

שילוב של ביקטור אגוזי-אדמה עם טיפול בברזל למניעת כלורוזה

מאת **ד. קישניבסקי**, המחלקה לביקטור קטניות, מינהל המחקר החקלאי
ד. סדן, שירות-השדה נגב, משרד החקלאות
דבורה גורפל, **י. פרידמן**, **ז. בני-משה**, **ג. מרומי**, המחלקה לביקטור קטניות, מינהל המחקר החקלאי
צ. בר, מפעלי ישובי חבל מעון*

התעוררה השאלה, אם ניתן לשלב ביקטור אגוזי-אדמה בחידקי ריזוביום — עם טיפול בברזל נגד כלורוזה, תוך שימוש באותו מכל כדי לבדוק זאת נערך המחקר. בשלושה שלבים. בשלב המעבדתי של העבודה נבדקה השפעתם של ריכוזי סקווסטרן שונים ומשך זמן החשיפה להם — על הישרדותם של חידקי ריזוביום ספציפיים לאגוזי-אדמה שבתכשיר הביקטור. כושר ההדבקה ויעילותם הסימביוטית של החידקים, לאחר חשיפתם לריכוזים שונים של סקווסטרן. נבחנו בשני ניסויים נוספים, בכלי גידול אספטיים ובשדה.

חמרים ושיטות

(א) בדיקות במעבדה ובחממה

לבריקה שימשו חמישה ריכוזים של סקווסטרן בתמיסה מימית: 0.6%, 1.25%, 2.5%, 5.0% ו-10%. להכנת תרחיף החידקים ששימש כמקור נמהלו 2.5 גרם של תכשיר הביקטור בתוך 500 מ"ל מים סטריליים. לאחר טלטול תרחיף המקור במשך 30 דקות (כדי להבטיח פיזור אחיד של חלקיקי המצע עם חידקים) — הוכנסו באופן אספטי 100 מ"ל ממנו לארלנמיירים שהכילו אבקת סקווסטרן יבשה בכמויות הנדרשות להכנת התמיסות בריכוזים שצינו לעיל. משך הזמן שבו באו החידקים במגע עם ריכוזי הסקווסטרן הנ"ל היה: $1/2$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3 ו-4 שעות בטלטול. מקץ כל אחד מפרקי-הזמן שנבדקו — נלקחו מכל ארלנמיייר 10 מ"ל תמיסת סקווסטרן המכילה תרחיף חידקים כדי לקבוע את השינויים שחלו במספר החידקים בהשפעת הריכוזים השונים של סקווסטרן ומשך החשיפה. הכמות הנותרת שימשה לביקטור אגוזי-אדמה שנורעו במקביל בכלי גידול בחממה, בתנאים אספטיים. מספר החידקים ששרדו בתמיסות הסקווסטרן השונות נקבע על-ידי ספירה רגילה של מושבותיהם בצלחות פטרי עם מצע (YEMA Yeast Extract Mannitol Agar) לאחר סדרה של דילולים מתאימים. מספר החידקים ששרדו לאחר חשיפתם לסקווסטרן נקבע בהשוואה לחידקים שהיו בתמיסה מימית ללא סקווסטרן. הפרמטרים להערכת כושר ההדבקה והיעילות הסימביוטית של חידקי ריזוביום לאחר חשיפתם לריכוזים שונים של סקווסטרן היו: כמות החומר היבש בנוף הצמחים (כ-80 מ"צ). ריכוז וכמות כללית של חנקן בעלווה, מספר ומשקל של פיקות אוגרות חנקן מן האוויר.

(ב) ניסוי שדה

הניסוי נערך בקיבוץ עין-השלושה שבמערב הנגב, על קרקע דמוית לס. הניסוי כלל ששה טיפולים: היקש מבוקטר ללא סקווסטרן; פיזור

