ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง
การเปรียบเทียบชนิดของเหล็กคีเลตที่มีผลต่อปริมาณไนเตรทและผลผลิตของผักสลัดที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบให้อากาศ
Effect of Fe-chelate on lettuce growth and Nitrate concentration

โดย

นางสาวกนิษฐา วงษ์หาญ
นางสาวพรพรรณ เหลืองอาภรณ์เลิศ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

.....
(รศ.ดร อิทธิสุนทร นันทกิจ)
อาจารย์ที่ปรึกษา
วันที่ 11 เดือน เมษายน พ.ศ. 2549

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(รศ.ดร สุมิตรา ภู่วโรดม)
หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา
วันที่ 12 เดือน เม.ย. พ.ศ. 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21141

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การเปรียบเทียบชนิดของเหล็กคีเลตที่มีผลต่อปริมาณไนเตรทและผลผลิตของผักสลัดที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบให้อากาศ

Effect of Fe-chelate on lettuce growth and Nitrate concentration

T099869

โดย

นางสาวกนิษฐา วงษ์หาญ

นางสาวพรพรรณ เหลืองอาภรณ์เลิศ

นพ.
ก128ก
2548
ฉ.1

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง	การเปรียบเทียบชนิดของเหล็กคีเลตที่มีผลต่อปริมาณไนเตรทและผลผลิตของผักสลัดที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบให้อากาศ
ชื่อภาษาอังกฤษ	Effect of Fe-chelate on lettuce growth and Nitrate concentration
โดย	นางสาวกนิษฐา วงษ์หาญ
	นางสาวพรพรรณ เหลืองอาภรณ์เลิศ
ภาควิชา	ปฐพีวิทยา
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร อิทธิสุนทร นันทกิจ

การศึกษาการเจริญเติบโตของพืช ต้องศึกษาถึงธาตุอาหารต่างๆที่พืชได้รับ ไม่ว่าจะเป็นธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง หรือจุลธาตุ ซึ่งการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารเป็นวิธีที่เหมาะสมในการทดลองศึกษาความต้องการธาตุอาหารของพืชได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะการศึกษาจุลธาตุอาหาร หนึ่งในจุลธาตุนั้น ธาตุที่มีความสำคัญธาตุหนึ่งคือ ธาตุ Fe ซึ่งเป็นธาตุที่มีความจำเป็นในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และพืชต้องการใช้ในปริมาณที่มากกว่าจุลธาตุอาหารพืชอื่นๆ แต่เนื่องจาก Fe มีราคาแพง มีความเข้มข้นที่แตกต่างกัน และมีหลายชนิด เช่น Fe-EDTA , Fe-DTPA , Fe-EDDHA etc.

หลังจากได้ทำการทดลองแล้วพบว่าการเจริญเติบโตของผักสลัดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับที่ใส่ธาตุเหล็กทั้ง 5 ตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาจากน้ำหนักของผักสลัดจะพบว่าตำรับที่ใส่ Fe-DTPA จะมีค่ามากที่สุด และผลการประเมินการเจริญเติบโตก็มีค่ามากที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่ใส่เหล็กพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ไนเตรทพบว่า ปริมาณไนเตรทที่สะสมในผักสลัดนั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากปริมาณการสะสมแล้วในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-EDDHA มีปริมาณมากที่สุดซึ่งเท่ากับ 2951.80 mg/kg FW (ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานของ EC ที่กำหนดให้ค่าสูงสุดไม่เกิน 4,500 mg/kg FW) รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ Fe-EDTA , Fe-EDDHA , Fe-DTPA , Fe-EDTA+Fe-DTPA และไม่ใส่เหล็กตามลำดับ

ปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้พบว่า K มีค่ามากที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-EDDHA และน้อยที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-DTPA ส่วน Mg , Zn และCa พบมากที่สุดในตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก และน้อยที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-DTPA สำหรับ Mg และ Zn ส่วนCa มีน้อยที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA เนื่องจากเกิด dilution effect ปริมาณธาตุ Fe มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่ามีการสะสมของธาตุ Fe มากที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-DTPA มีค่าเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.54 ppm และน้อยที่สุดในตำรับที่ไม่ใส่เหล็กมีค่าเท่ากับ 1.14 ppm การสะสมธาตุ Mn มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีการสะสมมากที่สุดเท่ากับ 1.0417×10^{-2} ppm ในตำรับที่ใส่ Fe-DTPA และสะสมน้อยที่สุดเท่ากับ 0.3864×10^{-2} ppm ในตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก ส่วนการสะสมธาตุ Cu นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ วิชาความรู้และแนวทางแก้ปัญหาต่างๆตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษ อีกทั้งยังช่วยจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทดลองครั้งนี้ จนกระทั่งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยาทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในด้านต่างๆ กรุณาให้แนวความคิดให้คำปรึกษาชี้แนะเป็นอย่างดี จนกระทั่งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณนุจรี บุญแปลง และ คุณนารี พันธุ์จินดาวรรณ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ และขอขอบพระคุณ คุณสมจิตร มั่นนาค ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัว ที่ได้ให้กำลังทรัพย์ มีความห่วงใยและเป็นกำลังใจให้แก่ข้าพเจ้าตลอดมาที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ และขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ภาควิชาปฐพีและภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ตลอดมาจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กนิษฐา วงษ์หาญ
พรพรรณ เหลืองอาภรณ์เลิศ
เมษายน 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญภาคผนวก	ก
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์ และสารเคมี	8
วิธีดำเนินการ	10
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	13
สรุปผลการทดลอง	19
เอกสารอ้างอิง	20
ภาคผนวก	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
รูปแสดงลักษณะการเจริญเติบโตของผักสลัดในแต่ละถังปลูก	22
รูปแสดงลักษณะอาการขาดธาตุเหล็กของผักสลัดหลังจากที่ปลูกได้ 1 สัปดาห์	25
รูปแสดงขนาดของผักสลัดที่ปลูกได้ประมาณ 3 สัปดาห์	26
รูปแสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโต	27
รูปแสดงขนาดของผักสลัดที่มีอายุ 45 วัน (วันเก็บเกี่ยว)	30
รูปแสดงลักษณะของรากในแต่ละตำรับทดลอง	34
ผลวิเคราะห์ทางสถิติ	36
น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นผักสลัดแต่ละชนิด	36
น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากผักสลัดแต่ละชนิด	44
การประเมินการเจริญเติบโตของผักสลัด	52
น้ำหนักเฉลี่ยของผักสลัด	53
ธาตุอาหาร	55
ตารางแสดงปริมาณไนเตรท	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบชนิดของเหล็กคีเลตที่มีผลต่อปริมาณไนเตรทและผลผลิตของผักสลัดที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบให้อากาศ

Effect of Fe-chelate on lettuce growth and Nitrate concentration

คำนำ

ในการศึกษาการเจริญเติบโตของพืช ต้องศึกษาถึงธาตุอาหารต่างๆที่พืชได้รับ ไม่ว่าจะเป็นธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง หรือจุลธาตุ ซึ่งการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารเป็นวิธีที่เหมาะสมในการทดลองศึกษาความต้องการธาตุอาหารของพืชได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ เราสามารถควบคุมปริมาณของธาตุต่างๆ ที่พืชต้องการได้ และยังสามารถควบคุมความเข้มข้นของธาตุที่ศึกษาตลอดจน pH ของสารละลายได้ นอกจากนี้เมื่อเราต้องการเปลี่ยนสารละลายและล้างรากพืชก็สามารถทำได้ง่าย ข้อสำคัญคือลดการปนเปื้อนของธาตุที่ใช้ปริมาณน้อยได้ หนึ่งในจุลธาตุนั้น ธาตุที่มีความสำคัญธาตุหนึ่งคือ ธาตุ Fe ซึ่งเป็นธาตุที่มีความจำเป็นในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และพืชต้องการใช้ในปริมาณที่มากกว่าจุลธาตุอาหารพืชอื่นๆ แต่เนื่องจาก Fe มีราคาแพง มีความเข้มข้นที่แตกต่างกัน และมีหลายชนิด เช่น Fe-EDTA , Fe-DTPA , Fe-EDDHA etc. ดังนั้น ผู้ทำการทดลองจึงได้นำ Fe chelate มาใช้ในการทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักสลัดที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ แบบให้อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาผลของเหล็กคีเลตสามชนิด คือ Fe-DTPA, Fe-EDTA, Fe-EDDHA ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทในผักสลัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

1 การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน (Hydroponics) หมายถึงการปลูกพืชในตัวกลางที่ไม่ใช้ดิน จะใช้วัสดุอื่นมาแทนดิน เช่น กรวด ทราย เปลือกไม้ ขี้เลื้อย เส้นใยสังเคราะห์ ปุ๋ยหมัก ใยมะพร้าว สารละลาย เป็นต้น หรือปลูกในสารละลาย เพื่อให้สารละลายธาตุอาหารพืชที่มีน้ำที่ผสมกับปุ๋ยที่มีธาตุอาหารที่พืชต้องการและอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีจากทางรากพืช โดยให้รากพืชสัมผัสกับสารอาหารโดยตรง ซึ่งระบบการปลูกพืชแบบนี้ สามารถเพิ่มคุณภาพ และราคาผลผลิตได้ ช่วยลดการใช้สารเคมีกำจัดโรค แมลง ตัดปัญหาศัตรูพืชที่เกิดจากดิน มีการใช้ปุ๋ยและน้ำอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถควบคุมปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ดี พืชเจริญเติบโตได้เร็ว ปลูกพืชในที่ที่ดินไม่เหมาะสมแก่การปลูกพืช ในพื้นที่จำกัด ทุกฤดูกาล และทุกสภาพอากาศ ไม่สิ้นเปลืองแรงงาน (ดิเรก. 2547, โสระยา. 2544 , อิทธิสุนทร. 2544, Resh.1981, Schwarz.1995)

ผักสลัดนิยมปลูกในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน เพราะสามารถควบคุมปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชได้ระดับหนึ่ง จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคเนื่องจากผู้บริโภคใส่ใจกับสุขภาพมากขึ้น และผักเป็นแหล่งคุณค่าทางอาหารผักที่ได้จากระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินจะดูสะอาด และปราศจากสารพิษ ผักสลัดที่นิยมปลูกในระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินจะเป็นผักสลัดตระกูล *(Lactuca sativa* L.) เนื่องจากอายุการเก็บเกี่ยวค่อนข้างจะสั้น เพียง 40-45 วันทำให้สามารถมีผลผลิตตลอดทั้งปี (มนัชญา. 2546, Moramoto. 1999, Schonbeck. 1988)

การปลูกแบบระบบปลูกในสารละลายนิ่งและมีการให้อากาศ เป็นการปลูกพืชในอ่างพลาสติก โดยในอ่างบรรจุสารละลายธาตุอาหารพืช ปิดฝาอ่างด้วยโฟมและหุ้มด้วยพลาสติกสีขาวอีกชั้นเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ นำขวดสีชาขนาดความจุ 2.5 ลิตร บรรจุสารละลายธาตุอาหารให้เต็มและคว่ำขวดให้ปากขวดอยู่ที่ผิวของสารละลายในอ่าง เพื่อให้เติมและรักษาระดับของสารละลายให้คงที่ตลอดเวลาและใช้ดูปริมาณการใช้น้ำของพืช มีการให้อากาศโดยใช้ปั๊มลม (แบบที่ใช้ในตู้ปลา) ตลอด 24 ชั่วโมง

การที่พืชจะเจริญเติบโตได้ดี จะต้องประกอบด้วยปัจจัยต่างๆได้แก่ แสงสว่าง น้ำ ธาตุอาหารพืช อุณหภูมิ ความเป็นกรด – ด่าง ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (Conductivity) เราสามารถทราบได้โดยการวัดสารละลายในรูปของการนำไฟฟ้า ซึ่งมีหน่วยเป็น dS/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สมบัติบางประการของธาตุเหล็ก

ธาตุเหล็ก เป็นธาตุพวกจุลธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวก และละลายได้ค่อนข้างยากในสารละลายธาตุอาหาร เมื่อใส่ในรูปของเกลืออนินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสารละลายที่มี pH สูงกว่า 5 เนื่องจากการทำปฏิกิริยาระหว่างประจุบวกของธาตุเหล็กกับประจุลบของ hydroxy ions แล้วตกตะกอนออกมาในรูปของ hydrous metal oxide เป็นตะกอนสี redish-brown oxide (มนัส, 2525)

$$2Fe^{+3} + 6OH^{-} \text{ ------> } 2Fe(OH)_3 \text{ -------> } Fe_2O_3.3H_2O \text{ (redish-brown oxide)}$$

เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการตกตะกอนของธาตุเหล็กนี้ จึงได้มีการนำเอาธาตุเหล็กในรูปของ chelate มาใช้ ซึ่ง chelate ก็คือสารอินทรีย์เคมีที่สามารถจะรวมและคุ้มกันไม่ให้มีการตกตะกอนของธาตุประจุบวกบางชนิด รวมทั้งจุลธาตุอาหารพืช 4 ชนิด คือ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี ความเป็นประโยชน์ของ chelate เกิดขึ้นจากความสามารถในการห้อมล้อมธาตุประจุบวกที่เป็นโลหะเข้าไว้จนไม่เปิดโอกาสให้อนุภาคอื่นๆ เข้าไปเกาะกับโลหะธาตุที่เป็นประจุบวกนั้นได้ ทำให้การตกตะกอนเป็น hydrous metal oxide เกิดได้ยากขึ้น ธาตุเหล็กจึงเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น (ไพบูลย์, 2519)

ธาตุเหล็กในรูปของ chelate เท่าที่ได้ศึกษาและสังเคราะห์ขึ้นมา พบว่ามีอยู่หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็จะมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม เช่น

Fe-EDDHA (iron – Ethylene diamine di-o-hydroxyphenylacetic acid) จะเหมาะกับสภาพที่เป็นด่าง เนื่องจากมีช่วงความเป็นประโยชน์ที่กว้าง pH 5-9

Fe-DTPA (iron – Diethylene diamine pentaacetic acid) จะเหมาะกับสภาพที่เป็นกลาง ซึ่งมีค่า pH 5.5-8

Fe-EDTA (iron – Ethylene diamine tetraacetic acid) จะเหมาะกับสภาพที่เป็นกรด ซึ่งมีค่า pH 6.5 (ยงยุทธ,2524)

