

**אבחון ויזואלי של מחסורים ועודפים ומציאת הערכים הרצויים של יסודות הזנה
לגידול מיטבי של גרוויליאה/ספיידרמן'**

**Identifying deficiency and excess symptoms of nutrients in *Gravillea* "Spiderman":
consequences of nutrient supply on cut flowers**

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

יוסי ריוב	המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות ע"ש רוברט ה. סמית, הפקולטה לחקלאות, המזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית
מלי זקס	אגף לשרות שדה, שרות ההדרכה והמקצוע
עזי כפכפי	המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות ע"ש רוברט ה. סמית, הפקולטה לחקלאות, המזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית
עופרה זיו	המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות ע"ש רוברט ה. סמית, הפקולטה לחקלאות, המזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית
שמעון מאיר	אחסון, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
אלישע קניג	אגף לשרות שדה, שרות ההדרכה והמקצוע
יאיר תמרי	אגף לפרחים, שרות ההדרכה והמקצוע
רוברטו נתן	אגף לשרות שדה, שרות ההדרכה והמקצוע
איתן שלמה	מדריך פרחים פרטי, איתן שלמה בע"מ

Joseph Riov, The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture, The Faculty of Agriculture, Food and Environment Quality Sciences, Rehovot. E-mail: Riov@agri.huji.ac.il

Mollie Sacks, Field Service, Extension Service, Ministry of Agriculture, P.O.B. 6 Bet Dagan. E-mail: malyz@shaham.moag.gov.il

Uzi Kafkafi, The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture, The Faculty of Agriculture, Food and Environment Quality Sciences, Rehovot. E-mail: kafkafi@agri.huji.ac.il

Ofra Ziv, The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture, The Faculty of Agriculture, Food and Environment Quality Sciences, Rehovot. E-mail: zivofra@yahoo.com

Shimon Meir, Technology & Storage of Agricultural Products, Volcani Center, P.O.B. 6, Bet-Dagan, E-mail: shimonm@volcani.agri.gov.il

Elisha Kenig, Field Service, Extension Service, Ministry of Agriculture, P.O.B. 28 Bet Dagan. E-mail:

elkenig@shaham.moag.gov.il, Yair Tamari, Floriculture, Extension Service, Ministry of Agriculture,

Hadera. E-mail: yatamari@shaham.moag.gov.il, Roberto Nathan, Field Service, Extension Service,

Ministry of Agriculture, P.O.B. 6 Bet Dagan. E-mail: robnat@shaham.moag.gov.il

Eitan Shlomo, Floriculture, Counsultant. E-mail: sheitan7@gmail.com

ספטמבר 2010

תמוז תש"ע

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים. הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: כן

חתימת החוקרת.

*

תקציר

הדישון וההשקיה של זנים שונים של גרוויליאה מבוססים על הידע הקיים בישראל בגידול סוגים שונים של משפחת הפרוטאיים. עם זאת, המגדלים נתקלים בבעיות במהלך הגידול של גרוויליאה 'ספיידרמן', המתבטאים בכלורוזה, עיכוב צמיחה ופגיעה באיכות הפרחים. מחקר זה הנו המשך של מחקר קודם, שנועד לבחון האם הבעיות הנ"ל מקורן במחסור או עודף של היסודות ברזל, מנגן, אבץ זרחן או מגנזיום, ואת ההשפעה של יסודות הזנה אלו על ההתפתחות של זן זה. לאור הממצאים שהתקבלו בעבר, המחקר הנוכחי התמקד בבחינה של ריכוז נוסף (בינוני) של ברזל עקב העלות הגבוהה של תוספת ברזל, וכן בשילובים של הטיפולים הטובים ביותר, כמו ברזל בינוני + מנגן גבוה. מאחר ומדובר בגידול רב-שנתי, המשכנו גם בטיפולים שנבחנו במחקר הקודם, בכדי ללמוד את ההשפעות ארוכות הטווח של הטיפולים שנבחנו. נמצאו שינויים בהתפתחות הצמחים בטיפולים השונים שנבחנו. העלאת ריכוז הברזל ל- 3 ח"מ מהריכוז המקובל של 1 ח"מ, הביאה לענפים בצבע ירוק-עז, כשלעיתים הופיעו צריבות קלות בקצות העלים. צבע ירוק-כהה, המעלה את הערך השיווקי גם של ענפים ללא פרחים, התקבל גם ע"י ריכוז של 2 ח"מ ברזל בתמיסת ההזנה ללא הופעה של צריבות. השילוב של תוספת מנגן + ברזל בינוני הביא להקדמה ביבול והתפתחות ענפי צד ארוכים, אבל מספר החזרות הקטן של טיפול זה לא אפשר קבלת מובהקות סטטיסטית. הטיפולים של ברזל בינוני וגבוה (2 ו- 3 ח"מ, בהתאמה) הניבו את מספר הרב ביותר של פרחים, ושפרו את היבול בהשוואה לדישון המשקי. הופעה של כלורוזה אובחנה בצמחים שהוזנו ברמה נמוכה יחסית של זרחן כבר בשנה הראשונה של הגידול (2007) במהלך המחקר הקודם, שהחריפה במהלך המחקר הנוכחי תוך הצהבה בולטת של ענפי הפריחה. צריבות רבות הופיעו בטיפולים בהם נתנו ריכוזים גבוהים של אבץ, מנגן ומגנזיום. ריכוז הנתרן בעלים היה גבוה יחסית בטיפולים בהם אובחנו צריבות בקצות העלים. פריצות צימוח רבות התקבלו בעקבות הזנה במנגן גבוה או במגנזיום גבוה והן הביאו לקבלת ענפים רבים ללא פרחים. טיפולי ההזנה השפיעו על משך חיי האגרטל של ענפי הפריחה, כשהצמחים שדושנו עם ברזל בינוני וגבוה היו האיכותיים ביותר. תוצאות המחקר הנוכחי אפשרו את לימוד הגורמים לתופעות הכלורוזה וסימני המחסור של יסודות ההזנה, ופיתוח כלים דיאגנוסטיים (בדיקות עלים וסימנים ויזואליים) לאבחון גורמי הכלורוזה, המחסור והעודף. מתוצאות המחקר ניתן להסיק שדישון מוגבר בברזל ימנע בעיות הזנה ויביא לשיפור איכות הענפים ליצוא.

מבוא

גרוויליאה 'ספיידרמן' שייכת למשפחת הפרוטאיים (Proteaceae) (Olde and Marriott, 1995). מוצאם של רוב הצמחים ממשפחה זו הוא מערב אוסטרליה ודרום אפריקה (Cowling and Lamont, 1998). הצמחים גדלים באזורים בהם הקרקעות חוליות, עמוקות וחומציות, כשזרחה הינו היסוד המגביל את הגידול של הפרוטאיים בסביבתם הטבעית (Pate and Del, 1984). הצמחים ממשפחת הפרוטאיים פיתחו איברים ומנגנונים מיוחדים, כמו שורשים פרוטאידיים (Purnell, 1960) וסימביוזה עם פטריות מיקוריזה, כדי לקלוט את הזרחן מהקרקע למרות ריכוזו הנמוך. האקלים בארץ מתאים לגידול צמחים ממשפחת הפרוטאיים, אך גידולם כאן הנו בעייתי בשל תכונות הקרקע, בעיקר pH בסיסי וריכוזים גבוהים של גיר וזרחן.