נערכה סדרת ניסויים כדי לבחון אם ניתן לשלב, בפעולה אחת, ביקטור אגוזי-אדמה בחידקי ריזוביום וטיפול בכילאט-ברזל Fe-EDDHA (סקווסטרן 138) למניעת כלורוזה. נמצא כי לריכוזי הסקווסטרן שנבדקו, באורכי-זמן שונים של חשיפה, היתה השפעה מועטת על חידקי הריזוביום שבתכשיר, ואף זאת רק בריכוזים הגדולים (5% ו-10%). למנה של 200 ג'ד' (ריכוז 1.25% במכל הביקטור), שסייעה לקבלת גוון ירוק של הצמחים בשדה תוך 50 ימים מן הזריעה — לא היתה השפעה שלילית על מדדי הביקטור. יתכן כי עובדה זו מצביעה על אפשרות להשתמש בכמות כזאת או דומה לה של סקווסטרן — כמנה התחלתית, ולהימנע מהשקיה בטרם-עת ליישום כילאט הברזל.

מבוא

צהבון העלים (כלורוזה) באגוזי-אדמה הוא תופעה שכיחה בישראל, בקרקעות גיריות עם תגובה בסיסית. התופעה מוסברת בנוכחות יוני דו-פחמה, בהפחתת עצמת הנשימה של השרשים, ובהפיכת ברזל דו-ערכי קליט לצמח — לבלתי קליט (1). למניעת הכלורוזה או לריפוי ממנה מקובל ליישם כילאט ברזל Fe-EDDHA לאגוזי-אדמה בנגב, בדרום ובעמק-הירדן.

אחת השיטות המעשיות ליישום כילאט ברזל והמקובלת, לאחרונה, באגוזי-אדמה, היא פיזור בתמיסה, באמצעות מערכת ההמטרה. פיזור כזה אינו יעיל כאשר הצמחים צעירים ומנצלים רק חלק מנפח הקרקע. אחת השיטות שהוצעה לייעול הדישון היתה — ריסוס תמיסת התכשיר על-פני שורות הצמחים בלבד, והצנעתה עם מיהה-השקיה. כדי למנוע מחסור מוקדם בברזל, בקרקעות "מועדות" למחסור כזה — אפשר לרססו עוד לפני ההצצה ולהצניעו עם ההשקיה להנבטה. פעולה כזאת צריכה להתבצע סמוך לחשכה, כי הכילאט מתפרק באור, והיא כרוכה בטרדה רבה. כאשר תנאי הקרקע והגידול מחייבים דישון לפני ההצצה, וזה לא ניתן — מתחייבת השקיה מוקדמת יותר, במיוחד להצנעת הברזל. השקיה מוקדמת בטרם-עת — אינה יעילה מבחינת השימוש במים, וייתכן שהיא גם מגבירה את ה"מודעות" לכלורוזה בגלל פרק-זמן של מחסור בחמצן ושיחורור יוני דו-פחמה לתמיסת-הקרקע, ובכך "יצא שכרה בהפסדה".

* פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1988, מס' 2082.



תכשיר ביקטור בתוך תמיסת סקווסטרן בריכוז של 2.5% — מספר החידקים הנלווים היה 6.2×10^9 כעבור חצי שעה, 3.2×10^9 כעבור שעה וחצי ו- 0.6×10^9 כעבור שלוש שעות; זה, לעומת 23.0×10^9 חידקים בהיקש.

בניגוד לכך לא היתה לסקווסטרן השפעה משמעותית על גזעים בעלי כושר ריבוי אטי. לאחר חשיפתם של 3.8×10^9 חידקים במשך שעה וחצי לתמיסת סקווסטרן בריכוזים של 1.25%, 2.5% ו-5.0% — מספרם היה 2.4×10^9 , 2.8×10^9 ו- 3.0×10^9 לפי אותו סדר. השפעת משך חשיפתם של חידקי ריזוביום לתמיסות הסקווסטרן השונות לא היתה משמעותית גם בריכוז הרכ יחסית (2.5%): 2.2×10^9 חיד קים/מ"ל כעבור חצי שעה, 2.8×10^9 כעבור שעה וחצי ו- 3.2×10^9 כעבור שלוש שעות. מהתוצאות שנתקבלו נובע, שכריכוז 2.5% ופחות הסקווסטרן כמעט שלא היה רעיל לגבי החידקים ה"אטיים".

