

# הפעלת ההדברה הכימית כנגד מחלת הקימחונית בהתאם לגיל הפיזיולוגי של צמחי עגבניות לתעשייה. חוות גדיש 2011

דני שטיינברג, מנחם בורנשטיין ורן שולחני, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן

שאול גרף, מו"פ צפון

רוני פוייר, עמית רוזנברג, רוני הרמן, תמירה לנג, חוות גדיש

## תקציר

אחת ממחלות עלים החשובות בגידול העגבניות לתעשייה היא הקימחונית הנגרמת על ידי הפטרייה *Leveillula taurica*. המחלה מתפתחת על פני העלים וגורמת לכתמים אופייניים; העלים הנגועים מתייבשים, נושרים וחושפים את הפירות לשמש. המחלה גורמת לפגיעה בכמות היבול ובאיכותו. במהלך השנתיים האחרונות התרכזו הניסויים שבצענו בבחינת המועד המיטבי להפעלת ההדברה הכימית. מצאנו שניתן להפעיל את ההדברה כתגובה, עם זיהוי תסמיני המחלה הראשונים ושאיין צורך ליישם ריסוסים לפני סוף החנטה – שינוי צבע. ממצאים אלה עשויים לחסוך לפחות שני ריסוסים בעונה, ואם תסמיני המחלה לא מופיעים גם בהמשך מספר הריסוסים שיחסכו עשוי להיות גדול עוד יותר. יישום אסטרטגיה זו מחייב, כמובן, פיקוד צמוד, תכופ ומקצועי של שטחי הגידול כדי לזהות את תסמיני המחלה הראשונים. המחקר שבצענו לא עסק עד כה בתזמון הריסוסים העוקבים. כפי שראינו השנה, התפתחות המחלה נעצרה מאמצע חודש יולי ועד אמצע חודש אוגוסט. הגורם לכך אינו ידוע אבל מאחר והתופעה התרחשה גם בחלקות ההיקש נראה שהסיבה לא הייתה תכשירי ההדברה. סביר להניח שהסיבה הייתה תנאי הסביבה ששררו באזור. לא קיים בארץ מידע אמין בנושא ולכן לא ניתן בשלב זה להגדיר מתי צריך לרסס ומתי לא. כדי לשפר את ההדברה ולחסוך ריסוסים מיותרים חשוב להבין ולכמת את הקשר בין תנאי הסביבה לפתוגן. בניסוי שבצענו, למשל, ניתן היה לחסוך לפחות עוד שני ריסוסים (ובסך הכול ארבעה) מתוך חמשת הריסוסים שיושמו בטיפול המקובל

## מבוא

בישראל מגדלים עגבניות לתעשייה בעיקר בגליל המערבי והעליון ובעמקים הצפוניים (עמק החולה, בית שאן, יזרעאל וזבולון) בשטח כולל של כ- 25,000 דונם. אחת ממחלות עלים החשובות היא הקימחונית הנגרמת על ידי הפטרייה *Leveillula taurica*. המחלה מתפתחת על פני העלים וגורמת לכתמים אופייניים; העלים הנגועים מתייבשים, נושרים וחושפים את הפירות לשמש. המחלה גורמת לפגיעה בכמות היבול ובאיכותו. הפגיעה בכמות היא תוצאה של הפחתת השטח הירוק, המטמיע; הפגיעה באיכות היא תוצאה של כתמי שמש בפירות, פגיעה בצבע הציפה וצבע הפירות, הפחתת אחוז הבריקס ופגיעה ביצור הליקופן. הנזק הכולל עלול להגיע ל- 60% מהיבול ויותר ולפגיעה קשה באיכות הפירות. האמצעי העיקרי להתמודדות עם המחלה ולהפחתת הנזקים שהיא גורמת הוא ההדברה הכימית. כיום מורשים בישראל לשימוש כנגד הקימחונית 58 תכשירים, פרוטקטנטיים וסיסטמיים. הריסוסים מיושמים מידי 7-10 ימים ובסך הכול מיושמים בין 8 ל- 12 ריסוסים לעונה. פעולות ההדברה נקבעות לפי הניסיון המצטבר בכל איזור גידול, והן אינן מושפעות מממשק הגידול המיושם בחלקה הספציפית ולא מתנאי הסביבה המשתנים. כתוצאה מכך, דרך ההתמודדות עם מחלת הקימחונית אינה מיטבית. כך למשל, בעונות 2009 ו- 2010 היו באזורי הגידול חלקות מסחריות בהן התפתחה המחלה למרות הריסוסים שיושמו, ונגרם נזק ליבול. אבל, בחלקות גידול אחרות המחלה לא התפתחה כלל או שהיא התפתחה ברמה נמוכה מאד. לא ידוע מה הגורם לשונות במופע המחלה בין עונות ובין חלקות גידול סמוכות וחוסר המידע לא מאפשר