บทบาทของธาตุเหล็กต่อพืช

ธาตุเหล็กเป็นธาตุแรกในบรรดาจุลธาตุอาหารพืชที่พบว่า มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ธาตุเหล็กมีหน้าที่สำคัญหลายอย่างในขบวนการเมตาโบลิซึม กล่าวคือมีส่วนเกี่ยวข้องกับขบวนการสังเคราะห์ chlorophyll (Nason and McElroy, 1963), การสังเคราะห์โปรตีนในส่วนของ chloroplast (Gauch, 1957), เป็นองค์ประกอบของ cytochrome ซึ่งเป็นสารตัวกลางในการถ่ายทอดอิเลคตรอน ทั้งในขบวนการสังเคราะห์แสงและขบวนการหายใจใน mitochondria จะเป็นส่วนประกอบของสาร ferredoxin ซึ่งเป็นสารสำคัญในการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอนของขบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเคราะห์แสง นอกจากนี้แล้วยังเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิดเช่น catalase และ peridoxidase เป็นต้น และยังเป็น catalyst ของปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และรีดักชั่น ในพืชอีกด้วย (ไพบูลย์, 2519)

ปริมาณของ chlorophyll ในพืชจะมีความสัมพันธ์อยู่กับปริมาณของธาตุเหล็กที่พืชได้รับ กล่าวคือ เมื่อพืชได้รับธาตุเหล็กในปริมาณที่เพียงพอแล้ว ขบวนการสังเคราะห์ chlorophyll ของพืชก็จะเป็นไปตามปกติ (Chen and Barak,1982) แต่ถ้าพืชได้รับธาตุเหล็กไม่เพียงพอใบของพืชก็จะหยุดสร้าง chlorophyll ทำให้เกิดอาการผิดปกติในใบพืชที่เรียกว่า chlorosis ซึ่งมีลักษณะคือ ใบพืชจะมีสีเหลืองซีดหรือขาวซีด และจะแสดงออกมาอย่างชัดเจนที่บริเวณยอดอ่อน หรือใบอ่อน ทั้งนี้ก็เนื่องจากว่าธาตุเหล็กเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนย้ายในพืช บริเวณยอดอ่อนหรือใบอ่อนจึงไม่สามารถดึงเอาธาตุเหล็กจากส่วนที่สะสมอยู่ในใบแก่ออกมาใช้ได้ (Tisdal and Helson, 1963) แต่อย่างไรก็ตามในบางครั้งอาจพบว่าในพืชที่เป็น chlorosis กลับมีธาตุเหล็กอยู่มากกว่าใบพืชปกติก็ได้ (Iljin, 1952)

จากการทดลองใน ***Euglena grasilis*** พบว่า การขาดธาตุเหล็กจะมีผลกระทบโดยตรงต่อขบวนการเมตาโบลิซึมของ RNA ใน chloroplast กล่าวคือ chloroplast RNA และchloroplast ribosome ของเซลล์ที่ขาดธาตุเหล็ก จะมีอยู่เพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์ปกติเท่านั้น (Price *et al*., 1972)

อาการขาดธาตุเหล็กของพืชจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปบ้างตามชนิดของพืช แต่โดยส่วนใหญ่แล้วอาการผิดปกติจะแสดงออกที่ใบพืช กล่าวคือส่วนของใบนอกจากเส้นใบแล้ว จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแล้วกลายเป็นสีขาวซีด ต่อมาจะพบเนื้อเยื่อตายตามบริเวณขอบใบลุกลามเข้ามาเรื่อยๆ จนในที่สุดใบพืชก็จะตาย (Cox *et al*., 1982) โดยเริ่มตายจากส่วนยอดลงมา พืชชะงักการเจริญเติบโต ส่วนใบล่างยังคงเขียวอยู่ (ไพบูลย์, 2519) สำหรับอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับรากของพืชนั้นโดยทั่วไปจะมีลักษณะแคระแกรน กล่าวคือรากพืชจะมีลักษณะสั้น อ้วน ปลายรากบวมพอง และมีสีน้ำตาล (Alloush and Sanders, 1990)

3. การสะสมไนเตรท

การสะสมไนเตรทในผักสลัดเป็นปัญหาที่สำคัญกับระบบการปลูกแบบไม่ใช้ดินอย่างมาก เนื่องจาก การทดลองพบว่าการปลูกผักสลัดในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินจะมีการสะสมไนเตรทที่สูงกว่าในดิน สภาพแวดล้อมก็มีผลต่อการสะสมไนเตรทเช่นกัน (Schonbeck. 1988)

ในการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน (Hydroponic) ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่ใช้ในสารละลายที่ให้กับพืชใน 2 รูป คือ แอมโมเนียม และไนเตรท โดยการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินจะนิยมให้ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบของไนเตรทเป็นหลัก เนื่องจากการให้ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบของแอมโมเนียมมากเกินไปจะทำให้เกิดความเป็นพิษแก่พืชได้ (Jone. 1997)

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปไนเตรทมากถึง 80-100 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมดก็เพราะว่า ถ้าให้ปุ๋ยในรูปแอมโมเนียมแก่พืชในปริมาณที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดพิษแก่พืช ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เกิดอาการพืชชะงักการเจริญเติบโต เกิดอาการคลอโรซิสหรือเนโครซิสที่ใบพืช ใบพืชเป็นแผล และพืชอาจตายได้ แต่พืชที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมพืชสามารถนำไปใช้สังเคราะห์กรดอะมิโน และอไมด์ได้ทันที แต่ไนเตรทจะต้องผ่านกระบวนการรีดิวส์ในพืชให้กลายเป็นแอมโมเนียก่อน นอกจากนี้ทำให้พืชสามารถดูดใช้ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซี่ยมได้น้อยลงและอาจทำให้พืชขาดธาตุเหล่านี้ โดยเกิดอาการ Tip Burn ในซึ่งทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต เกิดอาการคลอโรซิสหรือเนโครซิสที่ใบพืช เป็นแผลที่ต้น แต่พืชที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมพืชจะสามารถนำไปใช้ สังเคราะห์กรดอะมิโน และอไมด์ได้ทันที แต่ถ้าไนเตรทจะต้องผ่านกระบวนการรีดิวส์ในพืชให้กลายเป็นแอมโมเนียมก่อนได้ ไนเตรทเป็นธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ และจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมนพืช กรดนิวคลีอิก และสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ถ้าพืชขาดธาตุอาหารในรูปไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ จะส่งผลกับคุณภาพของผลผลิต เช่น คุณภาพของผลผลิตลดลง ราก และลำต้นไม่แข็งแรง ใบเหลืองเป็นต้น การให้ไนเตรทมากเกินไปคุณภาพทางโภชนาการจะลดต่ำลงเนื่องจากไนเตรทสามารถถูกรีดิวส์กลายไปเป็นไนไทรต์ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ทำให้เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคในระยะยาวได้ (ยงยุทธ. 2543)

การปลูกผักสลัดใน (peat)โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมอย่างเดียวจะมีปริมาณไนเตรตเพียง 1 ใน 4 เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนเตรท (Scaife. 1986)ในประเทศแถบยุโรป และอเมริกา ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยของการสะสมไนเตรทในผักพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมไนเตรทในผัก คือ แสง พันธุ์พืช และการให้ปุ๋ยไรโตรเจน (Moramoto. 1999, Schonbeck. 1988) ทางตะวันออกเฉียงเหนือของยุโรปในฤดูหนาว ผักสลัดที่ปลูกในระบบ Hydroponic สามารถสะสมไนเตรทได้มากกว่า 6,000 mg/kg FW (Vander Boon. 1990) ในประเทศบัลแกเรียลพบว่ามีการผันแปรของปริมาณไนเตรทในผักมาก แต่สามารถพบปริมาณไนเตรทจำนวนมากที่สุดในผักจำพวกผักโขม หัวไชเท้า คื่นช่าย หัวบีท และผักสลัด ซึ่งผักเหล่านี้ สามารถสะสมไนเตรทได้มากกว่า 2,500 mg/kg FW (Yordanov. 2001, Blom-Zandstra. 1989)ในการวิจัยที่เมืองนานกิงประเทศจีน พบว่ามีปริมาณไนเตรทค่อนข้างสูงในผักบางชนิด เช่น ผักกาดหอมต้น (Stem lettuce) ขึ้นฉ่าย หัวผักกาด และ Pak-Choi(Weimin 1998) ในฤดูหนาวที่ประเทศเนเธอแลนด์มีความพยายามในการลดปริมาณการสะสมไนเตรทด้วยการใช้ปุ๋ยน้อยลงแต่ไนเตรทก็ยังสูงกว่าผักสลัดที่ปลูกในฤดูร้อน (Rooda van Eysinga, Meijs. 1985)

ส่วนในประเทศไทยการทดลองมีการสำรวจปริมาณไนเตรทที่สะสมใน Watercress (Nasturtium officinate) ในระบบปลูกแบบ DFT (Deep Flow Technique) พบว่ามีค่าเฉลี่ยไนเตรทอยู่ในช่วง 748-1,222 mg/kg FW (มนัชญา. 2546) ซึ่งค่าสูงสุดที่สหภาพยุโรปยอมรับคือ 4,500 mg/kg FW (Scharpf. 1991, Moramoto. 1999) สำหรับในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ส่วนมากจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของไนเตรทอยู่ระหว่าง 80-100 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งหมด (ธรรมศักดิ์ และคณะ. 2545)

3.1 มาตรฐานไนเตรทในผัก

จากการตรวจสอบพบว่า 90% ร่างกายจะได้รับไนเตรทจากผัก (Pavlovic *et al.* 1998) จึงมีการกำหนดระดับความเข้มข้นของไนเตรทที่สะสมในผัก แต่ในชนิดและแต่ละประเทศก็มีค่ามาตรฐานที่แตกต่างกัน ผักสลัดที่ปลูกในฤดูร้อนและฤดูหนาวก็มีค่ากำหนดที่แตกต่างกันด้วย เนื่องจากอุณหภูมิและแสงมีผลต่อการสะสมไนเตรทในผัก

ตารางแสดง มาตรฐานความเข้มข้นของไนเตรทในผักสลัด

ประเทศ/หน่วยงาน	ระดับ	ปริมาณไนเตรท (mg/kg ของน้ำหนักสด)
เยอรมัน	guide	3,000
สวิสเซอร์แลนด์	guide	3,500
เนเธอร์แลนด์	maximum	3,000 (S)
		4,500 (W)
ออสเตรีย	maximum	3,000 (S)
		4,000 (W)
รัสเซีย	maximum	2,000 (O)
		3,000 (G)
EU	maximum	3,500 (4-10)
		4,500 (11-3)
		2,500 (5-8)

ที่มา: Muramoto (1999)

หมายเหตุ

S = ฤดูร้อน W = ฤดูหนาว O = ปลูกนอกโรงเรือน G = ปลูกในโรงเรือนกระจก

4 - 10 = 1 เมษายน – 31 ตุลาคม

11 - 3 = 1 พฤศจิกายน – 31 มีนาคม

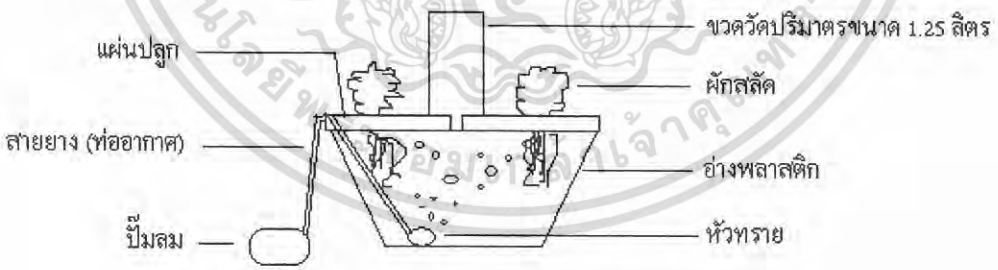
5 – 8 = 1 พฤษภาคม – 31 สิงหาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ และสารเคมี

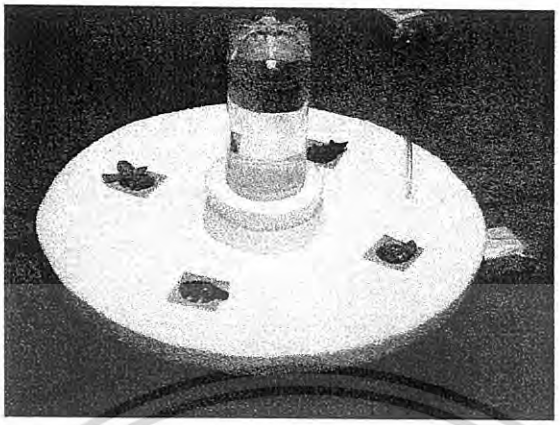
อุปกรณ์

1. ผักสลัด 4 ชนิดคือ
   - Butterhead
   - Green Oak
   - Red Oak
   - Red Coral
2. อ่างพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร
3. ระบบให้อากาศ โดยใช้ปั๊มอากาศ + สายยาง + หัวทราย (กระจายอากาศในน้ำ)
4. แผ่นปลูกที่ทำจากโฟมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร
5. วัสดุปลูก perlite + ถ้วยปลูก
6. ขวดน้ำสำหรับวัดปริมาตรขนาด 1.25 ลิตร
7. Fe chelate ของ Ciba Specialty Chemicals (Thailand) Limited ยี่ห้อ Librel ชนิดต่างๆ คือ Fe-EDTA (13.5 % Fe), Fe-DTPA(7 % Fe) , Fe-EDDHA(7 % Fe)
8. pH meter
9. EC meter



รูปแสดงระบบปลูกแบบให้อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงระบบปลูกแบบให้อากาศ

สารเคมี

1. Nitric acid (HNO_3)
2. Calcium nitrate ($Ca(NO_3)_2$
3. Potassium nitrate (KNO_3)
4. Monopotassium phosphate (KH_2PO_4)
5. Magnesium sulfate ($MgSo_4$)
6. Zinc sulfate ($ZnSo_4$)
7. Copper sulfate ($CuSO_4$)
8. Manganese sulfate ($MnSo_4$)
9. Boric acid (H_3BO_3)
10. Ammonium Molybdate ($(NH4)_6Mo7O_{24}$)
11. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการ

สูตรสารละลายธาตุอาหาร

วางแผนการทดลองแบบ CRD 6 ตำรับการทดลอง 5 ซ้ำ

สารละลาย A ปริมาตร 6 ลิตร $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ 1130.4 g ละลายในน้ำ 6 ลิตร

1. ตำรับที่1ไม่ใส่เหล็ก : สารละลาย $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ 1 ลิตร
2. ตำรับที่2 Fe-EDTA : สารละลาย $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ 1 ลิตร + Fe-EDTA 3.4 g
3. ตำรับที่3 Fe-DTPA : สารละลาย $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ 1 ลิตร + Fe-DTPA 6.4 g
4. ตำรับที่4 Fe-EDDHA : สารละลาย $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ 1 ลิตร + Fe-EDDHA 6.4 g
5. ตำรับที่5 Fe-EDTA+Fe-DTPA : สารละลาย $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ 1 ลิตร + Fe-EDTA 1.7 g + Fe-DTPA 3.2 g
6. ตำรับที่6 Fe-EDTA+Fe-EDDHA : สารละลาย $Ca(NO_3)_2.4H_2O$ 1 ลิตร + Fe-EDTA 1.7 g + Fe-EDDHA 3.2 g

