13292

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

T100117

เรื่อง

การศึกษาผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหาร สูตร Hoagland ดัดแปลง

THE STUDIES IMPACT OF HYDROPONIC FOR TOMATO GROWTH AND YIELDS

โดย

จิตศิพร ชาตะปัทมะ

อาจารย์ สุนทร พูนพิพัฒน์ ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สมภพ ฐิตะวสันต์ กรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

ปพ.
ฉ ห๘๔ ก
๒๕๒๖

(นางศรีประไพ ชื่นศรี)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ ๑๘ เดือน มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๔๖

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 100117
วัน.เดือน.ปี 17 JUN 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ สุนทร พูนพิพัฒน์ ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการศึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษเล่มนี้จนสำเร็จเรียบร้อยไปด้วยดี และขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ สมภพ – รัตะวสันต์ กรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำในการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบพระคุณท่าน คณาจารย์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ ๆ รับผิดชอบสถานที่ต่าง ๆ ที่ได้ให้คำแนะนำและยืมอุปกรณ์ในระหว่างการศึกษา

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ศึกษา ตลอดจนอนุมัติปัญหาพิเศษเล่มนี้ให้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณ คุณลิ้นจี่ บุญมาก ตลอดจนเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ในคณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่มีส่วนช่วยให้ปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าสำเร็จเรียบร้อยและสมบูรณ์.

จิตศิพร ชาตะปัทมะ

มีนาคม 2526

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง

The Studies Impact of Hydroponic for Tomato Growth and Yields

บทคัดย่อ

การศึกษาการปลูกมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J ในสารละลายธาตุอาหารครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลแบบเบื้องต้น โดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ที่นำมาดัดแปลง แก่ ต้นมะเขือเทศ จำนวน 18 ต้น ผลปรากฏว่าการเจริญเติบโตของมะเขือเทศเป็นไปตามปกติ ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยที่อายุ 105 วัน ประมาณ 99.21 เซนติเมตร จำนวนช่อดอกต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 27.07 จำนวนดอกต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 124.28 จำนวนผลต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 42.79 น้ำหนักผลต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1202.95 กรัม และเปอร์เซนต์การติดผลเท่ากับ 33.26 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญตารางผนวก	(3)
สารบาญภาพผนวก	(4)
คำนำและวัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	8
ผลการทดลองและวิจารณ์	14
สรุป	28
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสูงของต้นมะเขือพันธุ์ Cal - J อายุ 105 วัน ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง	15
2	จำนวนช่อดอกต่อต้น, จำนวนดอกต่อต้น, จำนวนผลต่อต้น และเปอร์เซนต์การติดผลของมะเขือเทศพันธุ์ Cal - J อายุ 105 วัน ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง	18
3	น้ำหนักสด (กรัม) ของผลมะเขือเทศพันธุ์ Cal - J อายุ 105 วัน ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง	20
4	น้ำหนักสด (กรัม) ของลำต้นใบ และรากของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J อายุ 105 วันที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง	22
5	น้ำหนักแห้ง (กรัม) ของลำต้น ใบ และราก ของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J อายุ 105 วัน ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง	24
6	อัตราส่วนระหว่างลำต้น ใบและราก ของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J อายุ 105 วัน ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	แสดงน้ำหนักผลแต่ละผลของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J เมื่ออายุ 105 วัน ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง	35
2	จำนวนผลและน้ำหนักของผลที่เป็นโรคของต้นมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J เมื่ออายุ 105 วัน ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1	ภาชนะสำหรับปลูกมะเขือเทศที่ใส่หินเกล็ดใหญ่เป็นชั้นแรก	43
2	ภาชนะสำหรับปลูกมะเขือเทศที่ใส่หินเกล็ดเล็กเป็นชั้นที่ 2	44
3	ภาชนะสำหรับปลูกมะเขือเทศที่ใส่ทรายเป็นชั้นบนสุด	45
4	การปลูกมะเขือเทศลงในภาชนะปลูกในระยะเริ่มต้น	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศที่ปลูกอยู่ในสารละลาย ธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง The Studies Impact of Hydroponic for Tomato Growth and Yields

คำนำและวัตถุประสงค์

คำนำ

มะเขือเทศ (Tomato) จัดเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ดังนั้นในการปลูกมะเขือเทศจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพของภูมิอากาศ ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปริมาณน้ำที่พืชต้องการ เป็นต้น เพราะปัจจัยทั้งหลายเหล่านี้จะเป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตของมะเขือเทศแทบทั้งสิ้น ปัจจัยที่นับว่ามีความสำคัญมากปัจจัยหนึ่งก็คือความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งก็หมายถึงปริมาณของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดิน ถ้าปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้มีอยู่อย่างพอเหมาะ การเจริญเติบโตของพืชก็จะเป็นไปตามปกติ แต่ถ้ามีไม่เพียงพอ พืชจะแสดงอาการขาดธาตุอาหาร และอาจตายในที่สุด หรือถ้ามีปริมาณธาตุอาหารบางตัวมากเกินไปก็เกิดอาการเป็นพิษแก่พืช ดังนั้นจึงได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับความต้องการธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิด และในสมัยต่อมาก็มีผู้คิดค้นปลูกพืชในสารละลายโดยไม่ปลูกในดิน ซึ่งผลที่ได้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ปกติในสารละลายที่มีความเข้มข้นพอเหมาะ ซึ่งมีผู้ทำการทดลองหลายคน และแต่ละคนก็เขียนเป็นสูตรต่าง ๆ กันออกมา สำหรับบุคคลที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันดี คือ Hoagland (1950) สูตรของเขามีผู้นำไปปรับปรุงมากมายเพื่อให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด

ในการศึกษาครั้งนี้ก็เช่นกัน ได้มุ่งศึกษาถึงผลของสารละลายธาตุอาหารที่ดัดแปลงจากสูตร Hoagland ว่ามีผลอย่างไรต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศพันธ์ Cal-J

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยศึกษาดูว่ามะเขือเทศพันธุ์นี้จะสามารถเจริญเติบโตได้ดีแค่ใด และผลผลิตเป็นอย่างไร การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้มุ่งเปรียบเทียบกับมะเขือเทศที่ปลูกในดิน เพียงแต่ต้องการรู้ว่ามะเขือเทศพันธุ์นี้สามารถเจริญเติบโตได้หรือไม่ กับสารละลายที่เปลี่ยนแปลงสูตรนี้เท่านั้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง

2. เพื่อศึกษาว่าการปลูกมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J ลงไปในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลงนี้จะมีปัญหาอะไรบ้างที่เกิดขึ้น และมีวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ได้อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

มะเขือเทศ จัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Solanaceae ซึ่งมีตระกูลย่อย Eriopersicon และ Eulycopersicon มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Lycopersicon esculentum Darby (1973) มะเขือเทศเป็นพืชที่ชอบแสงแดดจัด ช่วงแสงที่เหมาะสำหรับการสร้างดอกมะเขือเทศควรอยู่ระหว่าง 8 – 16 ชั่วโมง ถ้ากลางคืนสั้น และกลางวันยาว จะทำให้เกิดใบลาย โดยใบจะมีเส้นสีเหลืองสลับเขียว ซึ่งเกิดจากการแตกสลายของ chlorplast ในใบพืช อีกทั้งคุณภาพของแสงยังมีอิทธิพลต่อการเจริญของมะเขือเทศอีกด้วย โดยแสงสีน้ำเงินจะทำให้ข้อของมะเขือเทศสั้นกว่าแสงสีแดง นิพนธ์ (2523) นอกจากนี้อุณหภูมิก็นับว่ามีความสำคัญ มะเขือเทศชอบอุณหภูมิกลางวัน 80°F และกลางคืน 56°F แต่ช่วงอุณหภูมิที่ปานกลางควรจะเป็นกลางวัน 70°F และกลางคืน 60°F ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ Williams (1973) ปัจจัยที่มีความสำคัญอีกอย่างก็คือ สภาพความเป็นกรดเป็นด่าง มะเขือเทศจะเจริญเติบโตได้อย่างปกติถ้าสภาพ pH อยู่ในช่วง pH 5.5 – 6.8 ถ้าสภาพ pH สูงกว่านี้หรือต่ำกว่านี้ ผลผลิตของมะเขือเทศจะลดลง Deanon (1967) จากการศึกษาพบว่า มะเขือเทศจะมีช่วงระยะการเจริญเติบโตในระยะ Vegetative part ประมาณ 50 – 60 วัน หลังจากปลูก ส่วนระยะการสร้างผลผลิตดอกหรือผลนั้น จะเริ่มต้นแต่สิ้นสุดระยะ Vegetative part โดยจะปรากฏส่วนต่าง ๆ ของ Reproductive part ให้เห็นในระยะ 55 – 60 วัน สุเทวี (2523)

ต่อมาได้มีผู้ทดลองปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แต่ปลูกพืชในสารละลายแทน โดยได้ทดลองกับมันฝรั่งเป็นผลสำเร็จ คือมันฝรั่งสามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดีในสารละลายที่เตรียมจากธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เขาได้เรียกวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งหมายถึงการปลูกพืชในสารละลายว่า Hydroponic คำ ๆ นี้ได้ใช้เรียกวิธีการปลูกพืชในสารละลายต่อมาจนถึงปัจจุบัน Gericke (1920) หลังจากนั้นได้มีการทดลองปลูกข้าวโพดและข้าวลงไปในสารละลายธาตุอาหารฟอสฟอรัส และพบว่าสารละลายของฟอสฟอรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วภายในระยะ 2 – 3 วัน หลังจากย้ายกล้าลงปลูกในสารละลายที่เตรียมไว้ใหม่ ๆ France and Loomis(1947) ต่อมาได้มีทดลองปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารที่มีระดับ pH ต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ pH 1 – 12 ผลปรากฏว่า พืชที่ปลูกสามารถเจริญเติบโตได้ดีพอ ๆ กัน ตั้งแต่ pH 3 – 10 Arnon (1950) ในปีต่อมา Wallace (1951) กล่าวถึงความสำคัญในการดูดธาตุอาหารของพืชว่า