להתמודד עם המחלה ביעילות. בעונת 2011 היתה רמת הקמחוניות נמוכה והחלקות טופלו מניעתי ללא קשר לרמת המחלה.

ממצאים שפורסמו בספרות לגבי מחלות קימחון בגידולים שונים ובמחקר שבצענו לאחרונה במחלת הקימחוניות בפלפל נמצא שתגובת הצמחים למחלה משתנה עם הזמן. התברר, שבמערכות אלו תגובת הצמחים לפתוגן מושפעת מיחסי מקור-מבלע: ככל שכמות הסוכרים הזמינים בעלים הייתה גבוהה יותר, כך התפתחה המחלה מהר יותר. כמובן שהתפתחות המחלה מושפעת גם מתנאי הסביבה וכששוררים תנאים לא מיטביים לפתוגן (כמו למשל, טמפרטורות גבוהות ויובש) התפתחות המחלה מואטת; בתנאי סביבה קיצוניים התפתחות המחלה מעוכבת באופן משמעותי. בניסוי שבצענו בקיץ 2010 בחנו אם גם בעגבניות לתעשייה קיים קשר בין הגיל הפיזיולוגי של הצמחים להתפתחות המחלה. בנוסף, בחנו את הקשר בין חומרת המחלה לנזק שנגרם ליבול ואיכותו. שתילי עגבנייה מהזן 8892 נשתלו בחמישה מועדי שתילה והצמחים רוססו או שלא רוססו בתכשירי הדברה. המחלה התפתחה באופן טבעי וחומרתה, במהלך העונה, לא הייתה רבה בגלל שתנאי הסביבה לא היו מיטביים להתפתחות הפתוגן. מניתוח עקומי התפתחות המחלה עלה שהצמחים, בחמשת מועדי השתילה, נדבקו במחלה בגיל של 60-68 ימים מהשתילה (בשלב סיום החנטה – תחילת שינוי צבע). בנוסף נמצא שלאחר שהתפתחו תסמיני המחלה הראשוניים לא היה הבדל בקצב התפתחות המחלה בין טיפולים השונים. מכאן עולה שהגיל הפיזיולוגי של הצמחים משפיע על מועד הופעת המחלה. המחלה הפחיתה את היבול הכולל והיבול האדום במובהק והנזק נע בין 10 ל- 24% מהיבול הפוטנציאלי. שיעור הנזק הושפע מאורך תקופת הגידול ומעוצמת המגיפה.