สารละลาย B ปริมาตร 6 ลิตร

KNO_3	538.8 กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	314.4 กรัม
KH_2PO_4	195.6 กรัม
$4.ZnSO_4.7H_2O$	1.4268 กรัม
$2.CuSO_4.5H_2O$	0.305 กรัม
$MnSO_4.H_2O$	4.2576 กรัม
H_3BO_3	2.6688 กรัม
Ammonium Molybdate	0.1032 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการปลูก ครั้งที่ 1

T_2R_1	T_5R_1	T_6R_1	T_3R_1	T_4R_5	T_2R_4
T_3R_5	T_1R_5	T_3R_4	T_4R_4	T_6R_5	T_4R_3
T_4R_2	T_3R_2	T_3R_3	T_1R_3	T_4R_1	T_2R_5
T_5R_3	T_1R_4	T_5R_2	T_2R_2	T_1R_1	T_2R_3
T_5R_4	T_6R_2	T_1R_2	T_5R_5	T_6R_3	T_6R_4

T_1 = non-Fe
T_2 = Fe-EDTA
T_3 = Fe-DTPA
T_4 = Fe-EDDHA
T_5 = Fe-EDTA + Fe-DTPA
T_6 = Fe-EDTA + Fe-EDDHA

ผังการปลูก ครั้งที่ 2

T_6R_3	T_5R_1	T_5R_2	T_2R_2	T_1R_2	T_5R_4
T_2R_5	T_6R_4	T_6R_1	T_1R_1	T_4R_1	T_1R_5
T_4R_5	T_4R_4	T_2R_1	T_6R_5	T_3R_4	T_4R_2
T_2R_3	T_3R_1	T_5R_3	T_1R_3	T_2R_4	T_4R_3
T_5R_5	T_3R_3	T_1R_4	T_3R_5	T_6R_2	T_3R_2

T_1 = Fe-EDDHA + ไคโตซาน
T_2 = Fe-EDTA
T_3 = Fe-DTPA
T_4 = Fe-EDDHA
T_5 = Fe-EDTA + Fe-DTPA
T_6 = Fe-EDTA + Fe-EDDHA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

1. วางแผนและทำการทดลองแบบสุ่ม มี 6 Treatment Treatment ละ 5 ซ้ำ
2. เพาะเมล็ดในถ้วยปลูกที่มี perlite โดย1 ถ้วยปลูก ต่อ 1 เมล็ด
3. เมื่อผักสลัดมีอายุ 15 วัน จึงทำการย้ายมาปลูกในอ่างพลาสติกที่บรรจุสารละลายธาตุอาหารตาม Treatment ต่าง ๆ ดังที่กล่าวมา โดยใน 1 อ่างพลาสติกจะมีผักสลัดทั้ง 4 ชนิด ชนิดละ 1 ต้น
4. ปรับ EC ช่วงแรก 0.8 dSm^{-1} จากนั้น 10 วัน เพิ่ม EC เป็น 1.4 dSm^{-1} และ ค่าpH 6.0
5. ทำการวัดและปรับ EC และ pH สัปดาห์ละ 2 ครั้ง
6. วัดการใช้น้ำ และสังเกตการเจริญเติบโต
7. เมื่อผักสลัดมีอายุ 45 วัน จึงนำไปชั่งหาน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง จากนั้นนำไปบดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ธาตุอาหารต่อไป
8. พ่นอากาศลงในสารละลายโดยใช้ปั๊มอากาศ

การวิเคราะห์

1.ทำการประเมินการเจริญเติบโตโดยการให้คะแนนดังนี้

5 = เจริญเติบโตดีมาก
4 = เจริญเติบโตดี
3 = เจริญเติบโตปานกลาง
2 = พอใช้
1 = ไม่มีการเจริญเติบโต / เป็นโรค

2. ย่อยสลายพืชด้วยวิธี acid mixture digestion ที่อุณหภูมิ 207 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์หา K , Ca , Mg , Fe , Zn , Mn , Cu โดยใช้ Atomic absorbtion spectrophotometer
3. วิเคราะห์ไนเตรท โดยวิธี Salicylic acid

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้โปรแกรม SPSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาถึงการเจริญเติบโตของผักสลัดในcropที่1 เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของผักสลัดแต่ละชนิด คือ Red Coral (RC), Butterhead (BH), Green Oak (GO), Red Oak (RO) พบว่า การเจริญเติบโตของผักทั้ง 4 ชนิด ในตำรับที่ใส่เหล็กทั้ง 5 ตำรับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก ซึ่ง Red Coral ในตำรับที่ใส่ Fe-EDDHA มีน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 85.91 กรัม และน้อยที่สุดในตำรับที่ไม่ใส่เหล็กเท่ากับ 36.918 กรัม Butterhead ในตำรับที่ใส่ Fe-DTPA มีน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 113.45 กรัม และน้อยที่สุดในตำรับที่ไม่ได้ใส่เหล็กเท่ากับ 22.76 กรัม Green Oak ในตำรับที่ใส่ Fe-EDDHA มีน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 114.88 กรัม และน้อยที่สุดในตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก เท่ากับ 26.75 กรัม Red Oak ในตำรับที่ใส่ Fe-EDDHA มีน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 78.93 กรัม และน้อยที่สุดในตำรับที่ไม่ใส่เหล็กเท่ากับ 20.10 กรัม ในน้ำหนักแห้งก็เช่นเดียวกัน พบว่า ตำรับการทดลองที่ใส่เหล็กทั้ง 5 ตำรับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงน้ำหนักต้นของ Red Coral (RC), Butterhead (BH), Green Oak (GO), Red Oak (RO) ใน Crop ที่ 1

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม)				น้ำหนักแห้ง (กรัม)			
	RC	BH	GO	RO	RC	BH	GO	RO
non-Fe	36.92 b	22.76 b	26.75 b	20.10 b	2.07 b	1.48 b	1.76 b	1.38 b
Fe-EDTA	71.15 a	99.03 a	72.80 a	70.27 a	3.18 a	4.31 a	3.61 a	3.48 a
Fe-DTPA	79.38 a	113.45a	96.83 a	78.93 a	3.34 a	4.50 a	4.24 a	3.71 a
Fe-EDDHA	85.91 a	98.78 a	114.88 a	72.40 a	3.55 a	4.23 a	4.74 a	3.43 a
Fe-EDTA + Fe-DTPA	68.40 a	109.06 a	96.68 a	72.86 a	3.12 a	4.35 a	4.13 a	3.23 a
Fe-EDTA+Fe-EDDHA	69.49 a	103.58 a	84.52 a	72.64 a	3.39 a	4.75 a	4.00 a	3.67 a

น้ำหนักสดของรากคล้ายคลึงกับของต้น คือ ตำรับที่ใส่เหล็กไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งตำรับที่ใส่ Fe-EDDHA น้ำหนักมากที่สุดและน้อยที่สุดในตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก น้ำหนักแห้งก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน Red Coral มีน้ำหนักมากที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDDHA Butterhead มีน้ำหนักมากที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA Green Oak มีน้ำหนักมากที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDDHA Red Oak มีน้ำหนักมากที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-DTRA (ตารางที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักรากของ Red Coral (RC), Butterhead (BH), Green Oak (GO), Red Oak (RO) ใน Crop ที่ 1

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม)				น้ำหนักแห้ง (กรัม)			
	RC	BH	GO	RO	RC	BH	GO	RO
non-Fe	5.23 b	2.65 b	3.56 b	2.91 b	0.35 b	0.22 b	0.28 b	0.21 c
Fe-EDTA	16.73 a	15.24 a	13.99 a	14.25 a	0.68 a	0.66 a	0.61 a	0.53 ab
Fe-DTPA	16.12 a	14.06 a	18.78 a	15.02 a	0.57 a	0.54 a	0.60 a	0.47 ab
Fe-EDDHA	17.88 a	15.69 a	20.97 a	16.84 a	0.72 a	0.60 a	0.79 a	0.40 bc
Fe-EDTA + Fe-DTPA	13.72 a	12.82 a	14.87 a	15.62 a	0.60 a	0.56 a	0.63 a	0.66 a
Fe-EDTA+Fe-EDDHA	16.28 a	13.94 a	14.04 a	13.38 a	0.66 a	0.61 a	0.61 a	0.58 ab

เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตโดยรวมพบว่า ตำรับการทดลองที่ใส่ธาตุเหล็กไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาตามน้ำหนักสดของต้นแล้วในตำรับการทดลองที่ใส่ Fe-DTPA มีน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคือ Fe-EDDHA , Fe-EDTA + Fe-DTPA , Fe-EDTA + Fe-EDDHA , Fe-EDTA และไม่ใส่เหล็กตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่ธาตุเหล็ก ในน้ำหนักแห้งพบว่าตำรับที่ใส่ Fe-DTPA มีน้ำหนักมากที่สุดเช่นกัน รองลงมาคือ Fe-EDTA + Fe-EDDHA , Fe-EDDHA , Fe-EDTA + Fe-DTPA , Fe-EDTA และไม่ใส่เหล็กตามลำดับ ส่วนน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากมีผลเช่นเดียวกันกับต้นคือ ตำรับการทดลองที่ใส่เหล็กไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก เมื่อพิจารณาตามน้ำหนักสดแล้วตำรับที่ใส่ Fe-EDDHA มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ Fe-DTPA , Fe-EDTA , Fe-EDTA + Fe-EDDHA , Fe-EDTA + Fe-DTPA และไม่ใส่เหล็กตามลำดับ ในน้ำหนักแห้งพบว่าตำรับ Fe-EDDHA มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ Fe-EDTA , Fe-EDTA+ Fe-EDDHA , Fe-EDTA +Fe-DTPA , Fe-DTPA และไม่ใส่เหล็กตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่3 ตารางแสดงการเจริญเติบโตของผักสลัด (น้ำหนักเฉลี่ยของผักทั้ง 4 ชนิด)ใน Crop ที่ 1

ตำรับการทดลอง	การประเมินการเจริญเติบโต	น้ำหนักต้น (กรัม)		น้ำหนักราก (กรัม)	
		น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
non-Fe	1.72 b	41.68 b	2.14 b	3.57 b	0.26 b
Fe-EDTA	4.16 a	74.01 a	3.28 a	15.04 a	0.62 a
Fe-DTPA	4.56 a	94.07 a	3.88 a	15.99 a	0.54 a
FE-EDDHA	4.44 a	85.47 a	3.60 a	17.84 a	0.67 a
Fe-EDTA + Fe-DTPA	4.32 a	83.66 a	3.58 a	14.25 a	0.61 a
Fe-EDTA+Fe-EDDHA	4.32 a	82.76 a	3.77 a	14.41 a	0.62 a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโตใน Cropที่ 2 เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของผักสลัดแต่ละชนิด คือ Red Coral (RC), Butterhead (BH), Green Oak (GO), Red Oak (RO) พบว่าน้ำหนักสดของ Red Coral, Green Oak และ Red Oak ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน Butterhead มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในตำรับที่ใส่ Fe-DTPA มีน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 124.3860 กรัม และน้อยที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDDHA+ไคโตซาน น้ำหนักแห้ง พบว่า Red Coral, Butterhead, Green Oak, Red Oak ในตำรับการทดลองทั้ง 6 ตำรับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักต้นของ Red Coral (RC), Butterhead (BH), Green Oak (GO), Red Oak (RO) ใน Crop ที่ 2

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม)				น้ำหนักแห้ง (กรัม)			
	RC	BH	GO	RO	RC	BH	GO	RO
Fe-EDDHA+ไคโตซาน	55.38 ns	53.75 c	73.43 ns	44.42 ns	2.46 ns	2.46 ns	2.96 ns	2.32 ns
Fe-EDTA	57.21	73.20 bc	88.39	60.05	2.54	3.15	3.43	2.58
Fe-DTPA	72.93	124.39 a	103.04	83.61	2.99	4.39	3.65	3.62
Fe-EDDHA	63.43	100.69ab	80.93	71.76	2.57	3.80	3.13	3.36
Fe-EDTA + Fe-DTPA	66.07	97.40 ab	85.38	73.43	2.92	4.03	3.66	3.19
Fe-EDTA+Fe-EDDHA	61.72	97.83 ab	97.34	75.03	2.99	3.94	3.89	3.54

น้ำหนักรากสดของ Red Coral, Red Oak และ Green Oak ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน Butterhead มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในตำรับที่ใส่ Fe-DTPA มีน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 10.99 กรัม และน้อยที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDDHA+ ไคโตซาน เท่ากับ 5.80 กรัม น้ำหนักแห้งพบว่า Red Coral, Green Oak, Red Oak และ Butterhead ในตำรับการทดลองทั้ง 6 ตำรับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงน้ำหนักรากของ Red Coral (RC), Butterhead (BH), Green Oak (GO), Red Oak (RO) ใน Crop ที่ 2

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม)				น้ำหนักแห้ง (กรัม)			
	RC	BH	GO	RO	RC	BH	GO	RO
Fe-EDDHA+ไคโตซาน	6.92 ns	5.80 c	8.28 ns	6.10 ns	0.29 ns	0.31 ns	0.35 ns	0.29 ns
Fe-EDTA	7.53	7.60 bc	10.36	6.61	0.30	0.34	0.34	0.24
Fe-DTPA	9.85	11.00 a	12.09	9.27	0.37	0.43	0.43	0.34
Fe-EDDHA	8.72	9.60 ab	9.86	8.49	0.37	0.39	0.38	0.32
Fe-EDTA + Fe-DTPA	8.74	8.59 abc	10.76	8.30	0.30	0.32	0.34	0.29
Fe-EDTA+Fe-EDDHA	7.90	8.57 abc	11.56	8.85	0.31	0.37	0.42	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตโดยรวมพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน เมื่อพิจารณาตามน้ำหนักสดของต้นแล้ว พบว่าตำรับที่ใส่ Fe-DTPA มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ Fe-EDTA+ Fe-EDDHA , Fe-EDTA+Fe-DTPA , Fe-EDDHA , Fe-EDTA และ Fe-EDDHA+ไคโตซาน ตามลำดับ ในน้ำหนักแห้งก็เช่นเดียวกัน ส่วนในน้ำหนักสดของรากพบว่า ตำรับที่ใส่ Fe-DTPA มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ Fe-EDDHA , Fe-EDTA+ Fe-EDDHA , Fe-EDTA+Fe-DTPA , Fe-EDTA , และ Fe-EDDHA+ไคโตซาน ตามลำดับ และในน้ำหนักแห้งพบว่า ตำรับที่ใส่ Fe-DTPA มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ Fe-EDDHA , Fe-EDTA+ Fe-EDDHA , Fe-EDTA+Fe-DTPA , Fe-EDDHA+ไคโตซาน และ Fe-EDTA ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ตารางแสดงการเจริญเติบโตของผักสลัดใน Crop ที่ 2

