

פיתוח ממשק כולל להדברת כשותית בריחן ממשקי השקיה והזנה להפחתת רגישות הצמחים למחלה

זיו קלינמן, אפרים ציפליץ, מאיר אחיעם - מו"פ בקעת הירדן
יגאל אלעד, דויד קניגסבוך - מנהל המחקר החקלאי
דויד סילברמן, שמעון ביטון - משרד החקלאות, שה"מ
אורי אדלר - מועצת הצמחים

תקציר

כשותית הריחן (*Peronospora belbahrii*) היא מחלה מוגברת לחות אשר התפשטה לכל אזורי גידול הריחן בארץ. הכשותית פוגעת בעלי הריחן ומפחיתה את כמות היבול ואיכותו ובנגיעות גבוהה גורמת להשמדת חלקות בהיקף נרחב. התפתחות מהירה של עמידות לפונגצידים ומגבלת שאריות תכשירי הדברה בתוצרת המשווקת, מביאים למסקנה כי יש לפתח ממשק בו תכשירים כימיים אינם יכולים לשמש שחקן יחיד בהדברת הכשותית. בעבודה זו נבחנו שינויים בהזנה המינרלית של הצמח (ניסוי הדשיה) ותנאי ההשקיה של הגידול (ניסוי השקיה) כאמצעים נוספים לבקר את המחלה. בניסוי ההדשיה נבחנה השפעת ההדשיה בריכוזים שונים של סידן (160 ו-240 מ"ג לליטר) ומגנזיום (100 מ"ג לליטר) ושילוביהם, על חומרת המחלה (כאשר בביקורת 40 מ"ג מגנזיום ו-80 מ"ג סידן לליטר). בניסוי ההשקיה נבדקו רמות השקיה של 50%, 75%, 125% מהתאיידות גיגית סטנדרטית A והשפעתם על חומרת המחלה (הביקורת – 100% מהתאיידות גיגית). בניסוי ההדשיה נוסף טיפול משנה של ריסוס עלוותי באשלגן ובניסוי ההשקיה ריסוס בפונגציד. נמצא כי העלאת ריכוזי הסידן או המגנזיום מפחיתים את חומרת המחלה אך שילובם האחד עם השני מפחית את האפקטיביות שלהם. מתן ריסוס עלוותי מפחית אף הוא את חומרת המחלה. עוד נמצא כי העלאת או הפחתת רמת ההשקיה מורידות את שיעור המחלה בריחן בחממה. מאידך כאשר בנוסף לטיפול ההשקיה מיושם פונגציד חומרת המחלה הנמוכה ביותר התקבלה בביקורת. בנוסף, צמחים שגדלו בהשקיה של 50% מהתאיידות גיגית נרקבים באחסון מכשותית יותר מאשר צמחים שהושקו ברמות השקיה אחרות.

רקע ותאור הבעיה

הריחן (*Ocimum basilicum* L.) הוא אחד מגידולי התבלינים הטריים לייצוא, מענפי החקלאות החשובים בבקעת הירדן. היקף שטח גידול התבלינים באזור זה הוא כ-2500 דונם ותוצרתו כ-35% מכלל יצוא התבלינים של ישראל. הריחן במקורו הוא גידול קיצי רב קצירי הזקוק לטמפרטורה גבוהה להתפתחותו התקינה. בישראל, גידולו נמשך לאורך כל השנה תוך שימוש בחממות ומנהרות עבירות. שתילה לגידול חורפי מתבצעת בד"כ באוקטובר כאשר הקציר הראשון נעשה עד חמישה שבועות משתילה כתלות בטמפרטורה ועוצמת הקרינה (בד"כ כשהצמחים בני 60-40 ס"מ). האמירים (20-25 ס"מ מהקודקוד) נקצרים, נארזים באגודות ומאוחסנים בטמפ' של 12 מ"צ. למרות החשיבות בשמירה על טמפרטורה גבוהה יחסית בגידול הריחן עלות האנרגיה הגבוהה

לחימום בתי צמיחה הביאה מגדלים רבים להימנע מהליך זה. זאת והשילוב עם עומד שתילים גבוה, מחמיר את בעיית המחלות מוגברות לחות כמו קשיונה גדולה ובוטריטיס ולאחרונה, בשילוב עם גורמים אחרים, עודד את הופעת כשותית הריחן (*Peronospora belbahrii*).

מחלה זו התגלתה לראשונה לפני כחמש שנים בעמק המעינות ומאז, התפשטה לכל אזורי גידול הריחן בישראל בכלל ובבקעת הירדן בפרט. הכשותית פוגעת בעלי הריחן ומפחיתה את כמות היבול ואיכותו. מחלה בנגיעות גבוהה גורמת להשמדת חלקות בהיקף נרחב. פגיעתה החמורה של הכשותית מהווה גורם סיכון גבוה לעתיד הגידול, כאשר בנוסף, התפתחות מהירה של עמידות לפונגצידים מחריפה את הבעיה ומקשה על המשך השיווק בארץ ובעולם. נושא העמידות ומגבלות מחמירות לשאריות תכשירי הדברה בתבלינים נאכלים, גורמות להנחה כי תכשירים כימיים אינם יכולים לשמש כבסיס העיקרי לממשק ההדברה של הכשותית.

מחזור החיים לשלביו (בין היתר אילוח, הדבקה ואכלוס הפונדקאי, הפצת ושרידות גופי ריבוי) של כשותיות, כמו זה של פטריות פתוגניות, מושפע מתנאי הסביבה בבית הגידול כמו נוכחות מים חופשיים או לחות, טמפרטורה ותנאי הארה, וגם ממצבו הפיסיולוגי של הצמח הפונדקאי. לפיכך, גישה נוספת להדברת מחלות צמחים בכלל ומחלות מוגברות לחות בפרט, תהיה שיפור תנאי הגידול והרעתם למחולל המחלה. בין הגורמים אותם ניתן לשנות נמצא את ההזנה המינרלית של הצמח (כמות המינרלים ויחסם) ותנאי ההשקיה (עיתוי וצורה) של הגידול.

