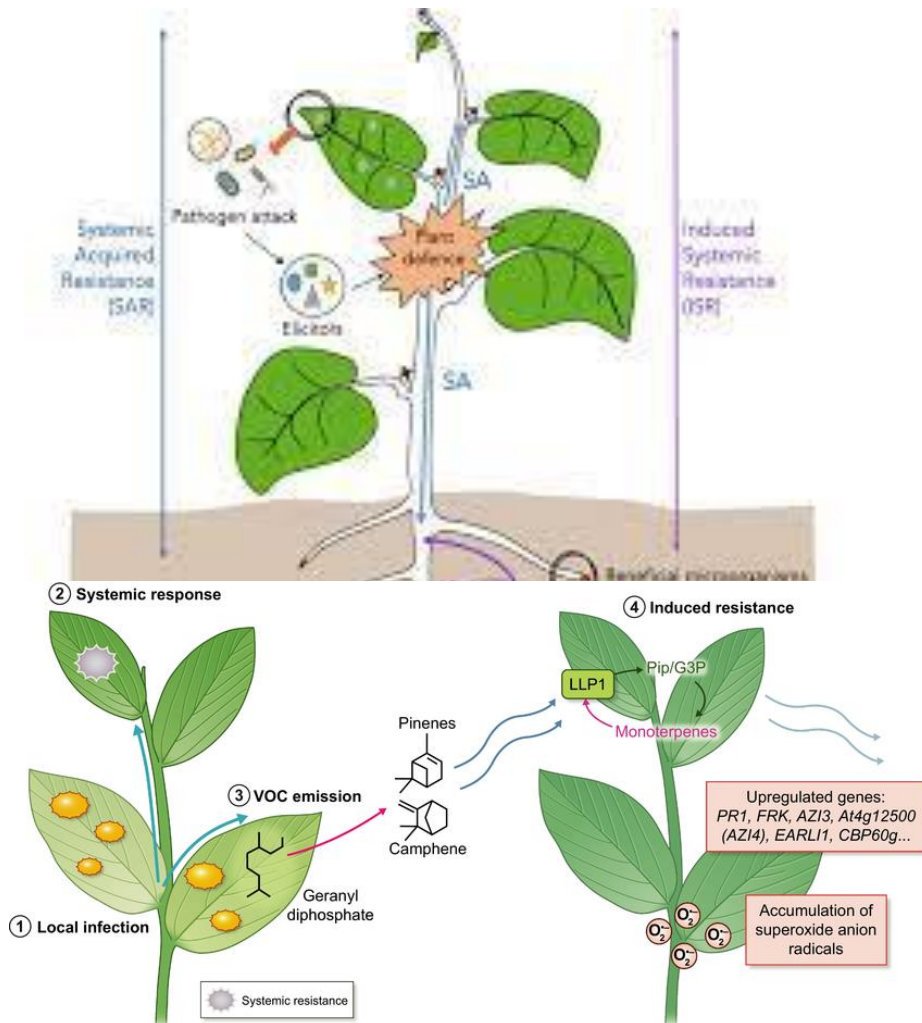


הפעלת מערכת ההגנה של הצמח להגנה מפני מחלות הנגרמות ע"י וירוסים וחיידקים



מה זה בעצם מערכת ההגנה של הצמח?

- כמו כל היצורים החיים גם לצמחים יש מערכות הגנה מפני פולשים.
- מערכת זאת מבוקרת בין היתר באמצעות חומצה סליצילית שהיא הורמון טבעי המיוצר בצמח.
- עלייה בריכוז חומצה סליצילית מפעילה את מערכת ההגנה שבאה לידי ביטוי במספר מסלולים כגון, פגיעה ישירה בגורם המחלה או בחסימה של התנועה שלו מאזור ההדבקה לאזורים הבריאים.
- ירידה בריכוז חומצה סליצילית גורמת לכיבוי מערכת ההגנה של הצמח.
- התכשיר ביון (המשווק ע"י חברת סינג'נטה) הוא אנלוג של ח. סליצילית ויישום שלו גורם להפעלת תגובת הגנה של הצמח בדומה לחומצה סליצילית.



הפעלת מערכת ההגנה לאחר פלישה של פתוגן



עלייה בריכוז חומצה סליצילית



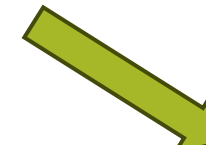
הפעלת עמידות מערכתית נרכשת - SAR



חלבון רגולטורי 1-NPR

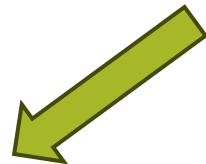


תגובה היפרסנסטיבית
באזור ההדבקה



חלבוני PR 1-10

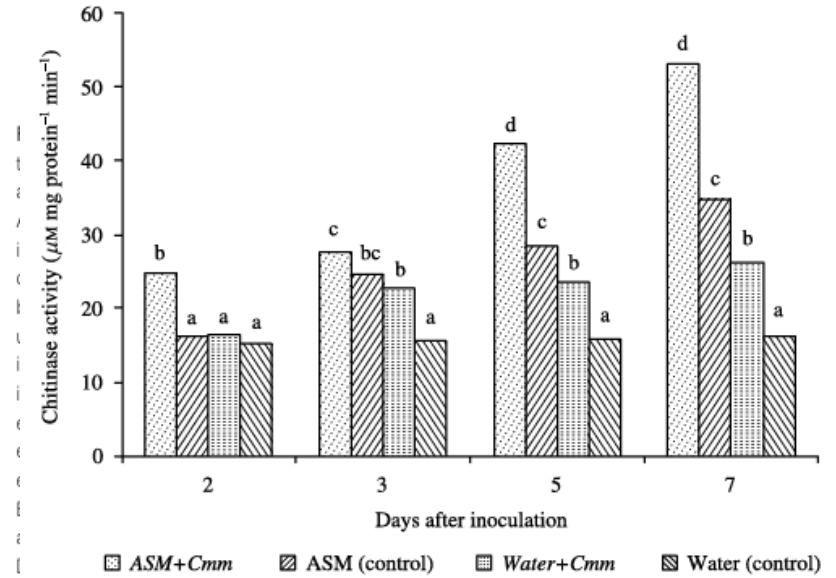
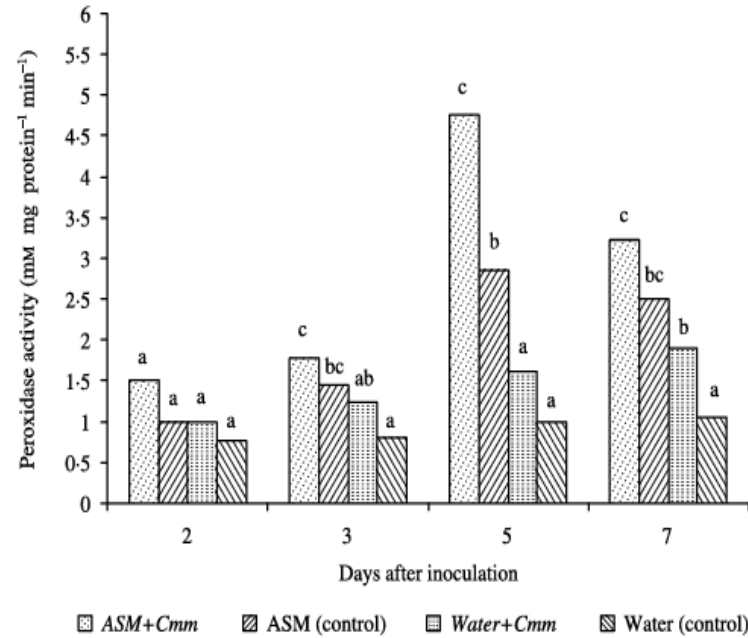
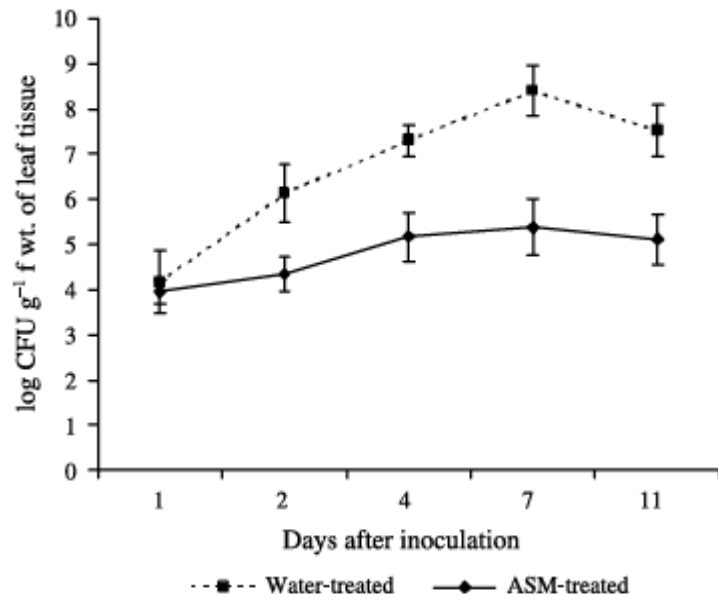
- גלוקנאזות
- כיטינאזות
- תומטין לייק פרוטאין
- מעכבי אנזימי פרוטאזות המופקים ע"י פתוגנים
- אנדופרוטאזות-מפרקים חלבונים פתוגניים.
- פרוקסידאזות מעורבים בייצור ROS
- ריבונוקלאזות- פירוק RNA פתוגני.