ตำรับการทดลอง	การประเมินการเจริญเติบโต	น้ำหนักต้น (กรัม)		น้ำหนักต้น (กรัม)	
		น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
Fe-EDDHA+ไคโตซาน	3.28 ns	56.74 ns	2.54 ns	6.78 ns	0.31 ns
Fe-EDTA	3.68	66.08	2.92	8.02	0.30
Fe-DTPA	4.48	95.99	3.81	10.56	0.39
FE-EDDHA	3.96	79.20	3.21	9.16	0.36
Fe-EDTA + Fe-DTPA	4.44	80.57	3.41	9.09	0.31
Fe-EDTA+Fe-EDDHA	4.44	82.97	3.58	9.22	0.35

จากการวิเคราะห์ไนเตรทและธาตุอาหารพบว่า ปริมาณการสะสมไนเตรทในผักสลัดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากปริมาณการสะสมแล้วในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-EDDHA มีปริมาณมากที่สุดซึ่งเท่ากับ 2951.80 mg/kg FW รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ Fe-EDTA , Fe-EDDHA , Fe-DTPA , Fe-EDTA+Fe-DTPA และไม่ใส่เหล็กตามลำดับ (ตารางที่7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ตารางแสดงปริมาณไนเตรทที่สะสมในผักสลัด

ตำรับการทดลอง	ปริมาณไนเตรท (mg/kg FW)
non-Fe	2102.00 ns
Fe-EDTA	2832.00
Fe-DTPA	2727.40
FE-EDDHA	2739.00
Fe-EDTA + Fe-DTPA	2678.80
Fe-EDTA+Fe-EDDHA	2951.80

ปริมาณ K มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+ Fe-EDDHA มีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 8.00% DW รองลงมาคือตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก , Fe-EDTA+Fe-DTPA , Fe-EDDHA , Fe-EDTA และ Fe-DTPA ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 4.85% ซึ่งเกิดจาก dilution effect คือการนำธาตุ K ไปใช้ในการเจริญเติบโตจึงทำให้ดูเหมือนว่ามีการสะสมน้อยกว่าในต้นที่เจริญดีและมีมากในต้นที่ไม่เจริญเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักของต้น (ตารางที่ 8)

ปริมาณธาตุ Fe มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่ามีการสะสมของธาตุ Fe มากที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-DTPA มีค่าเท่ากับ 1.54 ppm และน้อยที่สุดในตำรับที่ไม่ใส่เหล็กมีค่าเท่ากับ 1.14 ppm การสะสมธาตุ Mn มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการสะสมมากที่สุดเท่ากับ 1.0417×10^{-2} ppm ในตำรับที่ใส่ Fe-DTPA และสะสมน้อยที่สุดเท่ากับ 0.3864×10^{-2} ppm ในตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก ส่วนการสะสมธาตุ Cu นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 8 ตารางแสดงปริมาณธาตุ K Ca และ Mg ในผักสลัด

ตำรับการทดลอง	ปริมาณธาตุคิดเป็น % DW		
	K	Ca	Mg
non-Fe	6.20 b	4.38 a	0.43 a
Fe-EDTA	5.11 bc	2.87 b	0.35 b
Fe-DTPA	4.85 c	3.18 b	0.39 ab
FE-EDDHA	5.48 bc	3.09 b	0.34 b
Fe-EDTA + Fe-DTPA	5.73 bc	3.02 b	0.32 b
Fe-EDTA+Fe-EDDHA	8.00 a	2.93 b	0.36 b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99869

ปริมาณธาตุ Mg พบว่าในตำรับที่ใส่เหล็กไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก ซึ่งพบมากที่สุดในตำรับที่ไม่ใส่เหล็กเท่ากับ 0.438% DW และน้อยที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-DTPA เท่ากับ 0.322 % DW ส่วนการสะสมธาตุ Ca ในตำรับที่ใส่เหล็กไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก ซึ่งในตำรับที่ไม่ใส่เหล็กมีมากที่สุดเท่ากับ 4.384 % DW และมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 2.874 % DW ในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA (ตารางที่ 8) ส่วนการสะสม Zn พบวามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) ซึ่งในตำรับที่ไม่ใส่เหล็กมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.478×10^{-3} ppm และมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 1.105×10^{-3}ppm ในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-DTPA ซึ่งทั้ง Mg , Ca และZn เกิด dilution effect เช่นเดียวกับธาตุ K

ตารางที่ 9 ตารางแสดงปริมาณความเข้มข้นของธาตุ Fe Mn และ Cu ในผักสลัด

ตำรับการทดลอง	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุ (ppm)			
	Fe	Mn	Zn	Cu
non-Fe	1.14×10^{-2} c	3.86×10^{-3} b	2.47×10^{-3} a	0.68 ns
Fe-EDTA	1.19×10^{-2} bc	9.25×10^{-3} a	1.28×10^{-3} c	1.18
Fe-DTPA	1.36×10^{-2} abc	10.41×10^{-3} a	1.78×10^{-3} b	1.34
FE-EDDHA	1.16×10^{-2} c	10.15×10^{-3} a	1.36×10^{-3} c	0.99
Fe-EDTA + Fe-DTPA	1.54×10^{-2} a	7.30×10^{-3} a	1.10×10^{-3} c	0.75
Fe-EDTA+Fe-EDDHA	1.46×10^{-2} ab	8.34×10^{-3} a	1.26×10^{-3} c	0.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของผักสลัดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับที่ใส่ธาตุเหล็กทั้ง 5 ตำรับการทดลอง เมื่อพิจารณาจากน้ำหนักของผักสลัดจะพบว่าตำรับที่ใส่ Fe-DTPA จะมีค่ามากที่สุด และผลการประเมินการเจริญเติบโตก็มีค่ามากที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่ใส่เหล็กพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ไนเตรทพบว่า ปริมาณไนเตรทที่สะสมในผักสลัดนั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากปริมาณการสะสมแล้วในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-EDDHA มีปริมาณมากที่สุดซึ่งเท่ากับ 2951.80 mg/kg FW (ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานของ EC ที่กำหนดให้ค่าสูงสุดไม่เกิน 4,500 mg/kg FW) รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ Fe-EDTA , Fe-EDDHA , Fe-DTPA , Fe-EDTA+Fe-DTPA และไม่ใส่เหล็กตามลำดับ

ปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้พบว่า K มีค่ามากที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-EDDHA และน้อยที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-DTPA ส่วน Mg , Zn และCa พบมากที่สุดในตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก และน้อยที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-DTPA สำหรับ Mg และ Zn ส่วนCa มีน้อยที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA เนื่องจากเกิด dilution effect ปริมาณธาตุ Fe มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่ามีการสะสมของธาตุ Fe มากที่สุดในตำรับที่ใส่ Fe-EDTA+Fe-DTPA มีค่าเท่ากับ 1.54 ppm และน้อยที่สุดในตำรับที่ไม่ใส่เหล็กมีค่าเท่ากับ 1.14 ppm การสะสมธาตุ Mn มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีการสะสมมากที่สุดเท่ากับ 1.0417×10^{-2} ppm ในตำรับที่ใส่ Fe-DTPA และสะสมน้อยที่สุดเท่ากับ 0.3864×10^{-2} ppm ในตำรับที่ไม่ใส่เหล็ก ส่วนการสะสมธาตุ Cu นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ดิเรก ทองอร่าม. 2547. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หลักการจัดการการผลิต และเทคโนโลยีการผลิตในประเทศไทย**. สาขาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. และวุฒิพงษ์ พิมพ์โคตร. 2545. **การสำรวจเบื้องต้นปริมาณสารไนเตรทตกค้างในผักกาดหอมปลูกโดยไม่ใช้ดินในฤดูกาลต่างๆ**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล. **เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เรื่องปุ๋ยธาตุรองและปุ๋ยจุลธาตุ**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

มนัชญา รัตนโชติ. 2546. **การงดสารละลายธาตุอาหารก่อนการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณการสะสมไนเตรท Watercress (Nasturtium officinale) และGreen Rose bush (Altemanthere lehmannii"E green") ที่ปลูกโดยระบบ DFT**. งานวิจัย เทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยี และการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ปัตตานี

ยงยุทธ โอสถสถา 2543. **ธาตุอาหารพืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. พิมพ์ครั้งที่ 1

โสระยา ร่วมรังสี. 2544. **การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร.

อิทธิสุนทร นันทกิจ และคณะ. **เอกสารประกอบการอบรม หลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 6,16-18 กุมภาพันธ์ 2548**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

http://www.doae.go.th/library/html/detail/hydroponic/hydro_2.htm (Accessed 26 August 2005)

http://www.doae.go.th/library/html/detail/KUmagazine/september_44/kanpluk/plant.htm (Accessed 26 August 2005)

http://www.ku.ac.th/e-magazine/july43/sang.pdf (Accecessed 13 October 2005)

http://www.netafim.co.th/img/new_sys/media4/0/0_4635.pdf (Accessed 28 August 2005)

http://kanchanapisek.or.th/kp12/product/vegetable/vegetable-detail.htm (Accecssed 20 January 2006)

Yordanov ND., E Novakuva and S. Lubenova. 2001. **Consecutive Estimation of Nitrate and Nitrate Ions in Vegetables and Fruits by Electron Paramagnetic Resonance Spectrometry**. Institute of Catalysis Bulgarian Academy of Science, Bulagari.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

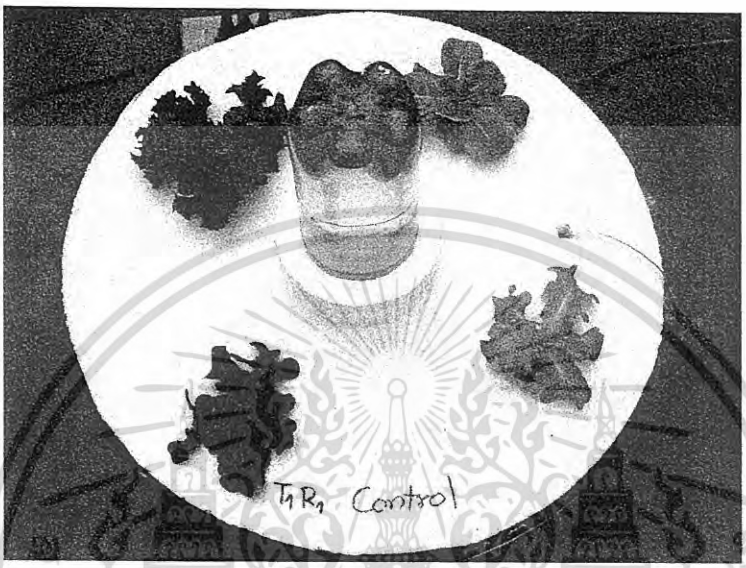
21141

U. POONNACHIT and R. DARNELL.2004.**Effect of Ammonium and Nitrate on Ferric Chelate Reductase and Nitrate Reductase in *Vaccinium* Species.** Horticultural Sciences Department, University of Florida, PO Box 110690, Gainesville, FL 32611, USA.

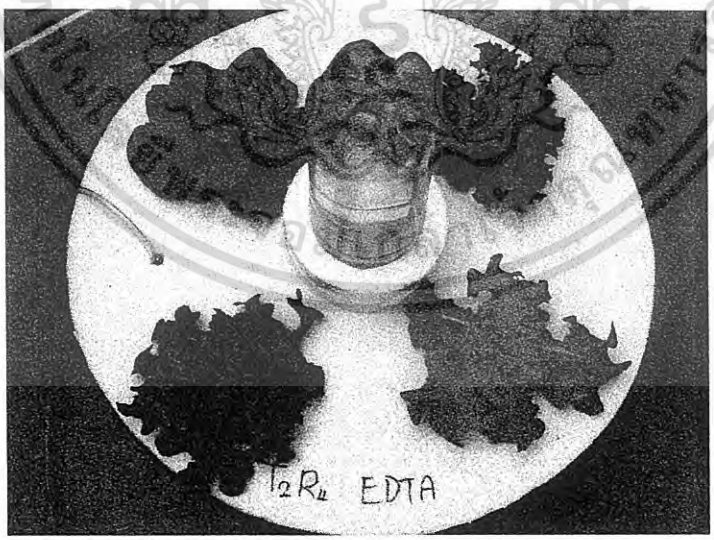
สถาบันเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