הזנה מינרלית משפיעה על מצבו הפיזיולוגי והמבני של הצמח, ולכן גם על רגישותו לפתוגנים (או לעקות א-ביוטיות). במחקרים כמו-מסחריים שנערכו לאחרונה בישראל, נמצא כי לדישון ביסודות שונים ישנה השפעה על התבטאות מחלות מוגברות לחות בריחן. למשל, נמצא כי יחס מתאים בין ריכוז החנקן לריכוז הסיידן במי ההדשה, מפחית את הספורולציה של עובש אפור, מבלי לפגוע באיכות היבול וכמותו. כמו כן בתוצאות ראשוניות נמצא כי הדשה של אשלגן הפחיתה את חומרת מחלת הכשותית בריחן.

השקיה אופטימלית נועדה להפיק את התועלת המרבית מהגידול (כמות ואיכות היבול) ובאספקט של בקרת מחלות למנוע תנאים המסייעים להתפתחות מחלות.

בניסויים מקדימים בריחן שהתקיימו בחוות עדן נבחנה השפעת מנת השקיה על רגישות הצמחים לכשותית. בהשוואת שלושה טיפולים של מנות מים נמוכות מהמקובל שנתנו לריחן בסתיו, נמצא כי בטיפול מנת המים הנמוכה חומרת המחלה פחותה עד 99 ימים לאחר שתילה. באביב לא נמצא הבדל בין משטרי ההשקיה. איכות היבול לא נפגעה עם שינוי מנת המים (נמדדו נזקי צינה) אך סך כמות היבול המצטבר לעונה היה מועט יותר בטיפול מנת המים הנמוכה.

השערת המחקר: ניתן לבקר את כשותית הריחן על ידי התערבות מכוונת בתנאי הגידול אשר מחד יפגעו במחזור החיים של הכשותית (ע"י מניעת הידבקות ו/או התבססות בפונדקאי, הגבלת ההתערבות וההפצה) ומאידך יקנו סבילות/עמידות לצמחים (בשל קצב צמיחה מתאים, שיפור בריאות הצמח והפעלת מערכות הגנה).

מטרת המחקר היא פיתוח ממשק כולל להתמודדות עם כשותית הריחן באמצעות מניפולציות של הזנה מינרלית (כמות ויחס) או של מנות ההשקיה על מנת להפחית את רגישות הצמח לגורם המחלה.

מהלך המחקר ושיטת עבודה

ב-5.3.15 נשתלו צמחי ריחן (זן פרי) בבית צמיחה מחופה בפוליאתילן לתוך מצע פרלייט בארגזי קלקר בעלי מידות: $0.8 \times 1.0 \times 0.17$, 24 צמחים בארגז. לאחר שתילה: השקיה בהמתזה ברמות דשן של 75 גרם/קוב אשלגן ו-60 גרם/קוב חנקן (חצי מהמומלץ בגידול). ב-10.3.15 הופסקה ההמתזה וניתן דשן במינון מומלץ: 120 גרם/קוב חנקן ו-150 גרם/קוב אשלגן. ב-29.3.15 הופעלו טיפולי ההשקיה וההדשיה כפי המפורט להלן. בחממה נערכו שני ניסויים במקביל – ניסוי הזנה וניסוי השקיה (טבלה 1). **טבלה 1.** פירוט הטיפולים בניסויי ההשקיה וההזנה.

השקיה	סידן (מ"ג/ליטר)	מגניום (מ"ג/ליטר)	אשלגן	
100%	80	40	עם ריסוס עלווה	ניסוי הזנה
	160	100	ללא ריסוס עלווה	
	240			
1	3	2	2	סה"כ 12 טיפולים
50%	80	40	עם ריסוס עלווה	ניסוי השקיה
75%			ללא ריסוס עלווה	
100%				
125%				
4	1	1	2	סה"כ 8 טיפולים

ניסוי ההשקיה: נבחנו רמות השקיה שונות כאשר טיפול 100% הוא על פי מקדם של 100% מהתאיידות גיגית סטנדרטית A ובהתאם שאר טיפולי ההשקיה. ב-12.6.15 טיפול 100% השקיה הוגדר לפי מקדם 60% מהתאיידות גיגית ובהתאם שאר הטיפולים (עפ"י היחס לטיפול 100%). בטיפולי ההשקיה הנמוכים (50% ו 75%) ניתנו ב-20.5, 19.6, 7.7 מנות של 10 קוב לדונם מים כדי למנוע המלחת מצע הגידול. בניסוי זה יושם טיפול משנה של ממשק כימי מקובל להדברת כשותית (ריסוס פונגצידים: אקרובט, סיגנום וקנון), לפי הוראות היצרן ודרישות התקן לשאריות חומרים בשיווק ריחן.

ניסוי ההזנה: נבחנו רמות סידן ומגנזיום שונות ושילובן כפי המפורט לעיל (טבלה 1). טיפול המשנה שהופעל בניסוי זה - ריסוס עלותי באשלגן גופריתי. לכל הטיפולים נערכו ארבע חזרות, שלושה ארגזים לחזרה. טיפולי המשנה מיושמים בארגז אחד מתוך שלושה של כל חזרה. מבט כללי על מבנה הטיפולים בתמונה המצורפת (איור 1).



איור 1. מבט כללי על מבנה הניסוי בחממה. במסגרת האדומה שלושה ארגזים המהווים חזרה אחת מתוך ארבע חזרות לטיפול. הקווים הצהובים תוחמים ארגז אחד בו מתבצע טיפול משנה.

טיפול הניסויים הופעלו ב- 29.3.15.

הקצירים שבוצעו היו סלקטיביים. מועדי הקצירים: 2.7, 18.6, 2.6, 19.5, 4.5, 22.4, 15.4, 7.4, 31.3. ממשק הדברת מזיקים ומחלות (כנימת עש הטבק, תריפס, מנהרן, בוטריטיס ואלטרנריה) בוצע על פי הצורך החל מהקציר הראשון.

