

נסיונות דשן גת לבחינת יעילות כילאטי ברזל

רקע

הברזל נחשב כיסוד הזנה החשוב ביותר בצמח, למרות שצריכתו על ידי הצמחים בגידולים השונים בגרמים בודדים לדונם, מסווג לקבוצת המיקרו אלמנטים. לברזל תפקידי מפתח בפעילות האינזמטית בצמח, במיוחד בתהליכי ההטמעה (פוטסינטזה) ביצירת חלבונים (Marschner, 1995). חשיבותו של הברזל בתהליכי חיזור חימצון בגלל יכולתו לשחרר או לקלוט אלקטרונים בקלות. נוכחותו בתא הצמא מונעת תהליכי חמצון מזיקים בממברנות התאים. עיקר פעילותו בכלורופלסט במטיכונדריה ומשפיעה העיקרית על כמות הכלורופיל בעלים, ככל שרמת הכלורופיל גבוהה יותר פוטנציאל התפתחות הצמח גדולה יותר. תפקיד חשוב לברזל בתהליך חימצון חיזור בניטראט-רדוקטז, מרכיב חשוב בתאי הצמח. הברזל משמש גם כמקשר בין פעילות אינזימים לחומרים שונים בתאים. מחסור בברזל מתבטא בהצהבת העלוה בין העורקים, ובמקרים קיצוניים של מחסור אף לניקרוזה (התייבשות העלה).

בעיות הכלורוזה בצמחים היא בעיה בכל העולם הנובעת מבעית זמינות ברזל בתמיסת הקרקע לבית השורשים במיוחד בקרקעות גירניות או אלקליות (נתרניות). ריכוזי הברזל הנמוכים בתמיסת הקרקע נובעים ממספר גורמים, בעיקר יכולת מסיסות נמוכה בתנאי pH גבוה מ-7 (Lindsay, 1979), למרות שכמותו בתרכובות הקרקע גבוהה (3.8%). יכולת ההמסה קטנה ככל שתכולת הגיר בקרקע עולה. תכולת הברזל קטנה בתרכובות מסיסות בקרקע וכן חלקו הספוח לקרקע. ניתן להגדיל את זמינותו לקרקע על ידי תוספת של חומר אורגני לקרקע (Chen, 1996), או בעזרת תרכובות אורגניות סינטטיות היוצרות כלאציה עם הברזל המונעות תגובה כימית עם מרכיבי הקרקע והיונים בתמיסת הקרקע (Lucena 2000).

קיימים בשוק מגוון רב של דשני כילאט ברזל, לדוגמה: Fe-EDTA, Fe-IDHA, Fe-DTPA, Fe-EDDHA, FeEBED. יכולת קשירת הברזל בכילאטים שונה בתנאי pH שונים בקרקע, ברשימת הכילאטים המוצגת חוזק הקשירה הולך ועולה מימין לשמאל, FeEBED נחשב ליציב ביותר.

כילאטי Fe-EDDHA (דוגמה: סקווסטרין) ונגזרות שלהם נחשבים לכילאטים יציבים ב pH גבוה, אך גם כאן קיימות רמות שונות של חוזק קשירת הברזל (Lucena 2000). Fe-EDDHA מולקולה אורגנית גדולה המכילה שתי טבעות בנזניות בקצוות, הטבעות יכולות להיות ממוקמות בזויות שונות זו לזו ובהתאם לכך חוזק הקשירה לברזל, במצב אורטו-אורטו (Fe-EDDHAo-o) המלקולה קושרת את הברזל בכוח גדול יותר מאשר במצב אורטו-פרה (Fe-EDDHAo-p), פי 50. ככל שריכוז האורטו אורטו גבוה יותר בדשן, איכות הדשן נחשבת כטובה יותר ובהתאם לכך גם מחירו בדרך כלל.

יציבות הכילאט בתנאי הקרקע אינה מעידה בהכרח על זמינותו במערכת בית השורשים, יתכן ולכילאט פחות יציב יש יתרון בהזנת הצמח בברזל.

בעשור האחרון חלה תקינה קפדנית ליצור כילאטי הברזל, 80% מתכולת הברזל המוצהרת בדשן חייבת להיות מכולטת, כאשר 60% מהכלאציה מחויבת להיות במצב אורטו-אורטו, היצן מחויב לציין את ריכוזו.

דשן גת משווקת מזה 35 שנה בהצלחה גדולה את תמיסת דשן פרוגת- המכילה ברזל בשני סוגי כלאציה (70% Fe-EDDHA, 30% Fe-EDTA), הרכב זה נמצאה כיעיל ביותר.