รูปแสดงลักษณะการเจริญเติบโตของผักสลัดในแต่ละถังปลูก

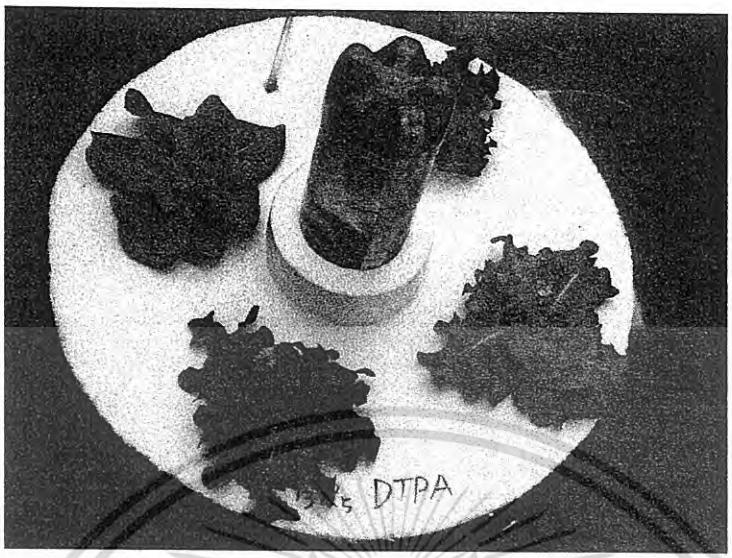


ไม่ใส่เหล็ก

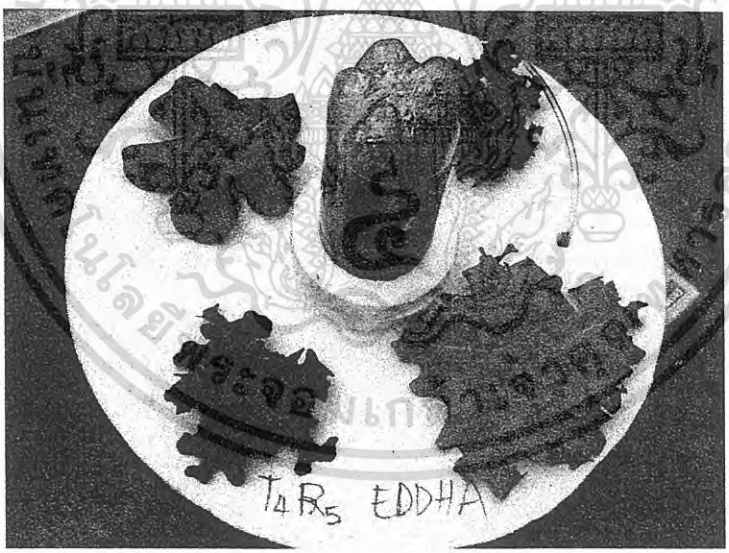


Fe-EDTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

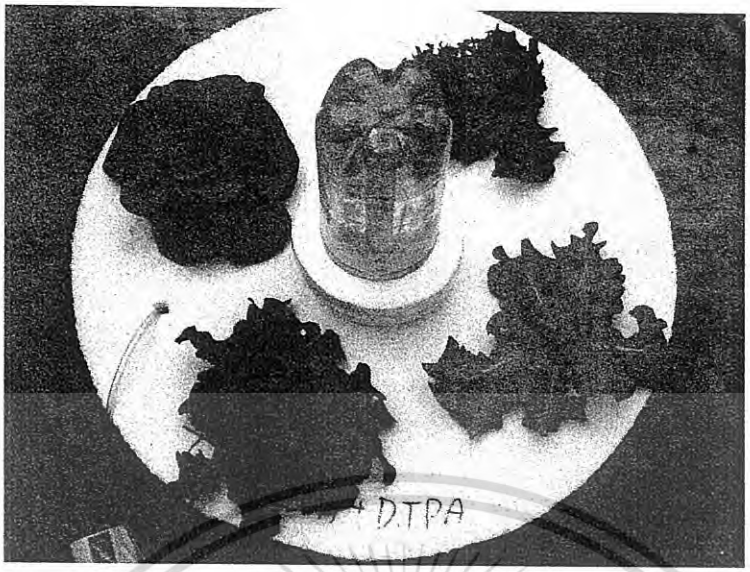


Fe-DTPA

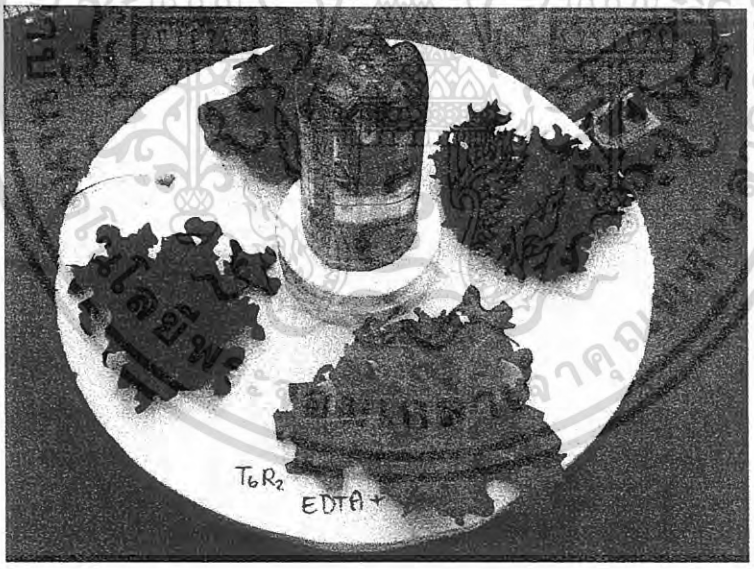


Fe-EDDHA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

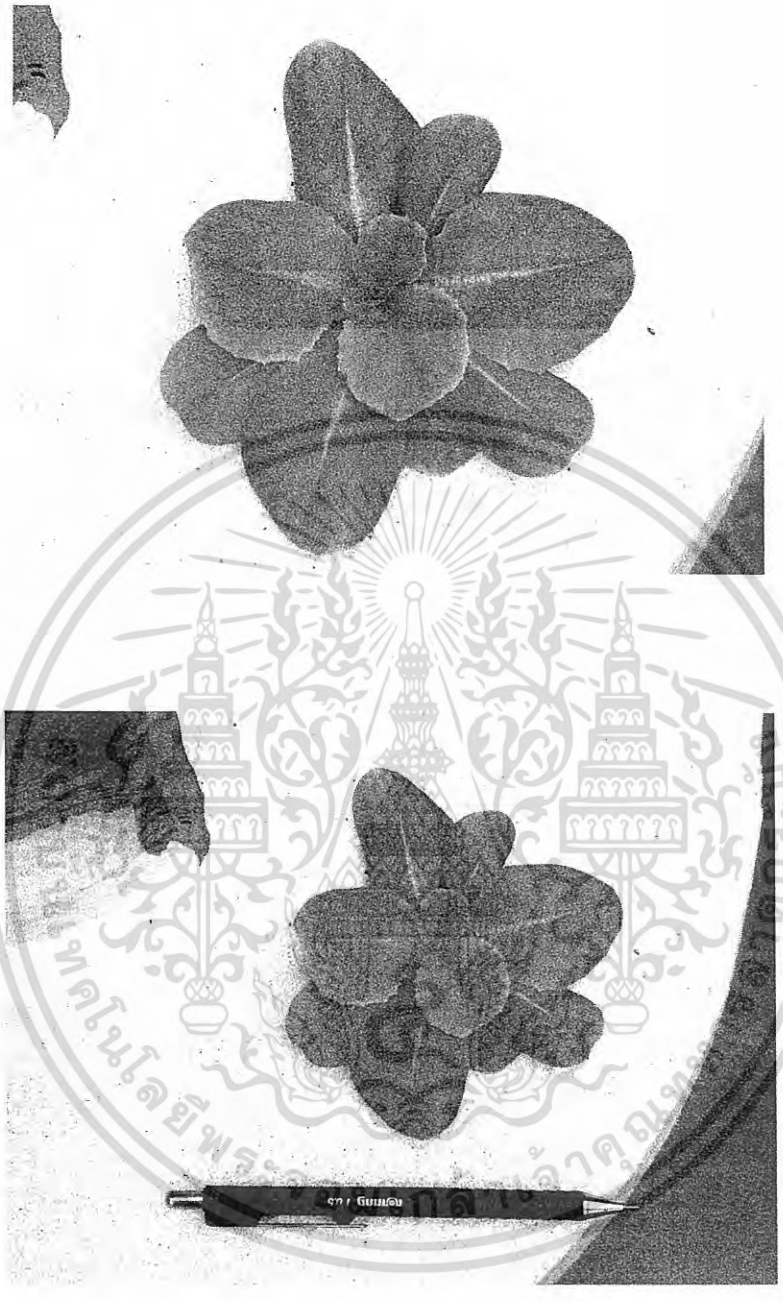


Fe-EDTA + Fe-DTPA



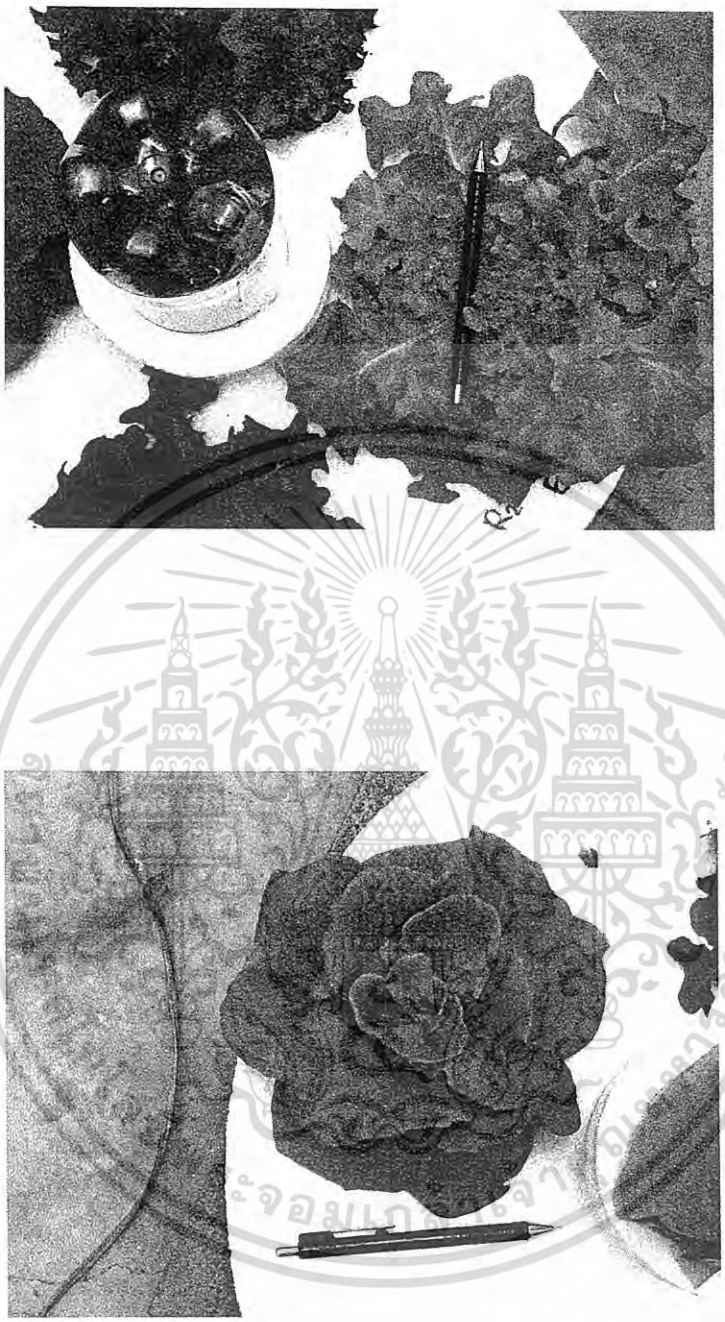
Fe-EDTA + Fe-EDDHA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



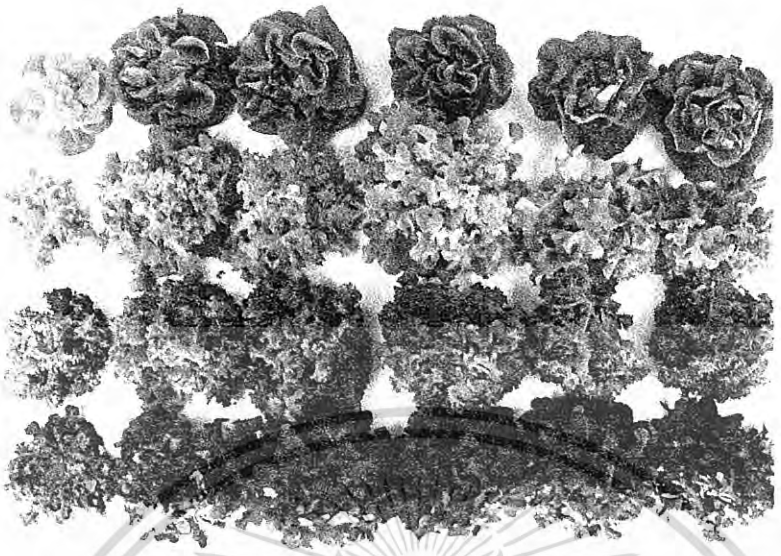
รูปแสดงลักษณะอาการขาดธาตุเหล็กของผักสลัดหลังจากที่ปลูกได้ 1 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

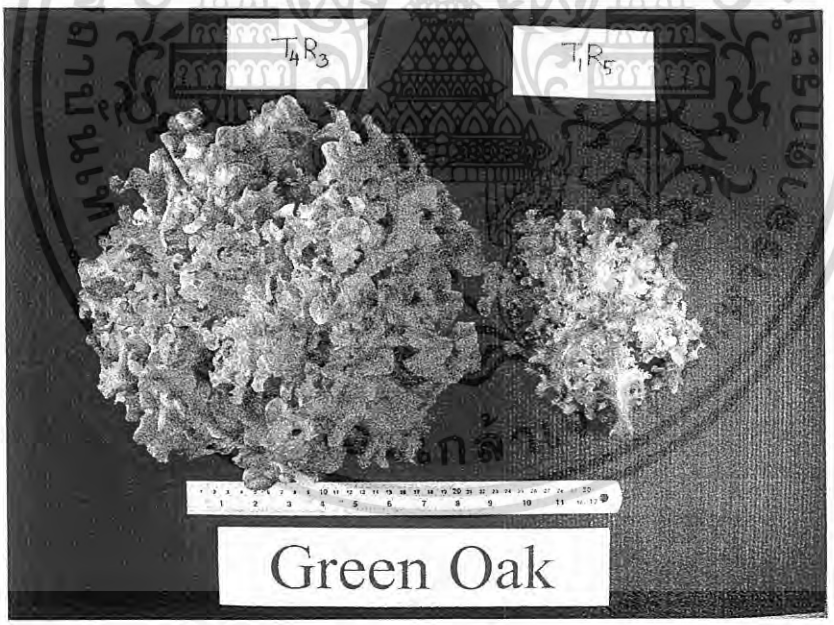


รูปแสดงขนาดของผักสลัดที่ปลูกได้ประมาณ 3 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

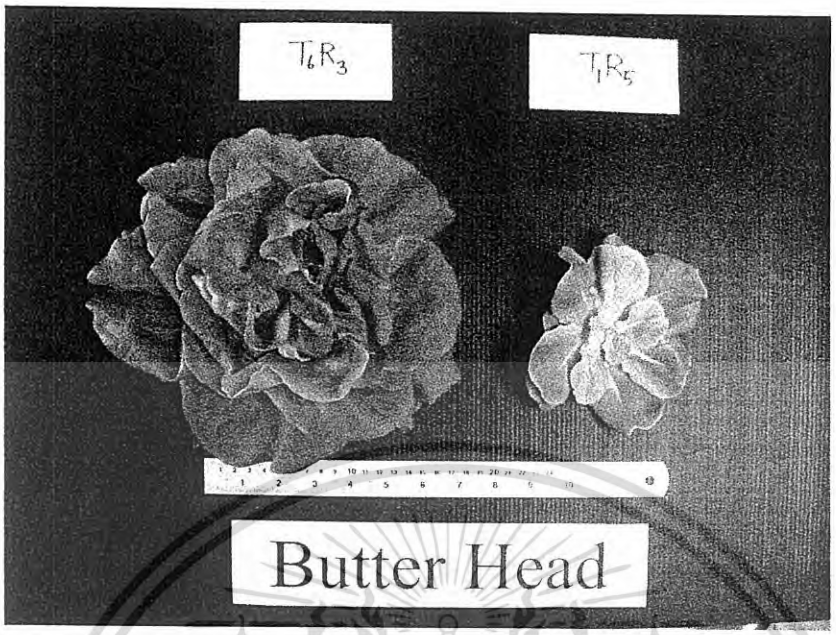


รูปแสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักสลัดทั้ง 6 ตำรับการทดลองโดยเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา

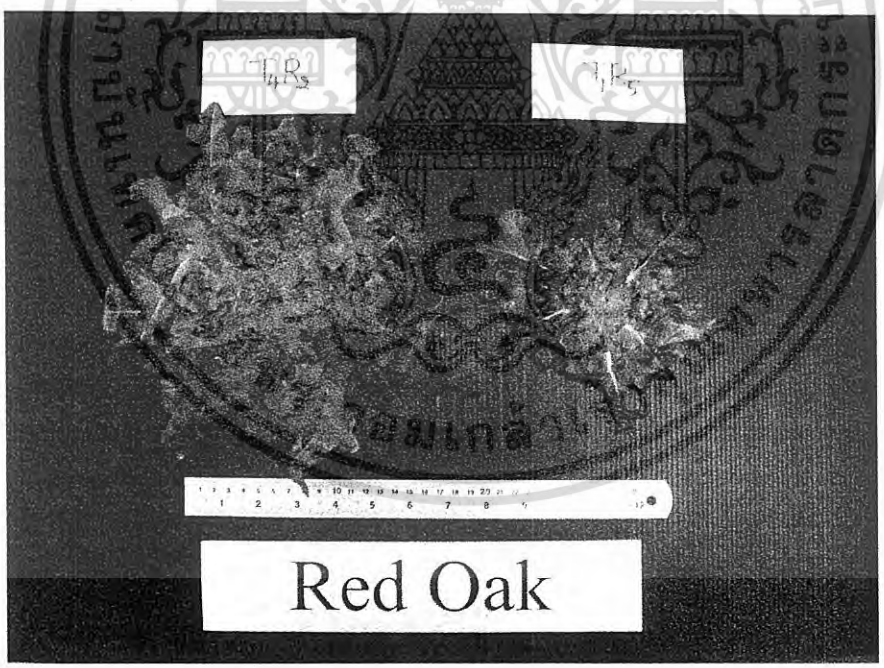


รูปแสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของ Green Oke ระหว่างตำรับที่ 4 และตำรับที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

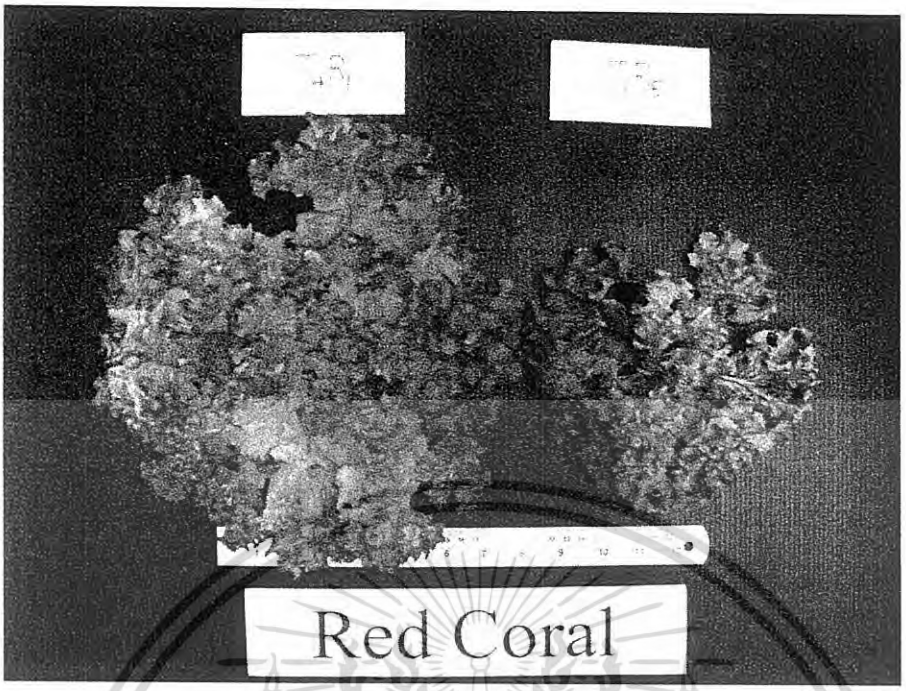


รูปแสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของ Butter Head ระหว่างตำรับที่ 6 และตำรับที่ 1



รูปแสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของ Red Oke ระหว่างตำรับที่ 4 และตำรับที่ 1

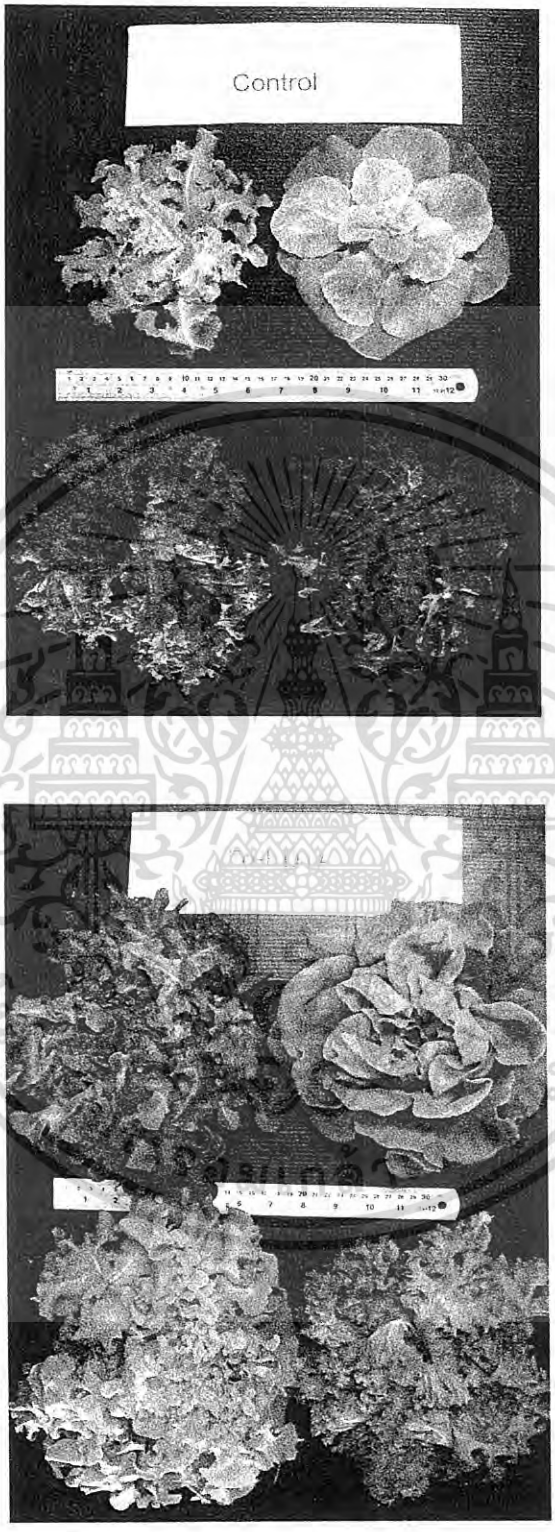
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



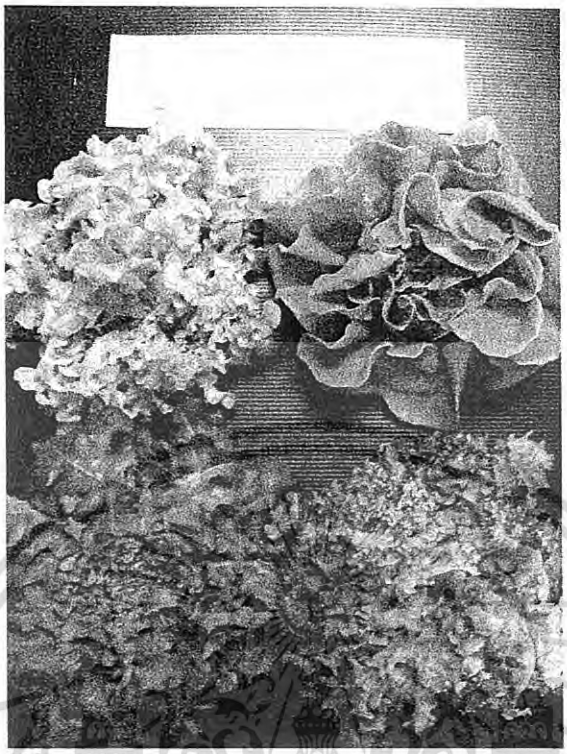
รูปแสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของ Red Coral ระหว่างตำรับที่ 4 และตำรับที่ 1

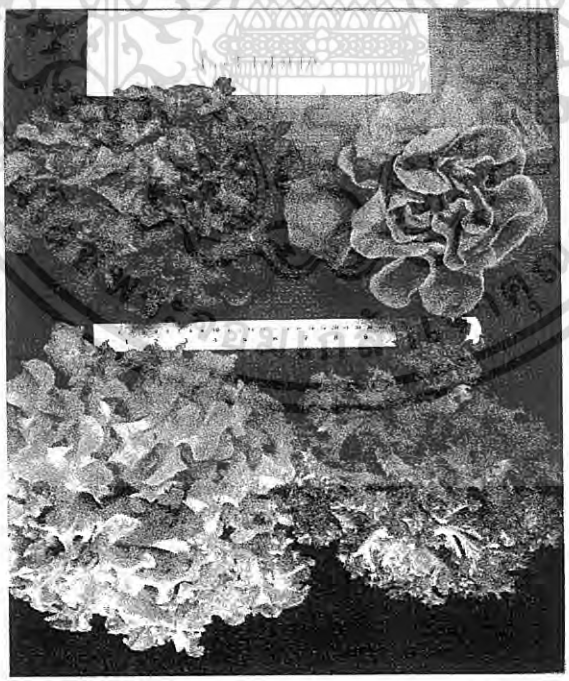
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงขนาดของผักสลัดที่มีอายุ 45 วัน (วันเก็บเกี่ยว)

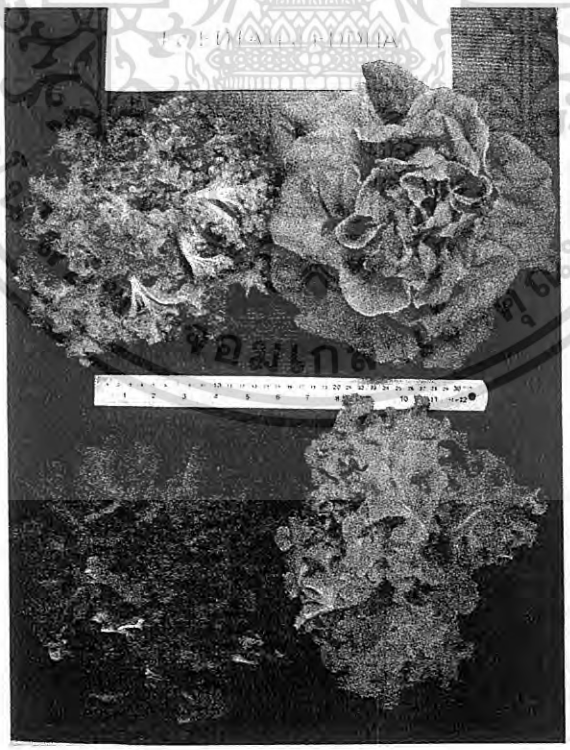


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

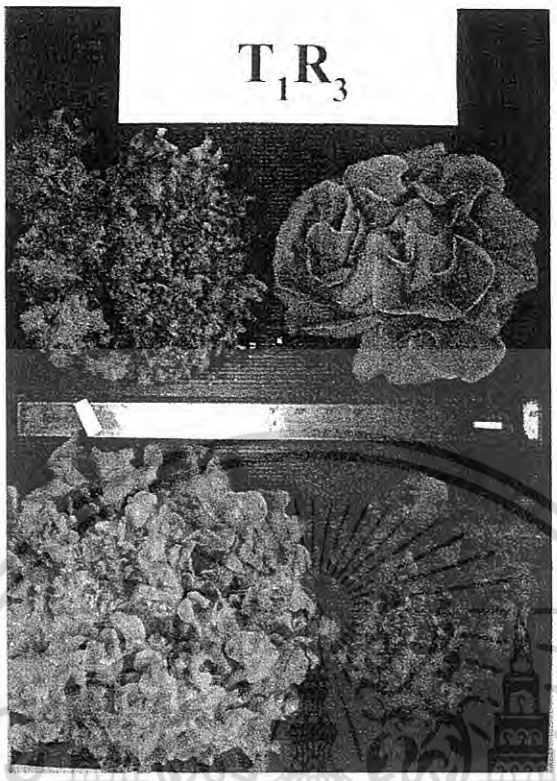




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



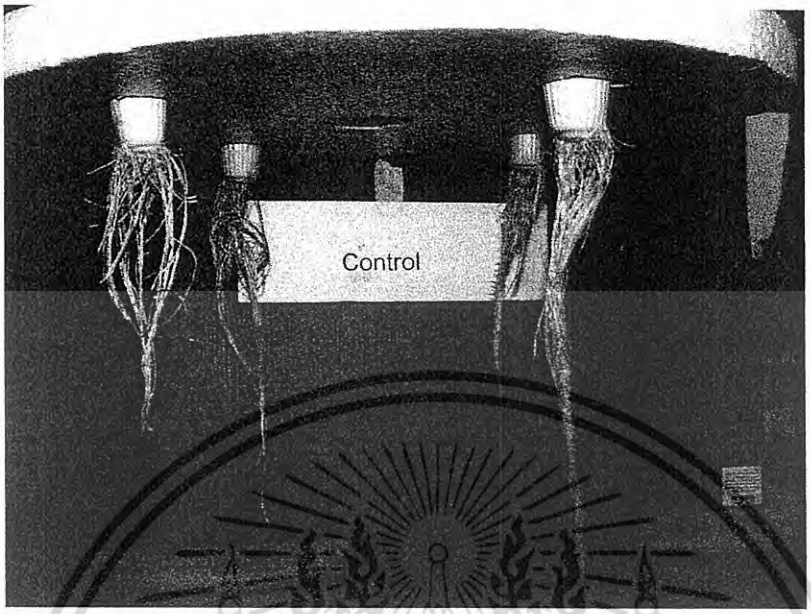
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