תוצאות אלה מאשרות נתונים קודמים (3) על השוני בין החידקים כעמידותם לסקווסטרן. החידקים בעלי כושר ריבוי אטי, שלא נפגעו — הם המדביקים את הצמח וקושרים את החנקן. אישור נוסף לעמיתותם של חידקי ריזוביום לכילאט הברזל התקבל גם בניסוי חממה, שבו נכחנה יעילותם הסימביוטית של חידקי ריזוביום לאחר חשיפתם לריכוזים שונים (0.6% — 5%) של סקווסטרן במשך שלוש שעות. תוצאות דומות התקבלו גם לגבי חשיפתם של החידקים במשך ארבע שעות לריכוזים שונים של סקווסטרן, ולפיכך אינן מובאות כעבודה זו.

(ב) ממצאי שדה

בתצפית חזותית שנערכה 20 יום לאחר הזריעה אפשר היה להבחין, כי טיפולים עם סקווסטרין במכל הביקטור השפיעו לטובה על גון הצמחים (טבלה 2). צמחים בחלקות שטופלו ב-400, 200 או 800 גרם לדונם הצטיינו בגוון ירוק יותר משל האחרים — במידה מובהקת

דיני של סקווסטרן מעורב בחול מעוקר לאורך השורות לפני ההשקיה (1000 גרם/ד', 32 יום לאחר הזריעה והביקטור); ארבעה טיפולים שבהם יושם הסקווסטרן בתרחיף מימי של תכשיר הביקטור במנות שונות: 0.67%, 1.34%, 2.7% ו-5.4% ב-15 ל"ד', שהן שוות-ערך ל-100, 200, 400 ו-800 גרם סקווסטרן לדונם. לאחר חשיפת חידקי הריזוביום לריכוזי הסקווסטרן הנ"ל למשך שלוש שעות הוחדר התר-חץ לתוך תלם הזריעה בשיטה מקובלת לביקטור אגחי-אדמה. אגחי-אדמה מהזן "שולמית" נזרעו ב-30.4.87.

הניסוי נעשה בשיטת בלוקים באקראי; כל טיפול היה ב-6 חזרות וגודל כל חלקה 48 מ"ר. הטיפולים האגרוטכניים, ההשקיה והשימוש בחמרי הדברה — נעשו כמקובל בשטח המחקר. במהלך הגידול נדגמו צמחים באקראי (24 מכל טיפול) שלוש פעמים — 53, 102 ו-123 יום לאחר הזריעה — לבדיקת הפרמטרים המקובלים למדידת קיבוע החנקן האטמוספירי. ניצור הצמחים נעשה 147 יום לאחר הזריעה. מספר חידקי הריזוביום בקרקע נקבע באמצעות הדבקה צמחים על-ידי מיהולי אדמה מתאימים וקביעת מספר החידקים בהתאם להופעת הפיקות. הצמח המשמש כבחון חזותי היה *Macroptilium atropurpureum*.

תוצאות ניסוי

(א) ממצאים מעבדתיים ונתוני בדיקות בחממה

מכיון שהתכשיר לביקטור אגחי-אדמה מכיל תערובת של שני מיני חידקים: בעלי כושר ריבוי אטי (חידקי ריזוביום היוצרים פיקות על-פני השרשים של אגחי-אדמה) ובעלי כושר ריבוי מהיר (חידקים גלויים הגורמים ריבוי טוב יותר של חידקי ריזוביום) — נבחנה השפעתו של הסקווסטרן על שני מיני חידקים אלה. נמצא (טבלה 1).

טבלה 1. השפעת משך המגע של חידקי התכשיר עם ריכוזים שונים של סקווסטרן — על הישרדותם בתרחיף (מספר חידקים בגרם אחד של תכשיר $10^9 \times$).

ריכוזי סקווסטרן, %	משך החשיפה			
	שעה וחצי		שעה 1/2	
	חידקי ריזוביום	חידקים גלויים	חידקי ריזוביום	חידקים גלויים
0.6	3.1	22.8	לא נבדק	
1.25	2.0	7.0	2.4	3.4
2.5	2.2	6.2	2.8	3.2
5.0	2.2	6.6	3.0	5.8
10.20	1.6	1.8	1.4	0.6
				14.5
				3.0
				0.6
				0.2
				$< 10^5$

1. מספר החידקים לפני החשיפה: ריזוביום — 3.8×10^9 ; חידקים גלויים — 23×10^9 בגרם אחד של תכשיר.