מניעה/עיכוב תנועה/חדירה
של הפתוגן לצמח

- סגירת פיוניות
- מניעה/עיכוב תנועה בין תאים ע"י
- סגירת אזור הקישור בין תאים (פלסמודזמתה)
- חיזוק דפנות תאים.

השפעת טיפולי ביון על שיעור נגיעות צמחים במחלת CMM



Ö. Baysal^a, E. M. Soylu^b and S. Soylu^{b*†}

^aTurkish Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Bornova Plant Protection Research Institute, 35040 Bornova, Izmir; and

^bUniversity of Mustafa Kemal, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 31034 Antakya, Hatay, Turkey

השפעת טיפולי ASM על הפחתת נגיעות בווירוסים מקבוצת הטובמו



Table 7. Effect of ASM on viral concentration in tomato plants inoculated with ToMV (Indirect ELISA).

Time intervals (Days)	Absorbance at 410nm	
	Control + ToMV	ASM + ToMV
0 dpi	0.047 ± 0.47 ^e	0.049 ± 0.12 ^d
5dpi	0.117 ± 0.49 ^d	0.054 ± 0.24 ^d
10dpi	0.268 ± 0.37 ^c	0.079 ± 0.27 ^c
15dpi	0.357 ± 0.33 ^b	0.112 ± 0.36 ^b
20dpi	0.479 ± 0.57 ^a	0.137 ± 0.47 ^a

Every value represents the mean of three replicates with standard error and values with the different letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ($P = 0.05$).

Kallahally Nagendra Madhusudhan¹, Saligrama Adavigowda Deepak¹, Harishchandra Sripathi Prakash^{1*}, Ganesh Kumar Agrawal², Nam Soo Jwa³, Randeep Rakwal^{2,4}

¹Department of Applied Botany and Biotechnology, University of Mysore, Mysore-570006, India

²Research Laboratory for Biotechnology and Biochemistry (RLABB), Kathmandu, Nepal

³Department of Molecular Biology, College of Natural Science, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

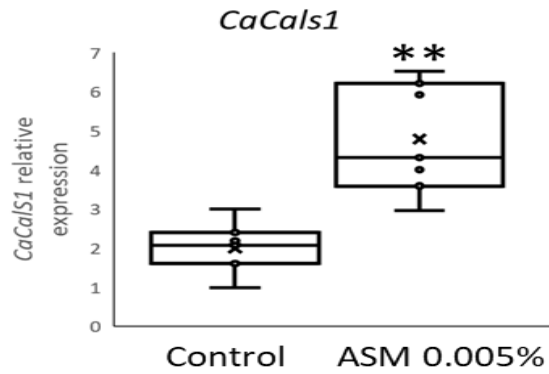
⁴Health Technology Research Center, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology West, Ibaraki 305-8569, Japan

Table 5. Reduction in virus concentration in inducer treated tomato plants challenge inoculated with ToMV (as indexed by indicator plant test).

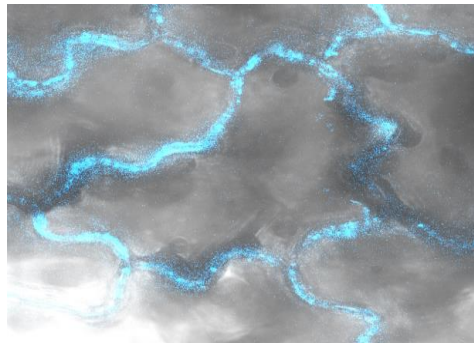
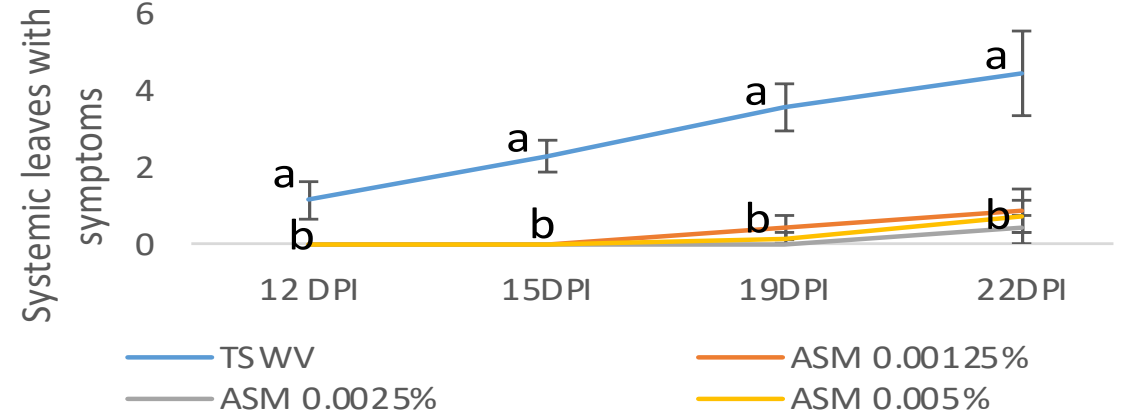
Treatment	No. of local lesions / 100 cm ²	Size of local lesions (in mm)	Inhibition in local lesions / 100 cm ² (%)	Reduction in local lesion size (%)
Control	79 ± 0.37 ^a	5.9 ± 0.57 ^a	-	-
Bion-M	37 ± 0.47 ^b	4.2 ± 0.29 ^b	53	29
ASM	27 ± 0.75 ^c	3.7 ± 0.27 ^c	66	39

Every value represents the mean of three replicates with standard error and values with the different letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ($P = 0.05$).

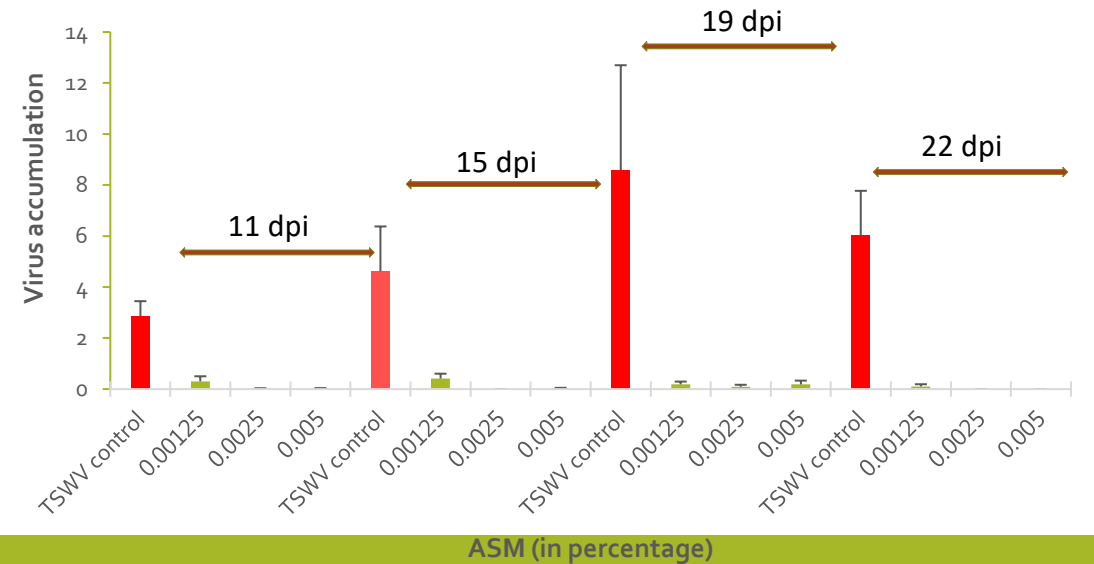
ASM מעכב סימני ה-TSWV בצמחי פלפל



מספר עלים צעירים עם סימני מחלה



הצטברות ה-RNA הנגיפי בעלים צעירים

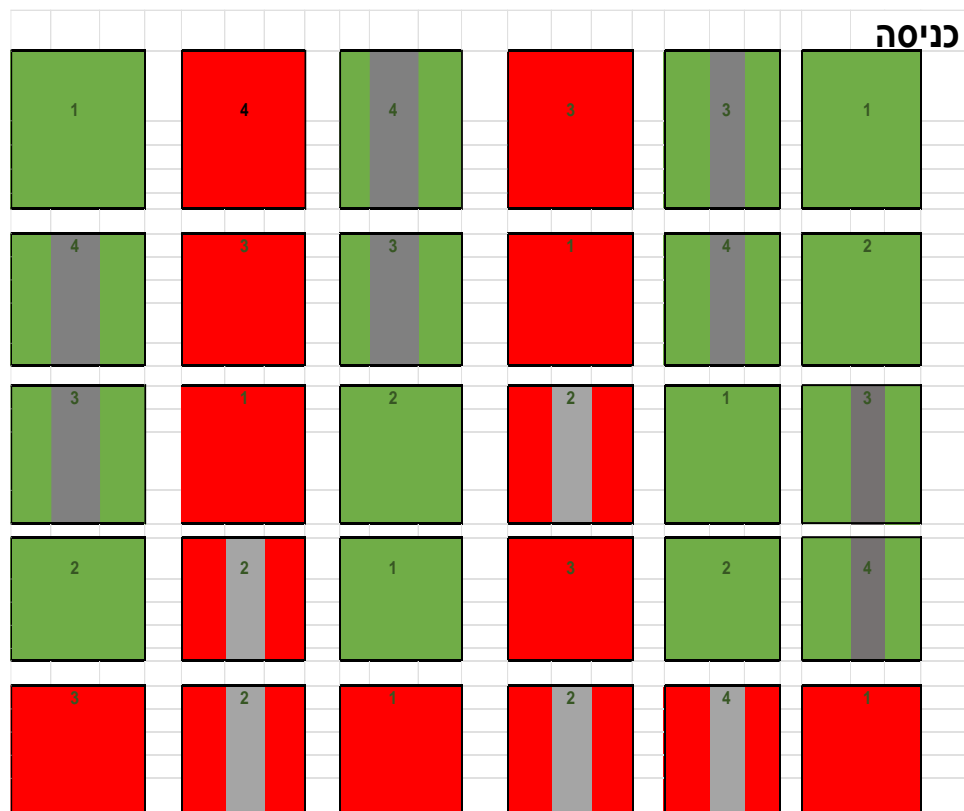


זיו שפיגלמן וחבריו



ניסוי אביב: בחינת יעילות הגנה של התכשיר ביון כנגד הפתוגנים TSWV בפלפל ו-CMM בעגבנייה