דשן גת מעוניינת להרחיב את סל ההיצע בסוג כילאטי הברזל ולכן הוחלט לבצע ניסויים לבחינת יעילותם של הרכבי כלאטים חדשים של יצרנים שונים בעולם, הכילאטים נבדלים בתכולת אורטו – אורטו (Fe-EDDHAo-o) (סמוצג במאמר מהלך אחד הניסויים בכילטי ברזל).



נסיונות דשן גת לבחינת יעילות כילאטי ברזל

מערך הניסוי:

הניסוי בוצע בשתי חלקות הפעלה, בכל חלקה נבדקה יעילות של 3 סוגי כילאטים שונים, בהשוואה לטיפול ביקורת ללא תוספת כילאט ברזל, וטיפול נוסף עם תמיסת דשן "פרוגת", כילאט ברזל תוצרת דשן גת. החלקות שונות במצע הגידול בעציצים, חלקה עם קרקע חול חמרה (סיין-חולית) וחלקה נוספת עם קרקע גירית מבית שאן (סיין- חרסיתית) עתירה בתכולת גיר פעיל. כל עציץ הושקה ב- 2 טפטפות עציץ בספיקה ליטר לשעה לטפטפת (2 ליטר לשעה לעציץ). הצבת מערך הטיפולים זהה בין החלקות, מתכונת בלוקים באקראי, 8 חזרות לכל טיפול, גודל חזרה 4 עציצים (10 ליטר נפח עציץ), סה"כ לטיפול 32 צמחים. בכל חלקה 160 צמחים מסודרים בצמדים על 2 שורות שולחנות גידול.

הטיפולים השונים מוצגים בצבע ובקוד זיהוי לכילאט הנבדק, כאשר הביקורת דשן ללא ברזל מצוינת בירוק (DG-CO), וטיפול השוואה לכילאט ידוע פרוגת מוצג בצבע אדום (DG-FG).

כל הטיפולים קיבלו מנת מים אחידה במינון קבוע של דשן, 2 ליטר לקוב תמיסת דשן שפיר 6-6-6 (כ- 140 חנקן צרוף לקוב מים), עם תוספת מיקרו של מנגן, אבץ נחושת ומוליבדן ללא ברזל. בכל אחד מטיפולי הכילאטים הוזרקה תמיסת כילאט ברזל בריכוז ברזל 150 מ"ג ליטר במינון 4 ליטר לקוב מים, כך שבכל טיפול עם כילאט ברזל ריכוז הברזל במי ההשקיה 0.6 ח"מ (ppm), 600 מיליגרם ברזל לקוב. ההדשייה בוצעה בדישון יחסי רציף ע"י משאבות "תפן" המותאמות לספיקות מים נמוכות, ספיקת מי ההשקיה בכל טיפול הייתה על גבול הספיקה המינימלית למשאבה.

מהלך הניסוי

זריעת הבוטנים מזן חנוך (3 לעציץ) בוצעה ב- 25 ביוני, הנביטה החלה ב- 2 ליולי ולאחר כשבועיים נערך דילול לצמח לעציץ, הנביטה בקרקע בית שאן היתה איטית ובעומד נמוך.

הדישון החל ב- 5 ליולי, בכל טיפול לביקורת נאספו למיכל מי טפטפת במהלך השבוע, נבדקה הכמות המצטברת ורמת המוליכות החשמלית (EC), כמות הברזל המוספת אינה משפיעה על ה- EC ולכן אינה ניתנת לבדיקה מימדית. ניתן לראות חזותית אם מי הטפטפת בגוון אדמדם, אך לא ניתן להערכה כמותית. בדיקות למעבדה שנשלחו הגיעו באיחור רב.

מידי שבוע נבדקה רמת הכלורופיל בעלים בכל טיפול בעזרת SPAD וכן ניתנה הערכה חזותית להתפתחות הנוף ומדידת גובה.

במהלך הניסוי התגלתה בעיה חמורה ביכולת המינון של מספר משאבות, בוצעו תיקונים ונסיון להחזירם לעבודה תקינה אך ללא הצלחה. כתוצאה מכך חלק מהטיפולים נפגעו בצורה משמעותית ואין להתייחס ליעילותם, אך מוצגים בניתוח התוצאות כדי להוכיח שמינונים נמוכים אינם יעילים. הטיפולים שנפגעו, בקרקע בית שאן טיפול כחול של כילאט המכונה A-Q48 (בהרכבו נחשב לכילאט הטוב ביותר), כמות הדשן שניתנה כ- 20 אחוז מהכמות בטיפולים התקינים. גם בטיפול האדום של הפרוגת המכונה DG-FG הכמות הייתה דומה כ- 20 אחוז. בקרקע חמרה הטיפול האדום של הפרוגת כמות הדשן שניתנה כ- 40 אחוז.