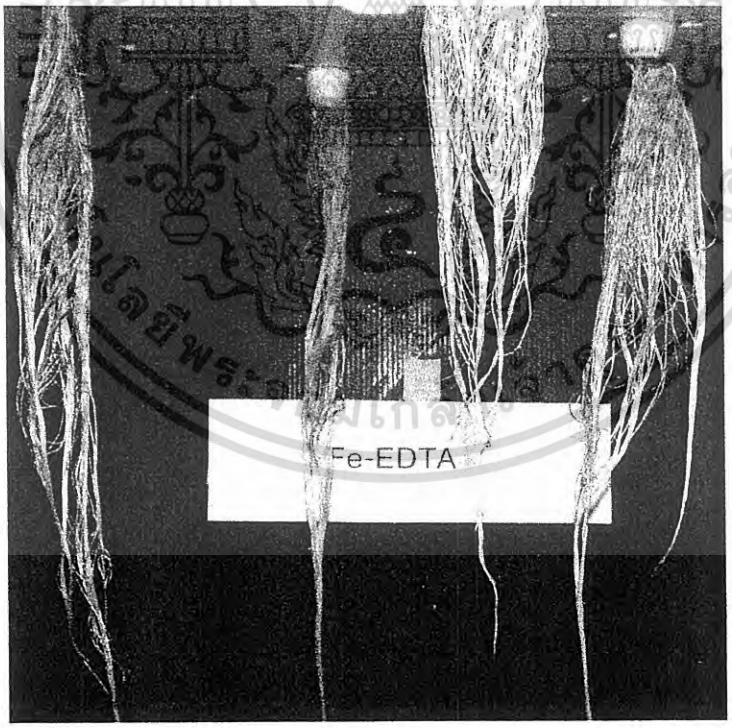
Fe-EDDHA+ไคโตซาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงลักษณะของรากในแต่ละตำรับทดลอง

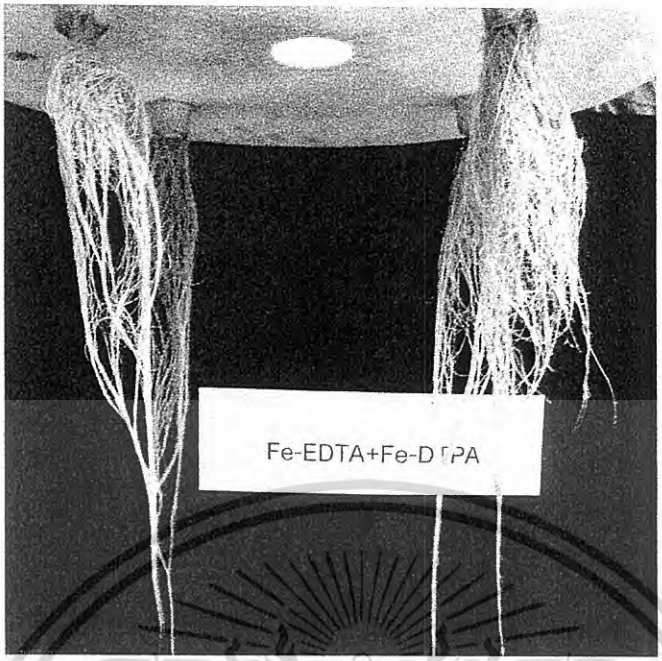


non-Fe

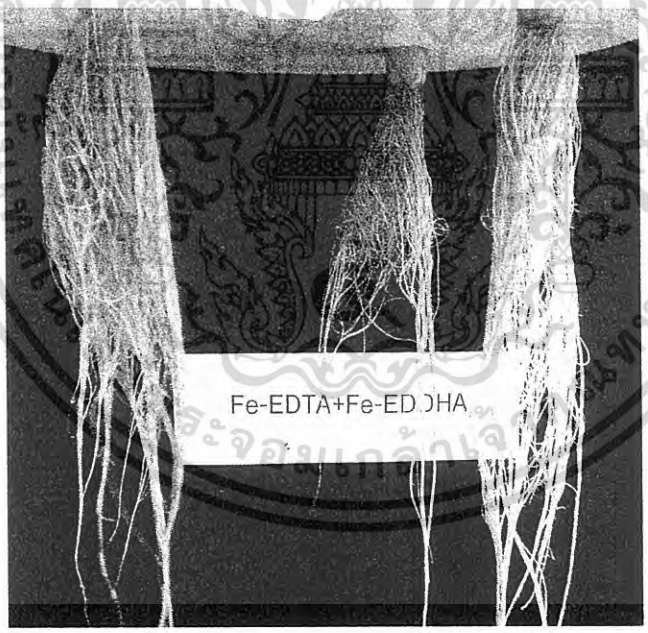


Fe-EDTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Fe-EDTA+Fe-DTPA



Fe-EDTA+Fe-EDDHA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นผักสลัดแต่ละชนิด

น้ำหนักแห้งต้น

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DWRC1	Between Groups	7.080	5	1.416	2.739	.043
	Within Groups	12.408	24	.517		
	Total	19.487	29			
DWBH1	Between Groups	37.120	5	7.424	16.119	.000
	Within Groups	11.053	24	.461		
	Total	48.173	29			
DWGO1	Between Groups	26.999	5	5.400	5.093	.003
	Within Groups	25.445	24	1.060		
	Total	52.444	29			
DWRO1	Between Groups	19.561	5	3.912	8.567	.000
	Within Groups	10.960	24	.457		
	Total	30.522	29			
DWRC2	Between Groups	1.523	5	.305	.428	.825
	Within Groups	17.087	24	.712		
	Total	18.610	29			
DWBH2	Between Groups	12.376	5	2.475	1.773	.157
	Within Groups	33.508	24	1.396		
	Total	45.885	29			
DWGO2	Between Groups	3.103	5	.621	.560	.730
	Within Groups	26.619	24	1.109		
	Total	29.722	29			
DWRO2	Between Groups	7.162	5	1.432	2.544	.055
	Within Groups	13.516	24	.563		
	Total	20.678	29			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักแห้ง RC crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	2.0660	
EDTA+DTPA	5		3.1180
EDTA	5		3.1820
DTPA	5		3.3360
EDTA+EDDHA	5		3.3860
EDDHA	5		3.5500
Sig.		1.000	.405

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้ง BH crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	1.4780	
EDDHA	5		4.2260
EDTA	5		4.3080
EDTA+DTPA	5		4.3540
DTPA	5		4.4980
EDTA+EDDHA	5		4.7540
Sig.		1.000	.282

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้ง GO crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	1.7620	
EDTA	5		3.6140
EDTA+EDDHA	5		4.0020
EDTA+DTPA	5		4.1260
DTPA	5		4.2360
EDDHA	5		4.7440
Sig.		1.000	.132

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักแห้ง RO crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	1.3800	
EDTA+DTPA	5		3.2340
EDDHA	5		3.4300
EDTA	5		3.4820
EDTA+EDDHA	5		3.6740
DTPA	5		3.7060
Sig.		1.000	.333

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้ง RC crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
EDDHA+ไคโตซาน	5	2.4620
EDTA	5	2.5420
EDDHA	5	2.5740
EDTA+DTPA	5	2.9240
EDTA+EDDHA	5	2.9860
DTPA	5	2.9980
Sig.		.385

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้ง BH crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
EDDHA+ไคโตซาน	5	2.4580	
EDTA	5	3.1480	3.1480
EDDHA	5	3.8040	3.8040
EDTA+EDDHA	5	3.9440	3.9440
EDTA+DTPA	5	4.0260	4.0260
DTPA	5		4.3940
Sig.		.070	.147

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักแห้ง GO crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
EDDHA+ไคโตซาน	5	2.9620
EDDHA	5	3.1280
EDTA	5	3.4340
DTPA	5	3.6480
EDTA+DTPA	5	3.6640
EDTA+EDDHA	5	3.8900
Sig.		.231

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้ง RO crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
EDDHA+ไคโตซาน	5	2.3160	
EDTA	5	2.5760	2.5760
EDTA+DTPA	5	3.1940	3.1940
EDDHA	5	3.3640	3.3640
EDTA+EDDHA	5		3.5360
DTPA	5		3.6240
Sig.		.053	.057

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักสดต้น

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FWRC1	Between Groups	7134.676	5	1426.935	4.147	.007
	Within Groups	8257.521	24	344.063		
	Total	15392.197	29			
FWBH1	Between Groups	28851.817	5	5770.363	12.982	.000
	Within Groups	10668.054	24	444.502		
	Total	39519.871	29			
FEGO1	Between Groups	23300.921	5	4660.184	5.336	.002
	Within Groups	20960.453	24	873.352		
	Total	44261.374	29			
FWRO1	Between Groups	12057.916	5	2411.583	7.792	.000
	Within Groups	7427.607	24	309.484		
	Total	19485.524	29			
FWRC2	Between Groups	1005.540	5	201.108	.577	.717
	Within Groups	8361.469	24	348.395		
	Total	9367.009	29			
FWBH2	Between Groups	15000.010	5	3000.002	4.584	.004
	Within Groups	15707.540	24	654.481		
	Total	30707.550	29			
FWGO2	Between Groups	2913.486	5	582.697	.966	.458
	Within Groups	14475.949	24	603.165		
	Total	17389.435	29			
FWRO2	Between Groups	4780.241	5	956.048	2.146	.094
	Within Groups	10693.803	24	445.575		
	Total	15474.045	29			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักสด RC crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	36.9180	
EDTA+DTPA	5		68.4040
EDTA+EDDHA	5		69.4960
EDTA	5		71.1500
DTPA	5		79.3840
EDDHA	5		85.9080
Sig.		1.000	.194

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักสด BH crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	22.7580	
EDDHA	5		98.7840
EDTA	5		99.0260
EDTA+EDDHA	5		103.5800
EDTA+DTPA	5		109.0560
DTPA	5		113.4540
Sig.		1.000	.335

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักสด GO crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	26.7480	
EDTA	5		72.7960
EDTA+EDDHA	5		84.5180
EDTA+DTPA	5		96.6820
DTPA	5		96.8320
EDDHA	5		114.8760
Sig.		1.000	.053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักสด RO crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	20.1000	
EDTA	5		70.2700
EDDHA	5		72.4040
EDTA+EDDHA	5		72.6420
EDTA+DTPA	5		72.8600
DTPA	5		78.9320
Sig.		1.000	.494

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักสด RC crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
EDDHA+ไคโตซาน	5	55.3840
EDTA	5	57.2140
EDTA+EDDHA	5	61.7160
EDDHA	5	63.4300
EDTA+DTPA	5	66.0740
DTPA	5	72.9300
Sig.		.202

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักสด BH crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
EDDHA+ไคโตซาน	5	53.7520		
EDTA	5	73.2040	73.2040	
EDTA+DTPA	5		97.3960	97.3960
EDTA+EDDHA	5		97.8300	97.8300
EDDHA	5		100.6940	100.6940
DTPA	5			124.3860
Sig.		.241	.132	.139

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักสด GO crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05 1
EDDHA+ไคโตซาน	5	73.4260
EDDHA	5	80.9320
EDTA+DTPA	5	85.3800
EDTA	5	88.3940
EDTA+EDDHA	5	97.3360
DTPA	5	103.0400
Sig.		.104

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักสด RO crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05 1	 2
EDDHA+ไคโตซาน	5	44.4200	
EDTA	5	60.0520	60.0520
EDDHA	5	71.7620	71.7620
EDTA+DTPA	5	73.4320	73.4320
EDTA+EDDHA	5		75.0300
DTPA	5		83.6140
Sig.		.056	.126

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากผักสลัดแต่ละชนิด

น้ำหนักรากแห้ง

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DWRC1R	Between Groups	.449	5	.090	4.219	.007
	Within Groups	.511	24	.021		
	Total	.960	29			
DWBH1R	Between Groups	.625	5	.125	13.709	.000
	Within Groups	.219	24	.009		
	Total	.844	29			
DWGO1R	Between Groups	.696	5	.139	3.872	.010
	Within Groups	.863	24	.036		
	Total	1.560	29			
DWRO1R	Between Groups	.621	5	.124	6.196	.001
	Within Groups	.481	24	.020		
	Total	1.102	29			
DWRC2R	Between Groups	.032	5	.006	1.114	.379
	Within Groups	.137	24	.006		
	Total	.168	29			
DWBH2R	Between Groups	.048	5	.010	.985	.447
	Within Groups	.235	24	.010		
	Total	.283	29			
DWGO2R	Between Groups	.036	5	.007	1.127	.373
	Within Groups	.152	24	.006		
	Total	.188	29			
DWRO2R	Between Groups	.031	5	.006	.856	.524
	Within Groups	.172	24	.007		
	Total	.203	29			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักแห้ง RC crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	.3460	
DTPA	5		.5700
EDTA+DTPA	5		.5980
EDTA+EDDHA	5		.6620
EDTA	5		.6760
EDDHA	5		.7220
Sig.		1.000	.152

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้ง BH crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	.2240	
DTPA	5		.5360
EDTA+DTPA	5		.5600
EDDHA	5		.6040
EDTA+EDDHA	5		.6140
EDTA	5		.6640
Sig.		1.000	.068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้ง GO crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	.2780	
DTPA	5		.6040
EDTA+EDDHA	5		.6060
EDTA	5		.6140
EDTA+DTPA	5		.6320
EDDHA	5		.7880
Sig.		1.000	.182

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักแห้ง RO crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
non-Fe	5	.2140		
EDDHA	5	.3960	.3960	
DTPA	5		.4680	.4680
EDTA	5		.5260	.5260
EDTA+EDDHA	5		.5820	.5820
EDTA+DTPA	5			.6640
Sig.		.053	.067	.055

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้ง RC crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
EDDHA+ไคโตซาน	5	.2920
EDTA+DTPA	5	.2980
EDTA	5	.3060
EDTA+EDDHA	5	.3080
DTPA	5	.3660
EDDHA	5	.3720
Sig.		.151

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้ง BH crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
EDDHA+ไคโตซาน	5	.3100
EDTA+DTPA	5	.3220
EDTA	5	.3440
EDTA+EDDHA	5	.3660
EDDHA	5	.3880
DTPA	5	.4280
Sig.		.108

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักแห้ง GO crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
EDTA+DTPA	5	.3420
EDTA	5	.3440
EDDHA+ไคโตซาน	5	.3540
EDDHA	5	.3800
EDTA+EDDHA	5	.4180
DTPA	5	.4280
Sig.		.144

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้ง RO crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
EDTA	5	.2440
EDDHA+ไคโตซาน	5	.2900
EDTA+DTPA	5	.2940
EDDHA	5	.3220
EDTA+EDDHA	5	.3260
DTPA	5	.3420
Sig.		.118

