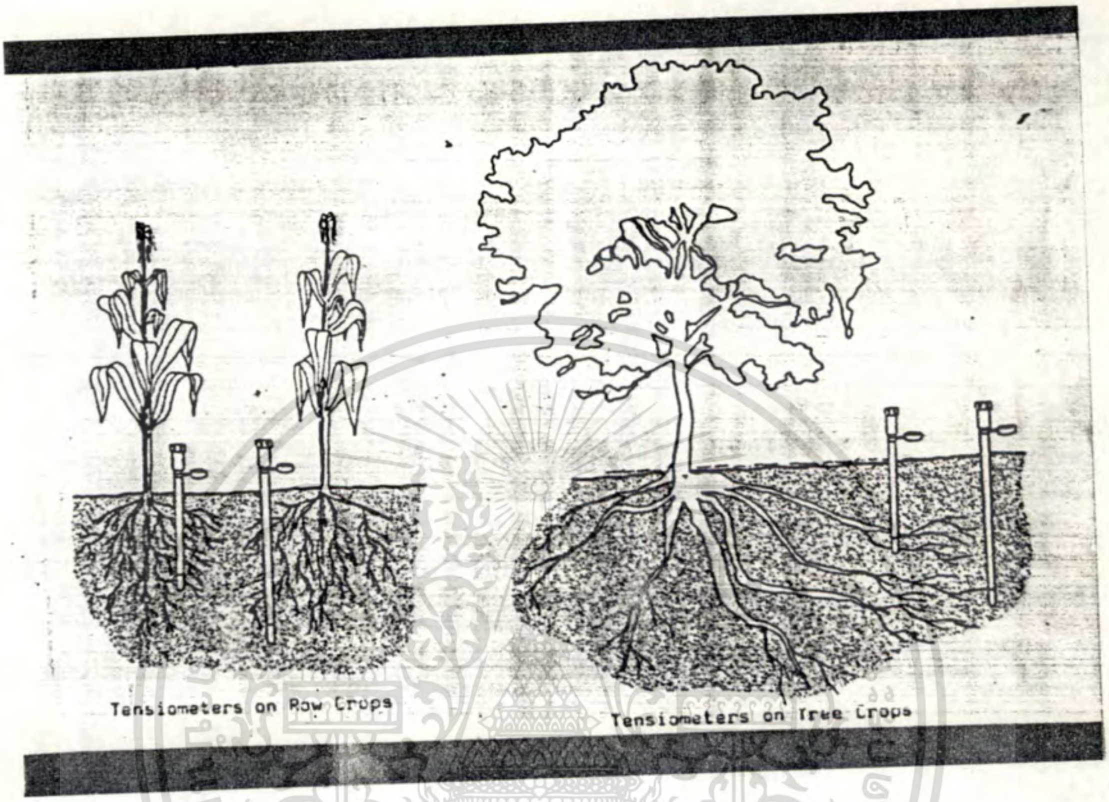
ภาพที่ 1 องค์ประกอบของ Tensiometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



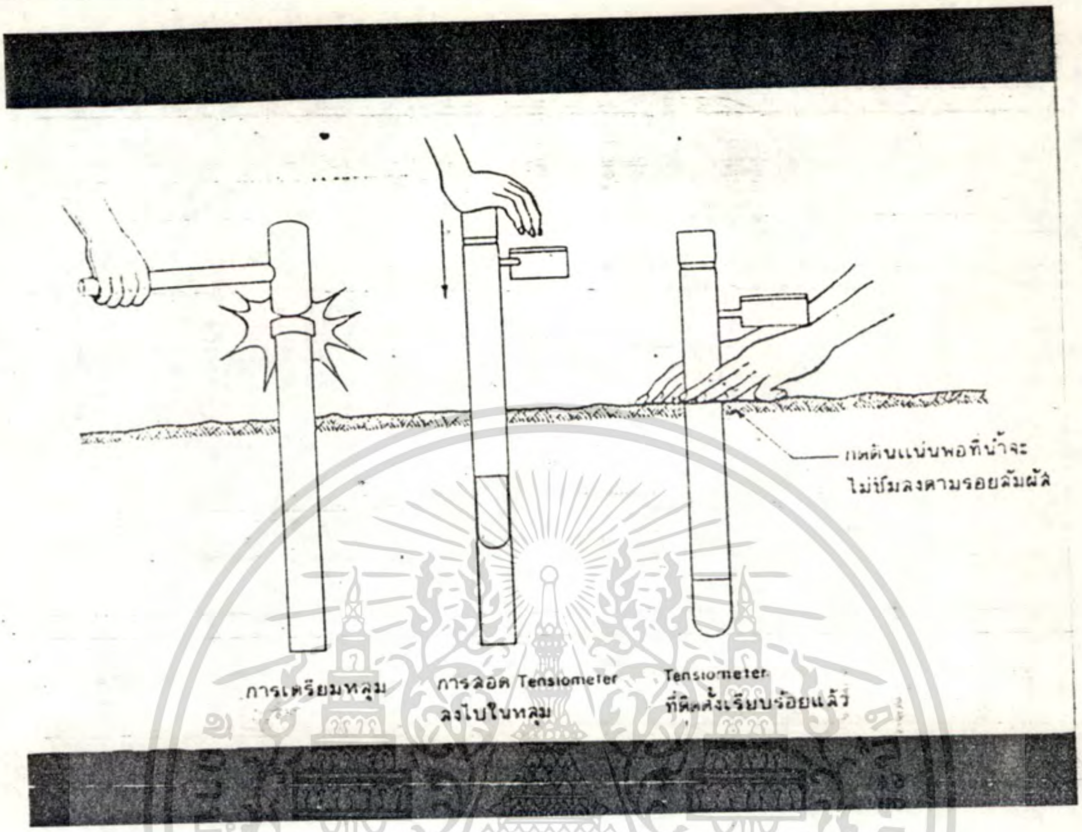
ภาพที่ 2 หลักการทำงานของ Tensiometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



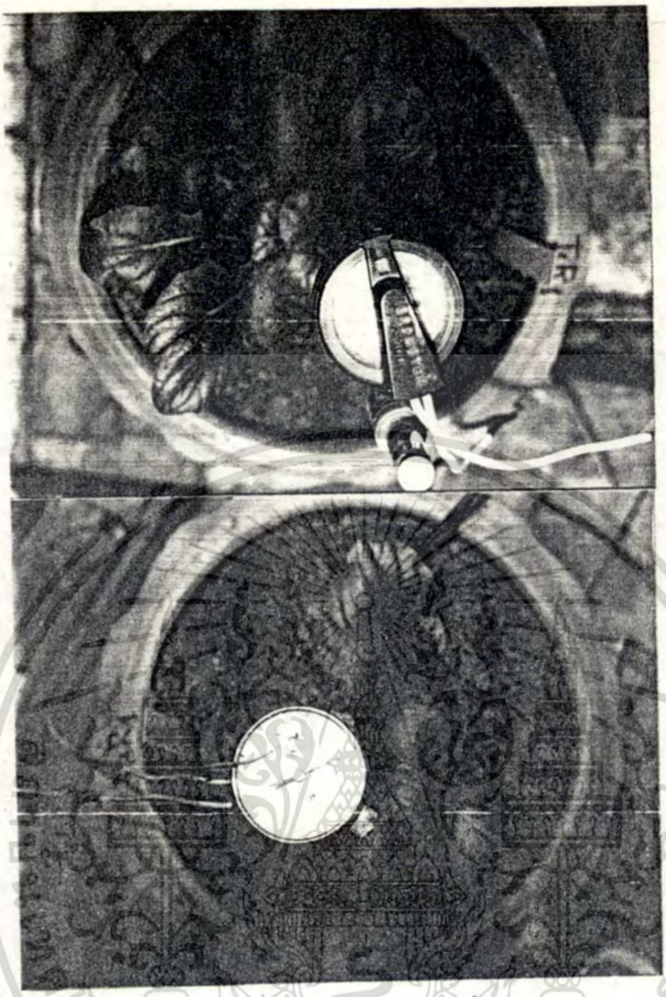
ภาพที่ 3 ตำแหน่งการติดตั้ง Tensiometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