הטיפולים שנבחנו:



1. צמחים לא מטופלים בביון ולא מודבקים בפתוגן (הדבקה טבעית)
2. צמחים מטופלים בביון ולא מודבקים בפתוגן (הדבקה טבעית)
3. צמחים מטופלים בביון ומודבקים בפתוגן (הדבקה מלאכותית)
4. צמחים לא מטופלים בביון ומודבקים בפתוגן (הדבקה מלאכותית)

• כל טיפול נבחן ב 4 חזרות

• הניסוי נעשה במנהרות המכוסות ברשתות 50 מש בגודל של 6X6

• תאריך שתילה 14/3/24

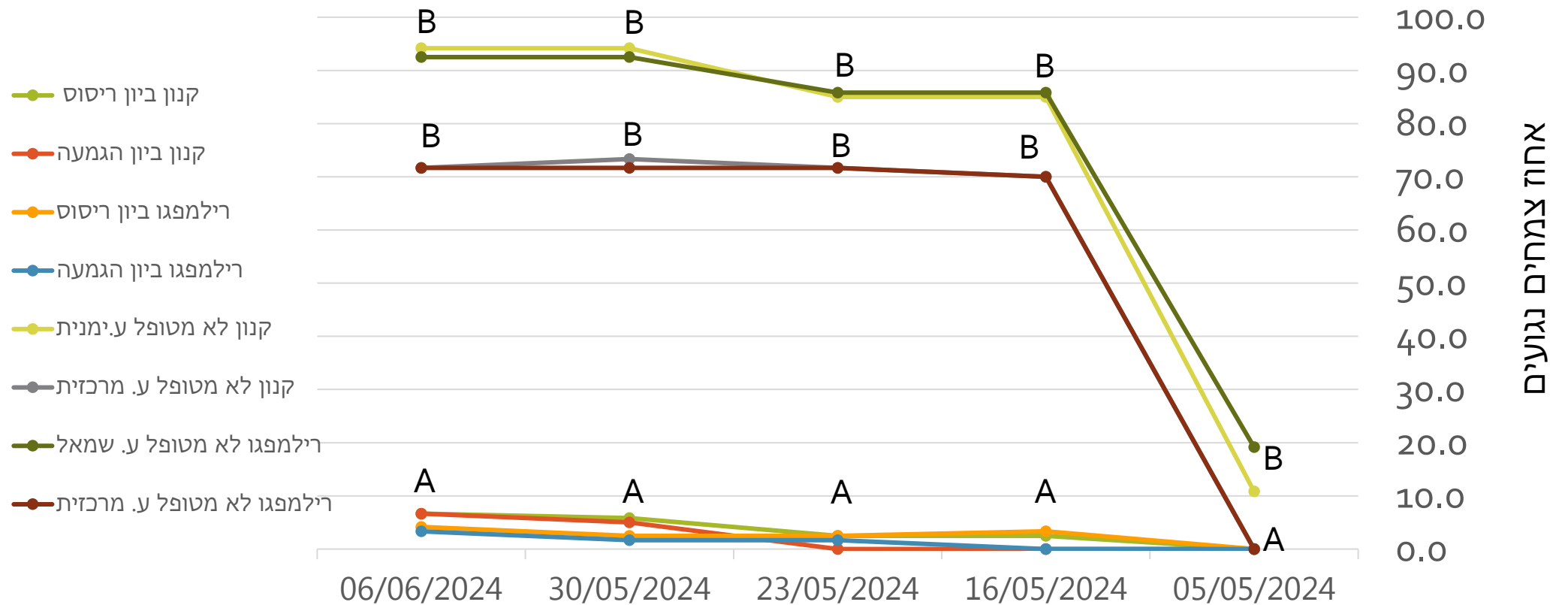
• טיפולי משנה: יישום התכשיר נעשה ב 2 אופנים ריסוס (שורת קיצוניות) והגמעה (שורה מרכזית). בפלפל נבחנו 2 זנים רגיש לוירוס (קנון) ועמיד (רילמפגו). בעגבניות נבחן זן אחד – איקראם

מהלך הניסוי והמדדים שנבדקו

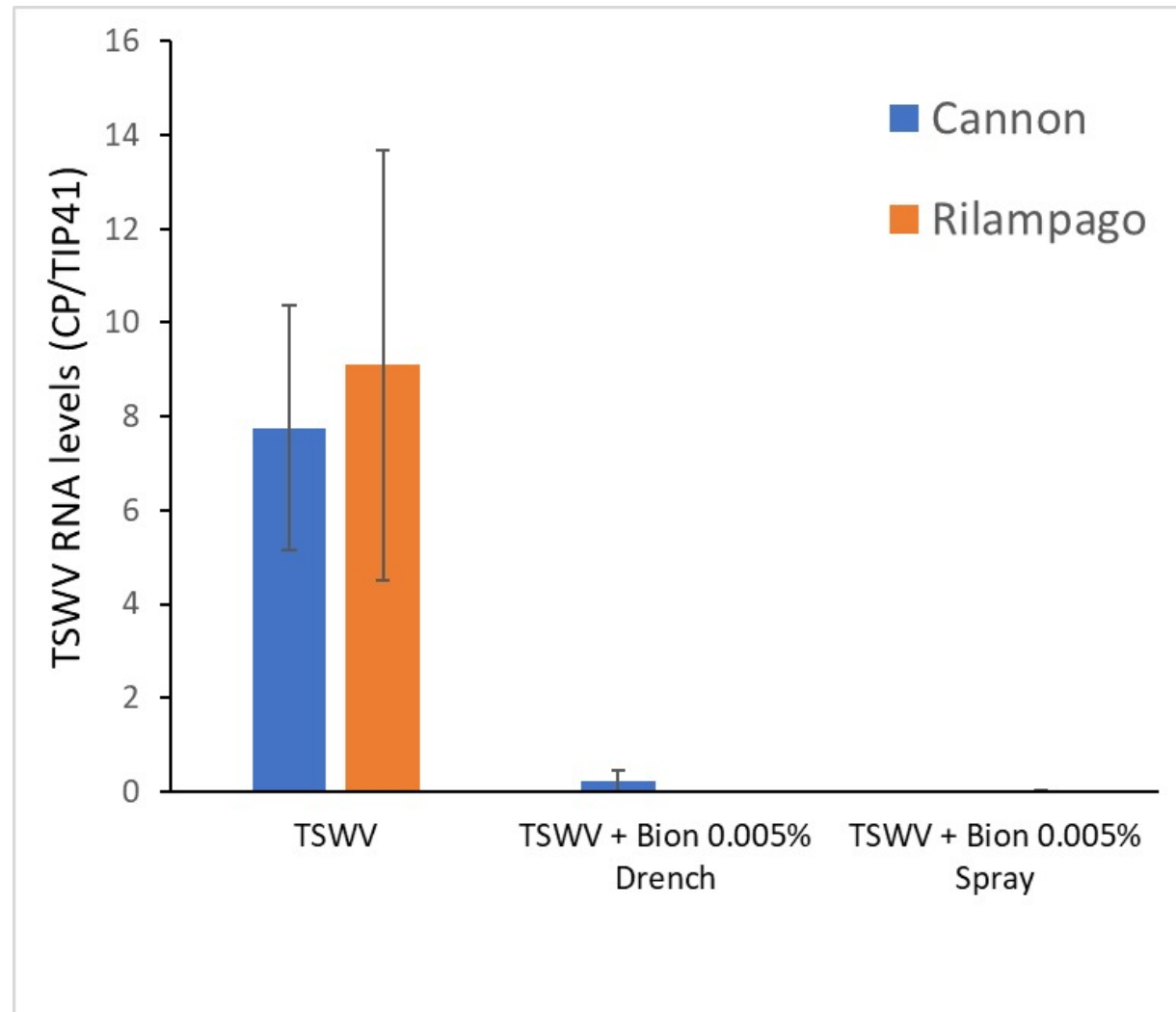


- הדבקה מלאכותית של צמחי הפלפל ב TSWV ושל CMM בעגבניות נעשתה כחודש לאחר השתילה ולאחר שיושמו 2 טיפולי ביון
- מספר הצמחים בכל מנהרה עם תסמיני מחלה של TSWV בפלפל ושל CMM בעגבניות.
- נוכחות של הוירוס ברקמת העלים במעבדה של זיו שפיגלמן ושל CMM בפטוטרות במעבדה של דורון טפר ממנהל המחקר החקלאי.
- נוכחות תריפס קליפורני בכל מנהרה באמצעות מלכודות דבק כחולות.
- יבול כללי של פלפל ועגבניות ופרי עם תסמיני TSWV בפלפל