הדישון וההשקיה של הגרוויליאה בארץ מבוססים על הידע הקיים בישראל בגידול סוגים שונים של צמחים ממשפחת הפרוטאיים. גרוויליאה 'ספיידרמן', וגם זני גרוויליאה אחרים, הנם גידול יצוא עתיר הכנסה עם ביקוש הולך וגדל, ובהתאם לכך עולה היקף הגידול בארץ. בשנים האחרונות נתקלו בבעיות במהלך הגידול של גרוויליאה 'ספיידרמן', שהתבטאו בכלורוזה, עיכוב צימוח ופגיעה באיכות הפרחים. על סמך ההנחה שבעיות הגידול הנ"ל קשורות לבעיות הזנה, הוקמה במחקר הקודם מערכת ניסויית בחוות הפקולטה לחקלאות, כדי לבחון טיפולי הזנה שונים, בהם זרחן, מגנזיום, ברזל, מנגן ואבץ, שסופקו בחסר או בעודף לעומת הביקורת (דישון משקל). בתחילת מאי 2007 נשתלו צמחי גרוויליאה 'ספיידרמן' במצע פרליט במכלים של 50 ליטר בשטח פתוח. תמיסות ההזנה ניתנו לכל צמח בנפרד במערכת סגורה, בה עודף תמיסות ההזנה התנקז בחזרה לחביות וחוזר חלילה. תגובות הצמחים לטיפולי ההזנה היו בולטות מאוד. הטיפול המוצלח ביותר מבחינת הצימוח וההקדמה של הפריחה היה ברזל גבוה (3 ח"מ). ברוב הטיפולים, התחילה הופעה של כלוזורה עם תחילת החורף, להוציא הטיפול של ברזל גבוה. במהלך המחקר הקודם לא הובחנו סימנים ויזואליים של עודפי יסודות בטיפולים של אבץ גבוה ומנגן גבוה עד לסוף שנת הגידול השנייה.

המחקר הנוכחי התמקד בבחינה של ריכוז נוסף (בינוני) של ברזל עקב העלות הגבוהה של תוספת ברזל, וכן בשילובים של הטיפולים הטובים ביותר, כמו ברזל בינוני + מנגן גבוה. מאחר ומדובר בגידול רב-שנתי, המשכנו גם לבחון טיפולים שישומו במחקר הקודם, בכדי ללמוד את ההשפעות ארוכות הטווח של הטיפולים שנבחנו.

שיטות וחומרים

בחוות הניסויים של הפקולטה לחקלאות ברחובות הוכנה תשתית של חצץ על שטח של כ- 300 מ² בשטח פתוח. על החצץ מוקמו 110 חביות בעלות נפח של 100 ליטר כל אחת, שחוברו בזוגות (ככלים שלובים), כדי לאחסן 200 ליטר של תמיסת הזנה. על כל זוג חביות הונח מיכל בנפח של 50 ליטר במידות פנים של 59x31x28 ס"מ, עם שתי יציאות ניקוז, אחת לכל חבית. המכלים מולאו במצע פרליט 212. החביות סודרו ב-5 שורות של 22 חביות (11 זוגות), בכיוון צפון-דרום. עקב צפיפות יתר בין השורות והחשש שהצללה השפיעה על הצימוח של הצמחים במהלך המחקר הקודם, המרווחים בין השורות במחקר הנוכחי הורחבו מ-190 ס"מ ל-380 ס"מ בין השורות, כשהצפיפות בתוך השורות

נשארה 155 ס"מ. מבנה הניסוי היה באקראיות גמורה, כאשר כל צמח הווה חזרה. בתאריך ה- 7.5.07, נשתלו שתילי גרוויליאה 'ספידרמן', אחד בכל מכל, ולאחר השנה הראשונה הופסקו ארבעה טיפולים, שכמעט ולא הניבו פרחים (זרחן 30 ח"מ, מגנזיום 90 ח"מ, טיפול ללא ברזל וטיפול ללא מנגן), ובמקומם נשתלו בתאריך ה- 15.4.08 צמחים חדשים, שטופלו בוריאציות שונות של הטיפולים המובילים. מכאן, שאת המחקר הנוכחי התחלנו עם צמחים בני שנה ובני שנתיים. כל הצמחים נגזמו לאחר הקטיף בתאריך ה- 22.3.09. הטיפולים ומספר החזרות מצוינים בטבלה 1. בטיפולים מסוימים מספר החזרות היה קטן מהמתוכנן בשל פגיעה בצמחים בעקבות הגיזום. ב- 12.10.09 התבצע גימום של ענפים הארוכים בכל הצמחים, בכדי לגרום להתפתחות ענפי פריחה צדדיים.

טבלה 1. הטיפולים ומספר החזרות במהלך המחקר הנוכחי.

ריכוז היסוד (ח"מ)													מספר חזרות	גיל הצמח (שנים)	טיפול
N	K	Mg	Ca	S	Cl	Cu	Mo	B	Zn	Mn	Fe	P			
50	50	30	80	25	150	0.1	0.05	0.3	0.3	0.6	1.0	10	2	2	משקי 1 (בקורת 1)
50	50	30	80	25	150	0.1	0.05	0.3	0.3	0.6	1.0	10	3	1	משקי 2 (בקורת 2)
50	50	30	80	25	150	0.1	0.05	0.3	0.3	0.6	1.0	2	4	2	זרחן נמוך
50	50	30	80	25	150	0.1	0.05	0.3	0.3	0.6	3.0	10	4	2	ברזל גבוה
50	50	30	80	25	150	0.1	0.05	0.3	0.3	0.6	2.0	10	4	1	ברזל בינוני
50	50	30	80	25	150	0.1	0.05	0.3	0.3	1.8	1.0	10	3	2	מנגן גבוה
50	50	30	80	25	150	0.1	0.05	0.3	0.3	1.8	2.0	10	3	1	מנגן גבוה + ברזל בינוני
50	50	30	80	25	150	0.1	0.05	0.3	0.9	0.6	1.0	10	4	2	אבץ גבוה
50	50	30	80	25	150	0.1	0.05	0.3	0.0	0.6	1.0	10	4	2	ללא אבץ
50	50	45	80	50	150	0.1	0.05	0.3	0.3	0.6	1.0	10	4	2	Mg פי 1.5

מקור המים לתמיסות היה מי ברז. היסודות גופרית (חוץ מטיפול המגנזיום שבו נעשה שימוש בגופרת מגנזיום), נתרן וכלוריד היו בריכוזים של מי ברז. דשן מורכב "מור" 4-0-6+2+0.4 (4% חנקן, 0% זרחן, 6% תחמוצת אשלגן, 2% סידן ו-0.4% מגנזיום) סיפק את היסודות חנקן ואשלגן. יחס אמוך/ חנקן של 1/10 התקבל ע"י תוספת חנקת הסידן וחנקת המגנזיום לדשן "מור". הברזל הוסף ככלאט

המתאים לרמת ה- pH של המים ("ברטיף" של דשנים וחומרים כימיים). תמיסות ההזנה הוכנו כמפורט בטבלה 2.

