



דיווח ראשון על וקטור החיידק *Xylella fastidiosa* בישראל



מאור תומר- מיג"ל- מו"פ צפון
ד"ר רקפת שרון- מיג"ל- מו"פ צפון
ד"ר אלעד חיל- החוג לביולוגיה וסביבה, אוניברסיטת חיפה-אורנים

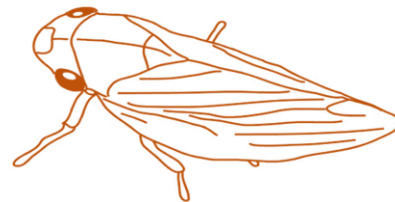
המחלה מועברת על ידי וקטורים

- ככל הידוע כיום, הפצת הקסיללה מתבצעת באופן בלעדי על ידי ציקדות (*Auchenorrhyncha*) ניזונות עצה.
- החיידק נרכש כאשר הווקטור ניזון מנוזלי העצה של צמח נגוע ומאכלס את המעי הקדמי.
- הדבקה של צמח נקי יכולה להתרחש ללא שלב לטנטי כאשר ההעברה היא מתמדת (persistent) - החיידק נמצא בבוגרים עד סוף חייהם.
- עד היום לא נמצאה העברה אנכית (בין האם לצאצאים) של החיידק.
- נימפות יכולות לרכוש ולהעביר את החיידק אך "מאבדות" אותו בכל התנשלות מכאן שרכישת החיידק חייבת להתבצע בכל שלב התפתחות מחדש מצמח נגוע.

הפתוגן (קסיללה) - גורם המחלה



הווקטור - מעביר המחלה



הצמח



הקסיללה מועברת בין הווקטור והצמח

באמריקה זהו מינים שונים של ציקדות ניזונות-עצה כווקטורים של המחלה בכרמים ומטעי שקד

- העיקריים הם sharpshooters (Cicadellidae: Cicadellinae).
- משניים מהעל משפחה של ציקדות רוק Cercopoidea, ביניהם *Philaenus spumarius*

באירופה זהו מספר מיני ציקדות רוק כווקטורים של הקסיללה

- *Philaenus spumarius* הוא הווקטור היעיל ביותר והעיקרי בעצי זית
- אחד מהווקטורים הנוספים הפחות יעילים הינו *Neophilaenus campestris*

הווקטורים היעילים (sharpshooters; *Philaenus spumarius*) לא נמצאו בישראל

הווקטורים של המחלה

בארץ יש שלוש משפחות של ציקדות ניזונות עצה:

Cercopidae ;Aphrophoridae ; Cicadidae

ציקדות רוק Cercopoidea



Aphrophoridae

מינים ממשפחה זו
נמצאו כווקטורים בעולם



Cercopidae

במינים ממשפחה זו
נמצא החיידק אך עד
כה לא נמצאו כווקטורים



Cicadidae

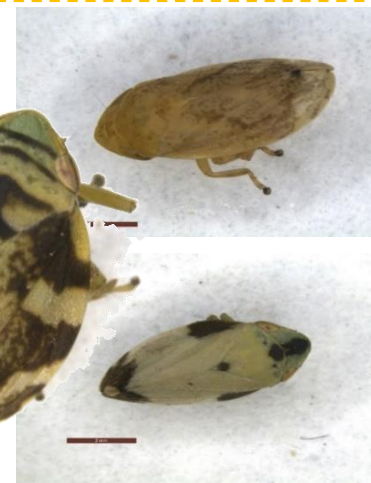
לא נמצאו עד כה
כווקטורים בעולם

בוגרים של 4 מיני ציקדות רוק שנמצאו על צמחית בר בצפון הארץ

Aphrophoridae



2 מ"מ



המין הנפוץ בצפון הארץ

Cercopidae



2 מ"מ

	species	number of adults found 2020-2021
1		27
2		20
3		130

מפת תפוצה



Turkey (Anatolia), Egypt, Israel,
Jordan, Lebanon, Syria

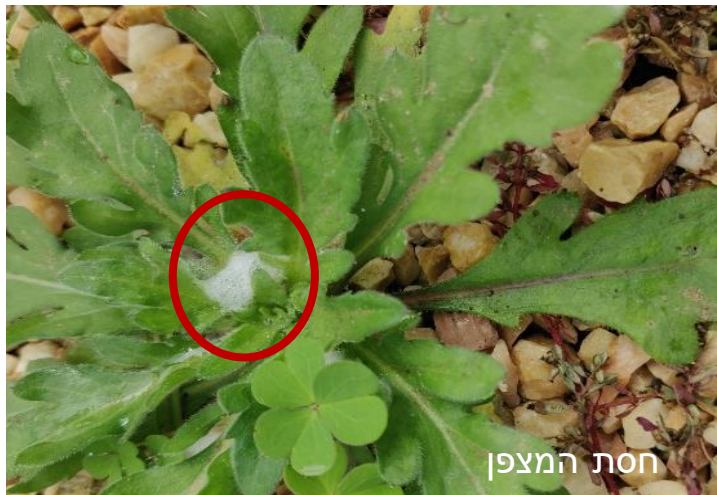


כמעט ואין דיווחים בספרות, אין מידע על מחזור חיים, לא נבדקה נוכחות קסיללה

נימפות שנמצאו על צמחית בר בצפון הארץ



הנימפות פוליפאגיות- נמצאו על צמחי בר ותרבות ממינים שונים:
כוכבית מצויה, חרחבינה מכחילה, ברקן סורי, חסת המצפן, חלבוב, מרור הגינות, נענע (סוג),
מרקולית מצויה, חלמית (סוג), רוזמרין רפואי, דגניים ועוד



מחזור החיים במעבדה

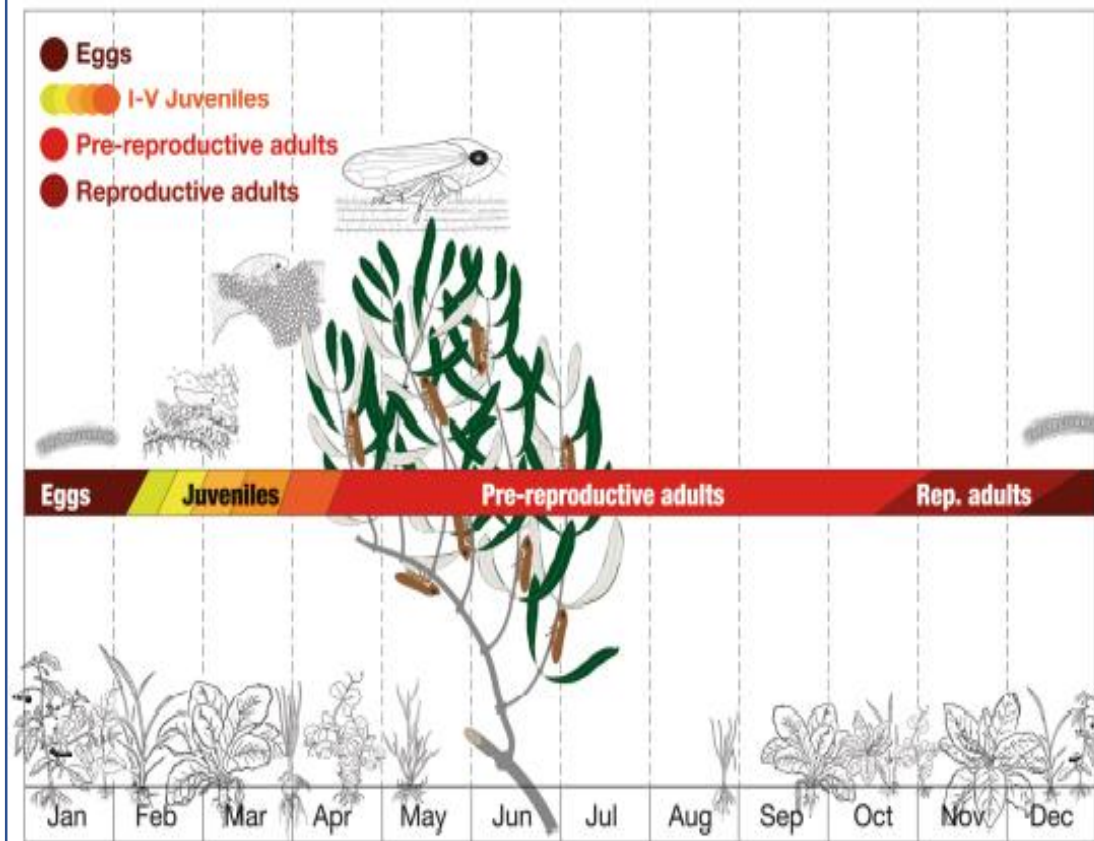
גידול בכלוב רשת על רוזמרין במעבדה
משלב הנימפות באביב 2021,
הזדווגויות בקיץ והופעת נימפות
בינואר 2022



גידול בשקית רשת
על גפן במעבדה
שורדים כחצי שנה



מחזור חיים של המין *Philaenus spumarius* (איטליה)



ניסויי רכישה והעברה נעשו עם המין שנמצא כנפוץ ביותר. נימפות ובוגרות נאספו באביב ובתחילת הקיץ בעמק החולה, בגליל העליון והתחתון. הציקדות שנאספו הועברו לכלובים לגידול.