מאחר שלא נצפתה הופעת מחלה ספונטנית פוזרו ב- 19.3 עציצים נגועים בכשותית - להבטחת נגיעות החלקה. מכיוון שעוצמת המחלה הייתה מועטה (כחצי אחוז בחלק מהחזרות) פוזרו עציצי מדבק שוב ב- 7.4. לאחר מכן נערכו מניפולציות נוספות, המתזה, פרישת רשת צל (ב- 10.4) וריווח מועדי הקציר, כדי ליצור תנאי לחות וטמפרטורה המעודדים את התפרצות המחלה.

מדדים נבחנים ואיסוף נתונים:

1. נמדדו כמות מי ההשקיה והנקז (ליטרים ליום) מתוכם נגזרו אחוזי הנקז היומיים.
2. נבדקו ריכוזי מינרלים ומלחים במי הטפטפת והנקז (לבקרת טיפולים) – אשלגן, חנקן, זרחן, כלוריד, מגנזיום וסידן.
3. נבדקו ריכוזי סידן, מגנזיום, אשלגן ונתרן בעלים הנקצרים (13.5 וב- 31.5).
4. יבול - כמות ואיכות: סה"כ בוצעו תשעה קצירים. בכל קציר בוצע מיון לפי איכות לארגז מכל חזרה וממנו התקבל פוטנציאל היבול. במועדים נבחרים (31.3, 15.4, 4.5, 19.5) הועבר 1 ק"ג מכל חזרה לבדיקה של הדמיית תנאי משלוח וחיי מדף. בהגיע המועד הצמחים נבחנו ויזואלית וניתנו ציוני איכות בסולם של 1 עד 5 (ד"ר דודי קניגסבוך, המחלקה לאחסון במנהל המחקר החקלאי).
5. הערכות ויזואליות של עוצמת המחלה – במהלך הניסוי נערכו שבע הערכות ויזואליות של עוצמת המחלה. ההערכה מתבצעת בחממה ע"י צוות המעבדה של פרופ' יגאל אלעד ובמהלכה מוערך (ויזואלית) מהו אחוז העלים הנגועים על פי סימפטום הצהבה האופייני למחלה לעומת שאר העלווה הירוקה.

ניסוי השקיה :

1. מים ונקז - ממוצע נתוני ההשקיה והנקז לאורך תקופת הניסוי מדגים דיפרנציאציה בין טיפולי ההשקיה (טבלה 2) אם כי בטיפולי ההשקיה ברמות הנמוכות, רמות ההשקיה היו גבוהות מהמתוכנן (13% מעל הרצוי בטיפול 50% וכמעט 20% מעל הרצוי בטיפול 75%).

2. טבלה 2. ממוצעי נתוני השקיה ונקז בטיפולים השונים לאורך העונה. אחוז ההשקיה ואחוז הנקז מהשקיה בטיפולים השונים מוצגים בסוגריים מרובעים [#].

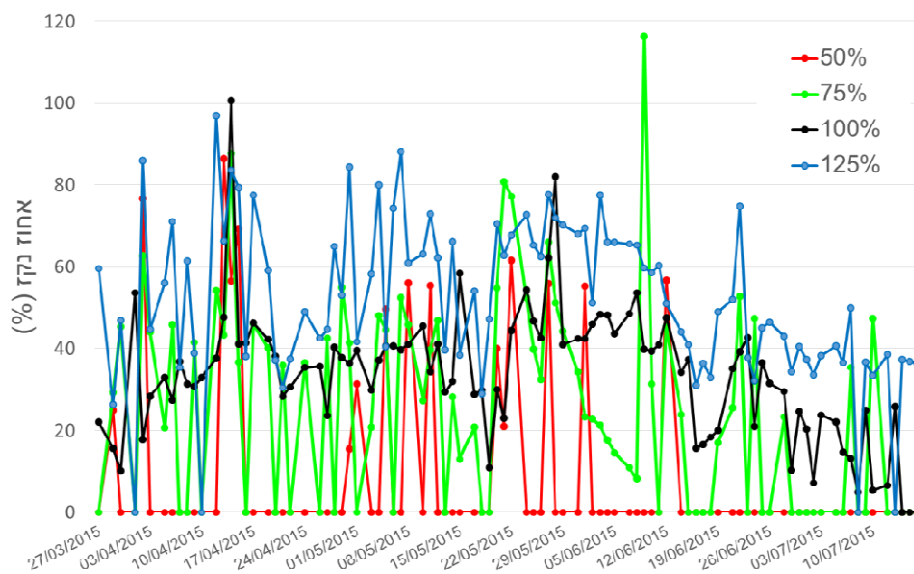
טיפולי ההשקיה (% מהמומלץ)	כמות השקיה לעונה [קוב/דונם] (%)	כמות נקז לעונה [קוב/דונם] (%)
50	516 [63.4]	45.0 [8.7]
75	727 [89.4]	174.9 [24.0]
100	814 [100]	254.2 [31.2]
125	1021 [125.5]	507.3 [49.7]

ההבדלים ברמות ההשקיה השפיעו על כמויות הנקז ועל הרכב יסודות ההזנה והמליחות המצויים בו. ככל שרמת ההשקיה הייתה נמוכה יותר כך אחוז הנקז שהתקבל היה נמוך יותר בממוצע (טבלה 2, איור 1). ריכוז הכלורידים ורמת המוליכות החשמלית עלו ככל שההשקיה פחתה (טבלה 3). כמו כן תכיפות אירועי הנקז פחתו בהתאם כאשר בטיפול 50% ברוב תקופת הניסוי רמת הנקז הייתה אפסית (איור 1).