1. น้ำยาที่พืชจะดูดไปใช้ได้นั้น จะต้องเจือจาง มิฉะนั้นพืชจะเป็นอันตรายหรืออาจตายได้

2. มีบางธาตุที่เป็นตัวขัดขวางให้ธาตุอื่นถูกพืชดูดเข้าไปช้าลง เช่น แคลเซี่ยม (Ca) เป็นตัวทำให้พืชดูดโปแตสเซี่ยม (K) ได้ช้าลง หรือว่ากลับกัน ปรากฏการนี้เรียกว่า Antagonism

3. พืชจะเจริญเติบโตเป็นปกติถ้าดูดซับธาตุอาหารต่าง ๆ เข้าไปในสัดส่วนสัมพันธ์ เมื่อสัดส่วนเหมาะสมก็เรียกธาตุอาหารพวกนี้ว่า อยู่ในสภาพที่สมดุลย์ แต่ถ้าอัตราส่วนระหว่างธาตุอาหารต่างกันมาก สภาพการขาดธาตุอาหารของพืชจะปรากฏออกมา

4. แม้ว่าธาตุอาหารที่อยู่ใน nutrient solution มีปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสมก็ตามแต่พืชก็ไม่อาจจะดูดซับธาตุอาหารได้ ถ้าหากว่า pH ของดินไม่เหมาะสม

5. Nutrient medium จะต้องมีออกซิเจนที่จะ supply ให้อย่างเพียงพอ นั่นคือการระบายอากาศจะต้องเหมาะสม

จากการทดลองต่าง ๆ ที่ผ่านมา Hewitt (1966) ได้แบ่งประเภทการปลูกพืชไร้ดินออกเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. การปลูกพืชในน้ำยา (Water culture) วิธีที่ง่ายที่สุดในการปลูกพืชในน้ำยาได้แก่ การใช้ขวดแก้วปากกว้าง ปากขวดปิดด้วยจุกคอร์ค ซึ่งตรงกลางได้ทำรูไว้สำหรับใส่และยึดต้นพืช ใกล้ขอบจุกมีรูเพื่อใช้สำหรับสอดหลอดแก้วขนาดเล็กให้จุ่มลงไปในน้ำยาได้พอดี เพื่อใช้สำหรับเป็นที่ให้อากาศแก่น้ำยาในขวด ต้องมีการเปลี่ยนหรือเติมน้ำยาใหม่ตามความเหมาะสม และวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การปลูกพืชในวัสดุที่สามารถยึดรากได้ (Aggregate culture) วัสดุที่ใช้ เช่น ทราย กรวด เวอร์มิคิวไลท์ และเปอร์ไลท์ เพื่อใช้ในการยึดรากของพืช และรักษาความชุ่มชื้นให้แก่รากพืชด้วย หลังจากปลูกพืชไปแล้วก็รดน้ำยาที่มีธาตุอาหาร

3. การปลูกพืชในวัสดุพวก พีท (Peat culture) เป็นวัสดุอินทรีย์สาร อุ้มน้ำดี ใช้มากในตอนเหนือของอเมริกา คานาดา

Asher and Edwards(1976) ได้ให้ตัวอย่างสูตรสารละลายของ Hoaglandไว้ในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 การเตรียมสารละลาย Hoagland

ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	น้ำหนัก(กรัม/100ลิตร)
Monobasic ammonium phosphate	$NH_4H_2PO_4$	14
Potassium nitrate	KNO_3	70
Calcium nitrate	$Ca(NO_3)_2 4H_2O$	70
Magnesium sulfate	$MgSO_4 7H_2O$	42
Iron sequestrene 138*	Na Fe - EDDHA	4

* สูตรดั้งเดิมของ Hoagland ใช้ Iron tratrate

ตารางที่ 2 การเตรียมสารละลายจุลธาตุอาหารพืช (stock solution)

ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	น้ำหนัก(กรัม/100ลิตร)
Boric acid	H_3BO_3	2.86
Manganese chloride	$MnCl_2 . 4H_2O$	1.81
Zinc sulfate	$ZnSO_4 . 7H_2O$	0.22
Copper sulfate	$CuSO_4 . 5H_2O$	0.08
Molybdic acid	$H_2MoO_4 . H_2O$	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ได้มีผู้สรุปข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารไว้ดังนี้

ข้อดี

1. สามารถปลูกได้ตลอดปีไม่ว่าเป็นฤดูหนาว ฤดูร้อน หรือฤดูกาลใด ๆ ก็อาจปลูกพืชได้ผลสำเร็จ เช่นเดียวกัน

2. สามารถที่จะปลูกพืชได้ถึงแม้ว่าในสภาวะเช่นนั้น จะไม่มีดินอยู่เลย หรือในกรณีมีดินแต่อยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการลงทุนเพื่อแก้ไขดินเหล่านั้น

3. สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาวัชพืช โรคที่ติดมากับดินหลายชนิด นอกจากนั้นแล้วอุปกรณ์การเกษตรต่าง ๆ เช่น จอบ เสียม หรือแม้แต่เครื่องมือทุ่นแรงการเกษตรก็ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือเหล่านี้ ในการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร

4. ผู้ปลูกสามารถที่จะควบคุมปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างใกล้ชิด ซึ่งการปลูกพืชโดยวิธีธรรมดา ปัญหาของการให้ปุ๋ยแก่พืชให้มีประสิทธิภาพอย่างเต็มที่และประหยัดนั้น ทำได้ยากมากรวมทั้งวิชาการเช่นนี้ ยังสามารถควบคุมดูแลรักษาได้ง่ายในเรื่องของอุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรดด่างของดินตามที่พืชต้องการได้

5. ในแง่การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของพืชสามารถจะตรวจสอบความผิดปกติอันเนื่องมาจากธาตุอาหารพืชได้สดวกไม่ว่าส่วนของพืชนั้นจะเป็นใบ ลำต้น หรือแม้แต่ราก โดยไม่ทำให้พืชนั้นได้รับความกระทบกระเทือน

6. ในกรณีของผักที่รับประทานใบหรือหัว และผลไม้ที่เปราะบางจำพวก เช่น สตอร์เบอร์รี่ การปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชสามารถที่จะลดอัตราการเน่าเสียในระหว่างเก็บเกี่ยว และขนส่งสู่ตลาดได้ ทั้งนี้เนื่องจากผลิตผลเหล่านี้มีความสะอาดไม่จำเป็นจะต้องนำไปล้างน้ำเหมือนกับการปลูกในดินโดยทั่วไป

7. ลดค่าใช้จ่ายในการผลิตให้ต่ำลงในเรื่องของแรงงาน การเตรียมดิน การดูแลรักษาวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ถึงแม้ว่าในการลงทุนครั้งแรกจะเสียค่าใช้จ่ายสูงก็ตาม แต่ค่าใช้จ่ายในระยะเวลาต่อมาจะต่ำกว่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

1. ด้านทุนของการดำเนินการโดยทั่วไปแล้วมักจะสูงกว่าการปลูกในดิน ดังนั้นในแง่ของการค้าแล้ว จะใช้แต่เฉพาะพืชที่มีราคาแพงมากเท่านั้น

2. การใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชในสารละลายอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในอุปกรณ์เหล่านั้นอย่างดี มิฉะนั้นโอกาสผิดพลาดก็จะเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าการปลูกพืชโดยวิธีธรรมดาเป็นอย่างมาก

3. ความเสียหาย หรือความล้มเหลวในการปลูกพืชในสารละลายอาจเกิดขึ้นได้อย่างง่าย ถ้าหากไม่มีการเตรียมอุปกรณ์ไว้ใช้สำรองหรือติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ เช่น กรณีของไฟฟ้าดับ ปั๊มอากาศชำรุดเหล่านี้เป็นต้น

4. ทำให้ขาดสิ่งต่าง ๆ ตามธรรมชาติที่เป็นปัจจัยช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดี เช่น จุลินทรีย์ในดิน กระแสลม และแสงแดดตามธรรมชาติ เป็นต้น

5. ถ้าหากเกิดโรค และแมลงระบาดขึ้นแล้ว จะแผ่ขยายไปได้อย่างรวดเร็วมาก เพราะน้ำยาที่มีอยู่ทั่วไปในภาชนะ เป็นพาหะนำโรคและแมลงแพร่หลายได้อย่างทั่วถึงและรวดเร็วกว่าดินตามธรรมชาติ สุนทร (2525)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตรธรรมดา
2. ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร มีฝาปิดเปิดได้
3. ประตูน้ำขนาด 1 นิ้ว
4. ท่อประปาขนาด 1 นิ้ว
5. สายยางใสขนาด 1 นิ้ว
6. เข็มขัดรัดสายยางธรรมดาขนาด 1 นิ้ว
7. ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร
8. ตาข่ายพลาสติกขนาดรู 1 ตารางมิลลิเมตร
9. อิฐบล็อกธรรมดาขนาดกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร
10. ฟลิ้นโค๊ต และแปรงทา
11. ทราย
12. หินเกล็ดเล็ก
13. หินเกล็ดใหญ่
14. สารเคมี
15. น้ำกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. การเตรียมภาชนะปลูก

ใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ชนิดธรรมดา ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ความยาว 96 เซนติเมตร ผ่าครึ่งตามความยาว ด้านหัวท้ายด้านใดด้านหนึ่งเจาะรูเชื่อมต่อท่อแป๊บขนาด 1 นิ้ว ยาว 5 นิ้ว ให้สูงกว่าก้นด้านล่าง 1 นิ้ว ติดประตูน้ำระหว่างท่อแป๊บนี้ให้เรียบร้อย เพื่อใช้เป็นที่ระบายน้ำยา ธาตุอาหารออก เมื่อน้ำยาท่วมรากเป็นเวลานานพอสมควร ส่วนอีกด้านหนึ่งเจาะรูติดท่อแป๊บขนาดและลักษณะเดียวกัน แต่ให้สูงจากก้นด้านล่างขึ้นมา 5 นิ้ว เพื่อเป็นที่สำหรับปล่อยน้ำยาเข้าให้แก่รากพืช ทำความสะอาดภายในและภายนอกภาชนะ รวมทั้งท่อแป๊บด้วย จากนั้นทาด้วยฟลิ้นโค๊ตให้หนาพอสมควรเพื่อป้องกันสนิมและการทำปฏิกริยาระหว่าง สารละลายธาตุอาหารกับผิวภาชนะซึ่งเป็นโลหะ

ขั้นตอนการเตรียมวัสดุปลูก

1. ใช้ตาข่ายพลาสติกขนาดช่วง 1 ตารางมิลลิเมตร ปิดรูตรงที่ต่อท่อแป๊บภายในภาชนะ เพื่อป้องกันการไหลออกของทราย เวลาระบายน้ำออกแล้วใช้หินเกล็ดใหญ่ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ล้างให้สะอาดใส่ลงไปเป็นชั้นแรก ความสูงวัดจากส่วนที่ลึกที่สุดของด้านล่าง สูงขึ้นมาประมาณ 5 นิ้ว ชั้นนี้จะมีช่องว่างมาก สารละลายสามารถไหลออกได้สะดวกรวดเร็ว

2. ชั้นที่สอง ใช้หินเกล็ดเล็ก ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ล้างให้สะอาด ใส่ทับลงไปให้มีความหนาจากชั้นแรกขึ้นมา 3 นิ้ว ปาดผิวหน้าให้เรียบสม่ำเสมอ

3. ชั้นที่สาม ใช้ทรายก่อสร้าง ล้างให้สะอาดใส่ทับลงไปให้มีความหนาจากชั้นที่สองขึ้นมา 3 นิ้ว ปาดผิวหน้าให้เรียบสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเสร็จขั้นตอนการเตรียมวัสดุปลูกแล้วจะมี Inert media ทั้งหมด 3 ชนิด คือ หินเกล็ดใหญ่ หินเกล็ดเล็ก ทราย ซึ่งรวมความสูงของวัสดุปลูกทั้งหมดประมาณ 11 นิ้ว ส่วนภาชนะที่ใช้ปลูกสูง 12 นิ้ว เพราะฉะนั้นจะเหลือส่วนที่ว่างจากด้านบนไว้ 1 นิ้ว

2. การเตรียมถังใส่น้ำยา

ใช้ถังขนาด 200 ลิตร ซึ่งมีฝาปิดเปิดได้ เจาะรูด้านข้างสูงจากก้นถังประมาณ 1 นิ้ว ติดต่อแป๊บขนาด 1 นิ้ว มีประตูน้ำสำหรับปิดเปิดการปล่อยน้ำมาเข้าภาชนะปลูก และด้านข้างจากปากถังลงมา 5 นิ้ว ตำแหน่งตรงกับท่อแป๊บด้านล่าง เจาะรูติดแป๊บขนาด 1 นิ้ว ยาว 5 นิ้ว ไว้แต่ไม่ต้องใส่ประตูน้ำ เพื่อที่จะดูดน้ำยาที่ใช้แล้วกลับเข้าสู่ภายในถังน้ำยาตามเดิม ทำความสะอาดทั้งภายนอกและภายใน จากนั้นทาฟลิ้นโค๊ตเฉพาะภายในถังและท่อแป๊บให้หนาพอสมควร เพื่อป้องกันการทำปฏิกริยาระหว่างสารละลายธาตุอาหารกับถังน้ำยา

3. การวางถังน้ำยา และภาชนะปลูก

ก. ภาชนะปลูก ใช้อิฐบล็อกวางเป็นแนวยาวขนานกันไป โดยให้อิฐบล็อกวางในแนวตั้ง จากนั้นนำภาชนะวางบนสันของอิฐบล็อก โดยวางขวางกับแนวอิฐบล็อก จากนั้นใช้อิฐบล็อกขัดไม่ให้ภาชนะเอนไปข้างหนึ่งข้างใด

ข. ถังน้ำยา ให้วางตรงข้ามกับภาชนะปลูกด้านที่มีท่อให้น้ำยาเข้า โดยฐานของถังน้ำยา เราจะเอาอิฐบล็อกวางเรียงให้สูง ความสูงเท่ากับความหนาของอิฐบล็อก 7 ก้อน ความสูงขนาดนี้จะทำให้น้ำยาไหลสู่ภาชนะปลูกได้รวดเร็ว

4. วิธีการปลูก

ภาชนะปลูกกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร ใช้มะเขือเทศพันธุ์ Cal-J ที่มีต้นกล้าอายุ 35 วัน จากการเพาะเมล็ดในดินผสมภายในภาชนะหนึ่งภาชนะจะปลูกมะเขือเทศ 3 ต้น โดยต้นจะห่างจากหัวและท้ายภาชนะ 15 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้น 30 เซนติเมตร ปลูกเป็นแถวกลางภาชนะห่างจากด้านข้างประมาณ ด้านละ 30 เซนติเมตร ทั้ง 6 ภาชนะ จะมีจำนวนต้นทั้งหมด 18 ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13292

5. การเตรียมน้ำยา

การศึกษาครั้งนี้ใช้สูตรสารละลายธาตุอาหารของ Hoagland เป็นหลัก แต่มีการเปลี่ยนแปลงสารเคมีบางตัว ซึ่งจะได้สูตรใหม่ดังนี้

ชื่อสารเคมี		น้ำหนัก(กรัม/100ลิตร)
Monobasic ammonium phosphate	$NH_4H_2PO_4$	30
Potassium nitrate	KNO_3	70
Calcium nitrate	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	70
Magesium sulfate	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	42
Boric acid	H_3BO_3	3
Manganese sulfate	$MnSO_4 \cdot H_2O$	2
Zinc sulfate	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0.3
Copper sulfate	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.2
Ammoniummoly bdat	$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$	0.1

การเตรียม นำสารเคมีจากตารางข้างบน นำมาชั่งตามที่กำหนด แล้วนำไปผสมน้ำ 100 ลิตร คนให้ละลายเข้ากับน้ำ น้ำที่ใช้เราใช้น้ำกรอง ในการผสมเราจะเทน้ำ 80 ลิตร ลงในถังเก็บน้ำยาขนาด 200 ลิตรก่อน จากนั้นจึงค่อยผสมสารเคมีกับน้ำที่เหลือ 20 ลิตร แล้วจึงนำไปเทรวมกันในถังเก็บน้ำยา จากนั้นคนให้น้ำในถังเก็บน้ำยาเข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. วิธีการให้น้ำยาแก่พืช

การศึกษาครั้งนี้ให้น้ำยาพืชแบบวิธีซึมผ่านจากส่วนล่างของวัสดุปลูก (Sub - irrigation) กล่าวคือ จะปล่อยน้ำยาออกจากถังน้ำยาเข้าภายในภาชนะปลูก ให้น้ำยามีระดับค่อย ๆ สูงขึ้นมาจากด้านล่างจนท่วมวัสดุปลูกชิ้นสุดท้าย จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที จึงระบายน้ำยาออกจากภาชนะปลูก นำกลับขึ้นไปยังถังใส่น้ำยา เพื่อนำไปใช้ได้อีก การให้น้ำยาธาตุอาหารแก่มะเขือเทศ จะให้วันละ 1 ครั้ง โดยจะให้ตอนเช้าทุกวันตลอดระยะเวลาการศึกษา

7. การเปลี่ยนน้ำยา

หลังจากการเตรียมน้ำยา และเริ่มให้แก่พืชใช้แล้วประมาณ 10 – 14 วัน ก็จะถ่ายน้ำยาเก่าทิ้ง แล้วเตรียมน้ำยาใหม่ เพื่อให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารพอเพียงต่อความต้องการของมะเขือเทศ โดยให้ปริมาณธาตุอาหารคงเดิมตลอดระยะเวลาการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูลในการศึกษา

1. ความสูง (ซ.ม.) ทุกระยะ 7 วัน จนถึงวันเก็บเกี่ยว
2. จำนวนช่อดอกต่อต้น
3. จำนวนดอกต่อต้น
4. เปอร์เซนต์การติดผล
5. จำนวนและน้ำหนักผลต่อต้น
6. น้ำหนักสดของลำต้น ใบ และ ราก
7. น้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ และ ราก
8. อัตราส่วนระหว่างต้นและ ราก

สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

1. สถานที่ ณ แปลงทดลองของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง
   เริ่มทำการทดลองเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2525 สิ้นสุดการทดลองเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2526

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง และวิจารณ์ผล

1. ความสูงของต้นมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J ที่ระยะต่าง ๆ กัน