(דורגו בהתאם לכך בסקר חיוורון). אולם, בגיל 50 — 53 יום כבר כמעט לא היו הבדלים חזותיים בין הטיפולים. דבר זה נובע, כנראה, מעומק גדול יחסית (80 — 90 ס"מ) של תצפירי הגיר באופק B של קרקע איזור הניסוי.

נתונים ראשוניים בדבר מידת ההדבקה של הצמחים בחידקי ריזוביום ביום נתקבלו כעבור 53 יום מן הזריעה והביקטור. מכיון שבבדיקות

(המשך בעמוד הבא)

שלריכוז הקטן ביותר (0.6%) לא היתה השפעה על מספר החידקים, הן ה"מהירים" והן ה"אטיים". אולם הגדלת הריכוז הביאה לידי פחיתה ניכרת במספר החידקים בעלי כושר ריבוי מהיר. חשיפתם של חידקים מסוג זה לסקווסטרן במשך שלוש שעות היתה קטלנית בריכוזים של 5% ו-10% — 2×10^9 ו- 10^5 חידקים/מ"ל לפי אותו סדר — לעומת 22.6×10^9 חידקים/מ"ל בהיקש. למשך הזמן שבו באו החידקים במגע עם תמיסות הסקווסטרן היתה גם כן השפעה מובהקת על החידקים ה"מהירים" בכל הריכוזים. כך, למשל, בגרם אחד של

שילוב של ביקטור אגוזי-אדמה עם טיפול בברזל למניעת כלורזה (המשך מעמוד קודם)

טבלה 2. סקר דירוג כלורזה באגוזי-אדמה, שנעשה בשדה הניסוי (עין-השלושה) בפרקי-זמן שונים לאחר הזריעה וביקטור הקרקע.

טיפול	דרגות עצמת הצבע של עלוות הצמחים ¹ , ימים לאחר הזריעה -		
	53	43	20
1. היקש (ללא סקווסטרן)	4.08	3.3	2.75
2. 1 ק"ג סקווסטרן, פיזור על פני הקרקע לאורך השורות 32 יום לאחר הזריעה והביקטור סקווסטרן במכל הביקטור	4.50	5.0	2.75
3. 100 ג'/ד'	4.00	3.60	3.50
4. 200 ג'/ד'	4.17	4.00	4.58
5. 400 ג'/ד'	4.17	4.08	4.75
6. 800 ג'/ד'	3.83	4.67	4.83

¹ לפי סולם 1-5: 1 = חיוורון מוחלט; 5 = ירוק-כהה.

ערכים שאין לצדם אותיות זהות נבדלים זה מזה ברמת המובהקות $P = 0.05$.

סרולוגיות (ELISA). באמצעותן הוכרה זהותם המוחלטת של חידקי התכשיר לחידקי הריוזוביום שבפיקות הצמחים. בטבלה 3 אפשר לראות, שבכל הטיפולים התהוו פיקות מועטות

קרקע שנעשו לפני ביקטור השדה לא נמצאו חידקי ריוזוביום מקומיים האפייניים לאגוזי-אדמה - היה מקום להניח, שכל הפיקות שנוצרו על-פני השרשים מקורן בחידקי התכשיר. הנחה זו התאמתה בבדיקות

טבלה 3. השפעת אפני טיפול בסקווסטרן 138 על מדדי ביקטור שונים בניסוי-שדה (עין-השלושה, 1987).

טיפול	53 יום לאחר הזריעה				123 יום לאחר הזריעה			
	מספר פיקות לצמח	משקל פיקות ב-80 מ"צ, מ"ג/צמח	משקל עלווה ב-80 מ"צ, מ"ג/צמח	ס"ה חנקן בעלוה, מ"ג/צמח	מספר פיקות לצמח	משקל פיקות ב-80 מ"צ, מ"ג/צמח	משקל עלווה ב-80 מ"צ, מ"ג/צמח	עצמת קיבוע החנקן, שעה/גרם פיקות/מילימטר/ס"מ
1. היקש (ללא סקווסטרן)	12	13.9	9.4	239.5	107	396.4	41.9	18.8
2. ק"ג אחד סקווסטרן, ריסוס על פני-הקרקע (32 יום לאחר הזריעה)	14	15.8	12.2	333.8	109	404.1	43.6	18.3
3. 100 ג'/ד'	17	18.0	10.4	265.9	101	396.4	45.4	29.1
4. 200 ג'/ד'	11	13.6	10.0	253.9	129	496.5	43.6	22.0
5. 400 ג'/ד'	9	11.6	9.8	257.1	108	411.6	52.8	15.6
6. 800 ג'/ד'	11	10.7	9.8	261.7	154	480.3	46.9	18.8