השפעת טיפולי ביון על שיעור נגיעות צמחים ב TSWV (הדבקה מלאכותית)



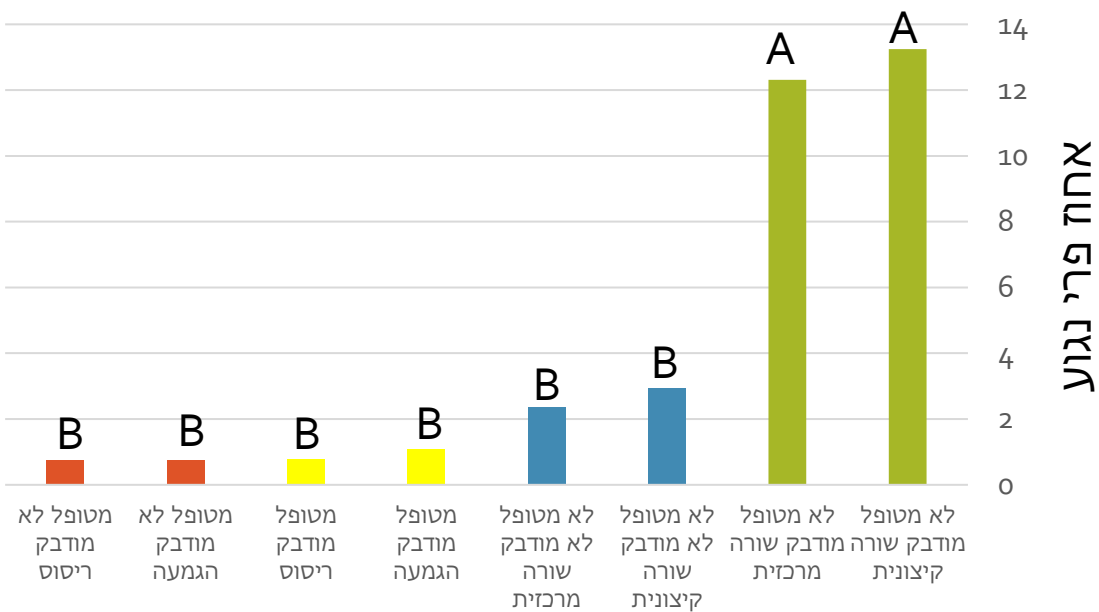
תוצאות סרולוגיות בדיקת וירוס בצמח



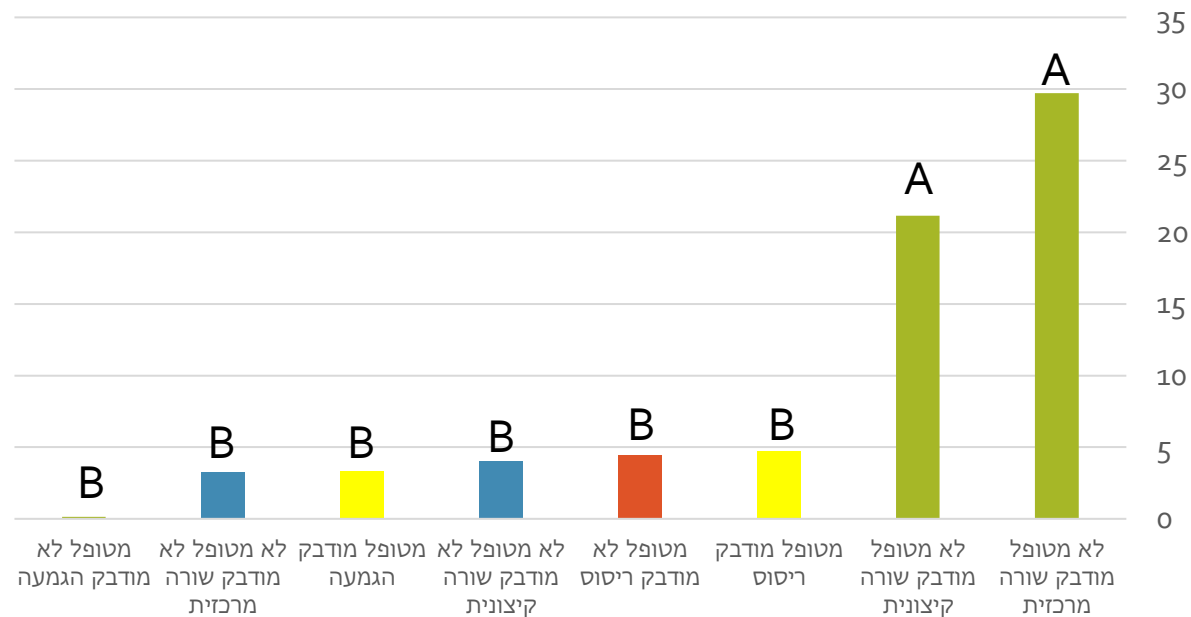
נגיעות פרי ב-TSWV



זן רילמפגו



זן קנון





מודבק לא מטופל



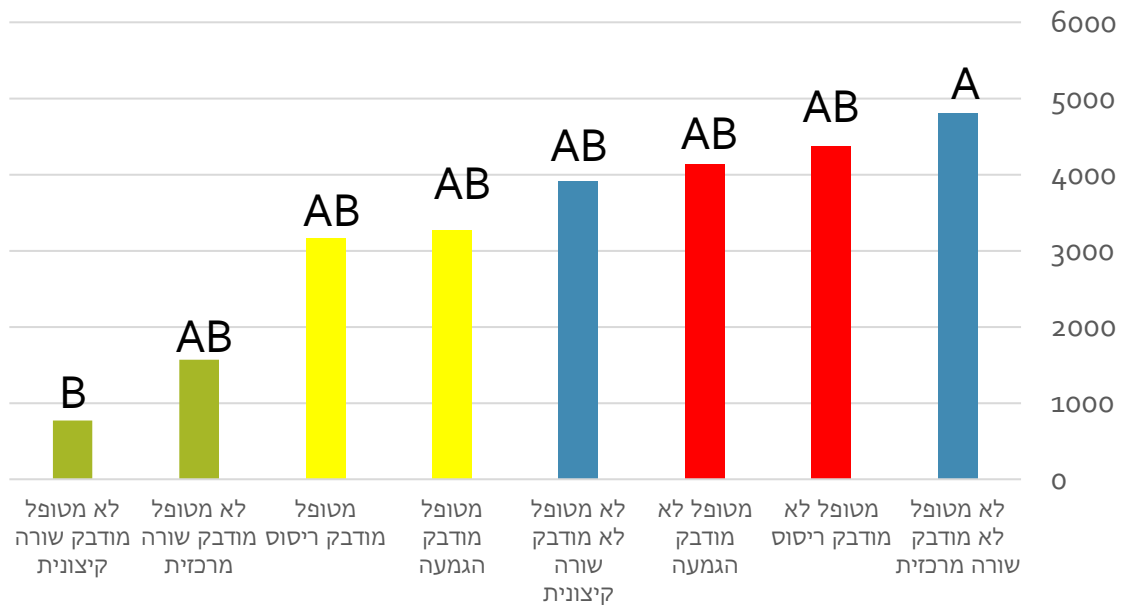
מודבק מטופל



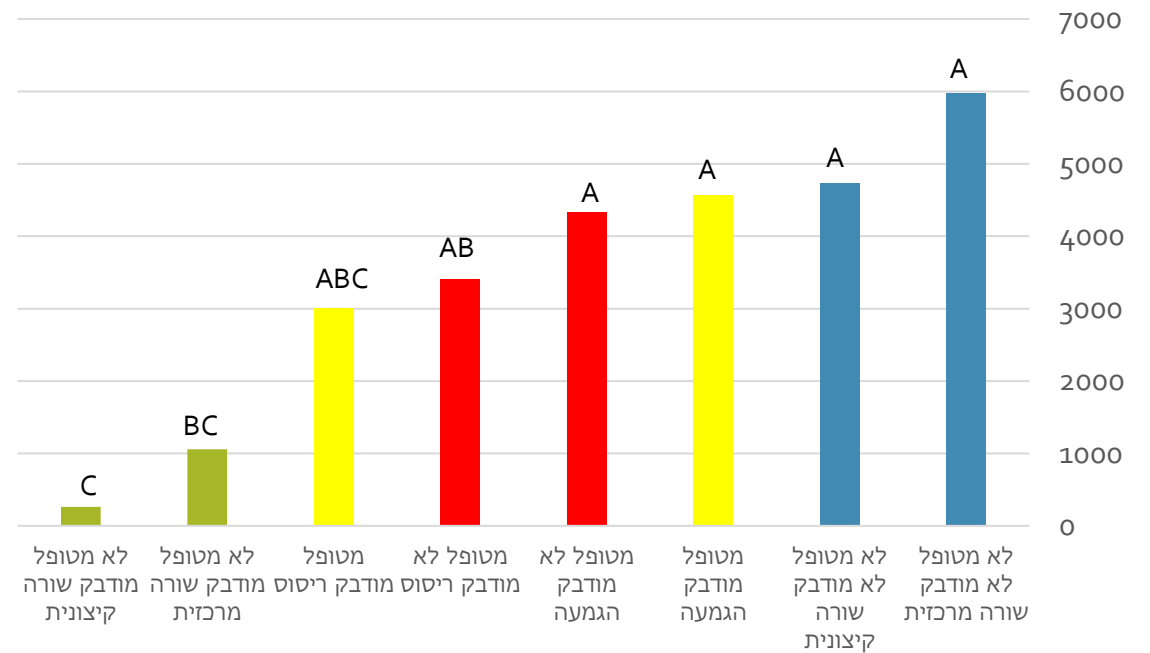
לא מודבק לא מטופל

יבול פלפל באיכות שיווק (א+ב)