จากการย้ายกล้ามะเขือเทศอายุ 35 วัน และมีความสูงต่าง ๆ กันลงมาปลูกในภาชนะ เพื่อที่จะใช้สารละลายสูตร Hoagland ดัดแปลงเป็นแหล่งของธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโตนั้น ได้ทำการศึกษาวัดความสูงของต้นมะเขือเทศทุก ๆ สัปดาห์ ดังตารางที่ 1 และจากการวัดความสูงของต้นมะเขือเทศทุก ๆ 7 วัน หลังจากย้ายกล้ามาปลูก สังเกตุดูการเจริญเติบโตจะพบได้ว่าในระยะช่วงแรกของการเจริญเติบโตของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งแสดงว่าการปลูกมะเขือเทศลงไปในสารละลายธาตุอาหารนั้น ต้นมะเขือเทศไม่ชงักการเจริญเติบโตเลยกล่าวคือในช่วง 7 วันแรกหลังจากย้ายกล้าลงมาปลูก มะเขือเทศมีความสูงมากกว่าเดิมถึง 13.49 เซนติเมตร หลังจากนี้การเจริญเติบโตของมะเขือเทศจะเป็นไปด้วยอัตราอย่างรวดเร็วมาก พร้อมทั้งมะเขือเทศจะเริ่มเข้าสู่ระยะออกดอกในช่วงระยะการเจริญเติบโตนี้ด้วย การเจริญเติบโตของมะเขือเทศจะสูงที่สุด คือในช่วงวันที่ 56 หลังจากย้ายกล้ามาปลูก ซึ่งในระยะนี้มะเขือเทศมีความสูงเฉลี่ยทั้งหมด 99.59 เซนติเมตร หลังจากผ่านระยะช่วงนี้ไปแล้ว การเจริญเติบโตจะค่อย ๆ ลดลงทีละน้อยจนถึงจุดต่ำสุด คงที่ไม่มีการเพิ่ม ขนาดความสูงของต้นมะเขือเทศอีกต่อไป

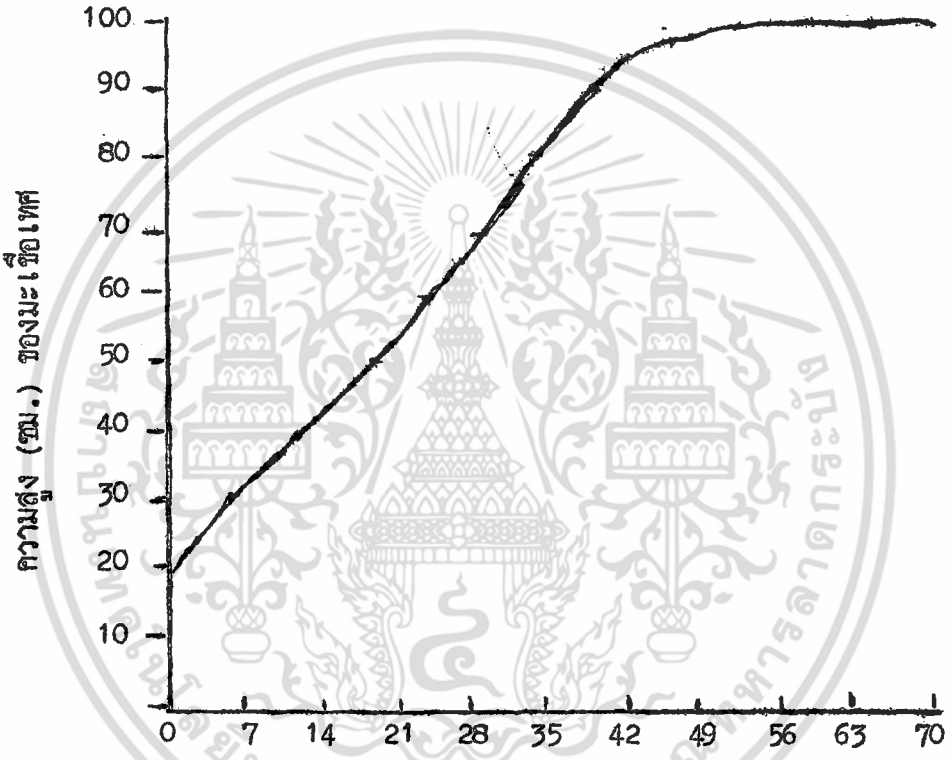
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ความสูงของมะเขือเทศ (ซ.ม.) หลังย้ายกล้าฆ่าปลูกในภาชนะสารละลายธาตุอาหาร

ลำดับต้นที่	ระยะการเจริญเติบโต (วัน)										
	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
1	16.5	28	43.3	44.5	60.2	72.4	77.5	77.5	78	75.8	75
2	18	26.3	33.4	39.7	50.2	53.1	54.6	54.7	53	52	52
3	18.5	31.4	40.0	48.7	61.0	78.1	88.1	90.2	90	88	87
4	20.5	33.2	41.1	50.4	52.7	65.7	73.2	73.5	69.3	68.2	68
5	17.7	30.2	35.5	43.1	49.5	68.2	75.3	80.2	89	85	85
6	18.3	35.2	50.2	66.3	112.6	137.6	154.7	168	169.3	171.5	171
7	17.7	37	51.3	65.4	80.8	93.8	100.5	104	105	103	103
8	20.7	32.9	37.5	42.5	56.3	67.8	7C	70.5	70.5	70	70
9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	20.6	33.1	40.4	43.2	56.4	76.1	83.3	77.2	76	75	75
11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	19.2	34.2	49.7	68.1	94.6	120.6	156.5	170.5	187.7	192.3	192
13	15.6	36.2	57.4	79.2	116.4	135.2	164.2	180	189.5	197	196
14	15.8	34.1	37.6	40.1	41.8	56.7	62.3	67	67.2	67	67
15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	18.2	26.3	34.7	42.0	50.1	63.2	65.5	65.2	64.3	64	65
17	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	19.0	27	41.1	55.1	61.4	82.6	92.4	85	85.5	83.7	83
เฉลี่ย	18.30	31.79	42.37	52.02	67.43	83.65	94.15	97.39	99.59	99.46	99.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและเวลาของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 1 และรูปที่ 1 จะเห็นว่าการเจริญเติบโตของมะเขือเทศเป็นไปตามปกติ ตามลักษณะการเจริญเติบโตของพืชทั่ว ๆ ไป และมีการเจริญเป็นแบบรูปตัวเอส (S-Shape) หรือ Sigmoid Curve ซึ่งเป็นจริงที่ว่า สารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ สามารถแสดงอิทธิพลทำให้ความสูงของมะเขือเทศสูงกว่าปกติกว่าการปลูกพืชในวัสดุอื่น ๆ สาเหตุที่ต้นมะเขือเทศมีความสูงมากคงเป็นเพราะสาเหตุหลายประการ แต่จากการสังเกตุส่วนใหญ่มาจากอิทธิพลของแสงเป็นสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาทดลองในครั้งนี้ เราทดลองปลูกมะเขือเทศในเรือนตาข่ายพลาสติก ซึ่งจะทำให้แสงที่ส่องเข้ามาในเรือนตาข่ายพลาสติกมีปริมาณที่น้อยลง ทำให้มะเขือเทศเจริญเติบโตในทางด้านความสูงเพื่อที่จะได้เข้าใกล้แสงมากที่สุด และเป็นเหตุทำให้การเจริญเติบโตในด้านความสูงของมะเขือเทศสูงกว่าปกติ นอกจากนี้แล้วยัง ขึ้นอยู่กับลักษณะทางพันธุกรรมและธาตุอาหารที่ศึกษา ซึ่งอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศไม่ค่อยไปกว่าปัจจัยแสงเหมือนกัน

2. จำนวนช่อดอกต่อต้น, จำนวนดอกต่อต้น, จำนวนผลต่อต้น และเปอร์เซนต์การติดผล

จำนวนช่อดอก, จำนวนดอก ที่เกิดขึ้นในแต่ละต้นเป็นสิ่งที่บอกหรือคาดคะเนถึงผลผลิตของมะเขือเทศที่ได้รับจากการปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ศึกษาในครั้งนี้ เมื่อจำนวนช่อดอกและดอกเกิดในอัตราที่มากโอกาสที่จะได้รับผลผลิตจะมีแนวโน้มที่สูงมากเพิ่มขึ้นด้วย โดยทั้งนี้จำเป็นต้องขึ้นอยู่กับเปอร์เซนต์การติดผลเป็นสำคัญ จากการศึกษาครั้งนี้ได้พยายามรวบรวมข้อมูลไว้ให้เห็นในตารางที่ 2

100117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนช่อดอกต่อต้น, จำนวนดอกต่อต้น, จำนวนผลต่อต้น และเปอร์เซนต์การติดผลของมะเขือเทศพันธ์ Cal-J เมื่ออายุ 105 วัน ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง

ลำดับต้นที่	จำนวนช่อดอก/ต้น	จำนวนดอก/ต้น	จำนวนผล/ต้น	การติดผล (%)
1	24	83	30	36.14
2	8	30	11	36.67
3	31	127	33	25.98
4	16	70	12	17.14
5	18	73	15	20.55
6	42	225	93	41.33
7	42	175	42	24
8	29	107	34	31.77
9	–	–	–	–
10	16	68	25	36.76
11	–	–	–	–
12	43	257	109	42.41
13	49	310	120	38.71
14	4	15	7	46.67
15	–	–	–	–
16	25	73	24	32.88
17	–	–	–	–
18	32	127	44	34.65
เฉลี่ย	27.07	124.28	42.79	33.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าจำนวนช่อดอกต่อต้น, จำนวนดอกต่อต้น และจำนวนผลต่อต้นนั้น มีความสัมพันธ์กันโดยตรง และสามารถจะบ่งบอกถึงผลผลิตที่จะได้รับเป็นอย่างดี กล่าวคือ ที่ระยะเก็บเกี่ยวนี้มะเขือเทศที่ศึกษาให้จำนวนช่อดอกต่อต้น, จำนวนดอกต่อต้น และจำนวนผลต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 27.07, 124.28, 42.79 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์ การติดผลที่ได้รับจากการศึกษาครั้งนี้ประมาณ 33.26 เปอร์เซนต์ นอกจากนี้จำนวนดอกต่อช่อดอกในการศึกษายังมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4 – 5 ดอก ซึ่งจะเห็นว่าต่ำกว่าปกติที่ปลูกในดินธรรมดา ซึ่งจะได้รับจำนวนดอกต่อช่อดอกประมาณ 5 – 7 ดอก (เบลเยี่ยม, 2522) แต่จากการสังเกตุระหว่างการศึกษาพบว่า จำนวนดอกต่อช่อดอกของมะเขือเทศที่สมบูรณ์จะมีดอกอยู่ในช่วง 5 – 7 ดอกต่อช่อดอก แต่การที่ค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกต่อช่อดอกต่ำกว่าปกติอาจเนื่องมาจากมะเขือเทศที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ บางต้นมีสภาพแคระแกร็นทำให้จำนวนดอกต่อช่อดอกน้อย และมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยลดต่ำลงไปด้วย ถ้าเราสามารถทำให้ต้นมะเขือเทศที่ศึกษามีความสมบูรณ์เท่าเทียมกันแล้ว ปริมาณดอกต่อช่อดอกก็จะเท่ากับจำนวนดอกต่อช่อดอกปกติที่ปลูกอยู่ในดินธรรมดา