המסקנה העיקרית שעלתה מהניסוי שבצענו בשנת 2010 היא, אם כן, שניתן להפעיל את ההדברה הכימית בהתאם לגיל הפיזיולוגי של הצמחים וניתן להתייחס לגיל זה כאל "סף פעולה" להפעלת ההדברה. שימוש בסף זה עשוי לחסוך ריסוסים מיותרים המיושמים בתחילת העונה. בניסויים שבצענו בשנים קודמות מצאנו שלא היו הבדלים ביעילות ההדברה בין טיפולים שהחלו לפני זיהוי תסמיני המחלה הראשוניים (כטיפול הגנה) לבין טיפולים שהחלו בסמוך לאחר זיהוי תסמיני המחלה הראשוניים (טיפול תגובה). מכאן עולה שאין צורך בהכרח להפעיל את ההדברה באופן אוטומטי כשהצמחים מגיעים לגיל הפיזיולוגי המתאים (סוף חנטה – שינוי צבע); הריסוסים ייושמו במועד זה רק אם כבר זוהו תסמיני המחלה. במידה ולא, ניתן להמתין להפעיל את ההדברה רק לאחר שזוהו תסמיני המחלה, כטיפול תגובה. בניסוי שבצענו בחוות גד"ש בעונת 2011 בחנו את הגישה החדשה הזו שתכונה להלן "טיפול מושכלי" בהשוואה לטיפול המקובל. בנוסף, בחנו שוב את השפעת המחלה על היבול ואיכותו.

## שיטות וחומרים

הניסוי הוצב בחוות גד"ש שליד קריית שמונה במתכונת של ניסוי דו-גורמי בחלקות מפוצלות. הגורם הראשון (בחלקות הראשיות) היה מועד השתילה והוא כלל 3 רמות. שתילי עגבנייה מהזן 8892 נשתלו בתאריכים הבאים: א. מועד 1 - 15 באפריל; ב. מועד 2 - 28 באפריל; ג. מועד 3 - 12 במאי. גודל כל חלקה ראשית היה 22.5 מ' לאורך ושלוש ערוגות לרוחב. השתילים נשתלו במרחק של 0.4 מ' בתוך הערוגה והמרחק בין הערוגות היה 1.92 מ'. הגורם השני (בחלקות המשנה) היה ההדברה הכימית והוא כלל שלוש רמות: 1. היקש לא מרוסס; 2. הטיפול המקובל: הריסוס הראשון יושם 5-6 שבועות משתילה כטיפול מניעה בתכשיר "עמיסטר" כשבועיים לאחר מכן ריסוס נוסף ב"ראלי" ובהמשך יושמו הריסוסים על פי נוכחות המחלה וחומרתה; 3. טיפול מושכל: הריסוס הראשון יושם לאחר סוף-החנטה שינוי צבע, מיד לאחר זיהוי תסמיני המחלה הראשוניים. הריסוסים העוקבים בטיפול זה יושמו כמו טיפול 2. גודל כל חלקת משנה היה 7.5 מ' לאורך ושלוש ערוגות לרוחב.

הניסוי הוצב במתכונת של בלוקים באקראי עם 5 חזרות לכל טיפול והצמחים גודלו בהתאם להנחיות המקובלות באזור. מאחר וכמות המים והדשן מותאמת להתפתחות הצמחים, רושת שטח הניסוי בשלוש מערכות

השקיה בהתאם למועדי השתילה וההדשיה הותאמה להתפתחות הצמחים בכל אחד מהטיפולים. הדבר העשבים, המזיקים ומחלות אחרות הייתה בהתאם למקובל ויושמה באמצעות מרסס דגן על כל שטח הניסוי בצורה אחידה, על פי הצורך. ריסוסים כנגד הקימחונית יושמו רק בחלקות טיפולים 2 ו- 3 באמצעות מרסס גב מוטורי מדגם ECHO דרך מוט פומיות. לחץ הריסוס היה 3 אטמוספרות ונפח התרסיס היה 25 ליטר לדונם. מועדי הריסוסים שיושמו והתכשירים בהם נעשה שימוש מפורטים בטבלה מספר 1. בטיפול המקובל יושמו שני הריסוסים הראשונים כטיפול הגנתי והריסוסים העוקבים יושמו רק אחרי זיהוי תסמיני המחלה הראשונים בתאריך 13 ביולי. בסך הכול יושמו בטיפול זה 3 ריסוסים במועד שתילה 1 וחמישה ריסוסים במועדי שתילה 2 ו- 3. בטיפול המושכל יושם ריסוס אחד במועד שתילה 1 ושלושה ריסוסים במועדי שתילה 2 ו- 3.