טבלה 2. אופן הכנת תמיסות ההזנה לטיפולים השונים.

ריכוז דשנים סופיים (סמ"ק או גרם\ 1000 ליטר)									טיפול
מור 4-0-6 +2+0.4	MgSO ₄	קורטין נחושת	Mo*	B- 7000	קורטין אבץ	קורטין מנגן	ברטיף	חומצה זרחתית	
1000		0.5	250	30	10	32	90	22	משקי (בקורת)
1000		0.5	250	30	10	32	90	4.5	זרחן נמוך
1000		0.5	250	30	10	32	270	22	ברזל גבוה
1000		0.5	250	30	10	32	180	22	ברזל בינוני
1000		0.5	250	30	10	96	90	22	מנגן גבוה
1000		0.5	250	30	10	96	180	22	מנגן גבוה + ברזל בינוני
1000		0.5	250	30	40	32	90	22	אבץ גבוה
1000		0.5	250	30	0	32	90	22	ללא אבץ
1000	134.8	0.5	250	30	10	32	90	22	פי 1.5 Mg

* תמיסת אם של 1.05 גרם ב- 3 ליטר

ההשקיה נעשתה בשיטה של הרמה הידראולית (hydraulic lift) של תמיסות ההזנה מהחביות אל מצע הגידול וניקוז בחזרה אל החביות לכל צמח בנפרד. ההשקיה ניתנה בתדירות של פעם בשעתיים (סך הכל 6 פעמים ביום) בין השעות 7:00-17:00 במשך 10 שעות יום, למשך 3.6 דקות בכל פתיחה. המוליכות החשמלית של כל תמיסות הטיפולים הייתה בתחום של 1.1-1.7 dSm⁻¹ וה- pH בין 5.0 ל- 6.0 (באמצעות תוספת חומצה גופריתנית). תמיסות ההזנה הוחלפו כל שלושה שבועות ונדגמו לאנליזה כימית המוצגת בטבלאות 3 ו- 4.

בחינת השפעת טיפולי הדישון על איכות הפרחים לאחר הקטיף - תגובת ענפי פריחה קטופים לטיפולי הדישון השונים נבחנה פעם בשבוע מסוף נובמבר 2009 ועד סוף ינואר 2010. פרחים מכל הטיפולים בשלב של קטיף מסחרי הובאו במים למחלקה לאחסון במינהל המחקר החקלאי, בית דגן, לבדיקת חיי האגרטל. למחרת, הענפים טופלו בטיפול המקובל לענפי פריחה של גרוויליאה:

טבילת הפרחים בלבד בציטוקנין, 0.5% בנוזילאדנין (TOGL-101) + 0.3% STS (כסףתיאוסולפט) ולאחריה הטענה בתמיסה של- 0.2% TOG-4 (8-הידרוקסיקווינולין, חומצות, מייצבים ומווסתי חומציות). ההטענה נעשתה במשך 4 שעות בטמפרטורת החדר + 20 שעות ב- 2 מ"צ. הפרחים עברו סימולציה של משלוח אווירי (יומיים עד שלושה ימים ב- 6 מ"צ), ולאחר מכן הם הוצבו באגרטל בתמיסת כלורין (TOG-6) למעקב אחר חיי האגרטל. המדדים שנבחנו היו: נשירת פרחים, כמישה והזדקנות הפרחים המתבטאת בשינוי הצבע, דהיית צבע או השחרת הפרחים.

תוצאות

תמיסות הזנה

ריכוזי יסודות ההזנה בתמיסות של הטיפולים השונים מוצגים בטבלאות 3 ו-4.

טבלה 3. הריכוזים (ח"מ) של יסודות המאקרו בתמיסות ההזנה של הטיפולים השונים בתקופה מה- 10.8.09 ועד ה- 4.3.10. התוצאות הן ממוצעים של בדיקות רבות שנערכו במהלך התקופה הנ"ל.

Mg X 1.5	ללא אבץ	אבץ גבוה	מנגן גבוה	מנגן גבוה+בחל בינוני	בחל בינוני	בחל גבוה	זרחן נמוך	ביקורת	יסודות הזנה (ח"מ)
12.7 a	13.3 a	12.8 a	14.3 a	12.8 a	12.9 a	13.0 a	5.2 b	13.1 a	P
1.0	1.1	1.0	1.1	1.7	1.0	1.7	0.5	1.1	SE
79.0	76.9	74.8	76.8	73.9	75.5	70.5	65.5	72.4	K
4.7	3.6	4.7	4.7	4.0	3.8	3.7	3.7		SE
114.6	112.6	112.1	104.7	116.0	109.3	104.7	104.6	107.5	Ca
17.5	16.8	16.6	17.5	20.7	16.2	15.1	15.0	14.1	SE
60.9 b	45.7 a	45.9 a	40.9 a	45.3 a	41.1 a	39.4 a	41.7 a	42.4 a	Mg
4.7	3.2	3.4	2.7	3.9	2.6	2.4	2.6	2.8	SE
99.6	100.3	103.8	97.1	106.3	92.7	91.8	95.2	94.5	Na
6.9	6.4	6.8	5.6	8.2	5.1	4.7	5.2	5.7	SE
95.9	76.9	76.5	79.6	84.7	76.4	72.1	71.4	77.0	S
13.8	11.9	12.3	13.5	15.6	11.1	10.2	10.6	11.0	SE

טבלה 4. הריכוזים (ח"מ) של יסודות המיקרו בתמיסות ההזנה של הטיפולים השונים בתקופה מה- 10.8.09 ועד ה- 4.3.10. התוצאות הן ממוצעים של בדיקות רבות שנערכו במהלך התקופה הנ"ל.

Mg X 1.5	ללא אבץ	אבץ גבוה	מנגן גבוה	מנגן גבוה+בחל בינוני	בחל בינוני	בחל גבוה	זרחן נמוך	ביקורת	יסודות הזנה (ח"מ)
1.21 c	1.16 c	1.18 c	1.20 c	2.43 b	2.24 b	3.01 a	1.08 c	1.25 c	Fe
0.05	0.07	0.06	0.09	0.18	0.11	0.15	0.06	0.08	SE
0.70 b	0.79 b	0.84 b	2.08 a	2.09 a	1.17 b	0.89 b	0.73 b	0.88 b	Mn
0.06	0.11	0.16	0.27	0.23	0.20	0.14	0.10	0.13	SE
0.42 b	0.13 c	1.16 a	0.53 b	0.45 b	0.34 bc	0.44 b	0.40 b	0.42 b	Zn
0.04	0.02	0.10	0.10	0.05	0.02	0.04	0.03	0.05	SE
0.47	0.47	0.47	0.47	0.46	0.45	0.43	0.44	0.46	B
0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	SE
0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	Mo
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	SE
0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.07	0.08	0.07	0.08	Cu
0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	SE