3. น้ำหนักผลต่อต้น

น้ำหนักผลต่อต้นเป็นสิ่งหนึ่ง ที่สามารถบ่งบอกถึงผลผลิต ของมะเขือเทศที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลงได้ดีจากการทดลองเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตมะเขือเทศแล้ว จะได้น้ำหนักสดของผลต่อต้น ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักสด (กรัม) ของผลมะเขือเทศพันธ์ Cal-J เมื่ออายุ 105 วัน ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง

ลำดับต้นที่	น้ำหนักผล/ต้น
1	796.2
2	303.8
3	1008
4	356
5	471.4
6	2074.9
7	1276
8	1125.8
9	-
10	742
11	-
12	3118.4
13	3373.7
14	153.7
15	-
16	692.1
17	-
18	1349.3
เฉลี่ย	1202.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าน้ำหนักสดเฉลี่ยของผลมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J ที่อายุเก็บเกี่ยว (105 วัน) ต่อต้นนั้น จะได้รับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1202.95 กรัม ซึ่งน้ำหนักผลที่ได้รับครั้งนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนช่อดอกต่อต้น และจำนวนดอกต่อช่อดอกที่กล่าวถึงมาแล้วในตารางที่ 2 เป็นสำคัญ

ส่วนน้ำหนักผลต่อต้นในการศึกษาครั้งนี้จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่ยังไม่ดีมาก เนื่องจากในการศึกษาได้เกิดโรคก้นจุดขึ้นกับผลของมะเขือเทศที่คิดเป็นเปอร์เซนต์แล้วประมาณ 14.02 % จากจำนวนผลทั้งหมดที่ได้ ซึ่งถ้าในการศึกษาครั้งนี้ไม่เกิดโรคก้นจุดขึ้นแล้ว น้ำหนักผลต่อต้นคงจะสูงเพิ่มขึ้นกว่านี้อีกมาก

4. น้ำหนักสดของลำต้นใบ และราก

การเจริญเติบโตของพืช จะมีมากหรือน้อยเท่าใดนั้น น้ำหนักของต้นพืชสามารถใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงความเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ พืชที่มีการสร้างน้ำหนักในส่วนต่าง ๆ ของพืชมากย่อมแสดงว่าพืชนั้นมีแนวโน้มในการสร้างความเจริญเติบโตที่มากกว่าพืชที่มีน้ำหนักน้อย และผลที่ตามมาก็คือผลผลิตของพืชที่มีความเจริญเติบโตมากก็ย่อมจะให้ผลผลิตที่สูงตามไปด้วย จากการศึกษาครั้งนี้ ทำการวัดน้ำหนักของลำต้นใบและราก ของมะเขือเทศที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารเมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จเรียบร้อยลงแล้ว และแสดงไว้ให้เห็นในตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักสด (กรัม) ของลำต้น ใบ และรากของมะเขือเทศพันธ์ Cal-J อายุ 105 วัน ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง

ลำต้นที่	น้ำหนักสด (กรัม)		
	ลำต้น ใบ	ราก	ลำต้น ใบ ราก
1	295.5	65.3	360.8
2	400.9	61.6	462.5
3	436	82.7	518.7
4	306.5	62.5	369
5	281.8	48	329.8
6	1026.5	82	1108.5
7	743.3	83.8	827.1
8	477.1	57	534.1
9	-	-	-
10	329.7	34.2	363.9
11	-	-	-
12	2051.8	181.7	2233.5
13	2224.1	183.8	2407.9
14	304.9	30.7	335.6
15	-	-	-
16	438.2	107	545.2
17	-	-	-
18	578	102.3	680.3
เฉลี่ย	706.74	84.47	791.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของน้ำหนักสดของลำต้นใบ และรากของมะเขือเทศ ที่ได้รับธาตุอาหารจากสารละลายสูตร Hoagland ดัดแปลงที่ศึกษาครั้งนี้ กล่าวคือ อิทธิพลของสารละลายธาตุอาหารนั้นมีผลอย่างยิ่งต่อการให้น้ำหนักสดของลำต้นใบ และรากมะเขือเทศแตกต่างกันเป็นอย่างมาก โดยสังเกตุได้ว่าน้ำหนักสดเฉลี่ยของลำต้น ใบ กับน้ำหนักสดเฉลี่ยของรากที่ได้รับจะเท่ากับ 706.74 กรัม และ 84.47 กรัมตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตุได้อีกอย่างหนึ่ง คือ ต้นมะเขือเทศ ที่มีน้ำหนักมากย่อมมีแนวโน้มที่จะให้ปริมาณช่อดอกต่อต้นมาก และน้ำหนักผลก็มีมากเพิ่มขึ้นตามไปอย่างมีความสัมพันธ์กัน ดังเช่น ต้นที่ 13 ให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดของลำต้นใบเท่ากับ 2224.1 กรัม น้ำหนักสดของรากเท่ากับ 183.8 กรัม จะมีจำนวนช่อดอก จำนวนดอก จำนวนผล และน้ำหนักผลเท่ากับ 49, 310, 120 และ 3373.7 กรัม ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ 14 จะให้ผลผลิตที่ต่ำกว่ากันมาก เพราะมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดของลำต้น ใบ เท่ากับ 304.9 กรัม และน้ำหนักสดของรากเท่ากับ 30.7 กรัม จะมีจำนวนช่อดอก จำนวนดอก จำนวนผล และน้ำหนักผลเท่ากับ 4, 15, 7 และ 153.7 กรัม ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าต้นที่มีน้ำหนักสดของลำต้นใบ และรากมาก จะส่งผลทำให้ผลผลิตเพิ่มมากตามไปด้วย

5. น้ำหนักแห้งของลำต้นใบ และราก

การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืช โดยใช้น้ำหนักสดนั้นอาจจะมีข้อผิดพลาดได้ เนื่องจากปริมาณน้ำที่อยู่ภายในต้นพืช อาจมีความแตกต่างกันทำให้มีผลต่อน้ำหนักที่ได้โดยตรง เพราะฉะนั้นการใช้น้ำหนักแห้งเป็นตัวตรวจวิเคราะห์ การเจริญเติบโตของพืช จะให้ผลแน่นอนกว่าน้ำหนักสดเพราะจะมองถึงสาร (Matter) ที่พืชสร้างขึ้นโดยตรง จากการสังเคราะห์แสง ซึ่งไม่รวมทั้งน้ำที่มีอยู่ในสารนั้นด้วย ความแตกต่างของน้ำหนักแห้งของมะเขือเทศที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลงนั้นแสดงไว้ในตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงน้ำหนักแห้ง (กรัม) ของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J อายุ 105 วัน ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง

ลำดับต้นที่	น้ำหนักแห้ง (กรัม)		
	ลำต้น ใบ	ราก	ลำต้นใบ และราก
1	66	12.6	78.6
2	92.4	10	102.4
3	79	10.3	89.3
4	63.8	11.9	75.7
5	51.2	6.2	57.4
6	281.5	13.8	295.3
7	136.9	12.1	149
8	124.3	7.4	131.7
9	-	-	-
10	60.5	6	66.5
11	-	-	-
12	630.5	31.9	662.4
13	707.3	34.7	742
14	55.9	5.3	61.2
15	-	-	-
16	63.2	21.1	84.3
17	-	-	-
18	85	18.2	103.2
เฉลี่ย	178.39	14.39	192.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5 น้ำหนักแห้งของลำต้นใบและรากของมะเขือเทศ เฉลี่ยประมาณ 178.39 กรัม และ 14.39 กรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่ได้รับนั้นจะมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง กล่าวคือ เมื่อมะเขือเทศมีน้ำหนักสดที่มากก็จะมีน้ำหนักแห้งที่มาด้วย ดังเช่นต้นที่ 13 น้ำหนักสดของลำต้นใบและรากจะเท่ากับ 2224.1 กรัม และ 183.8 กรัมตามลำดับนั้น จะมีน้ำหนักแห้งของลำต้นใบเท่ากับ 707.3 กรัม และน้ำหนักแห้งของรากเท่ากับ 34.7 กรัม ส่วนในต้นที่ 14 น้ำหนักสดและลำต้นใบ และรากเท่ากับ 304.9 กรัม และ 30.7 กรัม และเมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งแล้ว จะเท่ากับ 55.9 กรัม และ 5.3 กรัม ตามลำดับ

จากข้อสังเกตุ การลดลงของน้ำหนักนั้น แสดงให้เห็นว่า น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมีความสัมพันธ์กัน แต่อัตราการลดลงของน้ำหนักนั้นไม่เป็นอัตราที่แน่นอนในทุก ๆ ต้น แม้ว่าในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการอบให้แห้งในตู้อบ ซึ่งใช้ความร้อน 110 C̊ เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมงเท่ากันทุกต้นก็ตาม แต่อัตราการลดลงของน้ำหนักบางต้นจะไม่เท่ากัน ซึ่งเป็นเพราะการสะสมน้ำของพืชแต่ละต้นไม่เท่ากันก็เป็นได้ จึงมีผลให้การลดลงของน้ำหนักไม่เท่ากัน