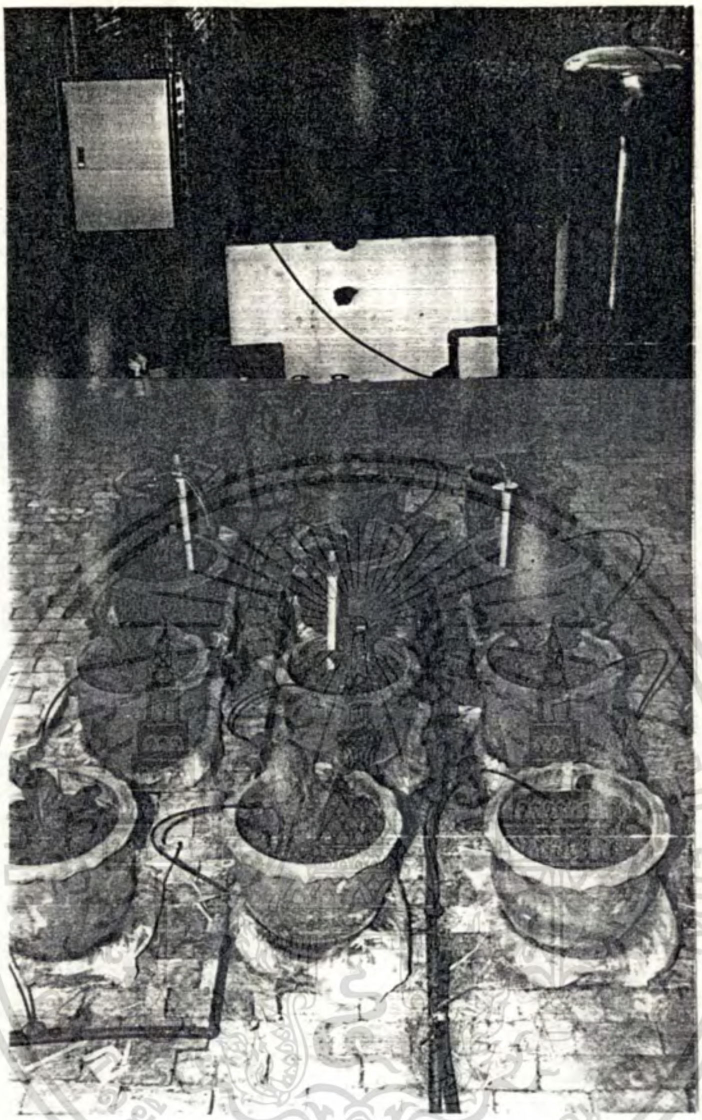
ภาพที่ 4 การปฏิบัติในการติดตั้ง Tensiometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



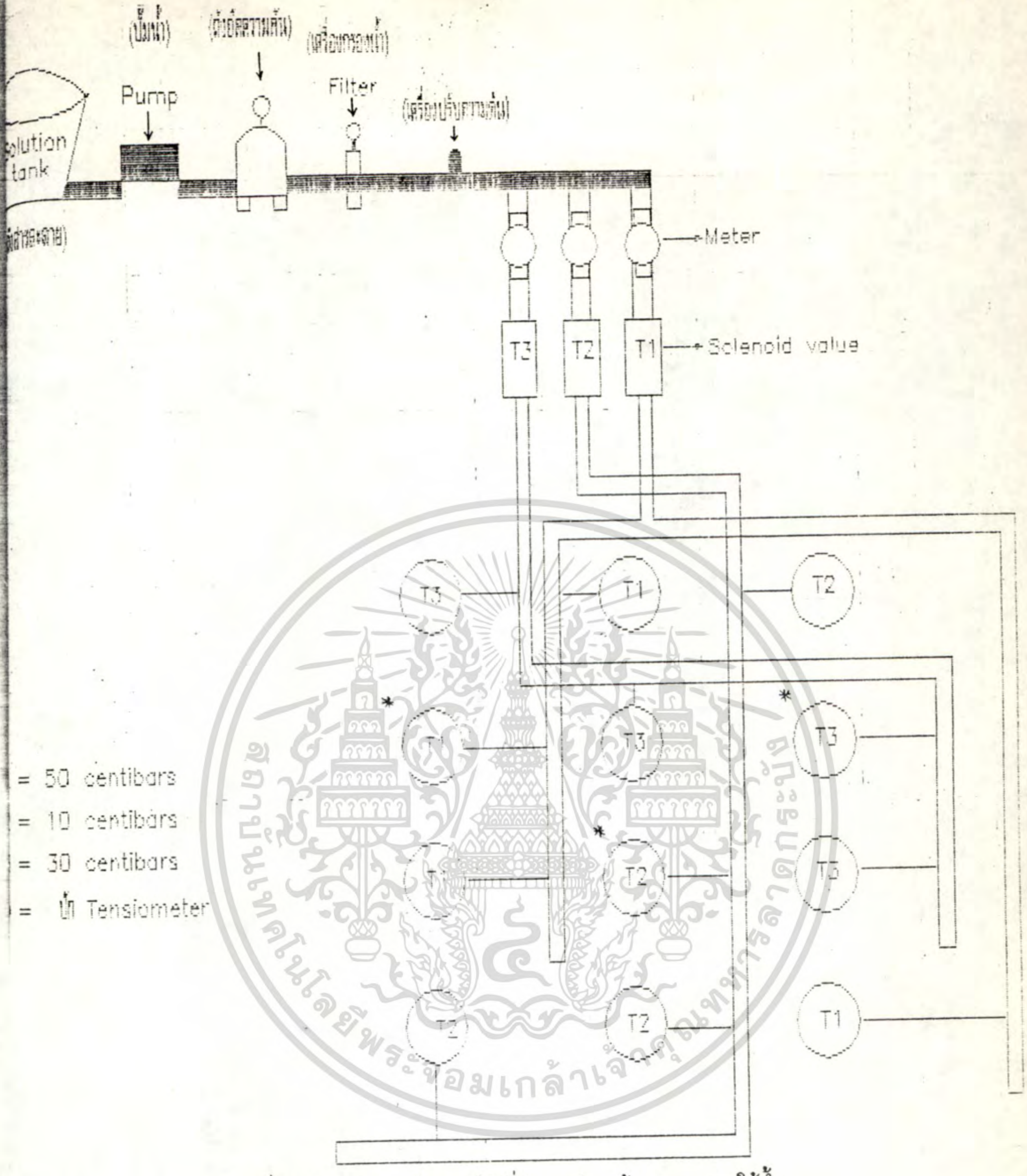
ภาพที่ 5 ระดับความเครียดของน้ำในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



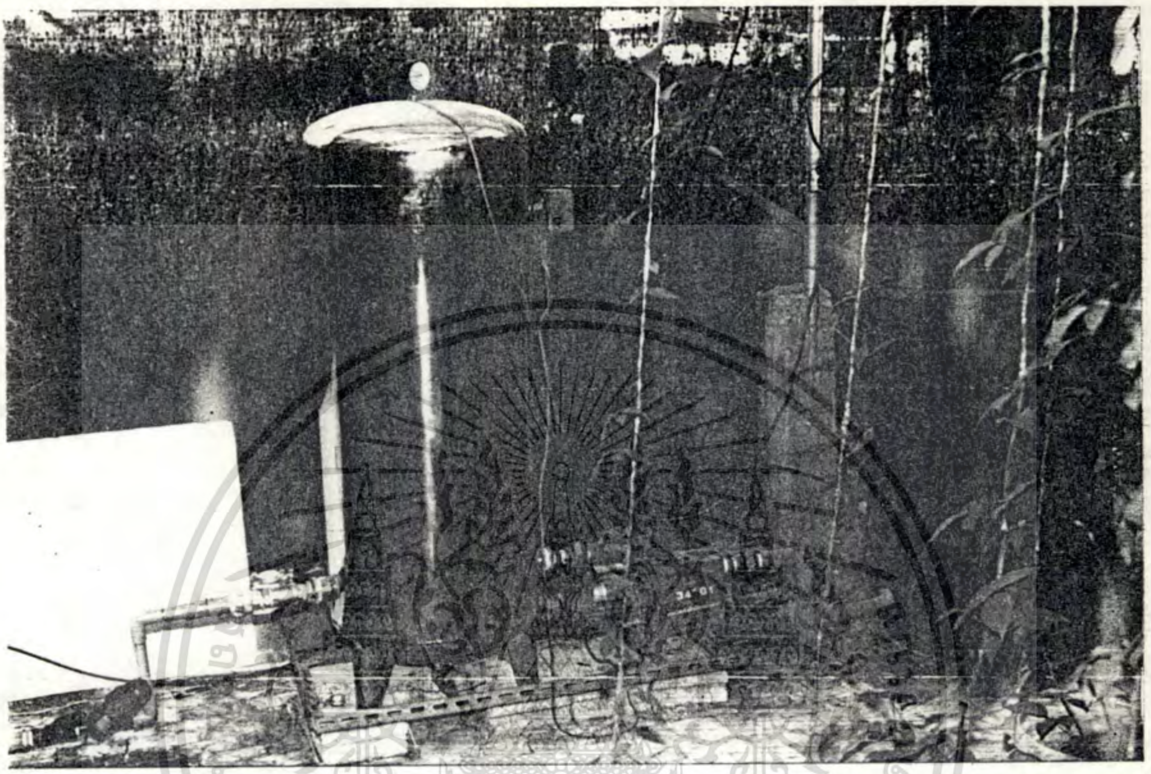
ภาพที่ 6 การติดตั้ง Tensiometer ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