החל מחודש וחצי לאחר השתילה הראשונה נסרקו הצמחים ויזואלית לזיהוי תסמיני המחלה. לאחר שזוהו תסמיני המחלה הראשונים, בתאריך 13 ביולי, 2011 בוצעו הערכות נגיעות סדירות. הדוגמים סרקו את הצמחים והעריכו את השטח היחסי של נוף הצמחים שהיה נגוע בתסמיני המחלה האופייניים. מדד זה מבטא באחוזים את חומרת המחלה. הערכות הנגיעות בוצעו מידי שבוע עד עשרה ימים עד לסוף הניסוי. מההערכה שבוצעה מתחילת חודש אוגוסט ואילך לא ניתן היה עוד להבדיל בין הפגיעה שנגרמה לעלים מהתפתחות המחלה לבין פגיעה שנגרמה מהתייבשות טבעית או מגורמים אחרים; לכן המדד שהוערך היה שיעור הפגיעה בנוף הצמחים. מדד זה נקרא חומרת הפגיעה, באחוזים.

**טבלה מספר 1. מועדי הריסוסים ותכשירי ההדברה שיושמו בטיפולים השונים**

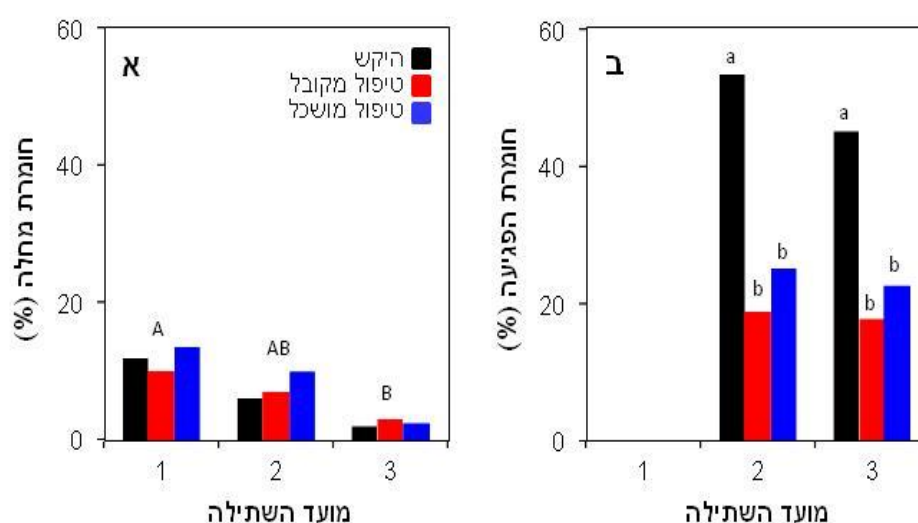
טיפול מושכל		טיפול ריסוס		מועד שתילה
תכשיר הדברה	תאריך יישום	תכשיר ומינון	תאריך יישום	
סולפזול 300 סמ"ק לדונם	14 ביולי	עמיסטר 50 סמ"ק לדונם	22 במאי	1
		ראלי 60 סמ"ק לדונם	5 ביוני	
		סולפזול 300 סמ"ק לדונם	14 ביולי	
סולפזול 300 סמ"ק לדונם	14 ביולי	עמיסטר 50 סמ"ק לדונם	5 ביוני	2
		ראלי 60 סמ"ק לדונם	20 ביוני	
		סולפזול 300 סמ"ק לדונם	14 ביולי	
ראלי 60 סמ"ק לדונם	31 ביולי	ראלי 60 סמ"ק לדונם	31 ביולי	11 באוגוסט
סולפזול 300 סמ"ק לדונם	11 באוגוסט	סולפזול 300 סמ"ק לדונם	11 באוגוסט	
סולפזול 300 סמ"ק לדונם	14 ביולי	עמיסטר 50 סמ"ק לדונם	20 ביוני	
		ראלי 60 סמ"ק לדונם	5 ביולי	
		סולפזול 300 סמ"ק לדונם	14 ביולי	
ראלי 60 סמ"ק לדונם	31 ביולי	ראלי 60 סמ"ק לדונם	31 ביולי	11 באוגוסט
סולפזול 300 סמ"ק לדונם	11 באוגוסט	סולפזול 300 סמ"ק לדונם	11 באוגוסט	