6. อัตราส่วนระหว่างลำต้น และราก

อวัยวะที่มีส่วนในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างสารอาหาร เพื่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงนั้น จะอยู่เหนือส่วนของพื้นดินขึ้นมา ซึ่งหมายถึงลำต้น และใบ แต่ไม่รวมถึงระบบรากที่มีส่วนร่วมในการสร้างความเจริญเติบโตในทางอ้อม แต่ถ้าพืชมีระบบรากที่มากขึ้น ก็ย่อมมีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตของต้นมีมากขึ้นด้วย และเพิ่มความแข็งแรง ค้ำจุนลำต้นให้อีกทางหนึ่ง โดยเฉพาะการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารครบถ้วน และพอเพียงต่อความต้องการของพืช จะเป็นตัวจำกัดการสร้าง ระบบรากโดยทำให้มีการแผ่ขยายของรากเป็นไปได้น้อยกว่า การปลูกในสภาพปกติธรรมดา ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างลำต้นใบ และรากของพืช ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร จะต้องมีอัตราส่วนของรากน้อยกว่าในการปลูกในดินปกติ ในการศึกษาครั้งนี้อัตราส่วนระหว่างลำต้น และรากของมะเขือเทศที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ได้แสดงไว้ให้เห็นในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงอัตราส่วนระหว่างลำต้นใบ และรากของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J อายุ 105 วัน ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง

ลำดับต้นที่	อัตราส่วนระหว่างลำต้นและราก
1	5.2 : 1
2	9.2 : 1
3	7.6 : 1
4	5.3 : 1
5	8.2 : 1
6	20.3 : 1
7	11.3 : 1
8	16.7 : 1
9	-
10	10.0 : 1
11	-
12	19.7 : 1
13	20.3 : 1
14	10.5 : 1
15	-
16	2.9 : 1
17	-
18	4.6 : 1
เฉลี่ย	10.8 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วนระหว่างลำต้นใบและรากของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารแล้ว จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนของลำต้นใบ และรากที่ได้รับนั้นจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 10.8 : 1 ตามลำดับ ซึ่งอัตราส่วนของลำต้น ใบและราก คิดคำนวณมาจากน้ำหนักแห้งของลำต้นใบ และรากจากตารางนี้ จะเห็นได้อย่างหนึ่งว่า การเจริญเติบโตทางส่วนรากของมะเขือเทศ จะลดน้อยลงกว่าการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบมาก สาเหตุเป็นเพราะว่า การแผ่ขยายของรากมีจำนวนจำกัด เนื่องจากเราปลูกมะเขือเทศในภาชนะ ทำให้ระบบรากไม่สามารถแผ่ไปได้ไกล อีกอย่างคือรากไม่จำเป็นต้องแผ่ออกไปหาอาหารไกล เพราะมีการให้ธาตุอาหารที่พอเพียง ดังนั้นการเจริญเติบโตของราก จึงไม่จำเป็นต้องเจริญเติบโตมาก ดังตารางที่ 13 จะเห็นได้ชัดเจนว่า การเจริญเติบโตของลำต้นและใบ มีอัตรามากกว่าการเจริญเติบโตของรากถึง 20.3 : 1 ถึงแม้ว่าการเจริญเติบโตของรากจะมีน้อย แต่ก็ไม่มีผลต่อการเจริญในด้านอื่น นอกจากในด้านความแข็งแรง ซึ่งจะเกิดการล้มได้ง่ายเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ในการปลูกมะเขือเทศพันธุ์นี้ จึงจักต้องมีการค้ำจุนลำต้นไว้เพื่อไม่ให้เกิดการหักล้มลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการศึกษา การปลูกมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J จำนวน 18 ต้น ในสารละลายธาตุอาหาร สูตร Hoagland ดัดแปลง ผลปรากฏว่า

1. ความสูงของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J นี้ เป็นไปตามลักษณะการเจริญเติบโตทั่ว ๆ ไป กล่าวคือ ให้ความสูงเฉลี่ยในระยะเวลา 7, 14, 21, 28, 35, 42, 56, 63 และ 70 วัน หลังจากย้ายกล้าลงมาปลูกเท่ากับ 31.79, 42.37, 52.02, 67.43 83.65, 94.15, 97.39, 99.59, 99.46 และ 99.21 ตามลำดับ

2. อายุการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศที่มีอายุ 105 วันนั้น จะได้รับจำนวนช่อดอกต่อต้น จำนวนดอกต่อต้น จำนวนผลต่อต้นและเปอร์เซนต์การติดผลเฉลี่ยเท่ากับ 27.07, 124.28, 42.79 และ 33.26 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

3. น้ำหนักสดของผลมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J อายุ 105 วัน ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1202.95 กรัมต่อต้น

4. น้ำหนักสดของลำต้น ใบ และราก โดยเฉลี่ยเท่ากับ 706.74 กรัมต่อต้น และ 84.47 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เมื่ออายุได้ 105 วัน

5. น้ำหนักแห้งของลำต้นใบ และรากโดยเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 178.39 กรัม และ 14.39 กรัม ตามลำดับ

6. อัตราส่วนระหว่างลำต้นใบและรากโดยคิดจากน้ำหนักแห้งของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J ที่อายุ 105 วัน ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารมีอัตราส่วนเฉลี่ยประมาณ 10.8:1

7. จากการศึกษาครั้งนี้ผลปรากฏว่า ต้นมะเขือเทศเป็นโรคใบไหม้ตายไปทั้งหมด 4 ต้น จึงเหลือต้นที่ใช้ศึกษาทั้งหมด 14 ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปสรรค ปัญหา และการแก้ไข

การศึกษาทดลองการปลูกมะเขือเทศลงไปในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลงครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพียงหาข้อมูลเบื้องต้นเท่านั้น และจากการศึกษาดังกล่าว ได้พบอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง พร้อมทั้งได้เสนอแนะทางแก้ไขอุปสรรคปัญหาต่าง ๆ ไว้ดังนี้เพิ่มเติมด้วย เช่น

1. การหักล้มหรือโยกโอนของต้นมะเขือเทศ

1.1 ในระยะแรกหลังจากย้ายกล้ามาปลูกนั้น พบว่ารากมะเขือเทศยังไม่มีการเจริญเติบโตจนสามารถยึดเกาะกับหินหรือวัสดุปลูกภายในภาชนะปลูกได้เพียงพอ และเมื่อปล่อยสารละลายธาตุอาหารให้แก่ต้นมะเขือเทศ โดยให้สารละลายธาตุอาหารท่วมวัสดุปลูกจะทำให้ทราบ ซึ่งอยู่บนสุดของภาชนะหลวมตัว ซึ่งจะทำให้ต้นมะเขือเทศที่รากยังไม่สามารถยึดเกาะวัสดุปลูกได้ เกิดการล้มเพราะฉะนั้นจะต้องระวังในการให้สารละลายธาตุอาหารในระยะแรก ซึ่งมีวิธีการแก้ไขดังนี้

ก. ใช้ไม้ที่มีขนาดพอสมควรปักลงไปในภาชนะปลูกเพื่อช่วยค้ำจุนการล้มของต้นมะเขือเทศที่ยังเล็กอยู่ โดยการปักไม้นี้จะต้องปักลงให้ถึงก้นภาชนะปลูก และต้องระวังการกระทบกระเทือนต่อระบบรากของมะเขือเทศด้วย

ข. ในระยะแรกนี้อาจจะใช้วิธีการให้สารละลายธาตุอาหารแก่มะเขือเทศแบบรดโดยตรงโดยบัวรดน้ำแทนการให้สารละลายธาตุอาหารแบบซึมจากด้านล่างจนท่วมวัสดุปลูก เพื่อขจัดปัญหาการล้มของต้นมะเขือเทศที่ยังมีระบบรากไม่แข็งแรง

1.2 ในระยะที่ต้นมะเขือเทศมีอายุมากขึ้น หรือมีขนาดลำต้นและทรงพุ่มขยายขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อมะเขือเทศมีอายุมากขึ้น ลำต้นและทรงพุ่มจะเจริญเติบโตขยายใหญ่เป็นอย่างมาก ซึ่งจะมีผลทำให้น้ำหนักของลำต้น และทรงพุ่มเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย และถ้ามีลมพัดแรง หรือระยะเวลาที่ปล่อยน้ำยาธาตุอาหารให้แก่ต้นมะเขือเทศภายในภาชนะปลูกเป็นไปอย่างรุนแรงนั้นจะทำให้เกิดการล้มของต้นมะเขือเทศอันเนื่องมาจากน้ำหนักของลำต้นมะเขือเทศและการหลวมตัวของวัสดุปลูกในชั้นบนสุด ซึ่งเป็นทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ไข

ก. ใช้เชือกขึงยึดต้นมะเขือเทศไว้ไม่ให้เกิดการหักล้มเนื่องจากลม หรือเวลาการให้สารละลายธาตุอาหาร เชือกที่ใช้ควรเป็นเชือกที่ไม่เป็นอันตรายต่อต้นมะเขือเทศ ที่จะได้รับเนื่องจากการเสียดสีของต้นมะเขือเทศกับเชือกที่ใช้มัดต้น

ข. ใช้ไม้ทำหลักเพื่อใช้ผูกต้นมะเขือเทศ (Stacking) ในการทำไม้หลักนี้ ถ้าทำในระยะมะเขือเทศโตควรปักไม้หลักไว้ด้านนอกภาชนะ เพราะถ้าปักไม้ลงไปในวัสดุปลูก จะทำให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อระบบรากของมะเขือเทศ ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศโดยตรง

2. การเกิดตะไคร่น้ำบนวัสดุที่เป็นทรายในภาชนะปลูก

การศึกษาครั้งนี้ปรากฏว่า เมื่อให้สารละลายธาตุอาหารแก่มะเขือเทศโดยวิธีซึมจากด้านล่างจนท่วมวัสดุปลูกติดต่อกันทุกวันเป็นเวลาเพียง 1 สัปดาห์ จะเห็นว่าที่ผิวหน้าวัสดุปลูกซึ่งเป็นราย จะเกิดตะไคร่น้ำสีเขียวขึ้นเต็มผิวหน้าวัสดุปลูก ซึ่งในที่สุดเกิดสะสมมากขึ้นทุกวัน และอาจเป็นสาเหตุของการเกิดโรคแก่ต้นมะเขือเทศได้

การแก้ไข

ควรพยายามปล่อยให้ผิวหน้าของวัสดุปลูกแห้งปราศจากความชื้น ซึ่งจะทำได้โดยการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืช โดยไม่ต้องให้ท่วมผิวหน้าวัสดุปลูก ซึ่งต้องทำประมาณ 3 – 4 วัน ตะไคร่น้ำที่เกิดขึ้นก็จะแห้งหมดไป

3. สภาพการเกิดโรค

ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบโรคที่เกิดจากการขาดธาตุอาหาร แต่พบโรคที่สำคัญ 2 โรค คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 โรคใบไหม้ของมะเขือเทศ (Early Blight of Tomato)

ลักษณะอาการ ที่ใบเริ่มแรกเป็นจุดสีเข้มอาจเป็นจุดสีน้ำตาล หรือสีดำ มีรอยไหม้เป็นสีน้ำตาล หรือสีเหลืองรอบ ๆ ต่อมาแผลเหล่านี้จะค่อย ๆ ขยายขึ้นอย่างช้า ๆ ส่วนเชื้อสาเหตุของโรคอาจเกิดจากเชื้อราก พวก Alternaria solani

การป้องกันกำจัด

ก. ระมัดระวังในการให้ธาตุอาหาร โดยพยายามให้มีแร่ธาตุอาหารสมดุลย์ ทั้งนี้เพราะพืชจะอ่อนแอและเกิดโรคได้ง่ายมากเมื่อมี N, K สูง และ P ต่ำ หรือขาดธาตุอาหารบางชนิด เป็นต้น

ข. ถอนต้นที่เป็นโรคออกทิ้งไปให้หมด

ค. หลีกเลี่ยงการปฏิบัติงานที่ทำให้เกิดแผลแก่ลำต้นในขณะย้ายกล้าให้ให้มากที่สุด

ง. ฉีดพ่นต้นมะเขือเทศด้วยยาฆ่าเชื้อรา

3.2 โรคก้นจุด (Brossom End Rot)

โรคนี้เกิดจากความเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติทางความเจริญของผล เกิดขึ้นเพราะที่ผลเท่านั้น คือจะเริ่มเป็นจุดสีน้ำตาลแห้ง ๆ แล้วแผ่ขยายวงกว้างออกเป็นสีดำ ทำให้ผลมะเขือเทศร่วงในที่สุด เกิดจากการรดน้ำไม่สม่ำเสมอ ความชุ่มชื้นในวัสดุปลูกมีไม่เพียงพอ

วิธีการแก้ไข คือ ต้องรดน้ำให้สม่ำเสมอและเพียงพอกับความต้องการของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. นิพนธ์ ไชยมงคล. 2523. มะเขือเทศ. คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่. 70 หน้า

2. สุนทร พูนพิพัฒน์ .2525. บทปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิต และการใช้ ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ . ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี-การเกษตร สถานบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า. (โรเนียว)

3. สุเทวี ศุขปราการ. 2523 . ผักฤดูร้อน . ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. Asher, C.J., and D.G., Edwards . 1976 . Hydroponics for beginners . Dept. of Agric ., Univ of Qd. 17p

5. Darby, L.A.1973 . Genetics and Plant Breeding . In H.G. Kingham (ed.) The U.K. Tomato manual. Richard Clay (The Chaucer Press) Ltd Bungay, Suffolk . p 13 - 18

6. Deanon, J.R.1967. Vegetable production in southeast asia. University of the Philippines College of Agriculture College, Los Banos, Laguna Philippines

7. Franch, C.M., and W.E. Loomis. 1947. The absorption of phosphorus and iron from nutrients solution. Plant physiol. 22:627-634

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Hewitt, E.J.1966. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. 2ndcd. Common wealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops. East Malling, Maidstone, Kent, England

9. Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1950. The water culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment. Station Circular 347. Berkeley

10. Wallace, T.C.B.E. 1951. The diagnosis of mineral deficiency in plant by visual symptoms. London: H.M. stationary office. 256 p

11. Williams, G.C. 1973. Glasshouse Tomato Production in the United Kingdom. In H.G. Kingham (ed.) The U.K. Tomato manual. Richard Clay (The Chaucer Press) Ltd Bungay, Suffolk. p 43 - 45.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงน้ำหนักผลแต่ละผลของมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J เมื่ออายุ 105 วัน ที่ปลูกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง

ลำดับที่	น้ำหนักผล (กรัม)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	24.7	19.7	26.4	34.5	22.4	25.6	28.5	31.4	35.7	33.4	29.2	27.4
2	35.2	27.4	32.3	33.4	29.7	30	33.7	29.7	—	—	—	—
3	41.6	32.6	33.9	44.3	45.7	48.7	39.7	34.2	35.1	32.7	31.4	30
4	32.4	30.2	32.5	40.6	29.4	33.5	39.4	35.4	37.2	—	—	—
5	44.5	37.9	43.5	29.6	28.4	36.5	37.7	42.7	40	41.9	31.9	—
6	24.5	25.8	28.7	18.9	24.6	24.7	19.2	27.6	19.2	20.5	25.4	24.9
7	22.7	20.6	29.7	33.5	25.4	31.4	35.7	28.4	29.7	33.4	37.5	35.4
8	39.6	34.5	30.2	37.5	45.4	44.3	39.7	33.7	45.3	45.7	37.3	27.5
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	21.2	34.7	29.4	42.4	33.5	37.9	29.7	31.2	22.4	28.7	35.4	41.3
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	25.9	23.9	27	27.3	24.6	20.7	23.6	23.9	25.6	20.3	26.6	23.3
13	21.1	27.8	25.6	27.1	24.2	28.1	32.4	27.9	23.4	31	35.3	23.7
14	21.2	25.4	29.4	25.3	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	29.6	35.2	29.4	30	29.8	33.5	32.7	35.4	36.7	38.1	30	29.7
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	31.4	28.7	36.5	37.8	29.6	29.9	32.4	32.1	30	31.7	31.5	32.4

ลำต้นที่	น้ำหนักผล (กรัม)															
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	29.7	27.3	31.4	28.4	22.7	29.4	35.7	33.4	28.7	32.5	22.4	29.3	31.4	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	39.7	31.5	37.9	29.7	31	35.4	31.3	29.9	29	32	37.4	32.4	30	31.7	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	37.4	36.3	33.5	39.7	29.4	31.3	28.2	27.1	26.7	29.1	31.1	29.7	32.7	36.7	24.7	23.4
7	28.9	24.5	38.4	35.4	37.9	32.4	23.4	37.5	38.7	40.1	37.4	31.3	42.4	35.4	29.4	27.1
8	32.4	28.7	29.8	39.4	35.7	33.4	37.6	32.4	34.3	41.1	43.4	35.1	37.2	33.5	37.4	29.7
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	38.4	31.9	28.2	35.9	30.9	32.7	34.7	35.1	30.2	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	29.7	29.6	28.7	31.5	33.4	27.6	30.3	31	28.7	28.6	29.2	30.1	30	31	31.7	35.4
13	27.4	28.5	26.2	31	34.1	27.4	23.9	24	32	27.1	32.1	27.4	28.5	30.1	39.4	29.2
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	30	30.2	23.7	28.9	35.4	31	30.3	32.6	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	30.2	31.1	31	29.7	30	30.2	29.9	29.7	30.4	31.7	30.4	32.8	29.5	33.5	35.4	40.1

ลำดับที่	น้ำหนักผล (กรัม)															
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	29.4	37.4	33.7	34.3	29.4	28.7	32.5	29.7	28.4	35.4	34.7	35.3	32.2	33.1	37.4	31.7
7	43.7	31.2	35	40	37.9	29.7	32	33.3	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	28.9	29.7	30	30.2	32.1	30.7	28	29	30	32.7	29.8	28.7	27.4	30	30.9	33.5
13	30.7	38.2	36.7	27.4	31	27.5	28.3	28.3	32.2	32	29.4	31	29.4	27.2	27.2	23.4
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	38.7	38.6	32.1	33.7	30.4	37.6	38.7	34.5	30.4	30	31.3	—	—	—	—	—

ลำดับที่	น้ำหนักผล (กรัม)															
	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	31.5	29.4	22.4	27.4	31.4	32.5	27.3	25.9	33.4	39.7	31.4	28.7	35.4	36.7	29.7	28.4
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	30.6	32.7	33.3	29.4	29.5	28.6	29.7	28.9	30.3	27.8	28.9	29.1	30	31.1	31.5	29.4
13	24.3	29.8	27.1	33.2	35.4	31.9	28.3	29.1	27	27.2	30.4	29.7	30.2	32.4	25.7	22.4
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ลำดับที่	น้ำหนักผล (กรัม)															
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	25.7	26.2	27.4	32.7	21.2	29.7	28.7	22.4	29.7	21.4	23.7	22.4	33.4	31.4	29.3	23
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	33.7	30	34.1	33.5	31.5	29.1	31.1	30	29.7	31.2	33.9	32.7	26.5	28.7	33.5	32.9
13	33.3	32.4	41.5	25.6	27.3	32.4	30.1	30.9	31.2	29.9	31.4	31	33.4	32.7	26.4	27.1
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