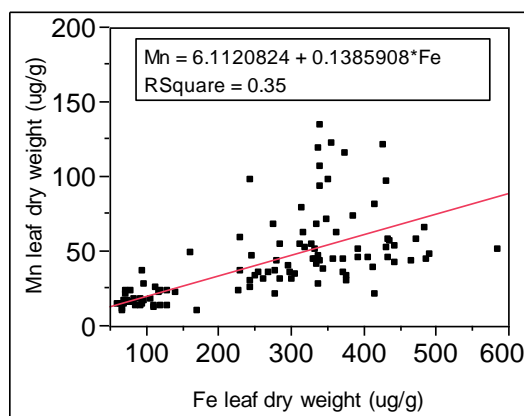
למרות שינויים מסוימים בריכוזים שתוכננו, הצלחנו לשמור על הבדלים יחסיים בריכוזים של היסודות שנבחנו – רמה גבוהה, בינונית, נמוכה ומשקית. ריכוז החנקן היה בממוצע 60 ח"מ, מזה 6

ח"מ $N-NH_4$ ו- 54 ח"מ $N-NO_3$. ריכוזי המגנזיום בתמיסות ההזנה היו גבוהים מהמתוכנן בכל הטיפולים, בשל ריכוז גבוה יחסית במי הברז (38 ח"מ). ריכוזי הסידן והגופרית היו גבוהים מהמתוכנן, כנראה עקב ריכוזים גבוהים של סידן במי הברז (80 ח"מ) ובדשן 'מורי' והוספת חומצה גופרתית לוויסות ה-pH של התמיסות ל-6. ריכוזי המנגן, האבץ והבורון היו גבוהים מהמתוכנן, אך תאמו את ההבדלים היחסיים בין הטיפולים. ה-pH בפועל של התמיסות היה 5.0 עד 6.0, אך לאחר מספר ימים הוא עלה שוב לערכים של בין 7 ל-8. לעומת זאת, ריכוזי הזרחן, המנגן הברזל והאבץ היו בריכוז הרצוי לאורך זמן, בשל העובדה שהריכוזים ההתחלתיים של יסודות אלו היו בדרך כלל גבוהים מהריכוזים המתוכננים.

אנליזה של המינרלים בעלים

נדגמו עלים דיאגנוסטיים מכל הצמחים בשלושה מועדים: תחילת נובמבר, ואמצע דצמבר ב-2009 וסוף פברואר ב-2010. ריכוזי יסודות ההזנה בעלים מוצגים בטבלאות 5 ו-6. ריכוזי ברזל של 2 ו-3 ח"מ בתמיסות ההזנה השפיעו בחיוב על הצימוח, צבע העלוה והיבול, אולם ריכוזי הברזל בעלים לא הושפע מטיפולי הדישון. במועד הדיגום הראשון, ריכוזי הברזל בכל הטיפולים היו נמוכים ($60-150 \mu g \cdot g^{-1}$) בהשוואה למועדים האחרים ($250-500 \mu g \cdot g^{-1}$). גם ריכוזי המנגן במועד הדיגום הראשון היו נמוכים בהשוואה למועדים האחרים.

הקשר בין ריכוזי הברזל והמנגן בעלים מוצג באיור 1. בדומה לתוצאות מהשנה שעברה (דו"ח 2009), נמצא מתאם חיובי קטן בין העלייה בריכוזי הברזל לעלייה בריכוזי המנגן בעלים.



איור 1. הקשר בין ריכוזי הברזל לריכוזי המנגן בעלים דיאגנוסטיים.

בצמחים שהראו צריבות קשות בקצות העלים, נמצאו ריכוזים גבוהים (מעל $11 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) של נתרן. הצריבות הופיעו בטיפולים של אבץ ומגנזיום גבוה. באותם צמחים גם נמצאו ריכוזים גבוהים של נחושת (כ- $6 \mu g \cdot g^{-1}$).

טבלה 5. ריכוזי יסודות המאקרו בעלים דיאגנוסטיים (ממוצעים של שלושה תאריכי דיגום: 4.11.09, 17.12.09 ו-28.2.10).

יסודות	טיפולים
--------	---------

ללא אבץ	Mg X 1.5	זרחן נמוך	אבץ גבוה	מנגן גבוה+ ברזל בינוני	מנגן גבוה	ברזל בינוני	ברזל גבוה	ביקורת	mg.g ⁻¹
2.28 ab	2.37 a	1.44 b	2.61 a	2.21 ab	2.00 ab	2.26 ab	2.65 a	2.16 ab	P
0.19	0.17	0.08	0.18	0.29	0.16	0.18	0.34	0.16	SE
8.64 ab	11.03 a	9.66 ab	11.12 a	9.96 ab	9.13 ab	7.44 b	7.69 b	9.42 ab	Na
0.49	0.53	0.51	0.44	1.04	0.97	0.59	0.54	0.54	SE
1.4 b	1.67 a	1.35 b	1.55 ab	1.56 ab	1.4 ab	1.49 ab	1.47ab	1.45 ab	S
0.05	0.09	0.04	0.05	0.10	0.03	0.06	0.06	0.05	SE
10.11	9.72	9.49	11.28	10.61	9.81	10.29	9.24	10.21	Ca
1.21	0.91	0.91	0.86	1.06	1.18	1.25	1.17	0.67	SE
1.83 ab	2.05 a	1.76 ab	2.08 a	1.7 ab	1.78 ab	1.68 ab	1.59 b	1.82 ab	Mg
0.08	0.10	0.07	0.13	0.10	0.11	0.10	0.07	0.10	SE
6.5 abc	7.77 ab	7.38 abc	8.3 a	5.1 c	7.29 abc	5.72 bc	6.24 abc	6.73 abc	K
0.55	0.58	0.51	0.32	0.41	0.79	0.50	0.55	0.43	SE

הערכים הם לגרם חומר יבש

טבלה 6 . ריכוז יסודות המיקרו בעלים דיאגנוסטיים (ממוצעים של שלושה תאריכי דיגום : 4.11.09, 17.12.09 ו- 28.2.10).

ללא אבץ	Mg X 1.5	זרחן נמוך	אבץ גבוה	טיפולים				ביקורת	יסודות g.g ⁻¹
				מנגן גבוה+ ברזל בינוני	מנגן גבוה	ברזל בינוני	ברזל גבוה		
256	270	280	260	300	246	250	289	266	Fe
40.98	43.39	45.43	39.74	43.84	36.08	42.65	40.45	34.05	SE
36.22 abc	34.88 bc	68.42 a	30.39 bc	35.31 abc	69.65 ab	55.77 abc	27.75 c	43.13 abc	Mn
5.78	4.71	15.61	4.11	3.87	12.79	11.91	4.34	8.09	SE
18.45	19.8	18.26	18.97	28.9	16.17	17.03	14.36	18.44	Zn
3.49	2.59	1.95	2.65	7.96	1.17	1.42	0.85	0.83	SE
44.15	43.55	44.38	48.96	45.35	42.75	43.24	41.22	45.18	B
3.73	4.15	3.83	4.22	4.81	4.19	4.84	4.16	3.33	SE
0.31	0.3	0.32	0.27	0.38	0.34	0.22	0.3	0.28	Mo
0.05	0.05	0.05	0.04	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04	SE
3.97 bc	4.47 ab	2.92 d	3.39 cd	5.21 a	2.95 d	4.03 bc	3.01 d	3.91 bc	Cu
0.14	0.22	0.16	0.11	0.23	0.3	0.2	0.28	0.17	SE

הערכים הם לגרם חומר יבש

התפתחות הצמחים וסימנים ויזואליים בטיפולים השונים

הצמחים צולמו אחת לחודש כדי לעקוב אחרי התפתחותם ולאחר סימנים דיאגנוסטיים של מחסורים ועודפים של יסודות ההזנה. בטבלה 7 מתוארים הסימנים הויזואליים בטיפולים השונים.