עם ההבשלה נאסף היבול מחלקות הניסוי. בחלקות טיפול שתילה 1 נאסף היבול בתאריך 17 באוגוסט. ובחלקות טיפולי שתילה 2 ו- 3 בתאריך 24 באוגוסט. היבול שנאסף מהערוגה האמצעית מוין לעגבניות אדומות, ירוקות ורקובות וכל קבוצה נשקלה בנפרד. מהשקילות חושב אחוז הפירות הירוקים והרקובים. מדגם בן 20 עגבניות אדומות נלקח למעבדה לבדיקת הבריקס.

הממצאים נותחו בשיטות סטטיסטיות מקובלות. את מובהקות ההשפעות של טיפולי הניסוי בחנו באמצעות ANOVA וכשהשפעות הטיפולים היו מובהקות ברמת מובהקות של  $P=0.05$  נבחנו ההבדלים באמצעות מבחן HSD. בכל המקרים השפעות הגומלין בין שני הגורמים העיקריים (מועד השתילה וטיפול ההדברה) לא היו מובהקות ולכן תוצג המובהקות רק של ההשפעות העיקריות.

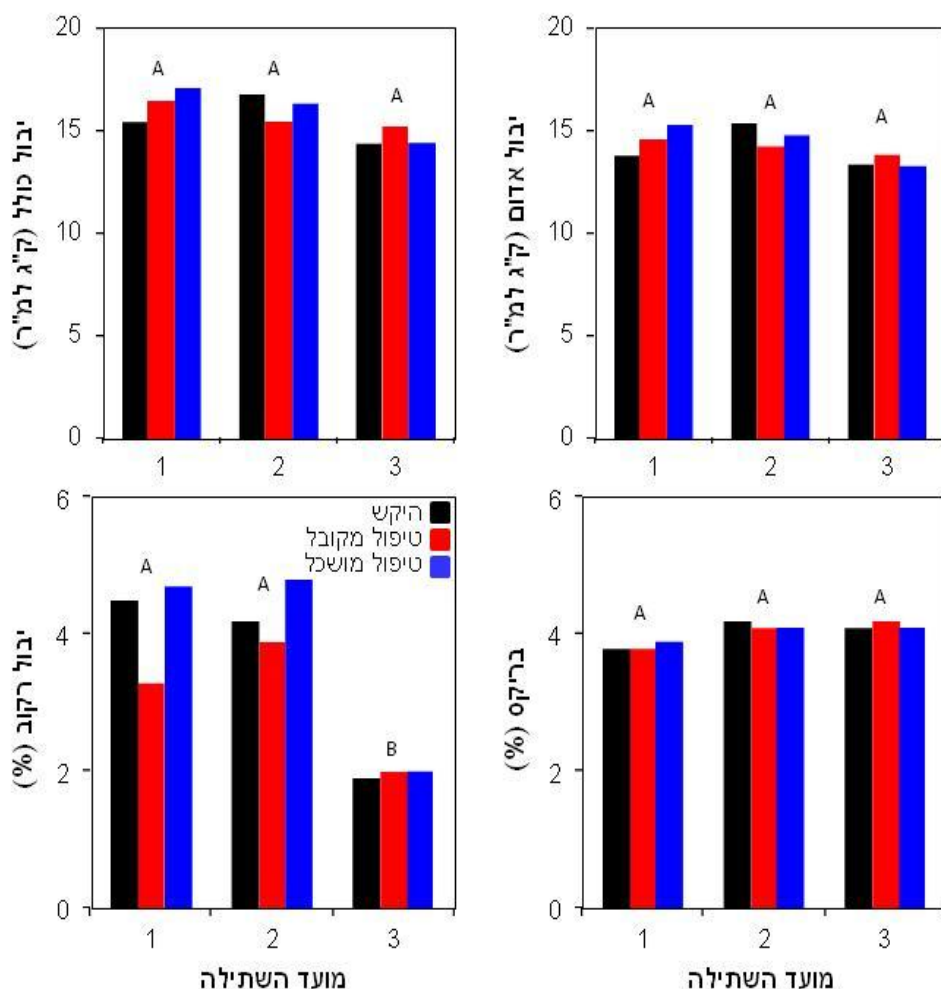
## תוצאות ודין

כפי שצוין, תסמיני המחלה הראשוניים זוהו בשטח הניסוי בחלקות ההיקש של שלוש מועדי השתילה בתאריך 13 ביולי 2011. במועד זה היה גיל הצמחים בשלושת טיפולי השתילה 89, 75 ו- 61 ימים משתילה, לפי הסדר. מן הראוי לציין שגיל הצמחים במועד השתילה השלישי תאם בדיוק את הגיל בו זוהו תסמיני המחלה הראשוניים בחמשת מועדי השתילה בניסוי שבצענו בשנת 2011. זה הגיל אותו הגדרנו כ"סף הפעולה" הפיזיולוגי. לא ניתן לדעת מדוע תסמיני המחלה לא הופיעו מוקדם יותר בטיפולי שתילה 1 ו- 2. למיטב הבנתנו תנאי הסביבה במהלך חודש יוני 2011 לא היו גורם שהגביל את התפתחות המחלה ולכן ניתן להניח שהסיבה לאי הופעת תסמינים במועד מוקדם יותר נבע מאי הימצאות מידבק התחלי באזור. תוצאות הערכת הנגיעות