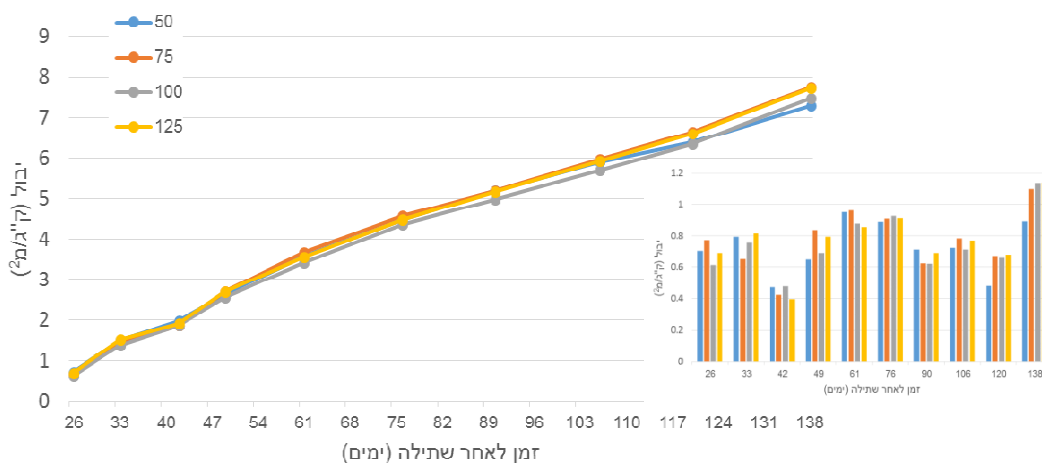
3. טבלה 3. ממוצעי המדדים שנבחנו במי הנקז של הטיפולים השונים בניסויי ההשקיה וההדשיה. טיפול 100% Mg40 Ca80 משמש ביקורת משותפת לשני הניסויים.

הזנה	השקיה	pH	EC	כלור	חנקן	זרחן	אשלגן	מגניזיום	סידן	נתרן
Mg40_Ca80	50%	6.43	3.05	207.74	150.00	24.82	93.10	85.56	165.00	109.62
Mg40_Ca80	75%	5.57	2.43	110.00	128.41	23.24	85.07757	65.04	139.33	83.58
Mg40_Ca80	125%	4.50	2.27	92.92	132.84	25.47	87.61	32.84	152.93	59.07
Mg100_Ca160	100%	5.87	3.81	235.55	128.02	23.70	85.71	103.64	313.33	71.94
Mg100_Ca240	100%	6.15	4.56	303.80	127.40	18.77	84.23	148.08	370.27	81.25
Mg40_Ca160	100%	5.98	2.99	151.82	127.08	19.87	79.38	41.28	265.80	69.80
Mg40_Ca240	100%	5.51	3.70	212.60	131.32	15.58	85.29	41.56	368.40	67.65
Mg100_Ca80	100%	5.39	2.78	139.41	127.50	24.62	78.53	43.04	246.00	51.37
Mg40 Ca80	100%	6.03	2.33	86.12	131.94	23.55	80.64	44.28	155.13	61.22

2. כמות היבול - ברוב תקופת הניסוי בטיפולי ההשקיה המועטה (75% או 50% מהמומלץ) לא ניכרה עקת מים אשר התבטאה בפגיעה ביבול - משקל היבול המצטבר המתאים ליצוא לא נבדל בטיפולים השונים (איור 3). ב-6.12 טיפול 100% (ביקורת) הוגדר לפי מקדם 60% מהתאיידות גיגית כדי לבחון האם בהשקיה בחסר הגורמת לעקת מים יש תרומה לבקרת הכשותית. בגרף הקטן (איור 3) ניתן להבחין כי בטיפול 50%, לאחר שינוי זה, יש הפחתה בכמות היבול הנקצרת בשני מועדי הקציר האחרונים (120 ו 138 ימים לאחר שתילה).

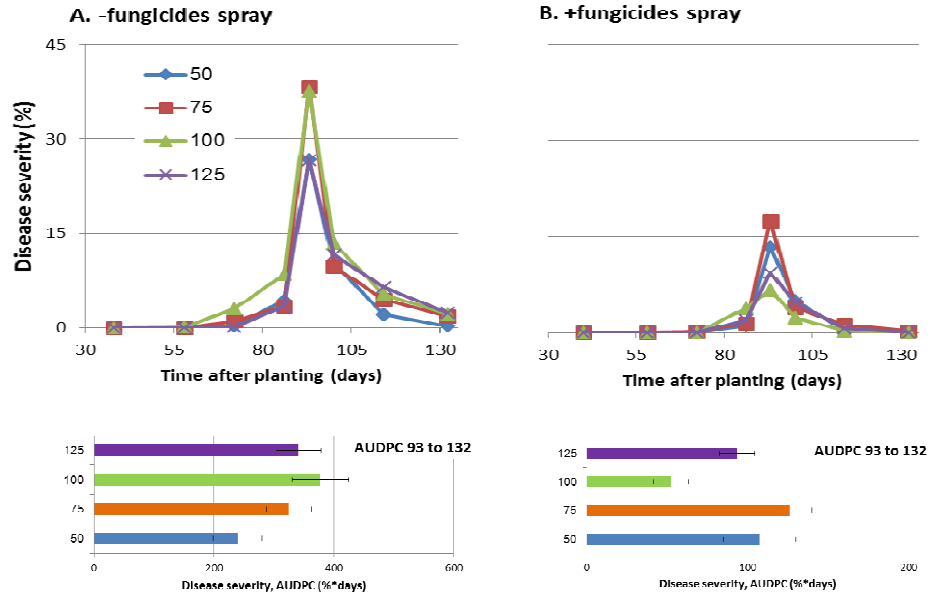


איור 2. השתנות אחוזי הנקז בטיפולים השונים במהלך תקופת הניסוי.