זן רילמפגו



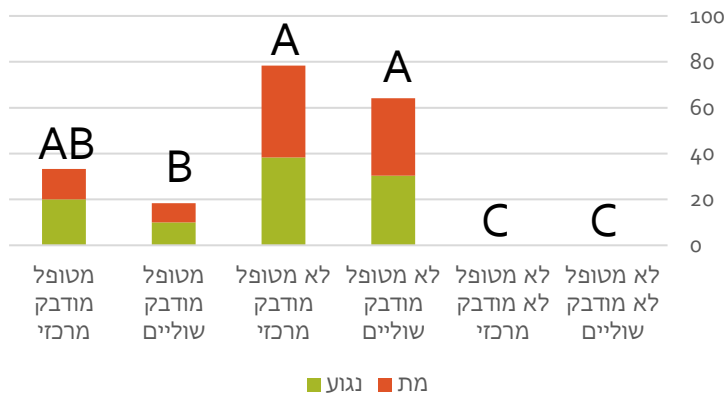
זן קנון



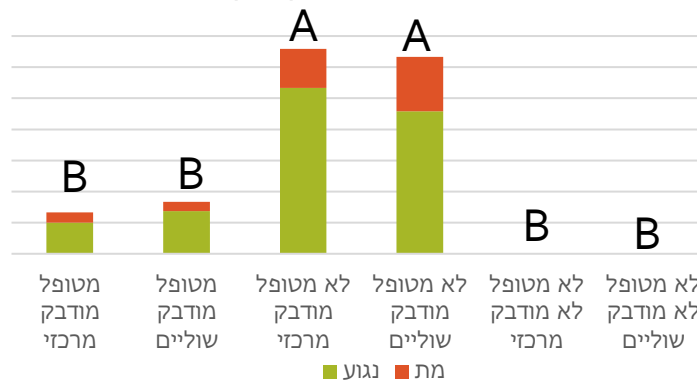
תוצאות נגיעות צמחים ב CMM



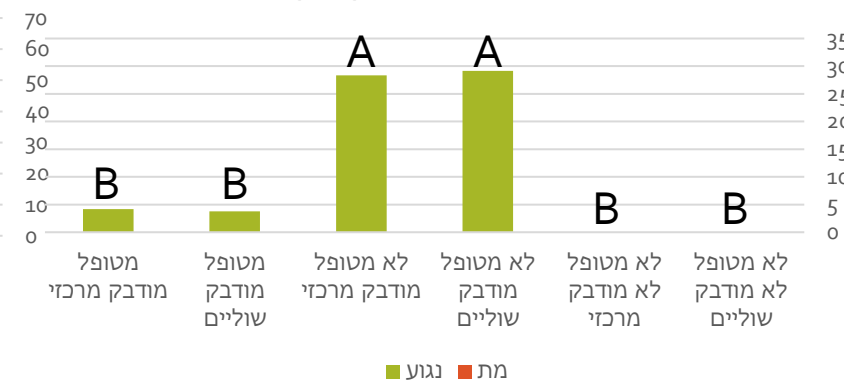
הערכת נגיעות 13/06/24



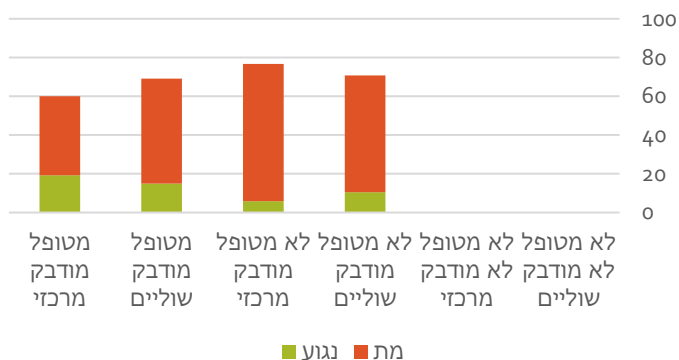
הערכת נגיעות 06/06/24



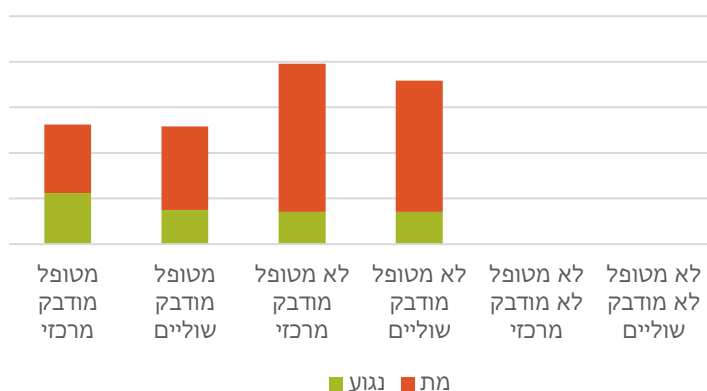
הערכת נגיעות 30/05/24



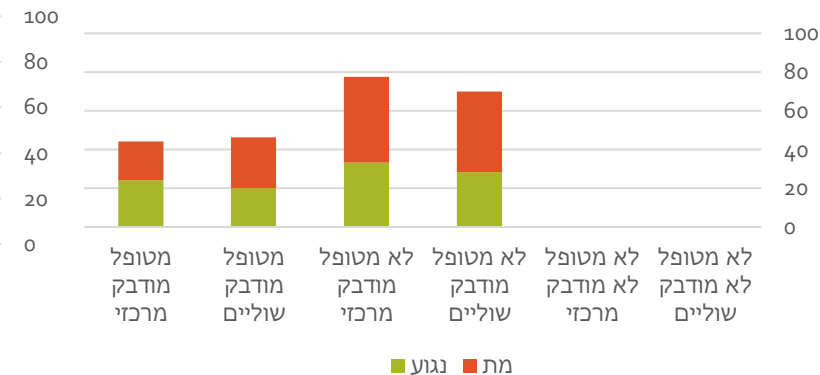
הערכת נגיעות 04/07/24



הערכת נגיעות 26/06/24

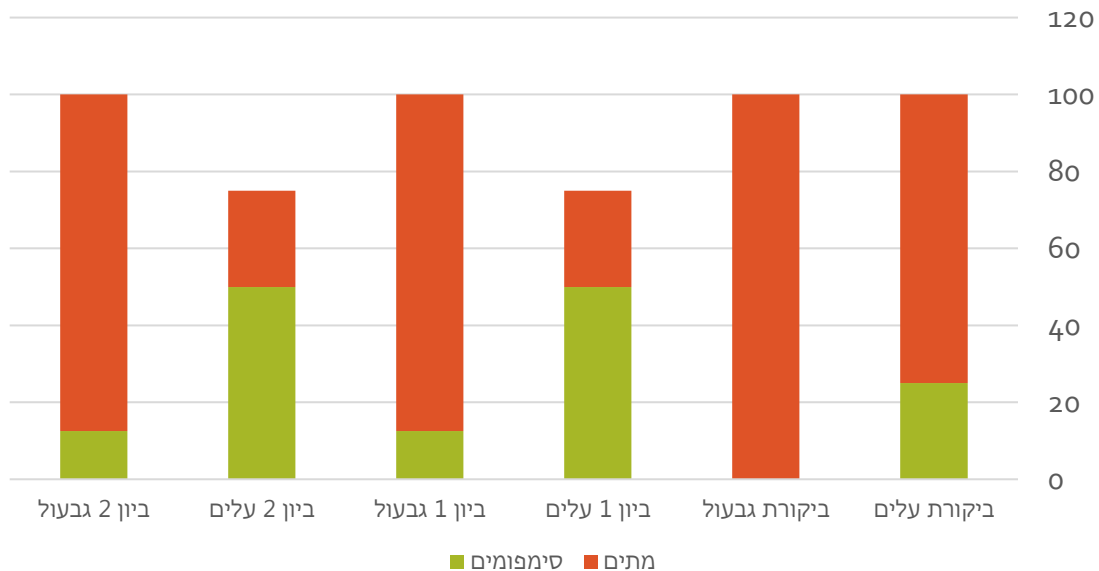


הערכת נגיעות 19/06/24

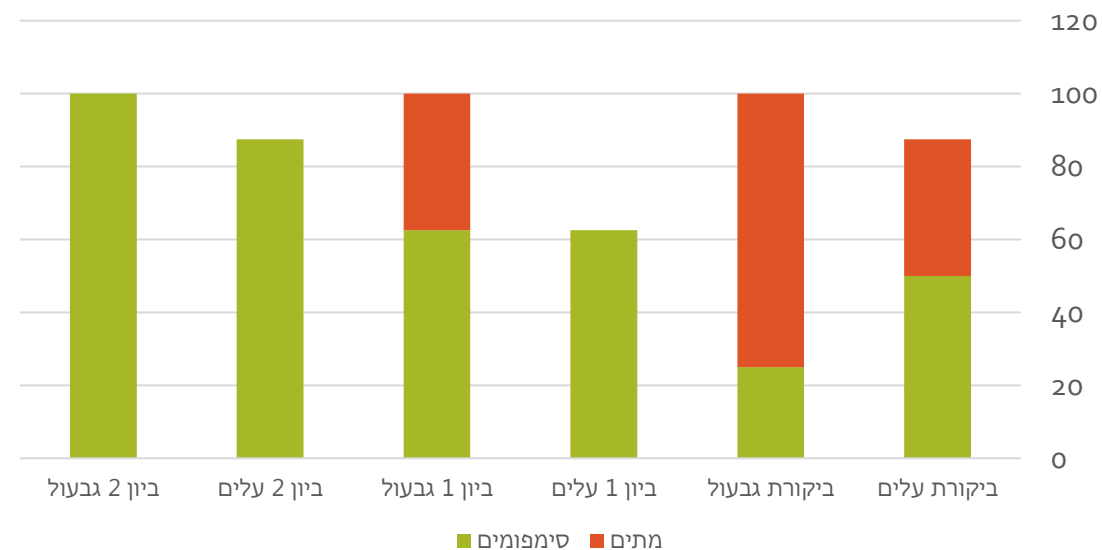


ניסויי בעציצים יעילות הגנה של ביון השוואה בין שיטות הדבקה של צמחים ב CMM

הערכה שניה



הערכה ראשונה



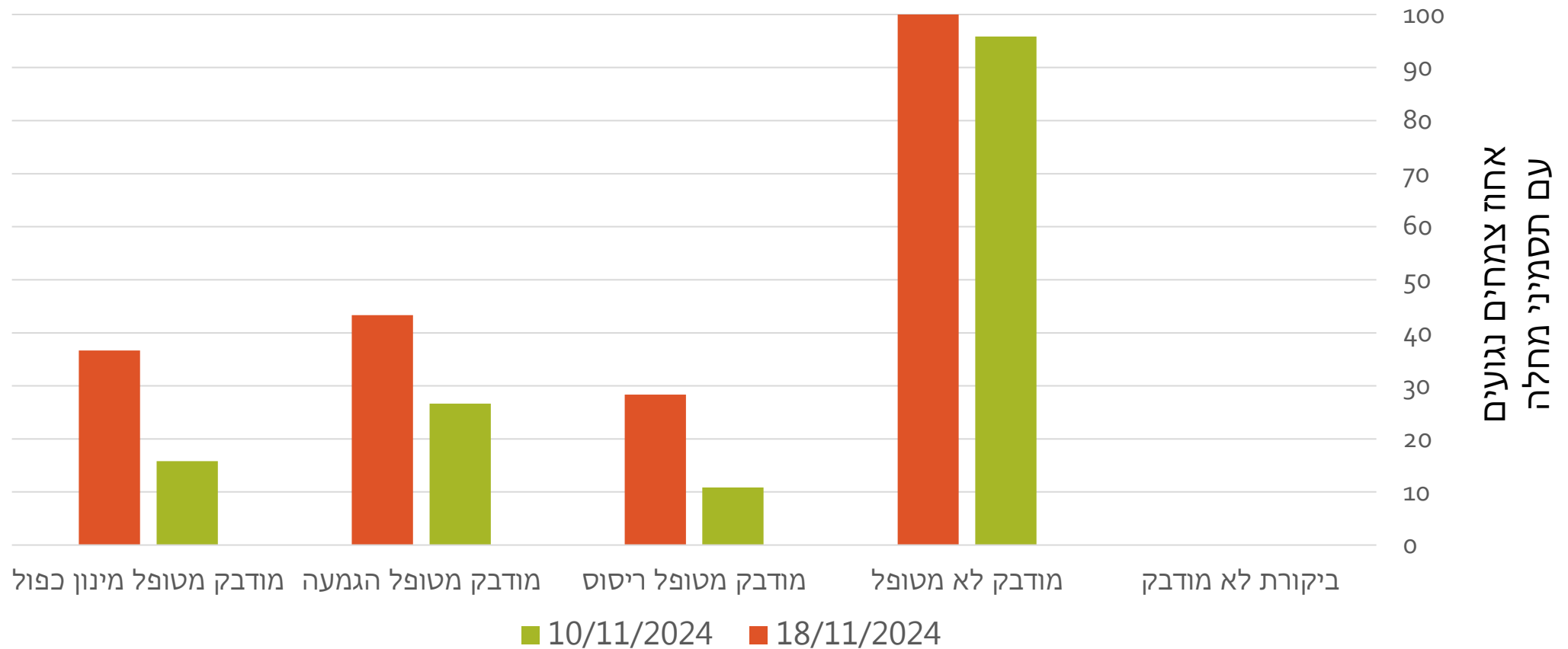
ניסוי סתיו: בחינת יעילות ההגנה של ח.סליצילית כנגד הפתוגנים ToBRFV ופוזריום סולני

• הטיפולים שנבחנו:

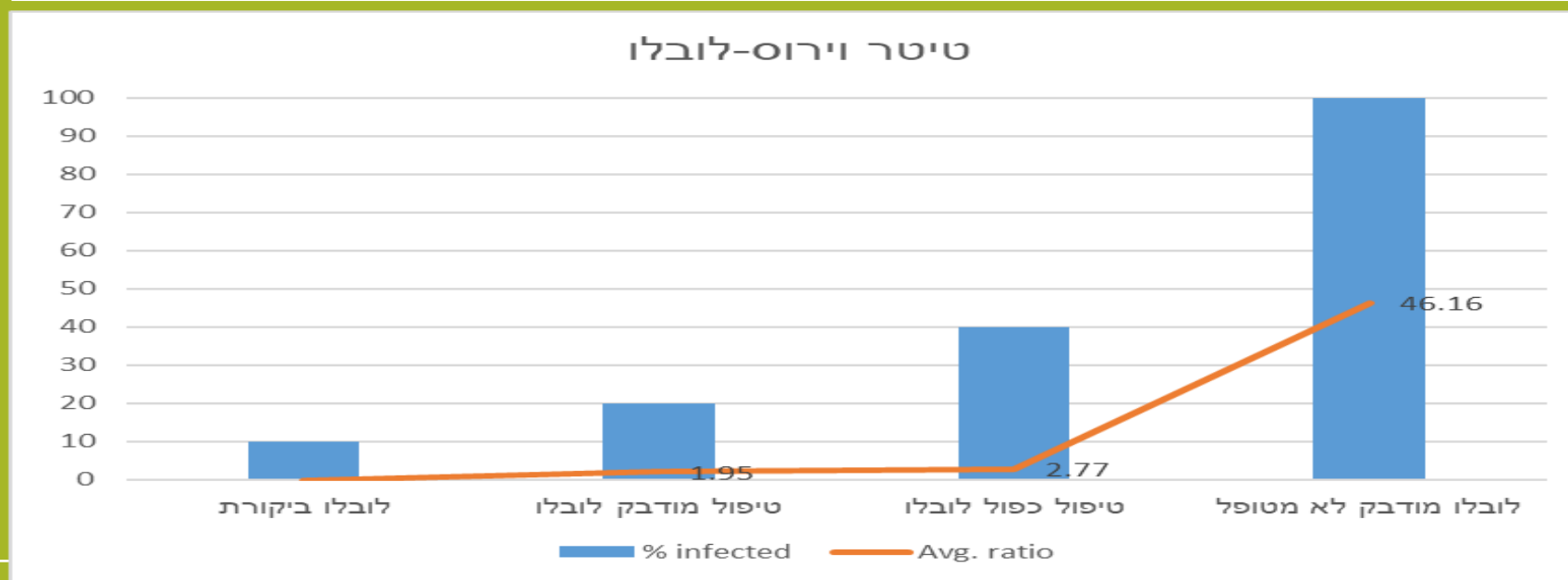
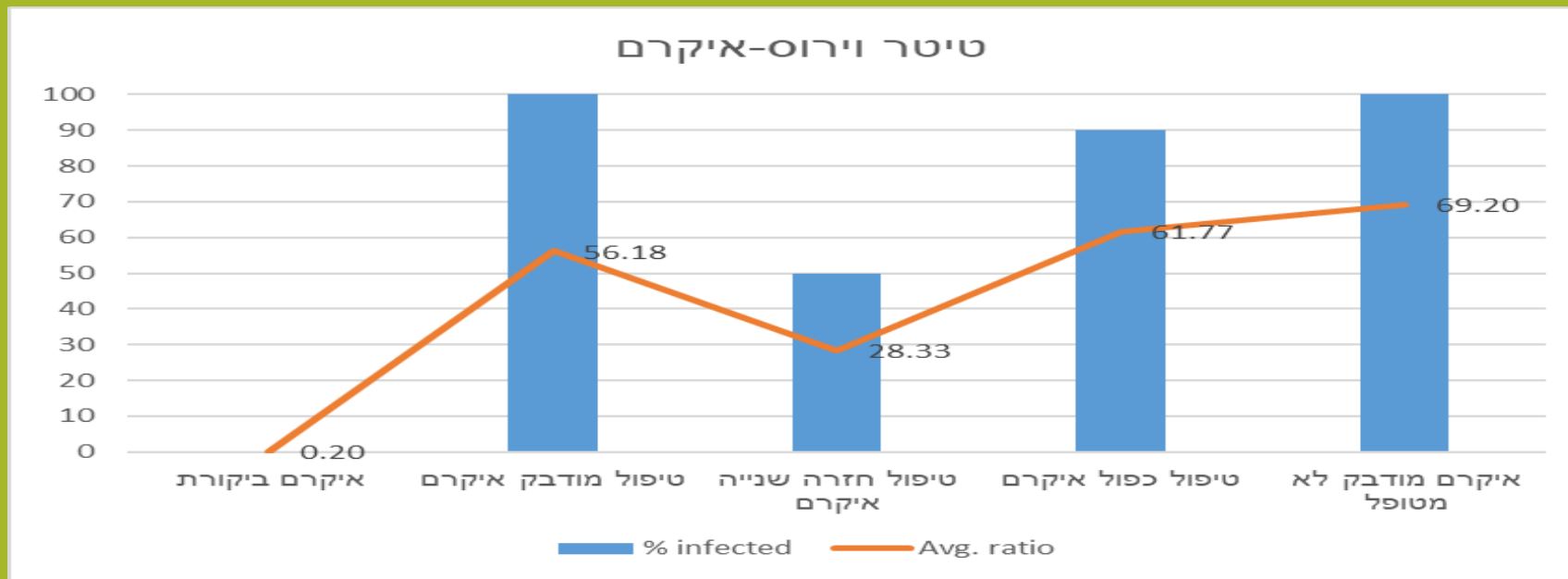