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักรากสด

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FWRC1R	Between Groups	542.556	5	108.511	4.222	.007
	Within Groups	616.769	24	25.699		
	Total	1159.325	29			
FWBH1R	Between Groups	595.749	5	119.150	14.390	.000
	Within Groups	198.722	24	8.280		
	Total	794.471	29			
FWGO1R	Between Groups	901.409	5	180.282	5.694	.001
	Within Groups	759.872	24	31.661		
	Total	1661.280	29			
FWRO1R	Between Groups	646.109	5	129.222	8.229	.000
	Within Groups	376.896	24	15.704		
	Total	1023.005	29			
FWRC2R	Between Groups	27.106	5	5.421	1.068	.403
	Within Groups	121.842	24	5.077		
	Total	148.948	29			
FWBH2R	Between Groups	77.789	5	15.558	2.900	.035
	Within Groups	128.743	24	5.364		
	Total	206.532	29			
FWGO2R	Between Groups	45.441	5	9.088	1.317	.290
	Within Groups	165.558	24	6.898		
	Total	210.998	29			
FWRO2R	Between Groups	40.882	5	8.176	1.855	.140
	Within Groups	105.783	24	4.408		
	Total	146.666	29			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักสด RC crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	5.2320	
EDTA+DTPA	5		13.7220
DTPA	5		16.1180
EDTA+EDDHA	5		16.2840
EDTA	5		16.7280
EDDHA	5		17.8800
Sig.		1.000	.257

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักสด BH crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	2.6540	
EDTA+DTPA	5		12.8220
EDTA+EDDHA	5		13.9420
DTPA	5		14.0600
EDTA	5		15.2360
EDDHA	5		15.6880
Sig.		1.000	.171

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักสด GO crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	3.5620	
EDTA	5		13.9880
EDTA+EDDHA	5		14.0400
EDTA+DTPA	5		14.8700
DTPA	5		18.7780
EDDHA	5		20.9680
Sig.		1.000	.090

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักสด RO crop ที่ 1

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
non-Fe	5	2.9100	
EDTA+EDDHA	5		13.3840
EDTA	5		14.2460
DTPA	5		15.0220
EDTA+DTPA	5		15.6200
EDDHA	5		16.8420
Sig.		1.000	.229

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักสด RC crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
EDDHA+ไคโตซาน	5	6.9200
EDTA	5	7.5320
EDTA+EDDHA	5	7.9020
EDDHA	5	8.7160
EDTA+DTPA	5	8.7360
DTPA	5	9.8520
Sig.		.080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักสด BH crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
EDDHA+ไคโตซาน	5	5.8000		
EDTA	5	7.6020	7.6020	
EDTA+EDDHA	5	8.5660	8.5660	8.5660
EDTA+DTPA	5	8.5900	8.5900	8.5900
EDDHA	5		9.6060	9.6060
DTPA	5			10.9960
Sig.		.093	.223	.141

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักสด GO crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05 1
EDDHA+ไคโตซาน	5	8.2840
EDDHA	5	9.8560
EDTA	5	10.3580
EDTA+DTPA	5	10.7620
EDTA+EDDHA	5	11.5620
DTPA	5	12.0960
Sig.		.052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักสด RO crop ที่ 2

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05 1	 2
EDDHA+ไคโตซาน	5	6.1040	
EDTA	5	6.6120	6.6120
EDTA+DTPA	5	8.3000	8.3000
EDDHA	5	8.4920	8.4920
EDTA+EDDHA	5	8.8500	8.8500
DTPA	5		9.2740
Sig.		.074	.083

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลวิเคราะห์ทางสถิติของการประเมินการเจริญเติบโตของผักสลัด

การประเมิน crop ที่ 1

ANOVA

EVALUATE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	29.488	5	5.898	13.610	.000
Within Groups	10.400	24	.433		
Total	39.888	29			

EVALUATE

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
nonFe	5	1.7200	
EDTA	5		4.1600
EDTA+DTPA	5		4.3200
EDTA+EDDHA	5		4.3200
EDDHA	5		4.4400
DTPA	5		4.5600
Sig.		1.000	.399

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

การประเมิน crop ที่ 2

ANOVA

EVALUATE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.135	5	1.227	2.831	.038
Within Groups	10.400	24	.433		
Total	16.535	29			

EVALUATE

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
EDDHA+ไคโตซาน	5	3.2800	
EDTA	5	3.6800	3.6800
EDDHA	5	3.9600	3.9600
EDTA+EDDHA	5		4.4400
EDTA+DTPA	5		4.4400
DTPA	5		4.4800
Sig.		.135	.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลวิเคราะห์ทางสถิติน้ำหนักเฉลี่ยของผักสลัด

น้ำหนักเฉลี่ย crop ที่ 1

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FW	Between Groups	8483.669	5	1696.734	7.699	.000
	Within Groups	5289.334	24	220.389		
	Total	13773.003	29			
DW	Between Groups	10.144	5	2.029	6.838	.000
	Within Groups	7.121	24	.297		
	Total	17.265	29			

น้ำหนักสดเฉลี่ย

Duncan

		Subset for alpha = .05	
TREAT	N	1	2
nonFe	5	41.6892	
EDTA	5		74.0140
EDTA+EDDHA	5		82.7680
EDTA+DTPA	5		83.6620
EDDHA	5		85.4780
DTPA	5		94.0720
Sig.		1.000	.066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้งเฉลี่ย

Duncan

		Subset for alpha = .05	
TREAT	N	1	2
nonFe	5	2.1444	
EDTA	5		3.2860
EDTA+DTPA	5		3.5800
EDDHA	5		3.6018
EDTA+EDDHA	5		3.7700
DTPA	5		3.8820
Sig.		1.000	.133

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเฉลี่ย crop ที่ 2

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FW2	Between Groups	4717.005	5	943.401	2.441	.063
	Within Groups	9276.418	24	386.517		
	Total	13993.423	29			
DW2	Between Groups	5.301	5	1.060	2.204	.087
	Within Groups	11.543	24	.481		
	Total	16.844	29			

น้ำหนักสดเฉลี่ย

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
EDDHA+ไคโตซาน	5	56.7455	
EDTA	5	66.0855	
EDDHA	5	79.2045	79.2045
EDTA+DTPA	5	80.5705	80.5705
EDTA+EDDHA	5	82.9780	82.9780
DTPA	5		95.9925
Sig.		.069	.229

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

น้ำหนักแห้งเฉลี่ย

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
EDDHA+ไคโตซาน	5	2.5495	
EDTA	5	2.9250	2.9250
EDDHA	5	3.2175	3.2175
EDTA+DTPA	5	3.4160	3.4160
EDTA+EDDHA	5		3.5890
DTPA	5		3.8160
Sig.		.081	.079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลวิเคราะห์ทางสถิติธาตุอาหาร

ธาตุโพแทสเซี่ยม

ANOVA

K

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	32.127	5	6.425	10.610	.000
Within Groups	14.534	24	.606		
Total	46.661	29			

K

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
DTPA	5	4.8540		
EDTA	5	5.1160	5.1160	
EDDHA	5	5.4800	5.4800	
EDTA+DTPA	5	5.7320	5.7320	
nonFe	5		6.2060	
EDTA+EDDHA	5			8.0020
Sig.		.114	.052	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ธาตุแคลเซี่ยม

ANOVA

CA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.038	5	1.608	11.027	.000
Within Groups	3.499	24	.146		
Total	11.537	29			

CA

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
EDTA	5	2.8740	
EDTA+EDDHA	5	2.9360	
EDTA+DTPA	5	3.0220	
EDDHA	5	3.0900	
DTPA	5	3.1860	
nonFe	5		4.3840
Sig.		.259	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุแมกนีเซี่ยม

ANOVA

MG

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.041	5	.008	2.994	.031
Within Groups	.066	24	.003		
Total	.108	29			

MG

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
EDTA+DTPA	5	.3220	
EDDHA	5	.3480	
EDTA	5	.3500	
EDTA+EDDHA	5	.3600	
DTPA	5	.3900	.3900
nonFe	5		.4380
Sig.		.078	.162

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ธาตุเหล็ก

ANOVA

FE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.721	5	.144	3.523	.016
Within Groups	.983	24	.041		
Total	1.704	29			

FE

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
nonFe	5	1.14000		
EDDHA	5	1.16460		
EDTA	5	1.19320	1.19320	
DTPA	5	1.36560	1.36560	1.36560
EDTA+EDDHA	5		1.46570	1.46570
EDTA+DTPA	5			1.54080
Sig.		.119	.054	.208

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุสังกะสี

ANOVA

ZN

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.486	5	1.297	28.957	.000
Within Groups	1.075	24	.045		
Total	7.561	29			

ZN

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
EDTA+DTPA	5	1.10514		
EDTA+EDDHA	5	1.26968		
EDTA	5	1.28640		
EDDHA	5	1.36118		
DTPA	5		1.78204	
nonFe	5			2.47830
Sig.		.091	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ธาตุทองแดง

ANOVA

CU

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.567	5	.313	1.546	.213
Within Groups	4.864	24	.203		
Total	6.431	29			

CU

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
nonFe	5	.68440
EDTA+DTPA	5	.75630
EDTA+EDDHA	5	.92580
EDDHA	5	.99432
EDTA	5	1.18250
DTPA	5	1.34306
Sig.		.050

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุแมงกานีส

ANOVA

MN

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.475	5	.295	4.984	.003
Within Groups	1.420	24	.059		
Total	2.895	29			

MN

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
nonFe	5	.38640	
EDTA+DTPA	5		.73020
EDTA+EDDHA	5		.83470
EDTA	5		.92558
EDDHA	5		1.01596
DTPA	5		1.04170
Sig.		1.000	.080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ไนเตรท

ANOVA

NITRAT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2181961.367	5	436392.273	2.075	.104
Within Groups	5047580.800	24	210315.867		
Total	7229542.167	29			

NITRAT

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
nonFe	5	2102.0000	
EDTA+DTPA	5	2678.8000	2678.8000
DTPA	5	2727.4000	2727.4000
EDDHA	5	2739.0000	2739.0000
EDTA	5		2832.0000
EDTA+EDDHA	5		2951.8000
Sig.		.054	.409

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงปริมาณไนเตรท

ครั้งที่: 1									dw(g)			conc				NO_3			
ชนิดผัก	No.	FW (g)		DW (g)								mg NO_{3tube}			mg NO_3/g dw					
	v	Total FW	ต้น	DW + bag	bag	DW	% WC	% DM	R 1	R2	R3	R1	R2	R3	R 1	R2	R3	AVG	mg NO_3/g FW	AVG
ไม่มีเหล็ก	1	38.23	1	14.45	12.49	1.96	94.87	5.13	0.1009	0.1005	0.1	33.95	20.82	31.95	42059	25896	39938	40998	2102	40998
Fe EDTA	1	103.85		16.84	12.45	4.39	95.77	4.23	0.1009	0.1006	0.1001	60.35	57.00	60.80	74765	70825	75924	73838	3121	
	2	87.58		16.27	12.76	3.51	95.99	4.01	0.1005	0.1009	0.1005	51.10	59.75	57.20	63557	74021	71144	69574	2788	
	3	50.72		15.48	12.40	3.08	93.93	6.07	0.1008	0.1005	0.1009	34.60	35.75	35.30	42907	44465	43731	43701	2654	2831.969
	4	99.56		16.52	12.62	3.90	96.08	3.92	0.1008	0.1008	0.1006	46.85	56.65	54.85	58098	70250	68154	69202	2711	
	5	88.76		16.28	12.50	3.78	95.74	4.26	0.1006	0.1005	0.1008	53.35	54.70	55.60	66290	68035	68948	67758	2886	
Fe DTPA	1	112.02		17.33	12.65	4.68	95.82	4.18	0.1007	0.1000	0.1003	62.55	64.80	63.80	77644	81000	79511	79385	3317	
	2	118.15		17.65	12.81	4.84	95.90	4.10	0.1003	0.1005	0.1005	55.75	54.15	49.45	69479	67351	61505	66112	2708	
	3	119.7		15.91	12.31	3.60	96.99	3.01	0.1004	0.1006	0.1004	59.40	62.05	62.80	73954	77100	78187	76414	2298	2727.525
	4	129.28		17.70	12.99	4.71	96.36	3.64	0.101	0.1001	0.1005	45.60	47.45	39.00	56436	59253	48507	57844	2107	
	5	115.46		17.37	12.96	4.41	96.18	3.82	0.1004	0.1	0.1006	66.90	67.10	68.20	83292	83875	84742	83969	3207	
Fe EDDHA	1	123.65		17.89	12.87	5.02	95.94	4.06	0.1030	0.1032	0.1033	60.65	61.65	62.25	73604	74673	75327	74535	3026	
	2	91.02		14.83	12.25	2.58	97.17	2.83	0.1047	0.1017	0.1007	47.85	38.95	37.55	57128	47874	46611	47242	1339	
	3	112.58		18.22	12.95	5.27	95.32	4.68	0.1024	0.1016	0.1037	62.65	60.65	65.10	76477	74619	78472	76522	3582	2738.875
	4	66.22		15.57	12.61	2.96	95.53	4.47	0.1014	0.1014	0.1027	54.45	64.20	49.70	67123	79142	60492	68919	3081	
	5	105.23		16.86	12.60	4.26	95.95	4.05	0.103	0.1017	0.1012	52.00	52.90	56.25	63107	65020	69479	65868	2667	
Fe EDTA+Fe DTPA	1	89.34		16.50	12.82	3.68	95.88	4.12	0.1041	0.1010	0.1008	69.70	53.00	57.90	83694	65594	71801	68697	2830	
	2	104.1		16.26	12.15	4.11	96.05	3.95	0.1023	0.1010	0.1012	50.95	54.00	54.00	62256	66832	66700	65262	2577	
	3	123.58		17.45	12.42	5.03	95.93	4.07	0.1022	0.1020	0.1025	59.85	63.60	49.90	73202	77941	60854	75572	3076	2678.699
	4	90.04		16.29	12.42	3.87	95.70	4.30	0.1018	0.1025	0.1025	43.95	53.30	53.90	53966	65000	65732	65366	2809	
	5	109.09		16.42	12.15	4.27	96.09	3.91	0.1018	0.1016	0.1006	45.40	43.10	42.10	55747	53027	52311	53695	2102	
Fe EDTA+Fe EDDHA	1	93		16.50	12.57	3.93	95.77	4.23	0.1000	0.1021	0.1031	53.30	57.25	60.55	66625	70091	73412	70042	2960	
	2	123.47		17.85	12.91	4.94	96.00	4.00	0.1032	0.1018	0.1016	60.75	62.35	60.10	73583	76559	73942	74695	2989	
	3	110.11		17.97	13.11	4.86	95.59	4.41	0.1000	0.1008	0.1006	59.95	58.20	60.90	74938	72173	75671	74260	3278	2951.521
	4	68.67		15.22	11.88	3.34	95.14	4.86	0.1012	0.1006	0.1	42.95	38.95	40.80	53051	48397	51000	50816	2472	
	5	108.29		16.90	12.20	4.70	95.66	4.34	0.1011	0.1011	0.1024	54.95	59.10	57.75	67940	73071	70496	70502	3060	