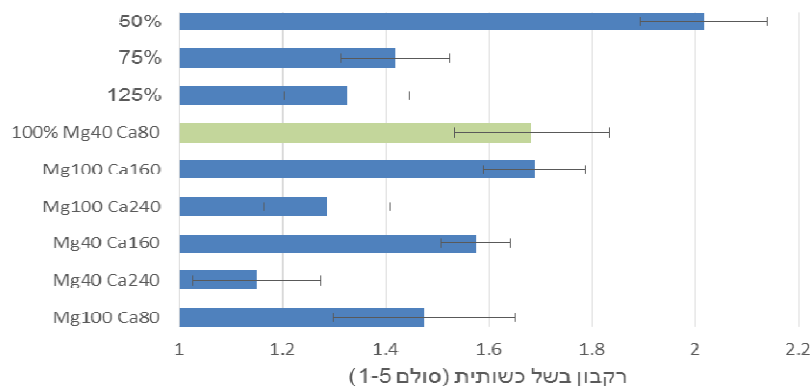
איור 3. משקל יבול מצטבר (ליצוא) בטיפולים השונים במהלך תקופת ניסוי ההשקיה. בגרף הקטן כמות היבול בכל מועד בו נערך קציר.

3. שכיחות המחלה - השפעת טיפולי ההשקיה על שכיחות הכשותית מוצגת עם או ללא טיפול המשנה הכימי (ריסוס בפונגצידים). ניתן להבחין כי בתוספת ממשק הכימי שיא שכיחות המחלה המתקבל ביום 93 לאחר שתילה היה נמוך כמעט פי שלושה לעומת ממשק ללא ריסוס כימי (שכיחות של כ-15% מחלה לעומת כ-43% בהתאמה). בטיפולי השקיה ללא ריסוס כימי הן בהשקיה מוגברת והן בהשקיה מופחתת ישנה הפחתה בשכיחות המחלה ביחס לביקורת (100% השקיה) (איור 4). מאידך, בטיפולי השקיה על רקע ריסוס פונגצידים, בביקורת (100% השקיה) שכיחות הכשותית היא הנמוכה ביותר ומכאן ניתן להסיק בזהירות כי להשקיה בחסר אין השפעה של תוספתיות בהפחתת המחלה כאשר מיושם ממשק כימי מקובל (לפחות בעונה בה התקיים הניסוי).



איור 4. שכיחות כשותית בצמחי ריחן בניסוי ההשקיה. המחלה מתוארת כעקום התפתחות במשך הניסוי (% שכיחות) בטיפול ההשקיה בשני ממשקים: ללא טיפול כימי (A, משמאל למעלה) ועם טיפול כימי (B, מימין למעלה). בגרפים התחתונים מתוארת חומרת המחלה הכשותית כשטח מתחת לעקום התפתחות המחלה (AUDPC) בימים 93-132 לאחר שתילה.

4. חיי מדף- מניטוח השפעת כמויות המים שניתנו בהשקיה, על מדד ריקבון עלים שנוצר מנגיעות בכשותית (נבדק ב-19.5.15) נבחין כי חומרת מחלת הכשותית הגבוהה ביותר הייתה בהשקיה המועטה ביותר (50%) אך בהשקיה של 75% או 125% היבול היה פחות רגיש למחלה בזמן האחסון (איור 5).



איור 5. ריקבון עלים שנוצר בשל כשותית שהתפתחה בתנאי אחסון בצמחי ריחן בניסוי ההשקיה. רמת הריקבון הוערכה ויזואלית ומתוארת לפי סולם מ 1 ועד 5.

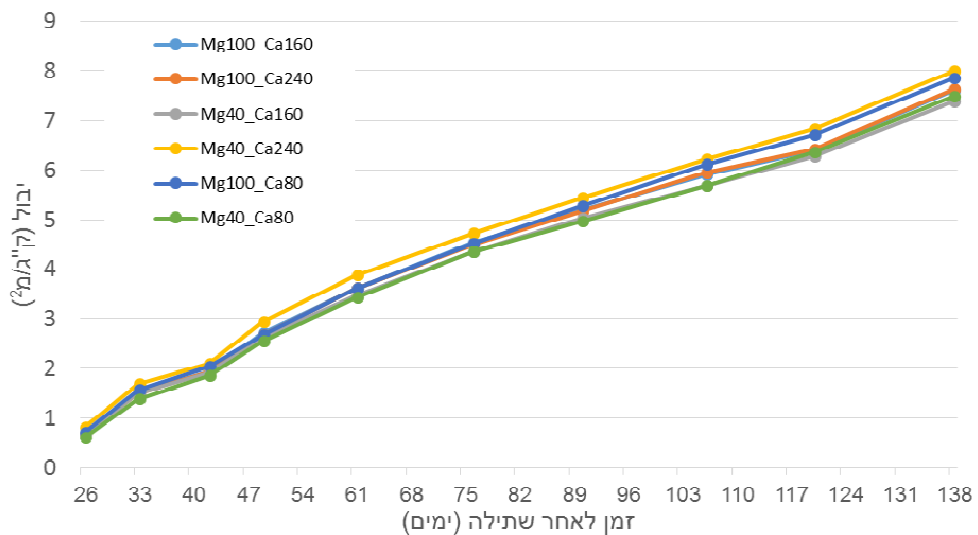
ניסוי הדשיה :

1. מים- ממוצע נתוני הדישון לאורך תקופת הניסוי תואמים את תוכנית ההדשיה אם כי רמת המגניון מעט נמוכה מהרצוי. ניתן להבחין כי מלבד רמת הכלורידים שמשנתנה בהתאם לכמות המלחים המוספת שאר היסודות שנמדדו נמצאו ברמה דומה בטיפול ההדשיה השונים (טבלה 4). כך, ניתן לייחס השפעה על חומרת המחלה לטיפול ההדשיה המכוונים ולא להבדלי דישון אחרים בין הטיפולים.

טבלה 4. ממוצעי היסודות המליחות והחומציות בטיפולים השונים לאורך העונה. טיפול Mg40 Ca80 100% משמש ביקורת משותפת לשני הניסויים.