שבוצעה בתאריך 27 ביולי, שבועיים לאחר זיהוי תסמיני המחלה הראשוניים, מתוארות באיור 1א. במועד זה היו הבדלים בחומרת המחלה בחלקות ההיקש של מועדי השתילה השונים: הנגיעות בחלקות ההיקש של מועד שתילה מספר 1 הייתה גבוהה יותר מזו של מועד 2 וזו הייתה גבוהה מנגיעות חלקות ההיקש של מועד שתילה מספר 3. ממצאים אלה מרמזים על האפשרות שבחלקות המבוגרות יותר (השתילה הראשונה והשנייה) תסמיני מועד ההתפתחות הראשונית של התסמינים היה מוקדם יותר ממועד ההתפתחות בחלקות השתילה השלישית. במועד הערכה זה לא היו הבדלים בחומרת המחלה בין שני טיפולי ההדברה ובינם לבין חלקות ההיקש. עובדה זו מצביעה על כך ששני הריסוסים הראשוניים שיושמו בכל טיפולי השתילה כריסוסי מניעה לא מנעו למעשה את ההדבקה, את התבססות המחלה ואת שלבי המגיפה הראשוניים. הנגיעות נשארה נמוכה מאד בחודש העוקב ועלייה משמעותית בנגיעות הייתה לקראת סוף חודש אוגוסט, אחרי שחלקות השתילה הראשונה כבר נאספו. באיור 1ב מוצגת השפעת הטיפול על חומרת הפגיעה בנוף הצמחים ב- 23 באוגוסט, בסמוך לאסיף חלקות השתילה השנייה והשלישית. במועד זה לא היו הבדלים בין מועדי השתילה השונים אבל היו הבדלים מובהקים בחומרת הפגיעה בנוף הצמחים בין חלקות ההיקש לחלקות שרוססו בתכשירי הדברה. לא היה הבדל בחומרת הפגיעה בין חלקות הטיפול המקובל לחלקות שרוססו על פי הטיפול המושכל. עובדה זו חוזרת ומאוששת את המסקנה שתוארה למעלה לגבי חוסר היעילות של שני ריסוסי ההגנה; ההבדל בין הטיפול המקובל לטיפול המושכל הוא ביישום – או אי-יישום – של שני הריסוסים ההגנתיים.