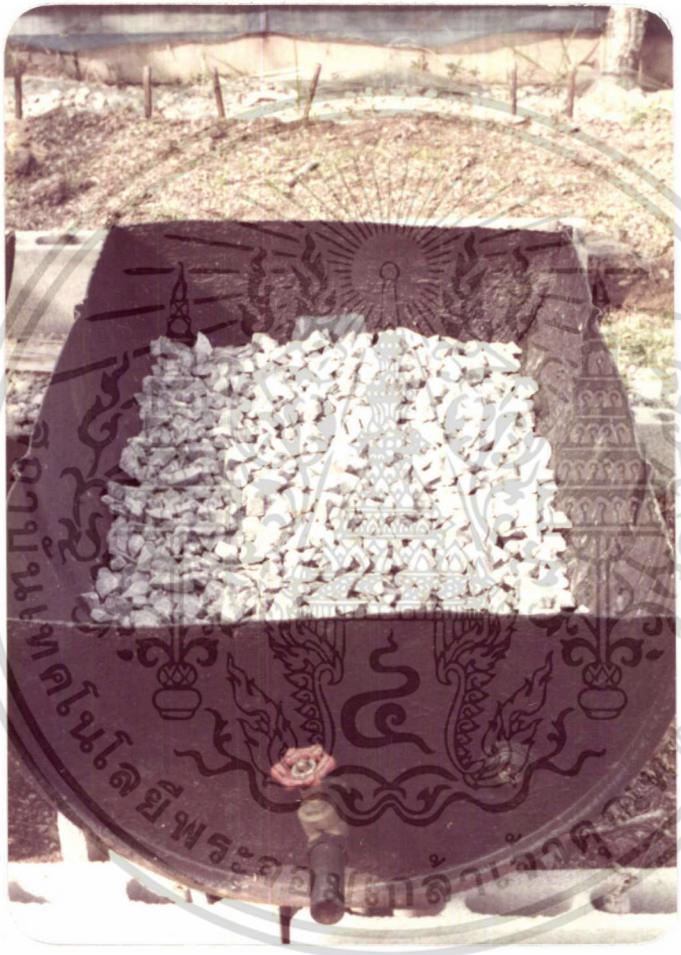
ลำดับที่	น้ำหนักผล (กรัม)															
	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	29.5	31.4	30	33.4	35.2	30.5	31.1	33.7	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	38.7	37.4	35.2	37.5	36.7	36.8	29.2	30.9	31.3	29.4	30.2	30	28.7	32.7	33.5	34
13	30.7	31	29.9	28	28.9	23.7	29.4	32.4	32.4	27.9	29.4	29.2	35.4	32.7	31.4	32.7
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ลำดับที่	น้ำหนักผล (กรัม)															
	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	31.7	28.2	27.5	32.4	23.4	29.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	27.2	27.9	31.4	30.9	31	31.9	32	32.2	31.4	30.2	34.5	32.4	33.7	34.5	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ตารางที่ 2 จำนวนผลและน้ำหนัก (กรัม) ของผลที่เป็นโรคของต้นมะเขือเทศพันธุ์ Cal-J เมื่อครบ 105 วัน

ลำต้นที่	น้ำหนักผล (กรัม)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	10.7	13.4	16.9	14.3	19.7											
2	16.7	18.4	17.3													
3	10.4	19.8	10.2	13.7	15.3	18.3	11.5									
4	17.3	12.4	16.7													
5	15.4	14.8	11.4	15.2												
6	11.7	19.3	15.2	16.4	11.3	21.4	19.7	13.5	14.7							
7	15.4	17.3	18.2	10.5	13.5	19.4										
8	17.9	12.3	14.4	19.2	21.2	18.9										
9																
10	13.9	10.4	17.6	14.3												
11																
12	19.4	13.4	11.1	17.3	15.2	10.5	19.7	16.7	15.1	17.9	13.3					
13	14.3	17.6	10.4	15.3	17.9	20.1	21.7	11.9	17.3	13.6	14.2	12.3	15.2	9.1		
14	15.4	17.3	19.7													
15																
16	19.7	19.8	13.1	7.3												
17																
18	19.5	18.7	19.4	15.4	10.7											

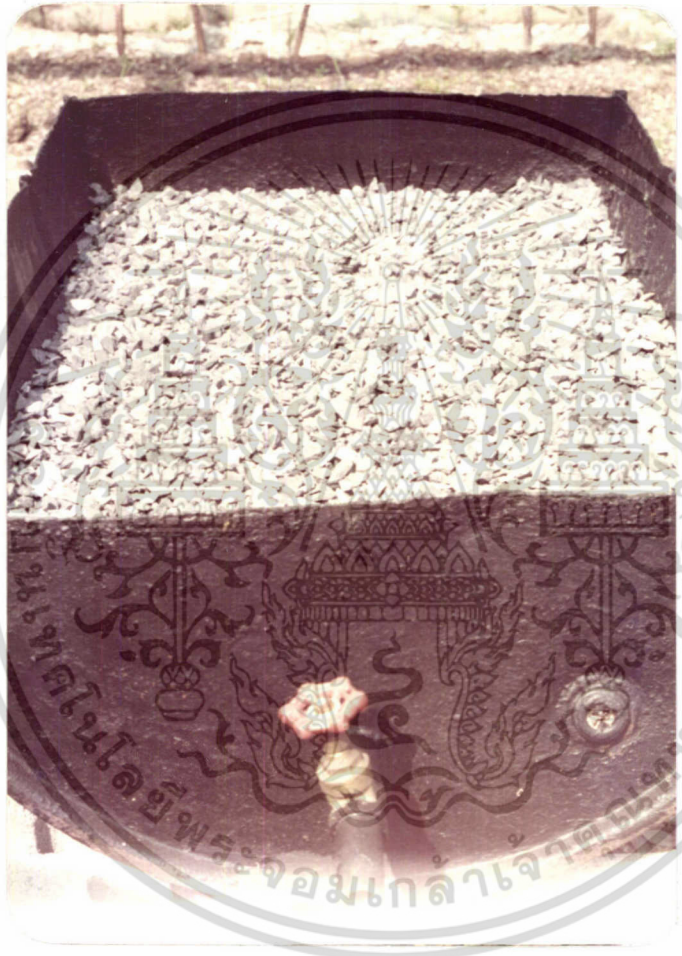
ภาพ ผนวกที่ 1 ภาชนะสำหรับปลูกมะเขือเทศที่ใส่หินเกล็ดใหญ่เป็นชั้นแรก



ความสูงของหินเกล็ดใหญ่วัดจากก้นถังขึ้นมา 5 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

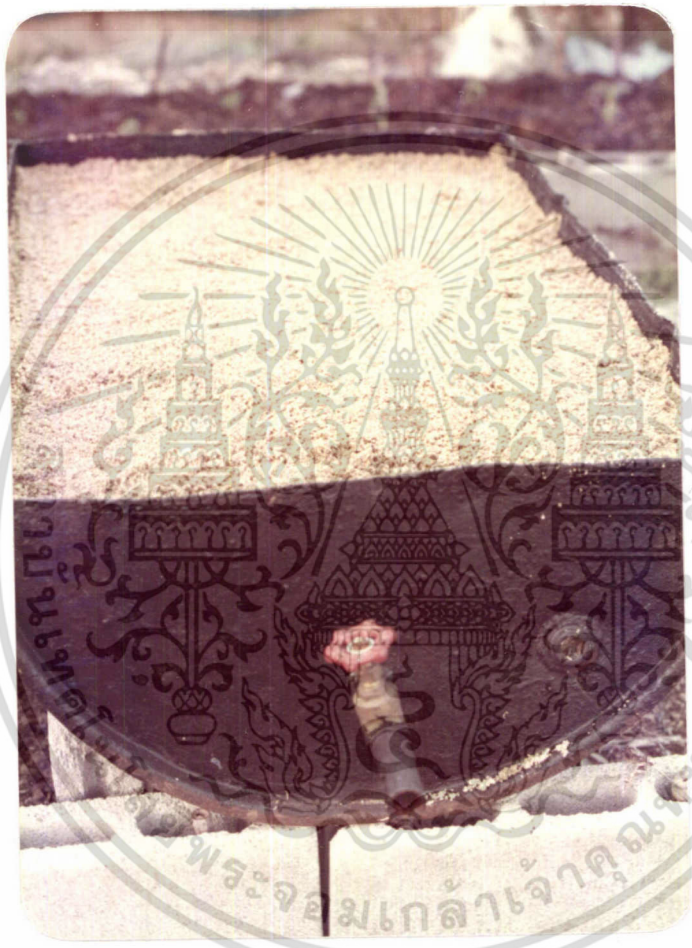
ภาพ ผนวกที่ 2 ภาชนะสำหรับปลูกมะเขือเทศที่ใส่หินเกล็ดเล็กเป็นชั้นที่ 2



ความสูงของชั้นหินเกล็ดเล็กที่ใส่ทับชั้นของหินเกล็ดใหญ่สูงประมาณ 3 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ ผนวกที่ 3 ภาชนะสำหรับปลูกมะเขือเทศที่ใส่ทรายเป็นชั้นบนสุด



ความสูงของชั้นทรายที่ใส่ทับชั้นหินเกล็ดเล็กสูงประมาณ 3 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ ผนวกที่ 4 การปลูกมะเขือเทศลงในภาชนะปลูกในระยะเริ่มต้น

ต้นมะเขือเทศที่ปลูกลงในภาชนะปลูกอายุ 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้