- בניסוי נבחנו 2 זנים: איקראם (3 שורות מצד שמאל של המנהרה) ולובלו (3 שורות מצד ימין של המנהרה).
- טיפולי הביון נבחנו בשני אופנים ריסוס (שורה קיצונית) או הגמעה (שורה מרכזית). שתילה בתאריך 01/09/2024
- הדבקה יזומה של הצמחים נעשתה כחודש לאחר השתילה
- לאחר ההדבקה נבחנו המדדים הבאים:
 1. מספר הצמחים עם תסמיני מחלה
 2. ריכוז הוירוס בצמח
 3. גודל הכתם של מחלת הפוזריום
 4. יבול וסימפטומים של מחלה על הפרי
- 1. צמחים לא מודבקים ולא מטופלים
- 2. צמחים מודבקים בוירוס ToBRFV ולא מטופלים בביון
- 3. צמחים מודבקים בוירוס ToBRFV ומטופלים בביון
- 4. צמחים מודבקים בוירוס ToBRFV ומטופלים בביון מינון כפול
- 5. צמחים מודבקים בפוזריום סולני ולא מטופלים בביון
- 6. צמחים מודבקים בפוזריום סולני ומטופלים בביון
- 7. צמחים מודבקים בוירוס ToBRFV ובפוזריום סולני ולא מטופלים בביון
- 8. צמחים מודבקים בוירוס ToBRFV ובפוזריום סולני ומטופלים בביון.