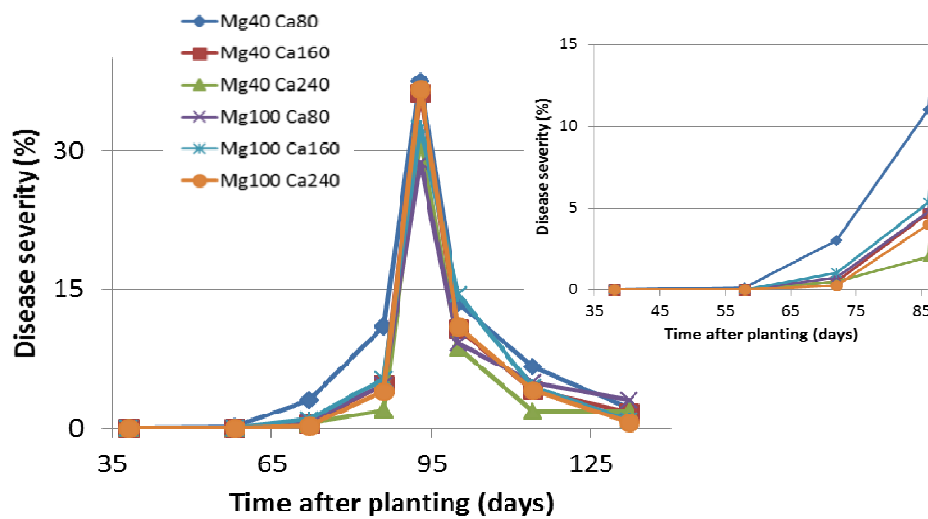
החנה	השקיה	pH	EC	כלור	חנקן	זרחן	אשלגן	מגניון	סידן	בתרן
Mg40_Ca80	50-75-125%	7.06	1.81	63.6769	131.25	26.53667	89.08847	27.336	89.36	34.3046
Mg100_Ca160	100%	6.96	2.32	84.5869	102.67	20.1	65.1909	71.616	167.48	31.6327
Mg100_Ca240	100%	7.00	2.70	106.2619	100.65	19.67667	66.2891	58.536	267.6	27.6254
Mg40_Ca160	100%	7.06	2.06	80.8469	104.30	21.37667	70.93333	39.312	160.16	31.6327
Mg40_Ca240	100%	6.87	2.61	127.5819	115.40	18.31667	78.3218	37.344	237.08	34.3046
Mg100_Ca80	100%	6.85	2.31	106.2619	119.18	24.33667	78.74423	68.784	111.36	32.9681
Mg40_Ca80	100%	7.05	1.59	59.4269	114.82	20.52	65.86667	37.128	93.36	27.6254

2. כמות היבול- הוספת מלחי מגנזיום או סידן לתמיסת ההשקיה לא השפיעה על משקל היבול ; בכל תקופת הניסוי משקל היבול המצטבר לשיווק לא נבדל סטטיסטית בין טיפולי ההדשיה השונים (איור 6).

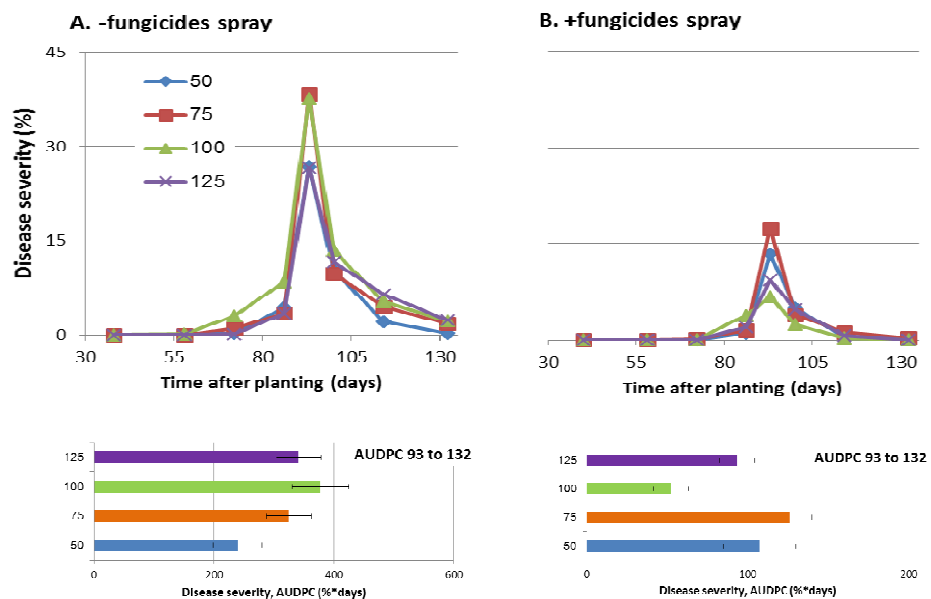


איור 6. משקל יבול מצטבר (ליצוא) במהלך תקופת ניסוי ההדשיה.

3. שכיחות המחלה- טיפולי ההדשיה הפחיתו את חומרת הכשותית בצמחי הריחן. בכל הטיפולים חומרת המחלה נמוכה יותר לעומת הביקורת בה רמת המגנזיום והסידן היא הרמה המצויה במי ההשקיה (איור 7). רמות מחלה גבוהות מטשטשות את ההבדלים בין הטיפולים, לכן חשובה התייחסות להערכות שנעשו בימים שהמחלה אינה בשיאה (בימים 72-86 או 100-114 לאחר שתילה) (איורים 7 ו-8). נראה כי הן דישון מוגבר במגנזיום והן דישון מוגבר בסידן מפחיתים את חומרת הכשותית בריחן אך היחס בין היסודות אינו תוספתי אלא אנטגוניסטי. לדוגמא, יש מתאם בין ריכוז הסידן לחומרת המחלה (ביחס הפוך, ככל שריכוז הסידן גבוה יותר המחלה פחות חמורה) וזאת כאשר אין תוספת מגנזיום למים (40 מ"ג לליטר), אך כאשר מוסיפים מגנזיום (100 מ"ג לליטר) חלה הפרעה לפעילותו של הסידן בדיכוי המחלה.