א. צימוח וגטטיבי

בטיפולים של ברזל גבוה, ברזל בינוני וברזל בינוני מנגן גבוה, צבע העלים היה ירוק-כהה במשך תקופת הגידול. נראה שהברזל השפיע על מניעת הזדקנות של העלים הבוגרים, מאחר שביתר הטיפולים העלים המבוגרים שבבסיסי הענפים הצדדים הצהיבו. בטיפולים האחרים, היו הצהבות עלים בדרגות שונות, למשל בטיפול של זרחן נמוך הופיעו הצהבות לכל אורך הענף, לעומת טיפול הביקורת בו הופיעו הצהבות רק בצימוח הצעיר בקצה הענף. בטיפולים שסבלו מעודפי אבץ, מנגן ומגנזיום הופיעו עלעלת (צימוח רב של עלים קטנים וצפופים (פרקים קצרים) ונקרוזות (צריבות) בעלוה.

גם מבנה הצמח הושפע מהטיפולים. הענפים בטיפולים ללא אבץ וזרחן נמוך היו ארוכים, ללא התפתחות של ענפים צדדיים. בטיפולים של הביקורת, תוספת מגנזיום, אבץ ומנגן התפתחו ענפים צדדיים רבים ללא פרחים. בטיפולים של ברזל גבוה, ברזל בינוני וברזל בינוני בשילוב עם מנגן גבוה מרבית הענפים הסתיימו בפרחים, והצמחים אופיינו בענפי פריחה צדדיים ארוכים ואיכותיים.

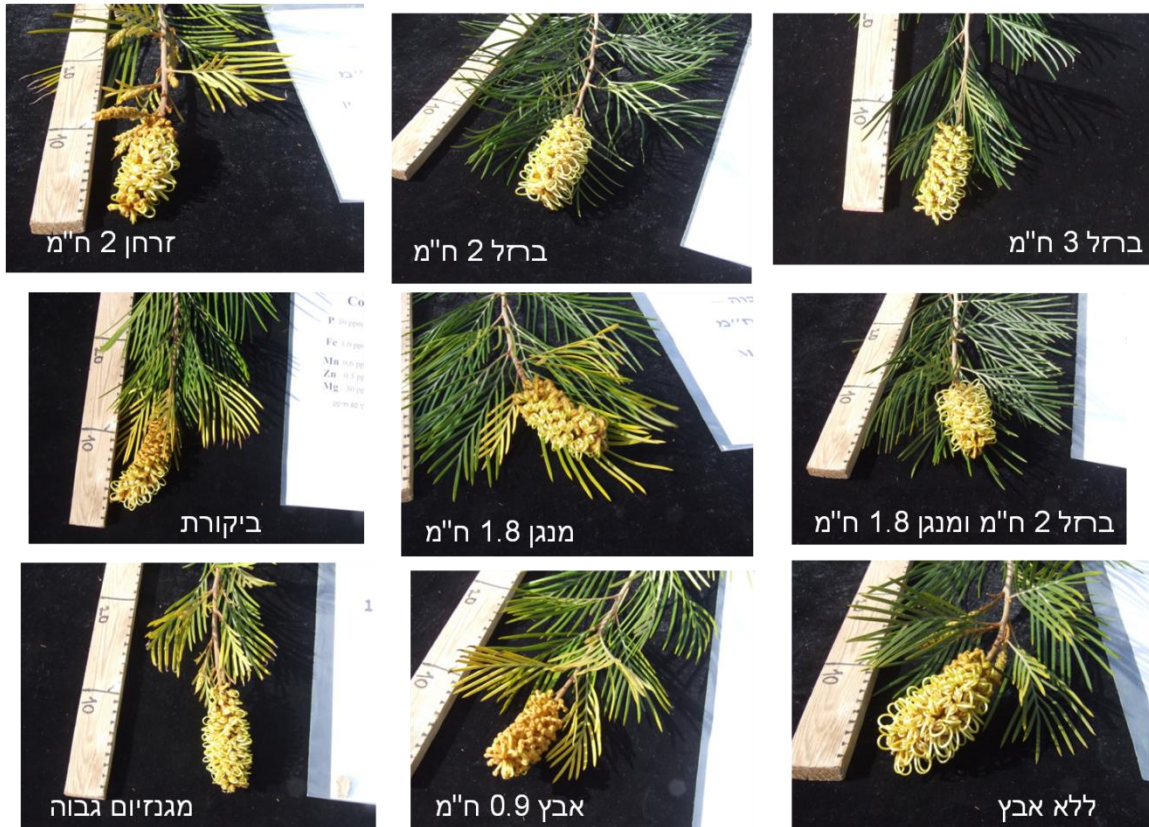
ב. פרחים

מופע ענפי הפריחה הושפע מאד מהתפתחות הצמח והסימנים הויזואליים של מחסורים ועודפים של יסודות הזנה בטיפולים השונים הופיעו גם בענפי הפריחה, כפי שנראה בתמונה 1. בטיפול של תוספת מגנזיום הייתה נשירת פרחונים בחלק העליון של הפרח.

טבלה 7. התפתחות הצמחים וסימנים ויזואליים שאובחנו בטיפולים השונים בתאריך ה-15.1.10.

טיפול	סימנים ויזואליים
ביקורת (דישון משקי)	הצהבות (כלרוזה) של העלים הצעירים בקצות הענפים ובעלים המבוגרים בחיק ענפים צדדים.
זרחן נמוך	ענפים עם כלרוזה. הצהבות לאורך כל הענף.
ברזל גבוה	עלוה ירוקה-כהה.
ברזל בינוני	עלוה ירוקה-כהה.
מנגן גבוה	עלוה צעירה צהובה ועלוה מבוגרת ירוקה-כהה. צריבות בקצות העלים. הסתעפות של ענפים מניצנים חיקיים ללא פרחים.
מנגן גבוה+ברזל בינוני	עלוה ירוקה-כהה. ענפי צד ארוכים.
אבץ גבוה	הצהבות בעלים, נקרוזות (צריבות) ועלעלת. פגיעה בקדקודי הצמיחה.
ללא אבץ	הצהבות עלים. ענפים צדדיים קצרים.
מגנזיום 60 ח"מ	צריבות בעלים. הצהבות של עלים צעירים. נשירה של פרחונים ונזק לפרחים.

לא כל החזרות של טיפול מסוים הראו סימנים קיצוניים של מחסור או עודף. כך למשל, נראו סימנים של רעילות בשלוש חזרות מתוך ארבע של הטיפול באבץ גבוה (תמונה 2).