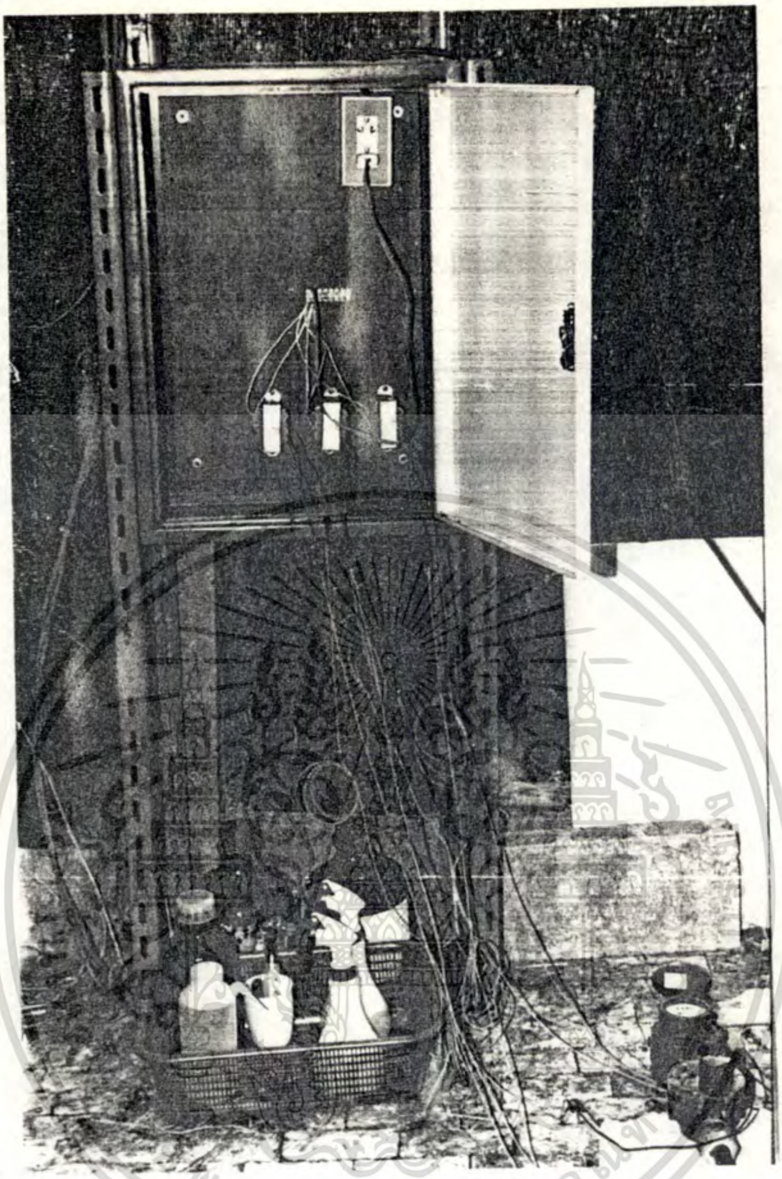
ภาพที่ 7 ตำแหน่งของต้นเยอบีร่าที่ทำการสุ่ม พร้อมระบบการให้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



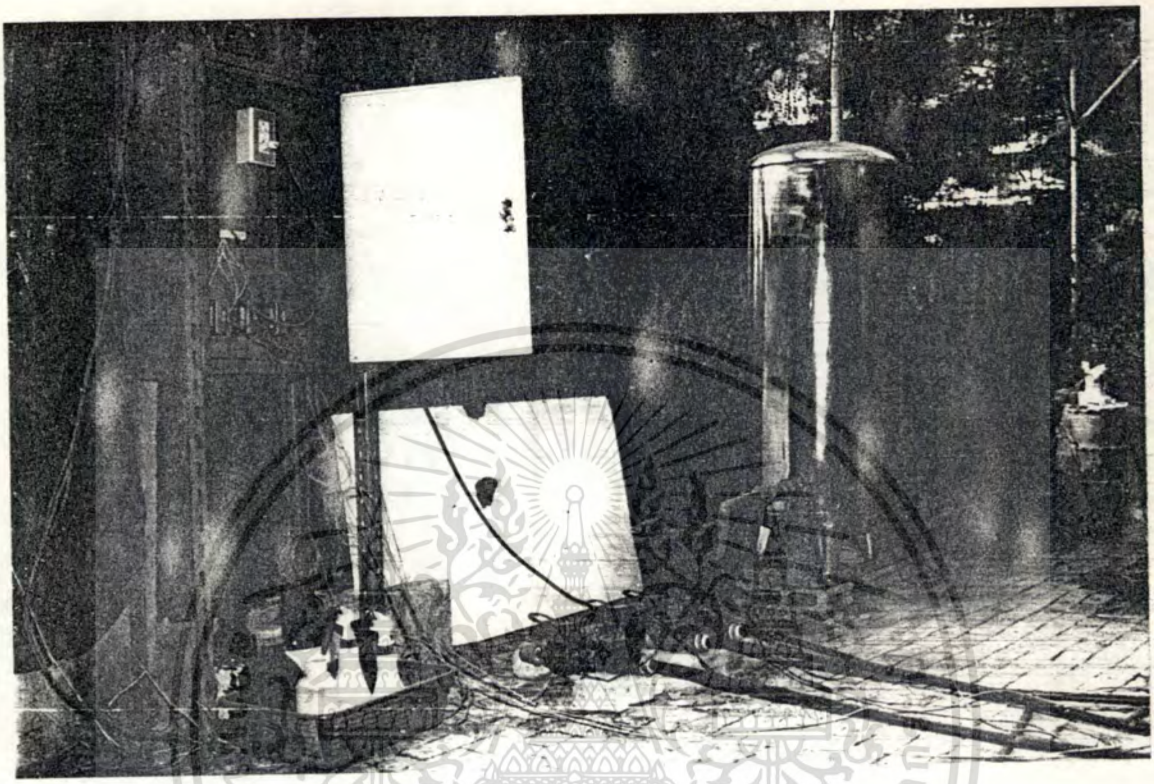
ภาพที่ 8 การติดตั้งชุดเครื่องมือจ่ายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