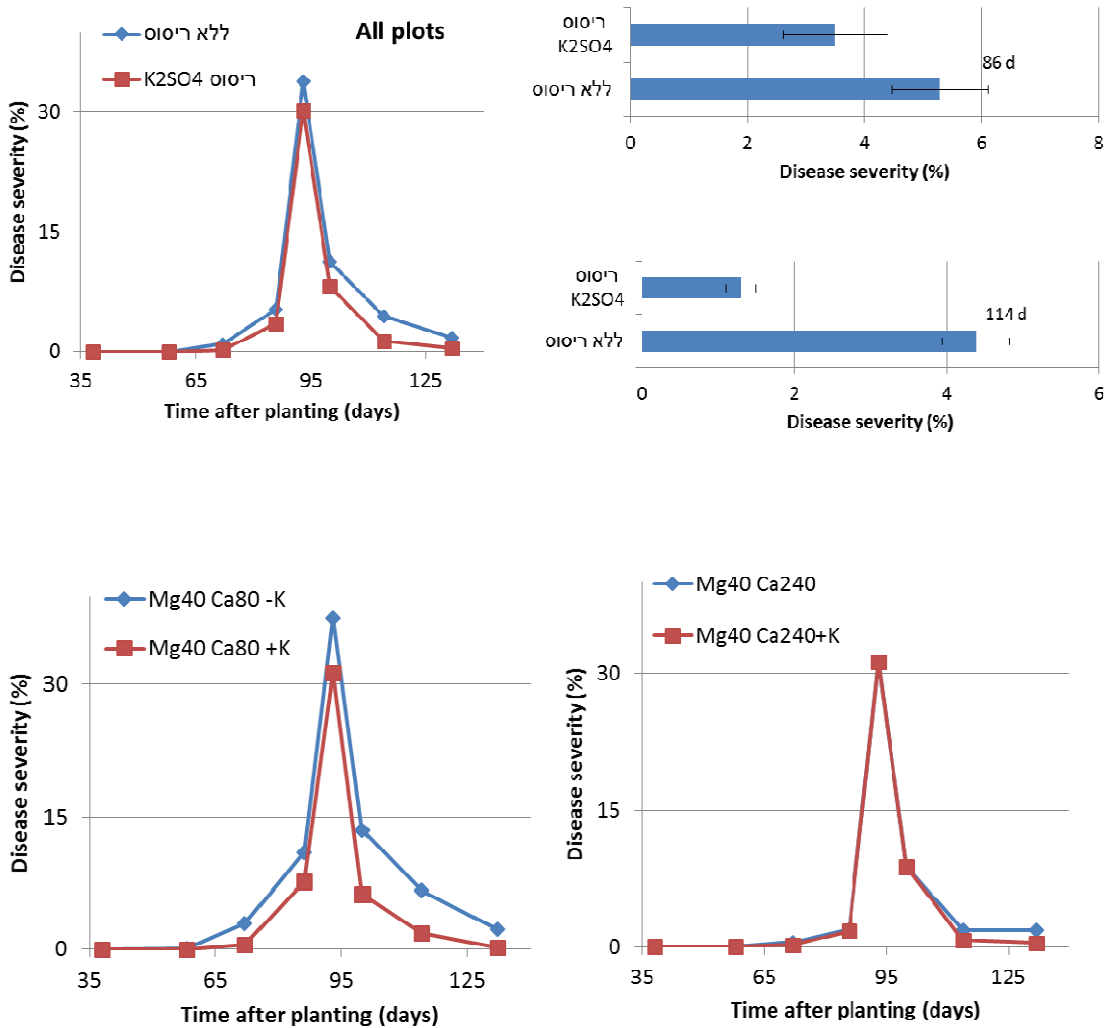


איור 7. שכיחות כשותית בצמחי ריחן בניסוי ההדשיה. המחלה מתוארת כעקום התפתחות במשך הניסוי (% שכיחות) בטיפולי ההדשיה. בגרף הקטן מימין מתוארים ברזולוציה גבוהה יותר עקומי התפתחות המחלה (של הטיפולים השונים) בימים 35-86 לאחר שתילה.



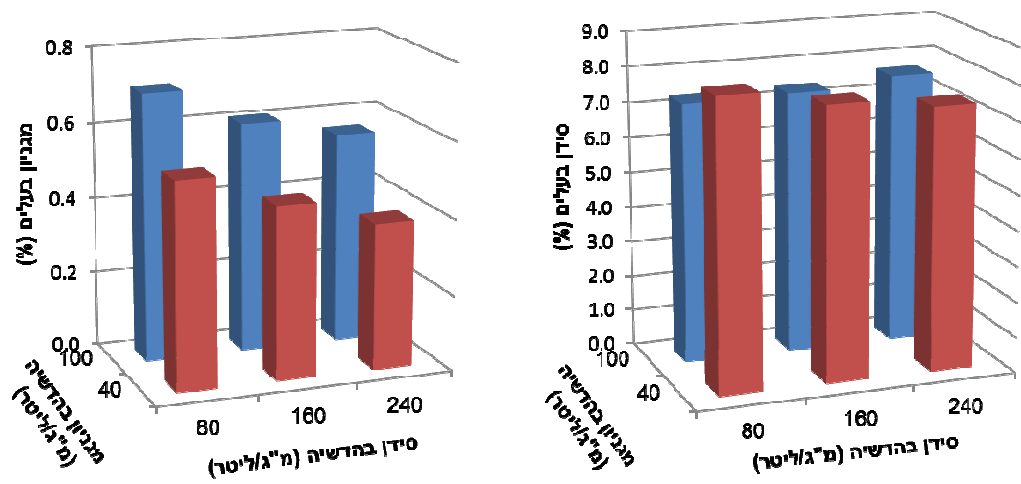
איור 8. שכיחות כשותית בצמחי ריחן בניסוי ההדשיה. המחלה מתוארת כשטח מתחת לעקום התפתחות המחלה במשך 93 ימי ההערכה (AUDPC). בגרפים התחתונים מודגמים יחסי הגומלין בין ריכוזי הסידן והמגנזיום והשפעתם על התפתחות המחלה.