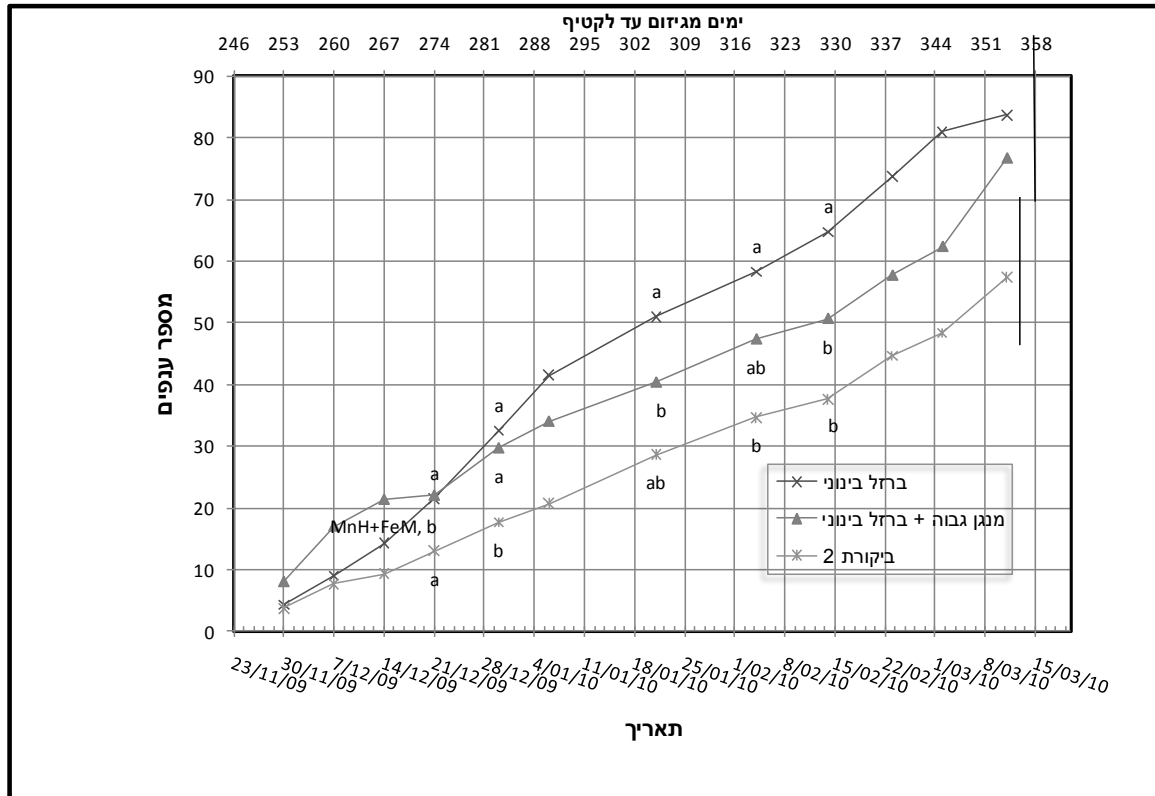
תמונה 1. ענפי פריחה של הטיפולים השונים. הצילום נעשה בתאריך ה- 28.01.10.



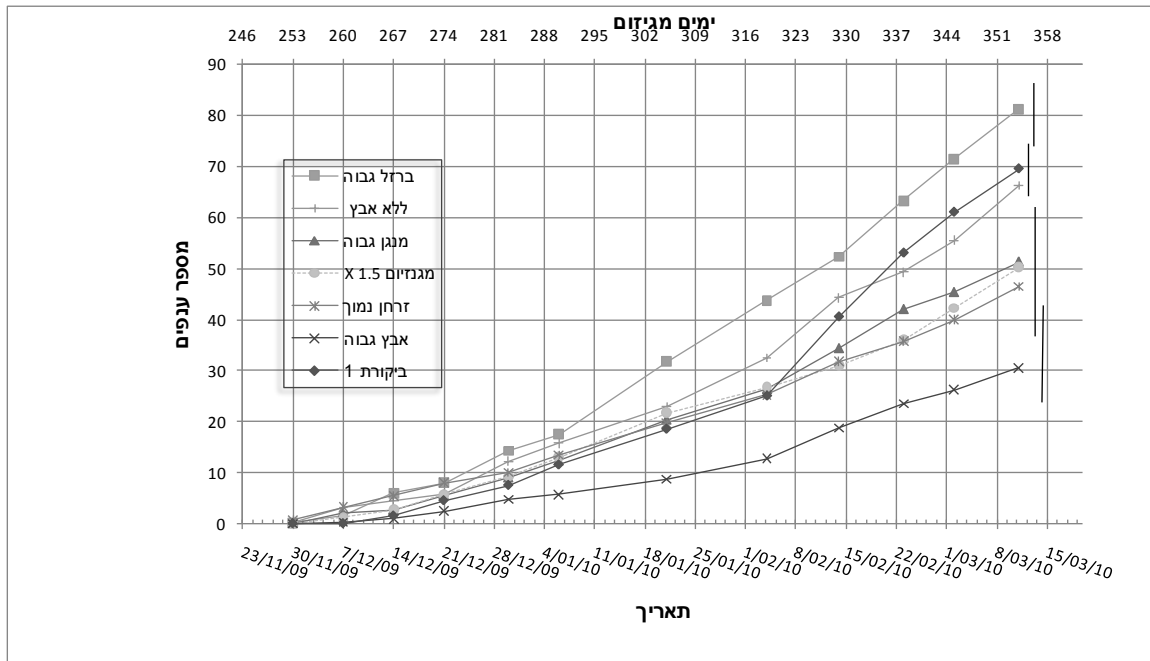
תמונה 2. ימין- סימנים ויזואליים של עודף אבץ (העדר פריחה והצהבה) שמאל- חלק של צמח מטיפול של מנגן גבוה + ברזל בינוני עם פריחה שופעת. הצילומים נעשו ב- 21.12.09.

יבול

הפרחים נקטפו, צולמו ונקבעו המדדים הבאים: משקל הענפים, מספר הפרחים לכל צמח וסיווג הענפים לפי אורכים (ראה איורים 2 ו-3 וטבלה 8) אחת לשבוע במשך 101 ימים בין ה- 30.11.09 ל- 11.03.10. פרחים בשלב של קטיף מסחרי נלקחו לבדיקת חיי המדף. כמות הפרחים שנקטפו בטיפול של 2 ח"מ ברזל והטיפול של 2 ח"מ ברזל + 1.8 ח"מ מנגן היו גבוהים במובהק לעומת הביקורת (1 ח"מ ברזל) (איור 2). כמו כן, גם מספר הפרחים באורכים של 70 ו- 80 ס"מ היה גבוה במובהק בטיפולים אלו לעומת הביקורת. הטיפול של 2 ח"מ ברזל + 1.8 ח"מ מנגן גרם להקדמת הקטיף לתחילת חודש דצמבר, כאשר מחירי הפרחים הנם גבוהים. גם הצמחים בשנה השלישית לגידולם הניבו יותר פרחים בטיפול של ברזל גבוה בהשוואה לשאר הטיפולים (איור 2 וטבלה 8).