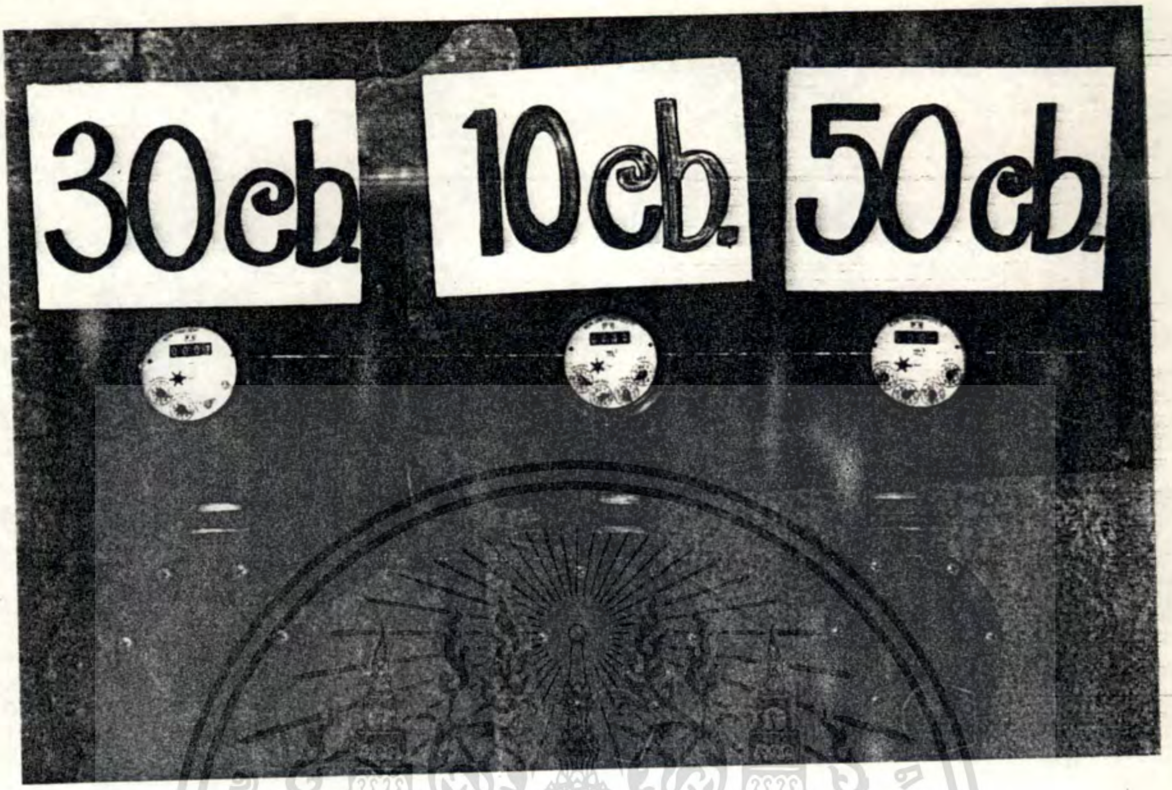
ภาพที่ 9 ชุดเครื่องมือควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



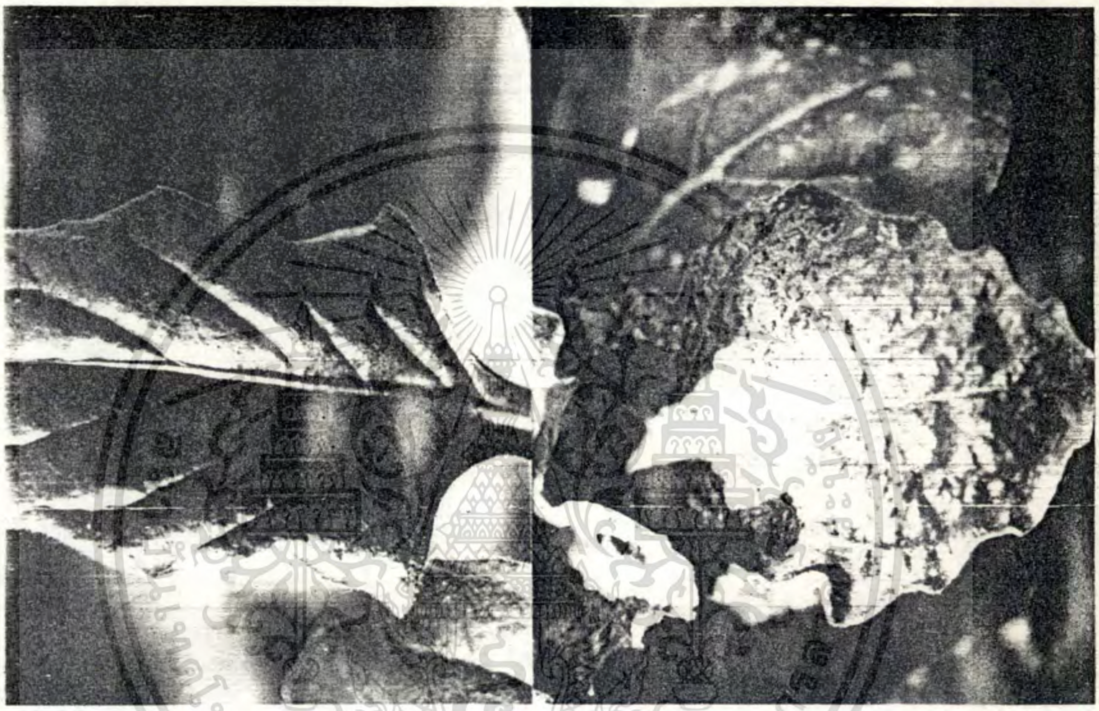
ภาพที่ 10 การติดตั้งเครื่องควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



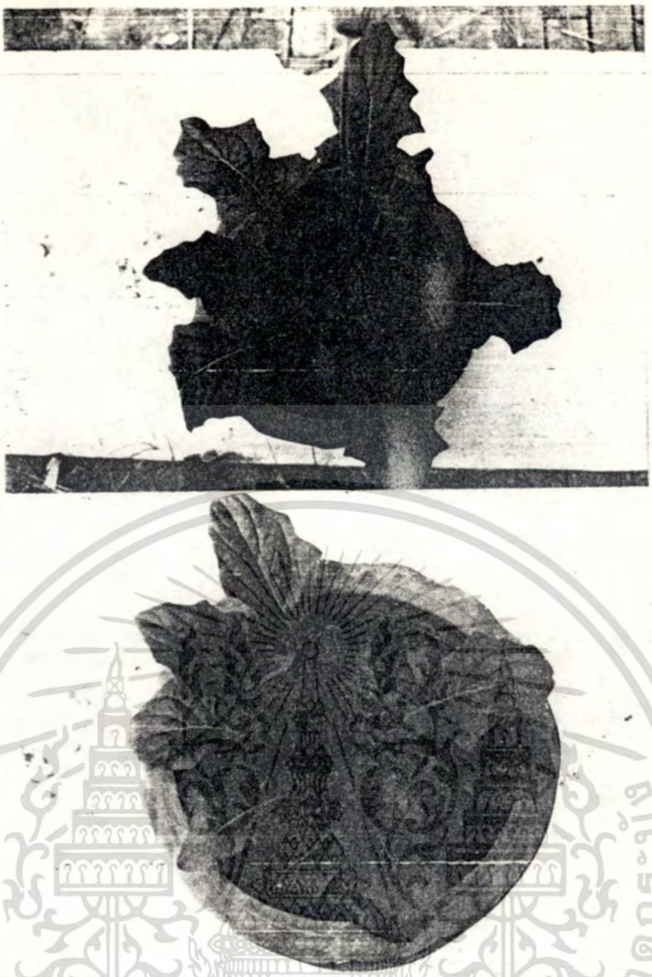
ภาพที่ 11 มิเตอร์วัดปริมาณน้ำที่ให้กับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