טבלה 4. השפעת אפני טיפול בסקווסטרן 138 על יכול אגוזי-אדמה ועל איכותו באסיף. 147 יום מהזריעה.

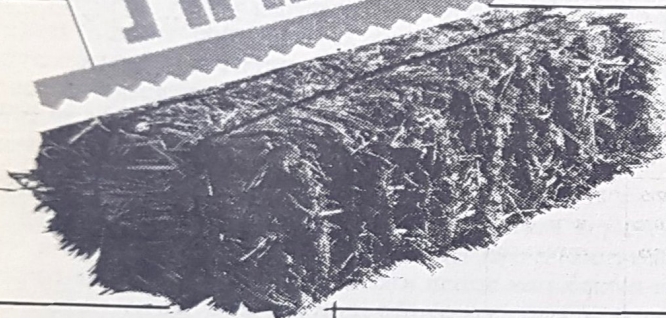
טיפול	יכול תרמילים, ק"ג/ד'		% תרמילים לייצוא		יכול תרמילים, ק"ג/ד'	% "ג'יאנט"
	יכול תרמילים לייצוא, ק"ג/ד'	יכול תרמילים לייצוא, ק"ג/ד'	יכול תרמילים לייצוא, ק"ג/ד'	יכול תרמילים לייצוא, ק"ג/ד'		
1. היקש	645	73.9	480	12.5		
2. ק"ג אחד סקווסטרן, ריסוס על-פני הקרקע 32 יום מהזריעה	681	80.9	551	16.5		
3. 100 ג'/ד'	632	77.4	490	15.3		
4. 200 ג'/ד'	620	75.0	465	15.6		
5. 400 ג'/ד'	617	78.0	481	15.3		
6. 800 ג'/ד'	626	80.0	500	13.7		

ערכים שאין לצדם אותיות זהות נבדלים זה מזה ברמת המובהקות $P = 0.05$.

**לקראת העונה
כדאי להזמין בזמן**



חוט ושהת



חוטים:

חוט 140, 160 - לחבילות מרובעות גדולות
חוט 320, 400 - לחבילות מלבניות קטנות
חוט 600 - לחבילות עגולות גדולות

רשתות:

רשת פוליאתילן לחבילות עגולות.

**חוטים מפוליפרופילן
ורשתות מפוליאתילן
לכבישת חבילות קש וחציר**

■ חוזק רב

■ עמידות גבוהה בקרינת

שמש

■ איכות, אמינות, שרות

הספקה מיידית



תמה תעשיית פלסטיק

קיבוץ משמר העמק 19236 טל: 04-894171
טלפקס: 04-892901 46879 TAMA IL

על-פני השרשים (בתחום 9-17 לצמח). צמחים שדושו ב-400 או ב-800 גרם סקוסטרן לדונם נשאו 11-12 מ"ג פיקות, לעומת 14-18 מ"ג, ביתר הטיפולים (הפרשים לא מובהקים). שיעור הפיקות גדל עם הגדילה, ובגיל 123 יום נע מספרן לצמח בתחום של 101-154, ומשקלן היה 396-497 מ"ג. ההפרשים בין הטיפולים לא היו מובהקים. תוצאות דומות, שנתקבלו בבדיקה שנעשתה בגיל 102 יום, אינן מובאות בטבלה הנ"ל. בבדיקה שנערכה בגיל 53 יום נמצא כי דישון ב-1000 ג'ד' סקוסטרן (בגיל 32 יום) הגדיל במידה מובהקת את יכולת החומר היבש ואת הכמות הכללית של חנקן בעלוות הצמחים (תוספת של 14.6% - 20.2% ו-20.4% - 24.0% לפי אותו סדר, לעומת הטיפול לים שדושו בברזל במכל). אולם בבדיקות נוספות בגיל 102 ו-123 יום ההפרשים לא היו מובהקים.