איור 2. המספר המצטבר של ענפים מסחריים (אורכים של 40-80 ס"מ) בגל הקטיף השני (הצמחים שבתחילת המחקר היו בני שנה) בטיפולים של 2 ח"מ ברזל, 2 ח"מ ברזל + 1.8 ח"מ מנגן והביקורת (1 ח"מ ברזל) במהלך השנה. אותיות שונות מסמנות מובהקות בין הטיפולים לגבי כמות הפרחים שנקטפו באותו יום.



איור 3. המספר המצטבר של ענפים מסחריים (אורכים של 40-80 ס"מ) בגל הקטיף השלישי (הצמחים שבתחילת המחקר היו בני שנתיים) בטיפולים שונים במהלך השנה.

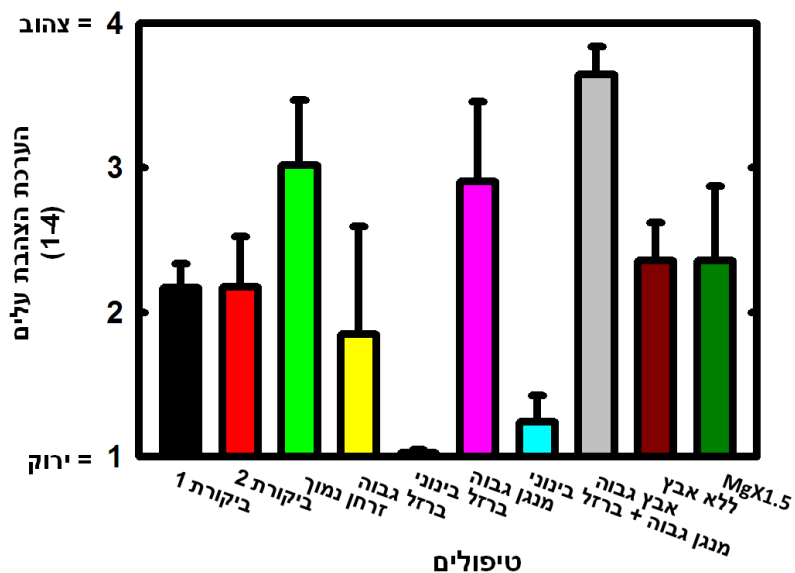
טבלה 8. היבול (מספר ענפים) לצמח בטיפולים השונים וסיווג לקבוצות אורך.

שנה 2		שנה 3				טיפול				אורך ענפים
מנגן גבוה + ברזל בינוני	ברזל בינוני	ביקורת 2	ללא אבץ	זרחן נמוך	Mg X 1.5	אבץ גבוה	מנגן גבוה	ברזל גבוה	ביקורת 1	
20.0	19.8	14.0	16.8	13.8	11.8	7.5	14.7	13.3	16.5	80 ס"מ
4.0	4.3	0.6	0.5	2.3	2.1	2.7	3.5	4.2	7.5	SE
14.3	12.0	10.0	10.5	8.5	6.0	5.3	6.3	12.0	13.5	70 ס"מ
1.5	2.0	1.2	1.5	1.0	1.4	1.4	1.3	0.9	3.5	SE
14.7	12.0	12.0	14.0	7.5	7.8	6.8	10.3	16.8	13.5	60 ס"מ
1.3	3.3	0.0	0.6	2.4	1.3	3.1	2.3	1.3	3.5	SE
14.7	19.3	9.0	1.5	9.0	12.3	6.3	10.7	18.3	13.5	50 ס"מ
1.2	3.5	1.7	1.6	3.6	2.0	1.3	4.3	2.7	4.5	SE
13.0	20.8	12.3	13.5	7.8	12.5	4.8	9.3	21.0	12.5	40 ס"מ
2.1	2.0	1.7	2.9	2.0	0.9	1.1	0.9	1.8	0.5	SE
76.6 a	83.7 a	57.3 b	66.2 b	46.5 c	50.2 c	30.5 d	51.3 b	81.2 a	69.5 abc	סה"כ ענפים
8.4	9.5	3.0	4.5	7.7	6.1	8.8	11.3	6.9	19.5	SE

האותיות מסמנות מובהקות בין הטיפולים לגבי כמות הפרחים שנקטפו.

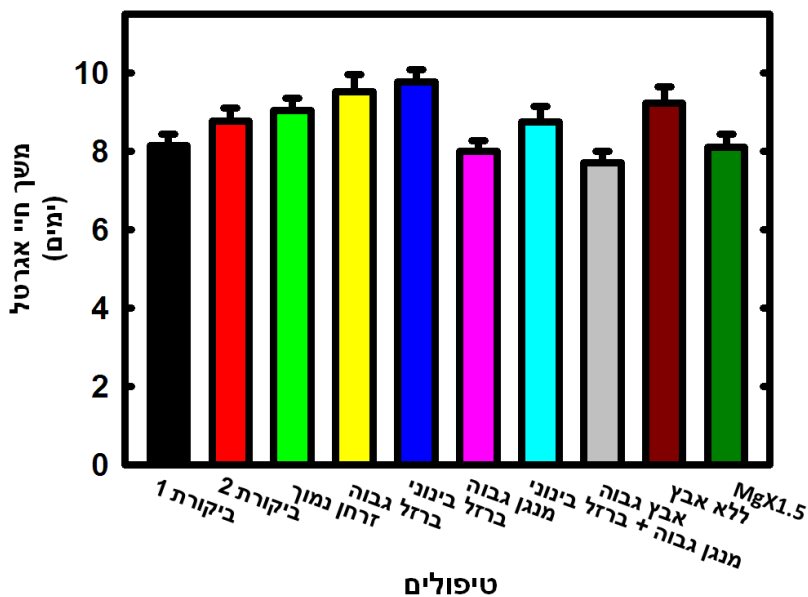
חיי מדף

בעת הגעת הפרחים למעבדה לבדיקת חיי המדף נעשת הערכה של צבע העלוה (איור 4). העלוה הירוקה ביותר הייתה בפרחים של 2 ח"מ ברזל ו- 1.8 ח"מ מגנן. העלוה הצהובה ביותר הייתה בפרחים של אבץ גבוה, מגנן גבוה וזרחן נמוך.



איור 4. הערכה של הצהבת העלים בטיפולים השונים ביום ההגעה למעבדה לבדיקת חיי המדף.

חיי האגרטל של הפרחים מהטיפולים השונים לא הושפעו באופן משמעותי מהטיפולים השונים, והיו בממוצע כ- 9 ימים (איור 5). עם זאת, היה יתרון מסוים לטיפולים של ברזל בינוני וגבוה, בעוד הטיפולים של מגנן גבוה, אבץ ו- מגנזיום X 1.5 היו הנחותים ביותר.



איור 5. משך חיי האגרטל של ענפי פריחה בטיפולים השונים.