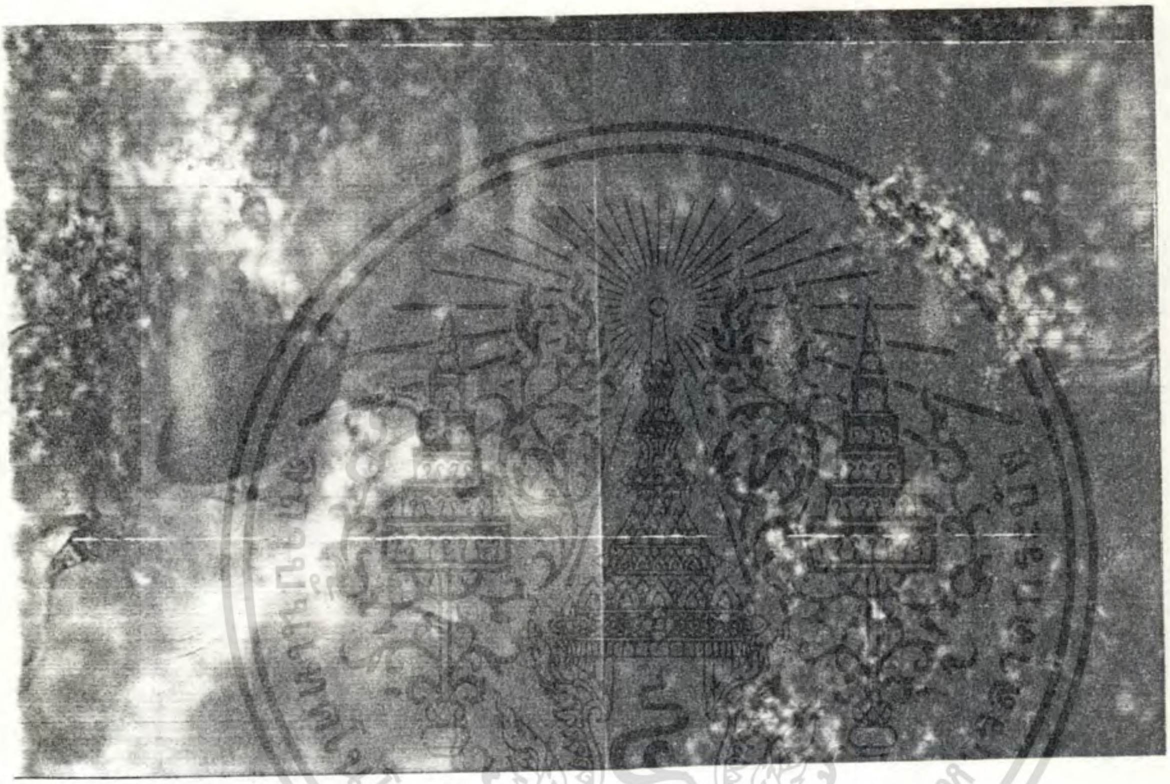
ภาพที่ 12 การเปรียบเทียบลักษณะใบปกติกับใบที่แมลง (ไร) ทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 การเจริญเติบโตของเยอบีร่าที่ปกติกับต้นที่แมลง (ไร) ทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 แมลง (ไร) ที่เข้าทำลายไหม (กำลังขยาย 10x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 15 การเจริญเติบโตของเยอบีร่าที่ใช้ระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติ
แบบ Tensiometer

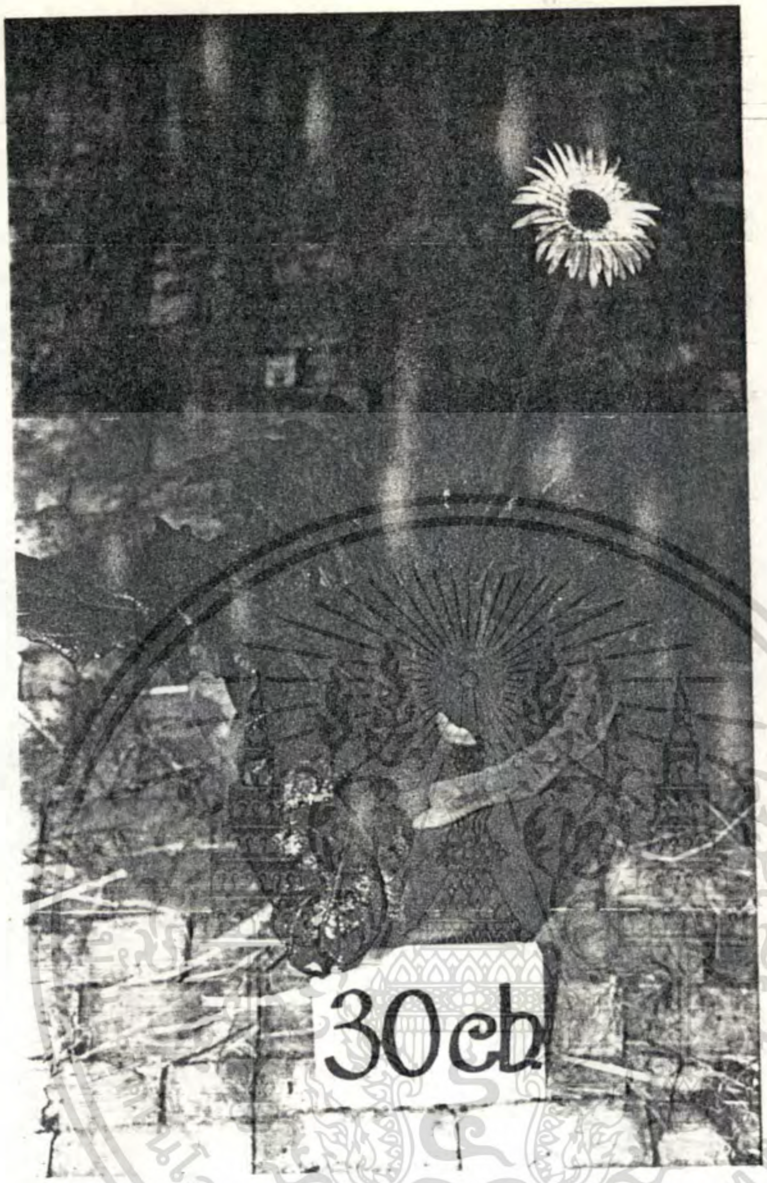
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 16 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเยอบีร่าที่ระดับความเครียด
ของน้ำในดิน 3 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 17 การเจริญเติบโตของต้นเยอบีร่าที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน
10 centibars

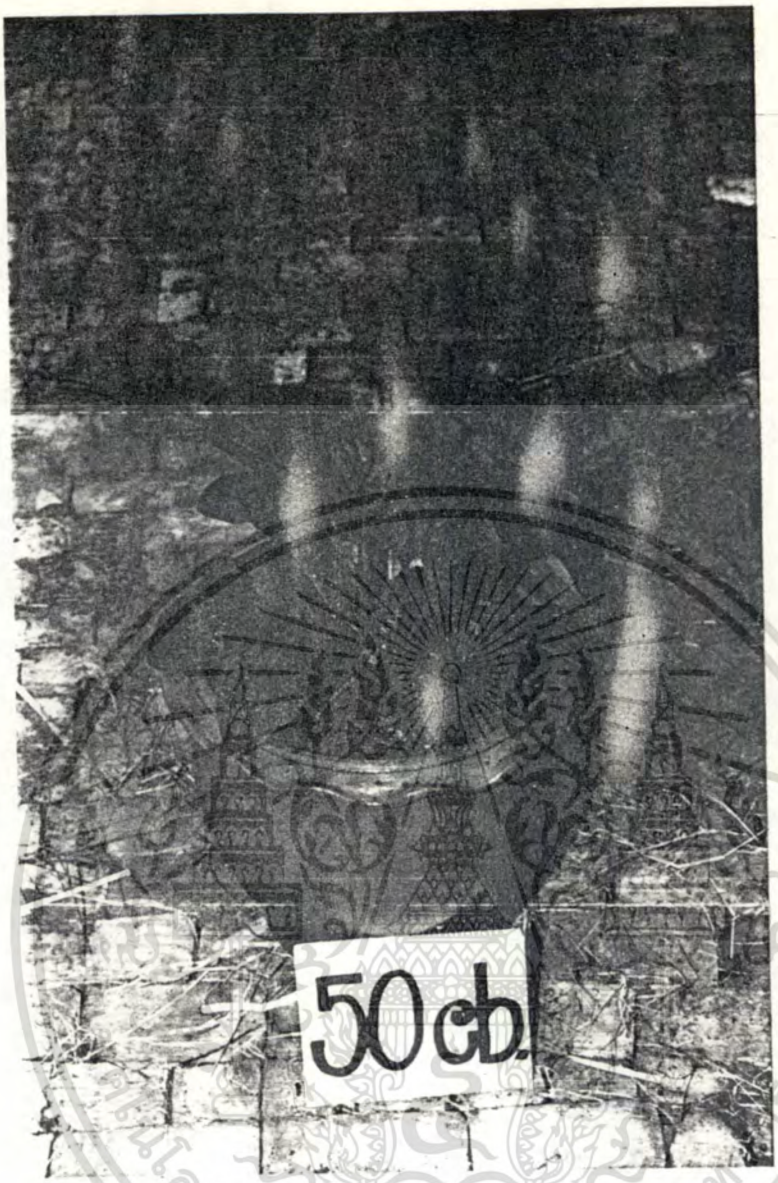
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 การเจริญเติบโตของเยอบีร่า ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน

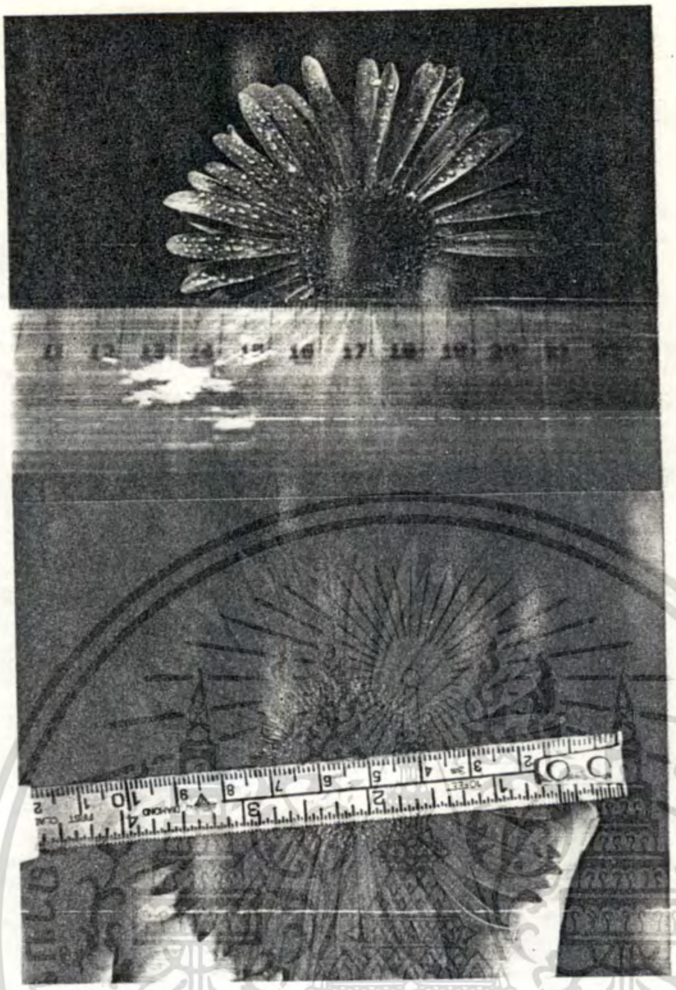
30 centibars

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



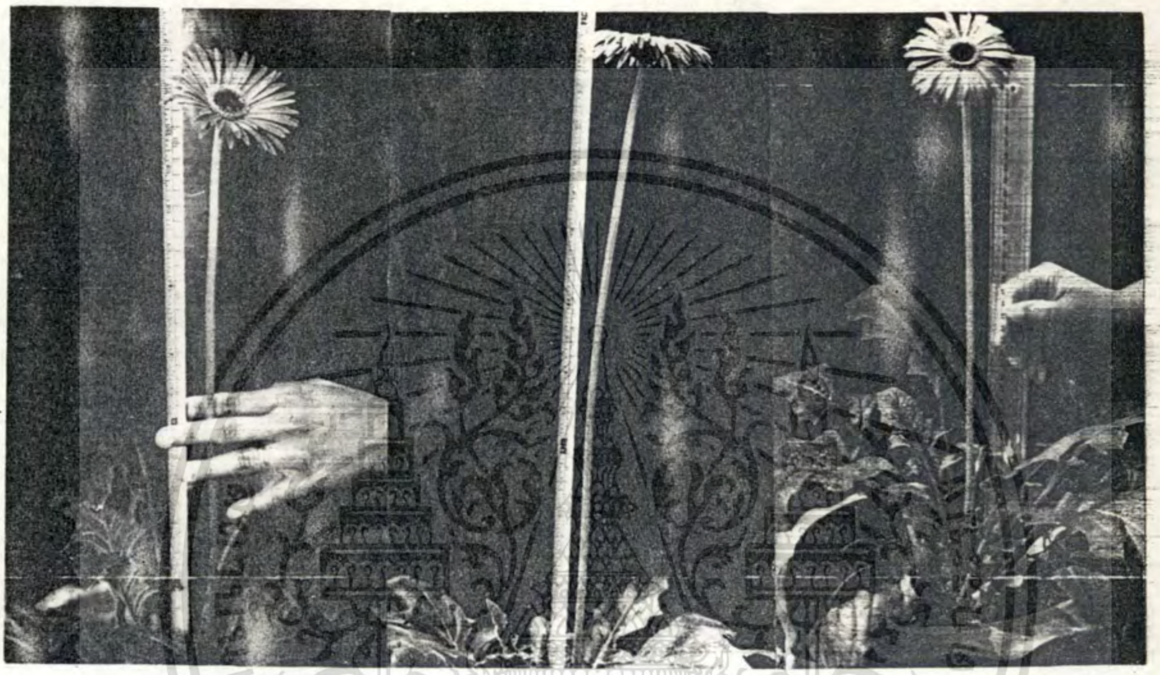
ภาพที่ 19 การเจริญเติบโตของ[illegible]ที่ระดับความเครียดของน้ำในดิน
50 centibars

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



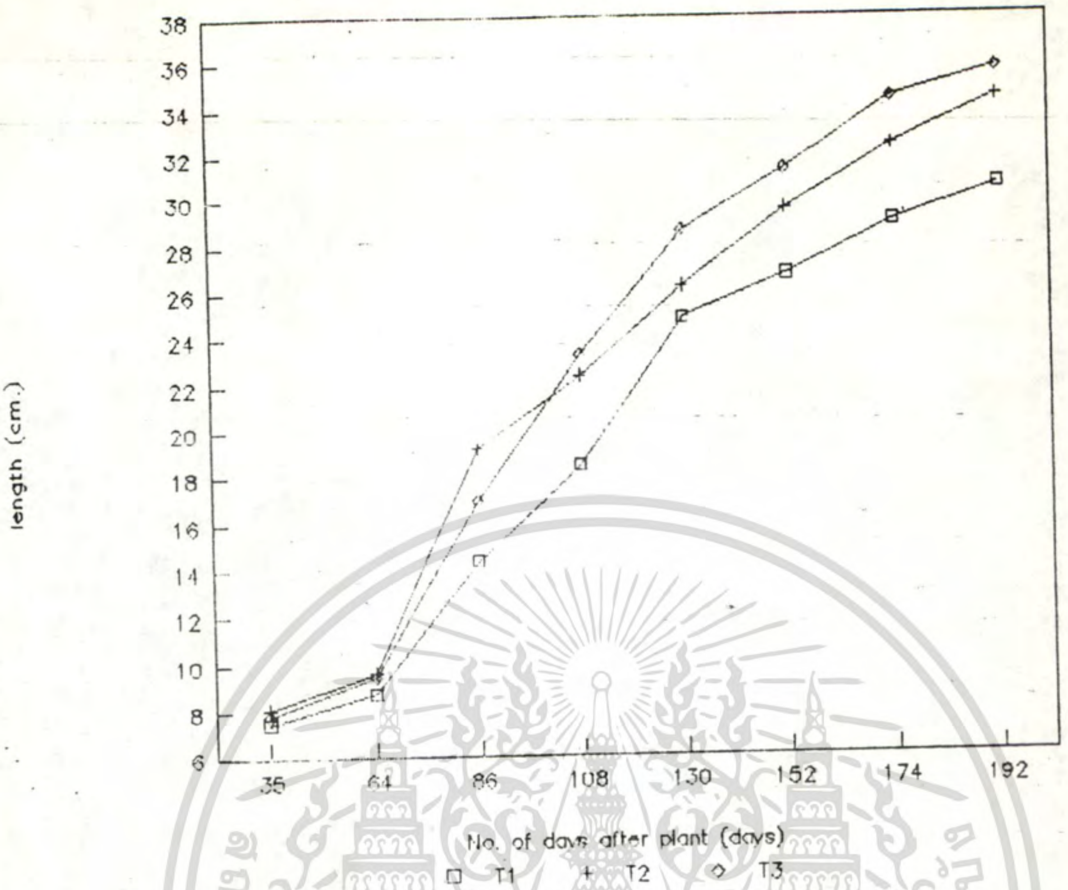
ภาพที่ 20 ขนาดดอกเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรป พันธุ์ Terra Parade

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 ขนาดความยาวก้านดอกเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรป พันธุ์ Terra Parade

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T_1 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 centibars (cb.)