ריסוסי העלווה הם בעלי השפעה תוספתית לטיפול ההדשיה בדיכוי הכשותית. כאשר משווים את כל הטיפולים שרוססו באשלגן לעומת אלו שלא רוססו באשלגן, ניתן להבחין כי חומרת המחלה נמוכה יותר באלו הראשונים (איור 9). השפעת הריסוס העלוותי מודגמת באופן הטוב ביותר בטיפול הביקורת בו אין תוספת של סידן או מגנזיום המפחיתים גם הם את חומרת המחלה. בנוסף, מניתוח של טיפול ההדשיה בו מתקבלת חומרת המחלה הנמוכה ביותר (Mg40 Ca240) עולה כי יש הפחתה נוספת של חומרת המחלה בשל מתן עלווי של האשלגן (איור 9).



איור 9. השוואת שכיחות כשותית בצמחי ריחן בניסוי ההדשיה בין הטיפולים השונים ללא או עם ריסוס עלווי באשלגן. המחלה מתוארת כעקום התפתחות במשך הניסוי (% שכיחות) מלבד הגרפים העליונים מצד ימין שם היא מתוארת כשטח מתחת לעקום התפתחות המחלה (AUDPC) ביום 86 או 114 לאחר שתילה.

בבדיקת תכולת היסודות בעלי הריחן (מה 31.5) נראה כי הדשיה במגניון מעלה את רמת המגניון בעלים הנקצרים, אך ככל הרמת הסידן המשולבת גבוהה יותר כך רמת המגניון קטנה בעלים. מאידך, העלאת ריכוז הסידן בהדשיה אינו מעלה את ריכוז הסידן בעלים. כך כמו גם, העלאת ריכוז המגניון בהדשיה אינה מורידה את ריכוז הסידן בעלים (איור 10).



איור 10. אנליזה כימית של מגניון וסידן בעלי הריחן מתאריך 31.5.15. מודגמים יחסי הגומלין בין ריכוזי הסידן והמגנזיום והשפעתם על תכולת היסוד בעלה.

4. חיי מדף- בתאריך 19.5.15 נבדק מצב ריקבון עלים כתוצאה מפגיעת כשותית. מניתוח השפעת הוספת סידן ומגנזיום להדשיה, על מדד ריקבון העלים שנוצר מנגיעות בכשותית נבחין כי חומרת מחלת הכשותית הגבוהה ביותר הייתה בטיפול Mg100_Ca160 (מלבד הביקורת) והנמוכה ביותר בטיפול Mg40_Ca240. מטיפולים Mg100_Ca80 ו Mg40_Ca240 ניתן להבחין כי הן מגנזיום והן סידן מפחיתים את חומרת המחלה באחסון אך לסידן השפעה טובה יותר. כמו כן גם כאן (כמו בהערכות המחלה שנעשו בחממה) נראית השפעה אנטגוניסטית של המגניון על הסידן; ריכוז גבוה של מגניון הפחית את האפקטיביות של הסידן כגורם מבקר להתפתחות מחלה לעומת טיפול מקביל בו רמה רגילה של מגניון (איור 5).

לממשק אגרוטכני בו מעורבים השקיה והדשיה ברמה נכונה יש השפעה על נגיעות של ריחן במחלת הכשותית. הניסוי המתואר בדו"ח זה מדגים כיצד השקיה בחסר ודישון מוגבר בסידן או במגנזיום מפחיתים את חומרת המחלה בגידול זה. האפקטיביות של הטיפולים הללו הינה בזמן שהחלקה היא ברמת נגיעות סבירה ולא כאשר יש התפרצות מסיבית של המחלה. מכאן ניתן להסיק כי יש למצוא את הדרך לשלב אמצעים אלו יחד עם אמצעים נוספים כדי לפתח ממשק כולל להדברת כשותית בריחן.

תוכניות להמשך המחקר:

1. ב 31.8.15 נשתלו צמחי ריחן להמשך המחקר בנושא הדשיה וריסוסים עלוותיים. הניסוי בוחן את השפעת טיפולי ההדשיה בתנאי החורף. בטבלה המצורפת מפורטים היסודות הניתנים בהדשיה ובריסוס עלוותי (טבלה 5). ריסוס עלוותי של קורטין הינו טיפול משנה הניתן על רקע כל אחד מהטיפולים העיקריים המפורטים בטבלה. תוצאות ניסוי זה יפורטו בדו"ח נפרד בהמשך.

2. טבלה 5. הטיפולים שמיושמים בצמחי הריחן בניסוי 31.8.15 ואופן יישומם.

ריסוסי עלווה	הדשיה	
	מגנזיום (מ"ג/ליטר)	סידן (מ"ג/ליטר)
פונגצידים	40	80
אשלגן	70	160
קורטין	100	240

3. בחינת קווי בזיל לעמידות/סבילות לכשותית הריחן - ב 17.9.15 נשתלו בתחנת צבי – מו"פ בקעת הירדן 34 קווי בזיל, פרי עבודת טיפוח של ד"ר נתיב דודאי ו ד"ר דוד חיימוביץ (מרכז מחקר נווה יער – מינהל המחקר החקלאי). מהערכות ויזואליות של חומרת המחלה עולה כי שני קווים היו עמידים לכשותית ועוד שלושה בעלי סבילות גבוהה למחלה בתנאי הגידול באותה עונה. כדי לבסס את הממצאים יערך ניסוי נוסף בהמשך.
4. במחקרו של פרופ' יגאל כהן (אוניברסיטת בר אילן) נמצא כי לתנועת אויר בסביבת הריחן (באמצעות מאווררים) ישנה חשיבות למניעת ודיכוי התפתחות הכשותית. במסגרת המחקר במו"פ בקעת הירדן ייבחן רעיון זה ע"י הנחת צנורות מחוררים ע"ג הערוגה והזרמת האויר בתוך השורות – ובכך תיבחן ההשערה לגבי אפקטיביות של הזרמת אויר למניעת המחלה בתנאי בקעת הירדן.