תוצאות השפעת טיפולי ביון על אחוז צמחים נגועים

נגועים בוירוס ToBRFV בזן איקראם

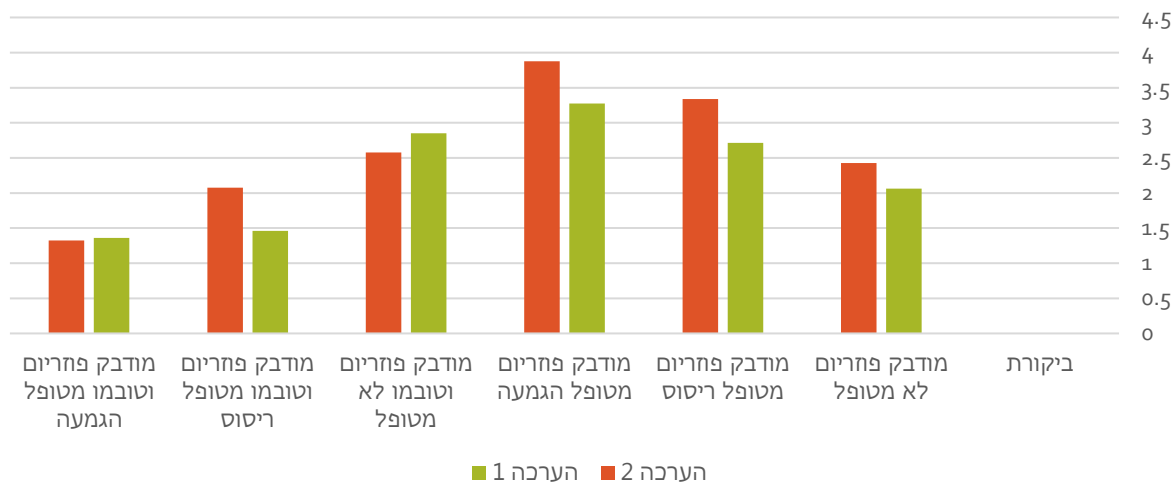


בדיקת נוכחות הוירוס בצמח

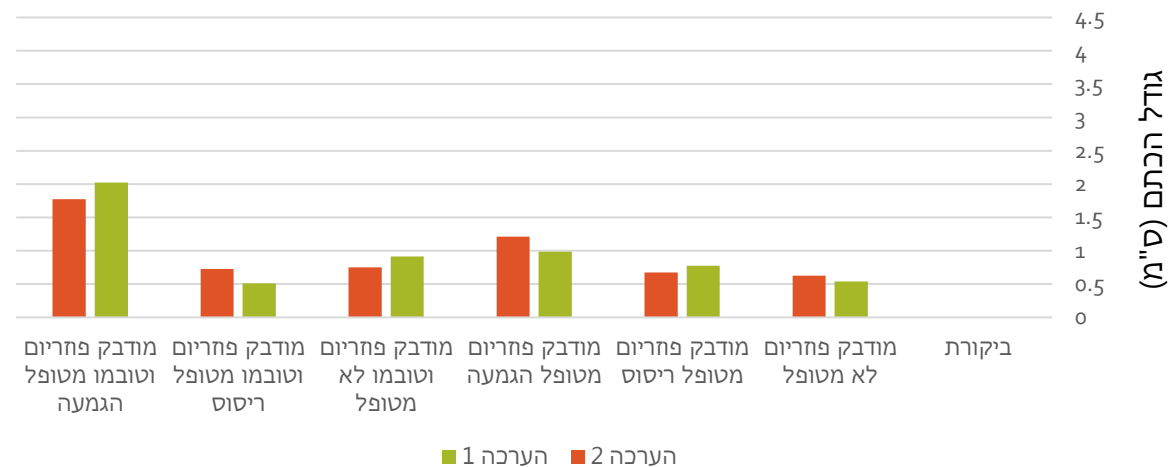


תוצאות נגיעות בפוזריום

זן איקראם



זן לובלו

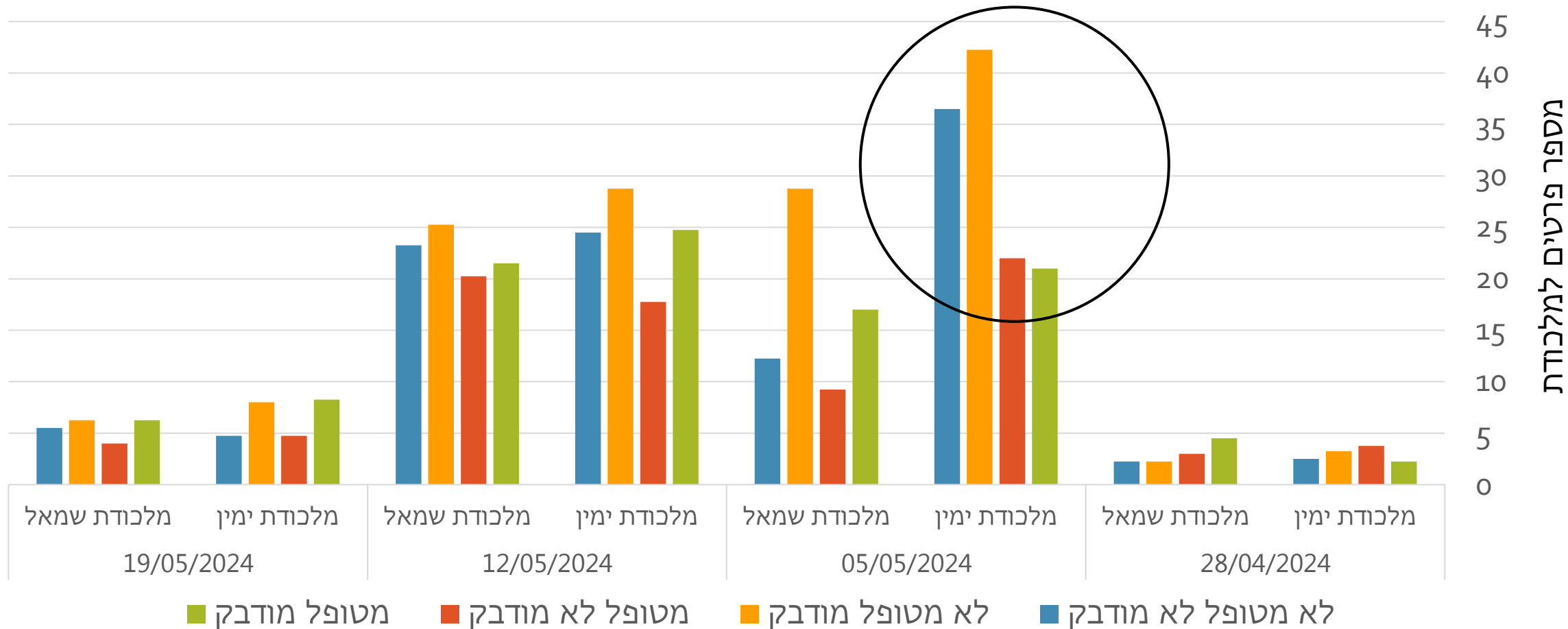




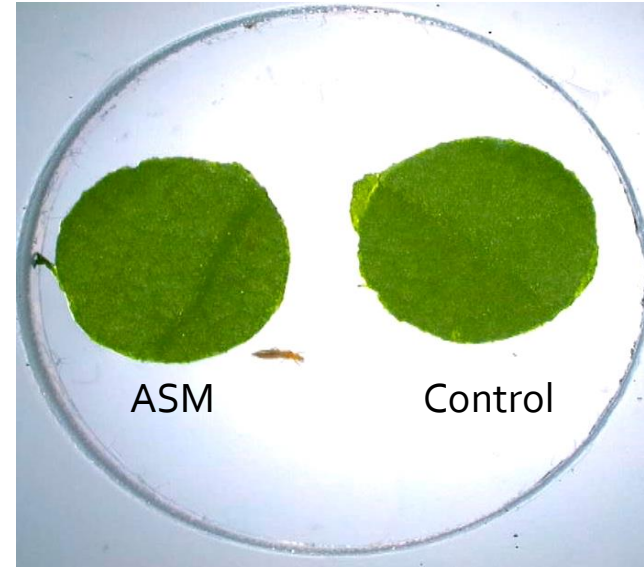
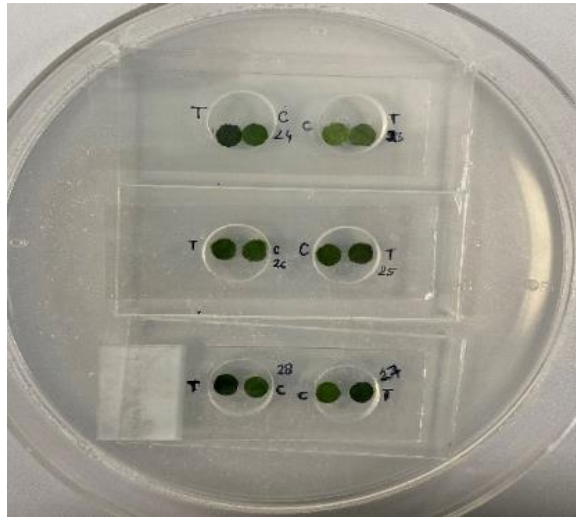
תופעות נוספות שנצפו כתוצאה מעלייה בריכוז חומצה סליצילית

- הפחתה באוכלוסיות חרקים (תריפס).
- נשירה של פרחים וקיצור מפרקים בפלפל (בזן קנון).
- בתנאי טמפרטורות נמוכות נצפו בעגבניות הצהבות עלים והקטנה של עובי הגבעול המרכזי.
- פגיעה בהתפתחות הצמח במינוני יתר.

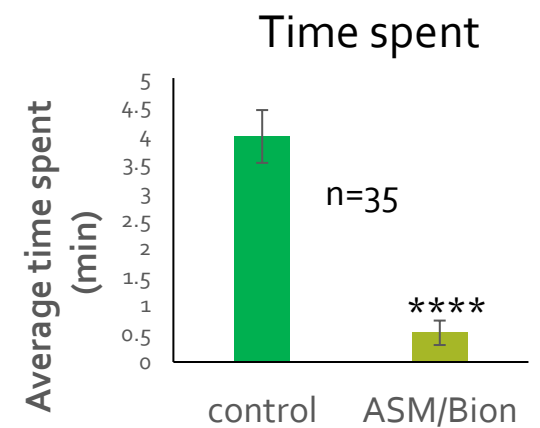
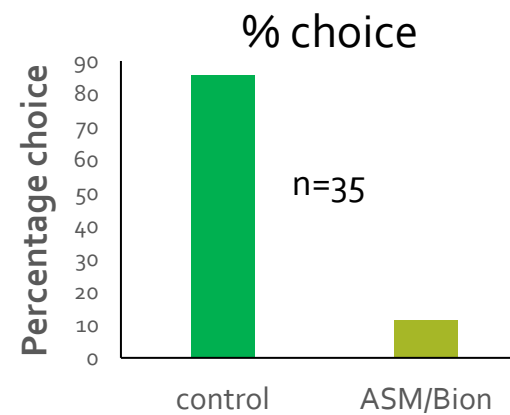
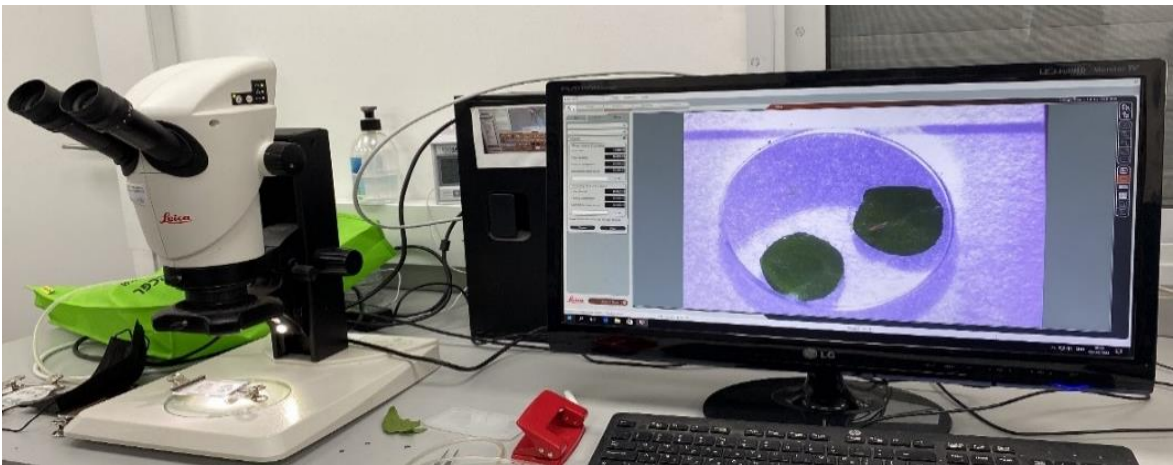
לכידות תריפס קליפורני במלכודות דבק



האם ASM גורם לדחייה של תריפס קליפורני?



רועי כספי



סיכום ותובנות להמשך הדרך...

- הפעלת מערכת ההגנה של הצמח באמצעות טיפול במשרני עמידות כדוגמת חומצה סליצילית (ביון) פותח בפנינו אמצעי חדש שלא היה בשימוש עד כה להגנת הצמחים כנגד מגוון מחלות בקטריאליות ווירוסים.