**איור מספר 1.** השפעת מועד השתילה וטיפול ההדברה על חומרת הנגיעות בקיביוחנית בתאריך 27 ביוני 2011 (א) ועל חומרת הפגיעה בנוף הצמחים בתאריך 23 באוגוסט 2011. בניתוחי השוואה לא נמצאה השפעת גומלין מובהקת בין מועד השתילה לטיפול ההדברה. באיור א' ההבדלים בין טיפולי ההדברה לא היו מובהקים והאותיות מציינות הבדלים בין מועדי השתילה; באיור ב' ההבדלים בין מועדי השתילה לא היו מובהקים והאותיות מציינות הבדלים בין טיפולי ההדברה.

המטרה השנייה של הניסוי הייתה לחזור ולבחון את השפעת המחלה על היבול. בניסוי שבצענו בשנת 2011 המחלה הפחיתה את היבול הכולל והיבול האדום במובהק והנזק נע בין 10 ל – 24% מהיבול הפוטנציאלי. ניתוח הממצאים הראה ששיעור הנזק הושפע מאורך תקופת הגידול ומעוצמת המגיפה. בניסוי הנוכחי משך הזמן שעבר מהמועד בו נראו תסמיני המחלה הראשוניים לאסיף היבול היה 35-42 ימים, אבל חומרת המחלה נשארה נמוכה עד אסיף היבול בטיפול שתילה 1 ועד ימים ספורים לפני אסיף היבול בטיפולי שתילה 2 ו – 3. לכן אין זה מפתיע שטיפולי ההדברה לא השפיעו על כמות היבול (הכולל או האדום) וגם לא על איכותו (אחוז פירות הרקובים והבריקס) (איור מספר 2). מן הראוי לציין שממצאים דומים התקבלו גם בניסויים אחרים – לא בכל המקרים ריסוסים בתכשירי הדברה העלו את היבול או שיפרו את איכותו.



**איור מספר 2.** השפעת מועד השתילה וטיפול ההדברה על יבול העגבניות ואיכותו. בניתוחי השוונות לא נמצאה השפעת גובלין מובהקת בין מועד השתילה לטיפול ההדברה. בכל המקרים, ההבדלים בין טיפולי ההדברה לא היו מובהקים והאותיות מציינות אם היו הבדלים בין מועדי השתילה.

במהלך השנתיים האחרונות התרכזו הניסויים שבצענו בבחינת המועד המיטבי להפעלת ההדברה הכימית. מצאנו שניתן להפעיל את ההדברה כתגובה, עם זיהוי תסמיני המחלה הראשוניים ושאינן צורך ליישם ריסוסים לפני סוף החנטה – שינוי צבע. ממצאים אלה עשויים לחסוך לפחות שני ריסוסים בעונה, ואם תסמיני המחלה לא מופיעים גם בהמשך מספר הריסוסים שיחשכו עשוי להיות גדול עוד יותר. יישום אסטרטגיה זו מחייב, כמובן, פיקוד צמוד, תכנון ומקצועי של שטחי הגידול כדי לזהות את תסמיני המחלה הראשוניים. המחקר שבצענו לא עסק עד כה בתזמון הריסוסים העוקבים. כפי שראינו השנה, התפתחות המחלה נעצרה מאמצע חודש יולי ועד אמצע חודש

אוגוסט. הגורם לכך אינו ידוע אבל מאחר והתופעה התרחשה גם בחלקות ההיקש נראה שהסיבה לא הייתה תכשירי ההדברה. סביר להניח שהסיבה הייתה תנאי הסביבה ששררו באזור. לא קיים בארץ מידע אמין בנושא ולכן לא ניתן בשלב זה להגדיר מתי צריך לרסס ומתי לא. כדי לשפר את ההדברה ולחסוך ריסוסים מיותרים חשוב להבין ולכמת את הקשר בין תנאי הסביבה לפתוגן. בניסוי שבצענו, למשל, ניתן היה לחסוך לפחות עוד שני ריסוסים (ובסך הכול ארבעה) מתוך חמשת הריסוסים שיושמו בטיפול המקובל.