T_2 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 centibars (cb.)

T_3 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 centibars (cb.)

ภาพที่ 22 ความยาวก้านใบเฉลี่ย (ซม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2530. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดาวรุ่ง สังข์ทอง และปริญญา จารุปริญญารัตน์. 2535. การสร้างและเปรียบเทียบระบบการให้น้ำอัตโนมัติในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ปัญหาพิเศษปริญญาตรี). ภาควิชาปฐพีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์. 2527. ไม้ตัดดอก. น.81-91.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2531. อนาคตของการปลูกพืชไร้ดิน. วารสารดินและปุ๋ย. 10(1):59-66.

ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์. 2531. เยอบีร่า. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันดี ใจนิ่ม. 2531. การผลิตเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรป. เอกสารวิชาการ (พิมพ์เผยแพร่). สถานีทดลองพืชสวนบางกอกน้อย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 12 หน้า.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526. หลักการชลประทาน. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สรรเสริญ พิริยะธำรง, วันดี ใจนิ่ม และคณะ. 2536. การทดสอบพันธุ์เยอบีร่ายุโรปที่คัดเลือกไว้ในแหล่งต่างๆ. การประชุมรายงานผลงานและแผนการดำเนินงานโครงการวิจัยพันธุ์ รับรองพันธุ์ และกระจายพันธุ์. สถาบันวิจัยพืชสวน ประจำปี 2535 วันที่ 8-9 มีนาคม 2536.

ส่งเสริมการเกษตร, กรม (ม.ป.ป.). คู่มือการผลิตไม้ตัดดอก. งานไม้ดอกไม้ประดับ กลุ่มพืชสวน กองส่งเสริมพืชพันธุ์. น.59-66.

สมเพียร เกษมทรัพย์. 2526. ไม้ดอกกระถาง. น.263-272.

สมเพียร เกษมทรัพย์. 2532. เทคโนโลยีการผลิตและธุรกิจไม้ตัดดอก. น.310-333.

อภิชาติ อนุกูลอำไพ และคณะ. 2524. คู่มือการชลประทานระดับไร่นา ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย. น.29-37.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2526. เครื่องวัดความชื้นในดินแบบ Tensiometer. วารสารเกษตร-พระจอมเกล้า. 1:17-15.

--------------. 2533. การใช้วัสดุดินเผาภายในประเทศเพื่อประกอบเครื่องมือวัดความชื้นในดินแบบ Tensiometer. รายงานผลการวิจัยในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 28 (29-31 มกราคม 2533) :47-55.

--------------. 2533. วิธีการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 8(1):29-39.

--------------. 2534. เครื่องมือควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติในการปลูกพืชในภาชนะ. เอกสารวิชาการ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

อุดร คำหอมหวาน. 2534. เทคโนโลยีการผลิตเยอบีร่าสายพันธุ์ยุโรป. เทคโนโลยีการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ สมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย. น.83-98.

James, M.M. and Anthony, T. 1985. Automatic of a Class A Evaporation Pan. Trans. of the ASAE. 28:169-191.

Kent. 1983. A method for maintaining constant soil moisture availability for potted plants. Soil Sci.Soc.Am.J. 47:608-610.

Michaell J. Boswell. 1984. Harde Irrigation/Microirrigation design manual. 8-14.

Mike Behnke. 1985. Ball red book (Greenhouse Growing) : Section 5 Culture by crops; Gerbera. 510-514.

Murashige, T., Serpa, M. and J.B.Jone. 1974. Clonal propagation of gerbera through tissue culture Hort. Science. 175-180.

Penninsfeld, F. and L.Forchthammer. 1980. Gerbera. Stuttgart Ulmer Fachbuch.

Perik, R.L.M., H.H.M. Steegmans and J.J. Marelis. 1973. Gerbera plants form in vitro Cultivated capitulum explants Sci. Hort. 1:117-119.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Perik, R.L.M., J.L.M. Jansen, A.Maasdam and C.M.Binnenduk. C.M. 1975. Optimalization of Gerbera plantlet production from excised capitulum explants. Sci.Hort. 4:351-357.

Phene, C.J. and Compbelle, R.B. 1975. Automating par evaporation mesurements for irrigation control Agric. Meteorol, 15:181-191.

Phene, M. Harward. 1978. Hydroponic food Production wood. Bride Press Publishing Company. 355p.

Richards, L.A. and C.H. Wadeleigh. 1952. Soil water and plant growth. Agronomy. Academic Press.

Richards, S.J. 1965. Soil suction measurements with Tensiometer. In Black, C.A. (Editor in Cheif) Method of soil analysis. Part 1 Agronomy No.9 : American Society of Agronomy. Inc. Publishing. 153.

Robert Hartman. 1985. Ball red book (Greenhouse Growing) : Section 3 How tissue culture makes better crops. 165-172.

Terra Nigra. BV. 1990. Information of Varieties.

Van der Veken, L. Michels. P., Feyen, J. and Benoit, F. 1982. Optimization of the water application in greenhouse tomatoes by introducing a tensiometer-controlled drip-irrigation system. Scientia Horticultural. 18:9-23.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยอบีร่าเป็นพืชที่ปลูกเพื่อเก็บผลผลิตได้ยาวนาน จึงมักจะมีปัญหาของโรคและแมลงค่อนข้างสูง

<u>ปัญหาของโรคและแมลง</u>

วันดี (2531) และอุดร (2534) โรคและแมลงเป็นปัญหาใหญ่ในการผลิตเยอบีร่าในเมืองร้อน เหตุที่เป็นปัญหามากเนื่องจากศัตรูพืช (ไม่ว่าโรคและแมลง) สามารถอาศัยพืชอื่น (host) เป็นที่อยู่อาศัยและขยายพันธุ์ และจะระบาดเข้ามาได้ง่าย เยอบีร่าเป็นพืชที่ปลูกเพื่อผลผลิตที่ยาวนาน ดังนั้นโอกาสเกิดโรคจึงมีสูงมากแม้ในต่างประเทศก็ตาม ในระยะหลังๆ ของการผลิตต้นพันธุ์ใหม่ๆ จะเน้นการต้านทานโรค

โรคที่พบ ได้แก่ (ธัญญะ, 2531)

1. โรค Fusarium : เกิดจากเชื้อราพวก <u>Fusarium</u> <u>oxysporum</u> จะเข้าทำลายระบบ Vascular system ทำให้ต้นเหี่ยวเฉาตายในที่สุด เมื่อผ่าลำต้นดูจะพบสีน้ำตาลแดงในลำต้น

2. โรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อราพวก <u>Verticilum</u> spp. : เข้าทำลายระบบ Vascular system มักพบอาการที่ก้านใบสัมผัสกับดิน โดยจะเหี่ยวเฉพาะบางใบในต้น สังเกตจะมีแผลสีน้ำตาลเป็นทางยาวที่ก้านใบ

3. โรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อราพวก <u>Sclerotium</u> spp. : เมื่อเข้าทำลายจะปรากฏเส้นใยและเม็ดกลม เกิดกรณีมีต้นมาก ไม่ได้มีการตัดแต่ง

4. โรคที่เกิดจากเชื้อ Phytopthora : ใบจะมีสีเหลืองอมม่วง ส่วนยอดของใบอ่อนจะหงิกงอเป็นสีเหลือง

5. ไส้เดือนฝอย : เกิดโรครากปม การเจริญเติบโตหยุดชะงัก ระบาดในเขตภูเขาสูงที่มีอินทรียวัตถุมากๆ

6. โรคราแป้ง (Powdery mildew) : จะเกิดสีขาวคล้ายแป้งทั้งด้านล่างและหลังใบ ใบที่เป็นจะมีอาการหงิกงองุ้มลงเกิดได้แม้กระทั่งก้านดอก โรคนี้เกิดได้ทุกฤดูกาล เพราะมีพืชอาศัย (host) ค่อนข้างกว้าง