ניסוי רכישה והעברה משקד לשקד



גידול



לכידה





ניסוי רכישה והעברה בקרנטינה



Modification after Cavalieri et al., 2019

ציקדות מהשטח הוצבו
בשקיות במקבץ

הצבה על ענף נגוע
(רכישה- 96 שעות)

אחרי ענף נגוע

בדיקת ציקדות ב PCR
לנוכחות קסיללה

הצבה על ענף נקי
(העברה- 96 שעות)

בדיקת ציקדות ב PCR
לנוכחות קסיללה

בדיקת ציקדות ב PCR
לנוכחות קסיללה



הצבה על ענף נקי
(ביקורת)

בדיקת ציקדות ב PCR
לנוכחות קסיללה

בדיקת ציקדות ב PCR
לנוכחות קסיללה

בדיקת ציקדות ב PCR
לנוכחות קסיללה

בדיקת ציקדות ב PCR
לנוכחות קסיללה



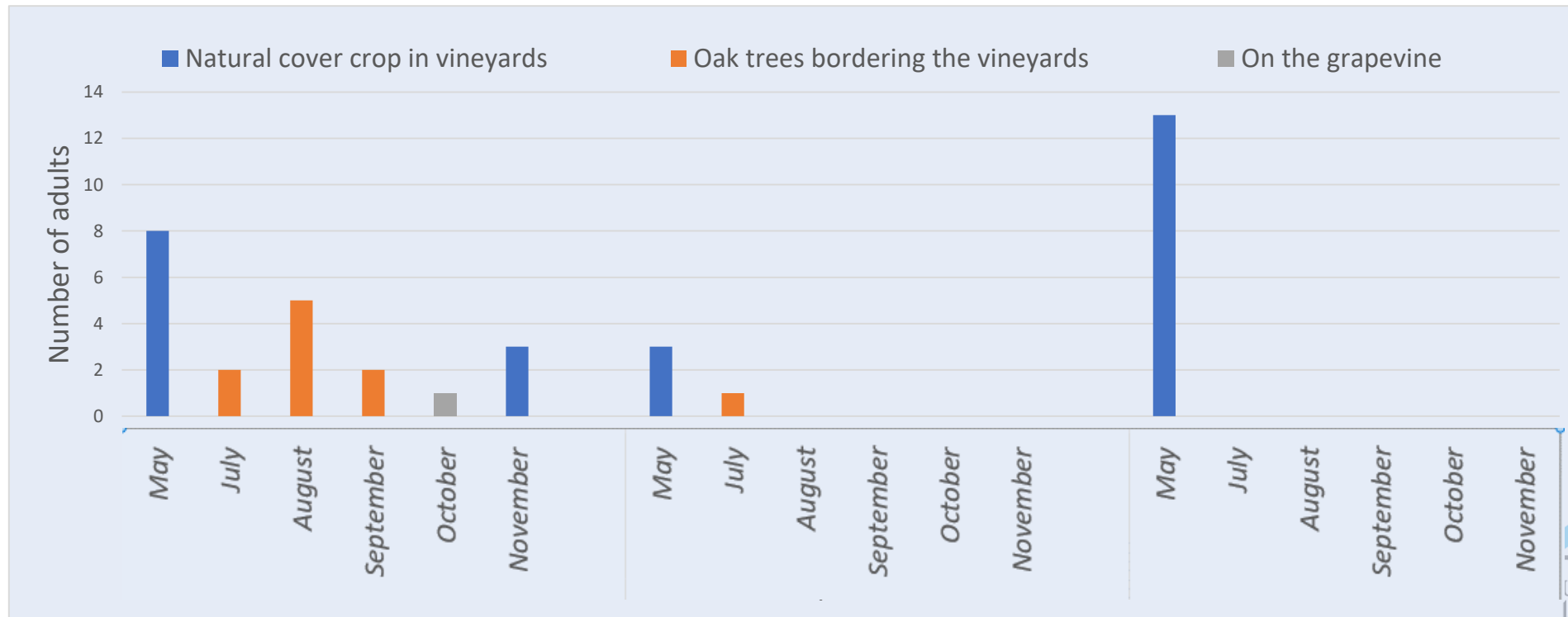
תוצאות ניסוי רכישה בשקד- בדיקת PCR

- מועד ניסוי אפריל- 1% אחד בלבד מהציקדות רכשו את הקסיללה (טיטר נמוך בעלים?). צמח שקד אחד הודבק מתוך שישה.
- מועד ניסוי יולי- 70% מהציקדות רכשו את הקסיללה, שלושה צמחי שקד נדבקו מתוך ארבעה.