ניתוח תוצאות

מדי שבוע ניתנה הערכה להתפתחות הצמחים ונערכה מדידה לגובה הצמחים (בטבלה 1-2).

טבלה 1: קרקע בית שאן - ממוצע גובה צמחי בוטנים טבלה 2: קרקע חול חמרה - ממוצע גובה צמחי בוטנים



נסיונות דשן גת לבחינת יעילות כילאטי ברזל

מובהקות	בדיקת גובה -ס"מ				בוטנים- חול חמרה		טיפול
	ממוצע	4	3	2	1	23.7.18	
A	19.1	18.9	19.4	18.4	19.9	DG-CO	
A	19.2	20.7	19.1	17.8	20.1	DG-FG	
A	19.6	22.1	19.0	17.3	20.1	A-X58	
A	20.3	21.3	20.0	19.6	20.4	UN-48	
A	20.1	20.9	20.4	20.6	18.5	D-S33	

מובהקות	בדיקת גובה -ס"מ				בוטנים- ק.בית שאן		טיפול
	ממוצע	4	3	2	1	23.07.18	
B	9.3	8.9	9.6	8.8	9.9	DG-CO	
B	10.3	9.9	10.4	10.5	10.5	DG-FG	
B	10.5	9.4	11.0	11.3	10.1	A-Q48	
AB	11.6	12.3	10.3	11.6	12.4	D-H32	
A	13.4	13.4	13.1	12.6	14.5	D-H48	

בקרקה בית שאן ניתן לראות שבטיפול כתום (D-H48) התפתחות הצמחים הייתה גדולה באופן מובהק מהצמחים בביקורת (ירוק) ללא תוספת ברזל וכן מהצמחים בטיפולים האדום והכחול בהם הייתה תקלה בהזנת הברזל. גובה הצמחים בטיפול הלבן (D-H32) היו גבוהים מטיפול הביקורת לא מובהק. בקרקה חול חמרה ניתן לראות שלא הייתה השפעה על גודל הצמחים בטיפולי הכילאטים. גובה הצמחים היה כפול מהצמחים בקרקה בית שאן עם תכולת גיר פעיל גבוהה. לכאורה בקרקה חול חמרה תכולת הברזל הטבעית מספיקה להתפתחות הצמחים בזמנים שנבדקו.

כשבועיים אחרי נביטה בוצעה מדי שבוע בדיקה לתכולת הכלורופיל בעזרת מכשיר מדידה SPAD, מדד הכלורופיל לכל צמח הוא ממוצע מ-3 קריאות בעלים העליונים. נתוני הממוצע קריאות ה-SPAD לכל טיפול וניתוח סטטיסטי בכל אחד מהקרקעות בשני מועדי בדיקה מוצגים בטבלאות 3-6.

לבדיקת יעילות כילאט הברזל נבחנו ממוצע הערכים הנמדדים בכל אחד מטיפולי הכילאטים בהשוואה לערך שהתקבל בטיפול הביקורת (ירוק DG-CO) בכל אחת מסוגי הקרקעות ובכל מועד. ניתן לראות ערכי ה-SPAD בקרקה בית שאן בשני המועדים (טבלה 3-4) בערכים נמוכים כ-3 לעומת הערכים של כ-18.6 בטיפול הבקרה בקרקה חמרה (טבלה 5-6). בכל קרקע זמינות הברזל לצמח נקבעת בהתאם לסוג הקרקע, הגבה (pH) במיוחד לתכולת הגיר הפעיל, בקרקה בית שאן ערכי גיר פעיל גבוהים וערכי קריאת הכלורופיל היו קטנים פי 6 מהערכים שהתקבלו בביקורת בחול חמרה.

בקרקה בית שאן (טבלה 3-4) נמצא יתרון מובהק לערכי הכלורופיל בטיפול הכתום (D-H48) במועד הבדיקה הראשון (23- יולי) וגם במועד הבדיקה השני (30-יולי), במועד זה טיפול הלבן (D-H32) היה בערכים גבוהים במובהקות מטיפולי הביקורת, פי 6 מקריאות הביקורת.

בטיפולים האדום והכחול בהם כמות הברזל שניתנה כ-20% מהמתוכנן, ערכי ה-SPAD היו דומים לביקורת, כמות הברזל בהדשייה לא הספיקה לפצות את מחסורי הברזל לצמח בקרקע.