7. โรคดากบ (Cercospora) : เกิดบนใบ แผลที่เกิดมักเป็นสีน้ำตาลกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. โรคกลีบดอกไหม้ (Petal blight.) : ปลายก้านดอกจะเป็นสีน้ำตาลโดยรอบและจะรวมเข้าหาศูนย์กลางดอก

9. เชื้อราพวก Botrytris : พบในส่วนของดอก เช่น เป็นจุดสีน้ำตาลที่กลีบดอก และเกิดที่ไส้กลางของดอกเป็นใยสีขาว มักเกิดในช่วงอากาศมีความชื้นสูงและอุณหภูมิสูง

10. โรคดอกเขียว : เกิดจากเชื้อ Mycophasma spp. ไม่แสดงอาการจนกว่าจะออกดอก กลีบดอกมีสีเขียว ลักษณะคล้ายใบและเจริญเป็นต้นเล็กๆ อยู่บนช่อดอก

แมลง

แบ่งการทำลายของแมลงเป็น 2 ชนิด คือ พวกปากกัด และพวกปากดูด

แมลงปากกัด : ได้แก่

1. หนอนใยผัก หนอนกระทู้ : ระบาดช่วงฤดูร้อนต่อช่วงฤดูฝน

2. ด้วงกุหลาบ แมลงจีนูน และด้วงอีกหลายชนิด : พวกนี้จะออกหากินช่วงกลางคืน และจะหลบซ่อนอยู่ตามกลีบดอกหรือหลบอยู่ใต้ดินบริเวณโคนต้น

3. หนอนผีเสื้อกลางคืน : ระบาดในช่วงฤดูร้อน โดยจะวางไข่ตามใบและดอก หนอนจะกัดกิน ทำลายใบและดอก

4. ตั๊กแตน (Locust.) : จะกัดกินกลีบดอก ทำให้กลีบดอกแหว่ง

แมลงปากดูด : ได้แก่

1. ไรต่างๆ รวมทั้งแมงมุมแดง (Mite and Red spider) : พวกไรจะระบาดทุกฤดูกาล เพราะว่ามี host กว้างขวาง ลักษณะของต้นเอื้องที่ถูกไรเข้าทำลาย ใบจะหงิกงอตามขอบหรือปลายใบ เป็นมากกับใบอ่อน ใต้ใบและมีสีเงิน ส่วนของดอกอ่อนจะหงิกงอเช่นกันและบริเวณกลีบที่โดนทำลายจะมีสีเขียว เนื่องจากพวกไรมีขนาดเล็กมากและสามารถปลิวตามลมได้ สารป้องกันกำจัดจะต้องทำอย่างต่อเนื่อง อุดร (2534) เกษตรกรหรือนักวิชาการทั่วๆ ไปมักจะคิดว่าเป็นการทำลายของเพลี้ยไฟ จึงใช้สารฆ่าแมลงที่ผิดประเภท ทำให้ไม่สามารถป้องกันกำจัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพลี้ยไฟ (Thrips) : ระบาดหนักในช่วงแล้ง โดยเฉพาะจะมีการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วตามพืชที่เป็น host เพลี้ยไฟจะทำลายดอกเป็นส่วนใหญ่ และจะซ่อนอยู่ตามกลีบดอก กลีบดอกที่ถูกทำลายจะด่างขาว

3. แมลงหวี่ขาว (White fly) : ระบาดช่วงฤดูร้อนต่อฤดูฝน แมลงหวี่ขาวจะเป็นตัวนำโรคดอกเขียว

4. เพลี้ยอ่อน (Aphids) : จะแพร่กระจายโดยถูกมดนำไป เพลี้ยอ่อนจะดูดน้ำเลี้ยงทำให้กลีบดอกเล็ก คอคงอ ดอกจิ๋งบิดๆ เบี้ยวๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงค่าวิเคราะห์ดิน (ค่าเฉลี่ย)

ให้ T_1 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 centibars (cb.)

T_2 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 centibars (cb.)

T_3 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 centibars (cb.)

ค่าวิเคราะห์	ตำรับการทดลอง		
	T_1	T_2	T_3
ดินก่อนการปลูก			
pH (1:2 น้ำ)	4.36	4.36	4.36
EC (mS/cm)	2.83	2.83	2.83
% N	0.0436	0.0436	0.0436
% P (Bray II)	0.0298	0.0298	0.0298
ดินหลังการปลูก			
pH (1:2 น้ำ)	5.98	6.01	6.06
EC (mS/cm)	0.96	1.15	1.25
% N	0.0472	0.0708	0.0757
% P (Bray II)	0.0294	0.0400	0.0437

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงค่าวิเคราะห์พืช (ค่าเฉลี่ย)

ให้ T_1 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 centibars (cb.)

T_2 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 centibars (cb.)

T_3 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 centibars (cb.)

ค่าวิเคราะห์	ตำรับการทดลอง		
	T_1	T_2	T_3
น้ำหนักสด (g)	82.01	97.82	118.08
น้ำหนักแห้ง (g)	11.93	13.72	16.75
% nitrogen	0.44	0.53	0.49
Uptake nitrogen	0.05	0.07	0.08
% phosphorus	0.16	0.21	0.18
Uptake phosphorus	0.02	0.03	0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางที่ 3</u> แสดงความยาวก้านใบเฉลี่ย (cm.)

ให้ T_1 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 50 centibars (cb.)

T_3 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 30 centibars (cb.)

T_2 = ระดับความเครียดของน้ำในดิน 10 centibars (cb.)

วัน-เดือน-ปี	ตำรับการทดลอง	ความยาวของก้านใบเฉลี่ย (cm.)
30 ก.ย. 35	T_1	7.45
	T_2	8.1
	T_3	7.8
28 ต.ค. 35	T_1	8.75
	T_2	9.65
	T_3	9.45
18 พ.ย. 35	T_1	14.38
	T_2	19.2
	T_3	17.0
9 ธ.ค. 35	T_1	18.47
	T_2	22.35
	T_3	23.28
30 ธ.ค. 35	T_1	24.85
	T_2	26.23
	T_3	28.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

วัน-เดือน-ปี	ตำรับการทดลอง	ความยาวของก้านใบเฉลี่ย (cm.)
20 ม.ค. 36	T_1	26.73
	T_2	29.55
	T_3	31.3
10 ก.พ. 36	T_1	29.00
	T_2	32.32
	T_3	34.40
27 ก.พ. 36	T_1	30.55
	T_2	34.4
	T_3	35.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 Analysis of variance for pH (1:2 water)

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT (T)	2	0.01286250	0.00643125	< 1
ERROR	9	0.57671250	0.06407917	
TOTAL	11	0.058957499		

CV = 4.2%

ตารางที่ 6 Analysis of variance for Electro conductivity (mS/cm)

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT (T)	2	0.17648750	0.08824375	5.65*
ERROR	9	0.14061250	0.01562361	
TOTAL	11	0.31709999		

CV = 11.2%

* = significant at 5% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 Analysis of variance for fresh weight (g)

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT (T)	2	2615.57812	1307.78906	7.38 *
ERROR	9	1563.92405	177.10267	
TOTAL	11	4209.50200		

CV = 13.4%

* = significant at 5% level

ตารางที่ 10 Analysis of variance for dry weight (g)

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT (T)	2	47.4458167	23.7229083	6.89 *
ERROR	9	30.9849500	3.4427722	
TOTAL	11	78.4207630		

CV = 13.1%

* = significant at 5% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 Analysis of variance for % phosphorus in plant (%)

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT (T)	2	0.00552366	0.00276183	6.31*
ERROR	9	0.00393935	0.00043771	
TOTAL	11	0.00946302		

CV = 11.5%

* = significant at 5% level

ตารางที่ 14 Analysis of variance for uptake phosphorus (g/plant)

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT (T)	2	0.00028351	0.00014176	9.12**
ERROR	9	0.00013982	0.00001553	
TOTAL	11	0.00042333		

CV = 15.3%

** = significant at 1% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 Analysis of variance for average plant growth (mark)

SV	DF	SS	MS	F
TREATMENT (T)	2	5.52980000	2.76490000	6.32 *
ERROR	9	3.93920000	0.43768889	
TOTAL	11	9.46899990		

CV = 20.0%

* = significant at 5% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้