- עקרון מרכזי ביעילות ההגנה הוא הפעלה של המערכת לפני שגורם המחלה מאלח את הצמח.
- עלייה בריכוז חומצה סליצילית מלווה לעיתים במסלולים נוספים העלולים לגרום לתופעות שליליות (תלוי בריכוז ובתדירות הטיפולים).
- חלבון NPR1 הוא רגולטור מרכזי במסלול ה-SAR אך הוא גם משחק תפקיד בתגובות שמתווכות על ידי NPR1. ויכולה להיות מושפעת גם מחומצה סליצילית וגם מחומצה ג'סמונית, ומתווך את התגובות הגנתיות בהתאם לסיגנלים המתקבלים.
- הצמחים משתמשים במערכת מורכבת של סיגנלים לתיאום תגובות ההגנה שלהם, אינטראקציה בין מסלולים אלו מאפשרת לצמח לתאם את תגובות ההגנה בהתאם לאיום הספציפי.
- ההבנה של האינטראקציות בין מסלולים הורמונליים אלו הכרחית לשימוש יעיל ובטוח בחומצה סליצילית ולהבטחת התפתחות תקינה של הצמח.
- תוצרי המחקר הסופיים אמורים לסנכרן את המינון ותדירות הטיפולים של משרני העמידות השונים וזאת על מנת להפעיל את מערכות ההגנה של הצמח באופן אופטימאלי מבלי שיגרמו נזקים לפעילות התקינה של הצמח.

שותפים למחקר

- זיו שפיגלמן, דורון טפר, עומר פרנקל, אביב דומברובסקי המחלקה למחלות צמחים מנהל המחקר החקלאי.
- ליאור קטרי, ירון אבוקרט, יותם לוגסי- מו"פ דרום
- עמית שדה - ביובי- שדה אליהו
- צביקה זיידמן - אדמה-אגן

תודה!