בעת הניעור (כעבור 147 יום לאחר הזריעה) הניכו הצמחים שקיבלו סקוסטרן בפזיור לאורך השורות את היכול המרבי - 681 ק"ג תרמילים לדונם. ההפרש ביכול לעומת טיפולים אחרים היה ניכר, גם אם לא מובהק (טבלה 4). צמחים שקיבלו כמות מרבית של סקוסטרן, הן בפזיור (1000 ג'ד'), והן במכל הביקטור (800 ג'ד'), הצטיינו באחוז גדול של תרמילים ראויים לייצוא, 80.9% ו-80% לפי אותו סדר.

סיכום

בשתי שיטות היישום דושו הצמחים במועדים שונים ובכמויות שונות של סקוסטרן. התוצאות שנתקבלו מעידות על יתרון מסוים לטיפול בברזל בפזיור לעומת יישומו במכל הביקטור. ראוי לזכור כי היישום "בפזיור" נעשה בדקדקנות רבה על שורות הצמחים ובכמות גדולה מאוד (ק"ג אחד לדונם). לסקוסטרן במכל, במנות של 100 ו-200 ג'ד', לא היתה השפעה על מדדי הביקטור. מנה של 200 ג'ד' סייעה, בניסוי זה, לקבלת גוון ירוק יותר של עלוות העלים ב-50 ימי הגדילה הראשונים. עניין זה מצביע, אולי, על אפשרות להשתמש במנה דומה של סקוסטרן, במכל הביקטור, כמנה התחלתית, והימנעות מהשקיה מיוחדת, בטרם עת, ליישומו של הברזל. שילובן של שתי השיטות ליישום ברזל והשפעתן על ביקטור הצמחים וגדילתם לא נבחנו בניסוי זה, וראוי שייבחנו בהמשך.

הבעת תודה

המחברים מודים לצוות המגדלים בקיבוץ עין-השלושה על שיתוף הפעולה ועל עזרתם בביצוע העבודה.

ספרות

1. בנין ע., נברוט י. (1972): מיקרואלמנטים בקרקע ותפקידם בהזנת צמחים. מתוך סקירה על "דישון" כהוצ' משרד החקלאות.
2. דאר ש. (1987). תקצירי מחקרים בגידול אגחי-אדמה בשנים 1983-1986. שה"מ, משרד החקלאות.
3. לבל ר. (1975): השפעה של כילאט הברזל Fe-EDDHA על חידקי ריזוביום של אגחי-אדמה. דו"ח תלת-שנתי של מחקרי המכון לגידולי שדה וגן, מינהל המחקר החקלאי.
4. שיפמן י., לבל ר. (1978): הגדלת התכולה של חידקים ספציפיים לאגחי-אדמה במצע ככולי. דו"ח על מחקרי המחלקה לביקטור קטניות 1974-1978.

(המשך בעמוד 1318)

SIMULTANEOUS APPLICATION OF PEANUT INOCULANT AND IRON CHELATE (SEQUESTRENE 138) MIXED IN THE INOCULATION TANK

D. Kishinevsky¹, D. Sadan², Debora Gurfel¹, Y. Friedman¹, Z.
Bnei-Moshe¹, G. Meromi¹, Z. Bar¹

Experiments were carried out to determine whether peanuts can be inoculated with a tank mixture of the inoculant and of Sequestrene 138, by simultaneous application.

The rhizobial inoculant strain was only slightly affected even by the highest concentrations (5% and 10%) of chelate tested. The amount of 200 g Sequestrene/1000 m² (1.25% in the inoculation tank) had no adverse effect on inoculation, and N₂ fixation proved to be sufficient to prevent chlorosis for up to 50 days after planting. This concentration of Sequestrene may be used as an initial dose of iron chelate, and the additional expense involved in separate application of the iron can thus be saved.

¹ Agricultural Research Organization, Bet Dagan.

² Extension Service, Ministry of Agriculture, Beer-Sheba.

³ Maon settlements, Negev.