נסיונות דשן גת לבחינת יעילות כילאטי ברזל

טבלה 4: קרקע חול חמרה - קריאות SPAD 30.7.18

מובהקות	ממוצע	בדיקת SPAD			בוטנים - קבית שאן		תאריך טיפול
		4	3	2	30.7.18	1	
B	2.8	2.6	2.7	3.3	2.4	DG-CO	
B	3.7	3.3	5.0	4.8	2.3	DG-FG	
B	4.8	4.1	4.2	4.6	5.3	A-Q48	
A	17.4	19.0	17.3	16.2	18.0	D-H32	
A	18.6	19.4	19.0	18.1	17.9	D-H48	

טבלה 3: קרקע בית שאן -קריאות SPAD 23.7.18

מובהקות	ממוצע	בדיקת SPAD			בוטנים - קבית שאן		תאריך טיפול
		4	3	2	23.07.18	1	
B	3.5	3.1	2.5	5.0	3.6	DG-CO	
B	4.4	3.6	6.8	5.2	2.9	DG-FG	
AB	8.9	12.4	5.0	5.8	8.3	A-Q48	
AB	10.8	10.9	10.6	9.1	11.5	D-H32	
A	15.2	14.7	16.2	17.4	13.7	D-H48	

בקרקע חמרה (טבלה 5-6) נמצא יתרון מובהק לערכי הכלורופיל בטיפול הכתום (D-S33) במועד הבדיקה הראשון (23- יולי) ובמועד הבדיקה השני (30-יולי) הטיפול הלבן (UN-48) היה בערכים גבוהים במובהקות מטיפולי הביקורת, בכ- 10%. בכל טיפולי הכילאטים (אדום, כחול, כתום) ערכי ה-SPAD היו גבוהים מהביקורת, לא מובהק.

טבלה 6: קרקע חול חמרה - קריאות SPAD 30.7.18

מובהקות	ממוצע	בדיקת SPAD			בוטנים - חול חמרה		תאריך טיפול
		4	3	2	30.7.18	1	
B	18.2	18.7	18.2	18.1	17.8	DG-CO	
AB	19.9	20.1	20.4	20.5	18.6	DG-FG	
AB	20.9	20.8	20.4	20.8	21.4	A-X58	
A	21.0	21.8	20.3	21.2	20.7	UN-48	
AB	20.5	20.6	21.9	19.2	20.5	D-S33	

טבלה 5: קרקע חול חמרה -קריאות SPAD 23.7.18

מובהקות	ממוצע	בדיקת SPAD			בוטנים - חול חמרה		תאריך טיפול
		4	3	2	23.7.18	1	
B	19.1	20.7	19.0	18.5	18.2	DG-CO	
AB	20.5	20.9	21.5	20.6	18.9	DG-FG	
AB	22.4	21.6	21.4	23.5	21.8	A-X58	
AB	22.4	24.2	19.8	22.7	23.1	UN-48	
A	23.1	21.8	24.5	22.3	23.9	D-S33	

סיכום תוצאות ומסקנות

מתוצאות הניסוי לבחינת יעילות זמינות הברזל לצמחים בשני סוגי הקרקעות ניתן להסיק שלצורך בחינת יעילות מיטבית יש לבחון את כילאטי הברזל בקרקע בה התנאים לזמינות הברזל מוגבלת. בקרקע בית שאן הכילאטים שהגיבו הגדילו משמעותית את פעילות הכלורופיל והתפתחות הגידול. בקרקעות בהן קיימת זמינות ברזל לצמח באופן טבעי, השפעת דישני הכילאט על התפתחות הצמח זניחה, ועל פעילות הכלורופיל מינורית.

מגוון החומרים שנמצאו יעילים יש לבחון כיצד לשלבם במוצרי דשן גת, ובשימוש לתמיסת דשן לברזל מרוכזת יותר.

ירון יוטל, אגרונום ראשי

054-4361155





נסיונות דשן גת לבחינת יעילות כילאטי ברזל

yaron@deshengat.co.il

מקורות

Chen, Y. (1996) Organic matter reactions involving micronutrients in soils and their effect in plants, In A. Piccolo (ed.), Humic Substances in Terrestrial Ecosystems, Elsevier Science B.V., pp. 507-529

Lindsay, W. L. (1979) Chemical Equilibria in Soils, John Wiley and Sons, New York, USA

Lucena, J. J. (2000) Effect of bicarbonate, nitrate and other environmental factors on iron deficiency chlorosis. A review, J. Plant Nutr. 23, 1591-1606

Lucena, J. J. (2003) Fe chelates for remediation of Fe chlorosis in Strategy I plants, J. Plant Nutr. 26, 1969-1984

Marschner, H. (1995) Functions of mineral nutrients: micronutrients. Iron, In Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press Ltd, Cambridge, U. K., pp. 313-324