דין ומסקנות

מחקר זה נועד לבחון האם ריכוז של 2 ח"מ ברזל בתמיסת ההזנה, בדומה לריכוז של 3 ח"מ ברזל, מונע תופעות של כלורוזה, עיכוב צמיחה ופגיעה באיכות הפרחים (סימנים שמתקבלים ב 1 ח"מ ברזל), ואת ההשפעה של יסודות הזנה שונים על ההתפתחות של זן זה. נמצאו שינויים בהתפתחות הצמחים בטיפולים השונים שנבחנו. ריכוז ברזל של 3 ח"מ הביא לענפים בצבע ירוק-עז, כשלעתים הופיעו צריבות קלות בקצות העלים. צבע ירוק-כהה, המעלה את הערך השיווקי גם של ענפים ללא פרחים, התקבל גם בריכוז של 2 ח"מ ברזל בתמיסת ההזנה ללא הופעה של צריבות. השילוב של תוספת מנגן + ברזל בינוני הביא להקדמה ביבול והתפתחות ענפי צד ארוכים, אבל מספר החזרות הקטן של טיפול זה לא אפשר קבלת מובהקות סטטיסטית. ההשפעות ארוכות הטווח של הטיפולים אבץ גבוה, מנגן גבוה ומגנזיום גבוה, היו הופעת ניקרוזות, עלעלת והצהבות עלים. הסתעפויות רבות של ענפים לא איכותיים התקבלו עקב הזנה במנגן גבוה ותוספת מגנזיום.

בטיפול של זרחן נמוך חלה הצהבה של העלווה של ענפי הפריחה, ואופי הצימוח בטיפול זה וגם בטיפול של אבץ נמוך היה התפתחות של ענפים ארוכים ללא הסתעפויות צדדיות. לגיל הצמח היתה השפעה על מועד הפריחה. צמחים בשנת הגידול השניה פרחו לפני צמחים בשנת הגידול הראשונה. יתכן שהגורם לכך היה יצירה של יחס שורש/נוף אופטימאלי יותר בשנת הגידול השניה. הצמחים שדושו עם תוספת ברזל היו האיכותיים ביותר הניבו במוצע 20% יותר פרחים מאשר הביקורת. גם משך חיי האגרטל שלהם היה גבוה במידה מסוימת בהשוואה לטיפולים האחרים.

על פי תוצאות בדיקות העלים, ערכי היסודות שהתקבלו בטיפולים השונים היו נמוכים לעומת גידולים אחרים. ריכוזי ברזל של 2 ו- 3 ח"מ בתמיסות ההזנה השפיעו בחיוב על הצימוח, צבע העלווה והיבול, אולם ריכוזי הברזל בעלים לא הושפע מטיפולי הדישון.

תוצאות המחקר הנוכחי אפשרו את לימוד הגורמים לתופעות הכלורוזה וסימני המחסור של יסודות ההזנה, ופיתוח כלים דיאגנוסטיים (בדיקות עלים וסימנים ויזואליים) לאבחון גורמי הכלורוזה, המחסור והעודף. מתוצאות המחקר ניתן להסיק שדישון מוגבר בברזל ימנע בעיות הזנה ויביא לשיפור איכות הענפים ליצוא.

תודתנו נתונה לחברת "דשנים וחומרים כימיים" ולנציגתה האגרונומית ענת כהן על עזרתם לביצוע הניסוי.

מקורות ספרות

1. Cowling R.M., Lamont B.B. (1998). On the nature of Gondwanan species flocks: diversity of Proteaceae in Mediterranean southwestern Australia and South Africa. Australian Journal of Botany 46, 335-355.
2. Olde P.M., Marriott, N.R. (1995). The Grevillea Book. Vols 2 & 3. Timber Press: Portland, Oregon, USA.

3. Pate, J.S. and Dell, B. (1984). "Economy of mineral nutrients in Sandplain species." In: Pate JS, Beard JS, eds., Kwongan-Plant Life of the Sandplain. Nedlands, Western Australia: University of Western Australia Press. pp. 227-252.

4. Purnell H. M., (1960). Studies of the family Proteaceae. I. Anatomy and morphology of the roots of some Victorian species. Australian Journal of Botany 8, 38-50.

5. זקס מ., ריוב י., כפכפי ע., זיב ע., מאיר ש., קניג ע., נתן ר., תמרי י., ושלמה א., (2009) דו"ח מסכם לתכנית מחקר מספר 870-1361-08, אבחון מחסורים ועודפים ויזואליים ומציאת הערכים הרצויים של יסודות הזנה לגידול מיטבי של גרוויליאה 'ספיידרמן'. מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות.

3. סיכום עם שאלות מנחות

נא להתייחס לכל השאלות בקצרה ולעניין, ב-3 עד 4 שורות לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
בחינה של ריכוז נוסף (בינוני) של ברזל עקב העלות הגבוהה של תוספת ברזל, וכן שילובים של ברזל בינוני + מנגן גבוה על ההתפתחות של גרוויליאה 'ספיידרמן'. מאחר ומדובר בגידול רב-שנתי, המשכנו גם בטיפולים שנבחנו במחקר הקודם, בכדי ללמוד את ההשפעות ארוכות הטווח של הטיפולים שנבחנו על ההתפתחות של זן זה וכדי לפתח כלים דיאגנוסטיים (בדיקות עלים וסימנים ויזואליים) לא יהיו מחסורים ועודפים וקבלת מידע לפתוח פרוטוקול דישון.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
בדיקת השפעה של תשע תמיסות הזנה שונות על התפתחות הצמחים, ריכוז המינרלים בעלים, סימנים ויזואליים, יבול וחיי האגרסל של גרוויליאה 'ספיידרמן'. ריכוז של 2 ח"מ הברזל הביא לענפים בצבע ירוק-כהה, המעלה את הערך השיווקי גם של ענפים ללא פרחים ושפר את היבול בהשוואה לדישון המשקי (1 ח"מ ברזל). טיפולי הזנה השפיעו על משך חיי האגרסל של ענפי הפריחה, כשהצמחים שדושנו עם 2 ו-3 ח"מ ברזל היו האיכותיים ביותר.
מסקנות מדעיות והשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
העבודה הראתה את החשיבות של יסודות הזנה שונים, ובכלל זה עודפים ומחסורים להבטים השונים של גידול גרוויליאה 'ספיידרמן', החל מאופי הצימוח וכלה במשך חיי האגרסל על הפרחים. כמו כן, פותחו סימנים דיאגנוסטיים לאבחון מחסורים ועודפים. בכך הושגו המטרות שהוצבו בתחילת המחקר.
בעיות שנותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר?
זהו גידול רב שנתי שגדל בקרקע בשטח פתוח. מומלץ לבחון את תוצאות המחקר בחלקות של גרוויליאה 'ספיידרמן' הגדלות בקרקע.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטוט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
הוחל בהפצה של הידע שנוצר בתקופת הדו"ח למגדלי גרוויליאה ע"י עריכת סיור למגדלים בחלקת הניסוי בתאריך 18.01.10.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
רק בספריות <
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) <
חסוי - לא לפרסם <
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* המחקר אושר לשנה נוספת.

*יש לענות על שאלה זו רק בדוח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדוח שנה שנייה במחקר שאושר לשלוש שנים