Month	Disease source	Plant inoculated	Infected insects /Total tested insects (%)	Infected plants /inoculated 4 month after inoculation	Infected plants /inoculated 5-6 month after inoculation	Infected plants /inoculated %
April	Almond	Almond	1/85 (1)	0/6	1/6	1/6 (16)
July	Almond	Almond	16/23 (70)	2/4	3/4	3/4 (75)

מה קורה בכרמים

- **בסוף האביב- הבוגרים של שלושה מיני ציקדות הרוק נמצאו במאי על צמחי בר שונים בתוך כרמים.**
- **בקיץ- בוגרים נמצאו על עצי אלון הגובלים בכרם ולא נמצאו בכרם.**
- **בסתיו- הבוגרים של המין נמצאו בכרם על צמחי הבר ועל הגפן.**
- **כל הציקדות שנאספו עד כה מהשטח היו שליליות לקסיללה אך, המספרים בכל מועד קטנים.**





ניסוי רכישה והעברה בקרנטינה



Modification after Cavalieri et al., 2019

ציקדות מהשטח הוצבו
בשקיות במקבץ

הצבה על ענף נגוע
(רכישה - 96 שעות)



הצבה על ענף נקי
(ביקורת)

בדיקת ציקדות ב PCR
לנוכחות קסיללה

אחרי ענף נגוע

בדיקת ציקדות ב PCR
לנוכחות קסיללה

הצבה על ענף נקי
(העברה - 96 שעות)

גפן - החיידק זוהה בצמח אחרי
חודשיים מהדבקה
שקד - החיידק זוהה בצמח אחרי 6
חודשים מהדבקה

בדיקת ציקדות ב PCR
לנוכחות קסיללה

PCR בענף
קסיללה

בדיקת ציקדות
ב PCR
לנוכחות קסיללה

בדיקת ציקדות
ב PCR
בענף לנוכחות קסיללה

בדיקת ציקדות
ב PCR
ללא ענף נקי ללא ציקדות (ביקורת)



תוצאות ניסוי רכישה בגפן- בדיקת PCR

בגפנים שהודבקו מגפנים:

- בהדבקת יוני מגפן נגועה לגפן נקייה- 25% מהציקדות רכשו את הקסיללה. לאחר 2-3 חודשים מההדבקה ארבע גפנים מתוך חמש חיוביות לקסיללה.

- בהדבקת אוגוסט מגפן נגועה לגפן נקייה- 44% מהציקדות רכשו את הקסיללה. לאחר 2-3 חודשים מההדבקה כל הגפנים חיוביות לקסיללה.

בגפנים שהודבקו משקד יולי-36% מהציקדות רכשו את הקסיללה. לאחר 2-3 חודשים מההדבקה כל הגפנים חיוביות לקסיללה.

Month	Disease source	Clean plant	Infected insects /Total tested insects (%)	inoculated grapevine cultivars	Infected plants /inoculated 2-3 month after inoculation	Infected plants /inoculated 3-4 month after inoculation	Infected plants /inoculated (%)
June	Grapevine	Grapevine	14/55 (25)	<i>Cabernet sauvignon</i>	2/2		(100) 2/2
				<i>Barbera</i>	2/3	3/3	(100) 3/3
July	Almond	Grapevine	19/52 (36)	<i>Cabernet sauvignon</i>	3/3		(100) 3/3
				<i>Barbera</i>	2/2		(100) 2/2
August	Grapevine	Grapevine	24/55 (44)	<i>Cabernet sauvignon</i>	2/2		(100) 2/2
				<i>Barbera</i>	3/3		(100) 3/3

תוצאות ניסוי רכישה בגפן- הופעת סימפטומים

בגפנים שהודבקו מגפנים:

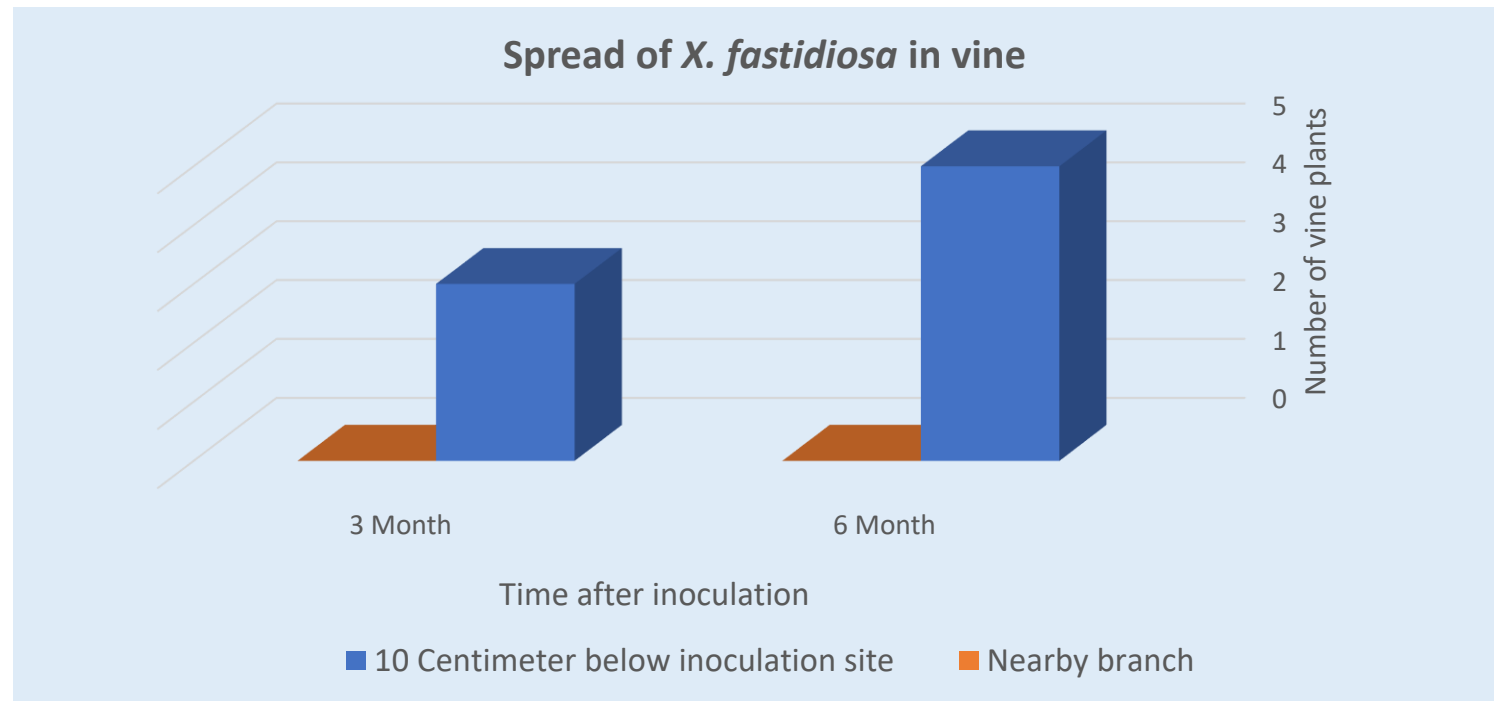
- בהדבקת יוני הופיעו סימפטומים ראשונים רק אחרי 3-4 חודשים.
 - בהדבקת אוגוסט הופיעו סימפטומים ראשונים מוקדם יותר- אחרי 2-3 חודשים.
- יתכן שתלוי במספר הציקדות שרכשו את החיידק (25% ביוני ו 44% באוגוסט).

בגפנים שהודבקו משקד (יולי) סימפטומים ראשונים הופיעו 2-3 חודשים מהדבקה ואחוז הציקדות שרכשו את החיידק היה 36%.

Month	Disease source	Clean plant	Infected insects /Total tested insects (%)	inoculated grapevine cultivars	Symptomatic plants /inoculated 2-3 month after inoculation	Symptomatic plants /inoculated 3-4 month after inoculation	Symptomatic plants /inoculated 4-5 month after inoculation
June	Grapevine	Grapevine	14/55 (25)	<i>Cabernet sauvignon</i>	0/2	2/2	2/2
				<i>Barbera</i>	0/2	1/3	3/3
July	Almond	Grapevine	19/52 (36)	<i>Cabernet sauvignon</i>	1/3	3/3	3/3
				<i>Barbera</i>	1/2	2/2	2/2
August	Grapevine	Grapevine	24/55 (44)	<i>Cabernet sauvignon</i>	0/2	1/2	2/2
				<i>Barbera</i>	2/3	3/3	3/3

התפשטות החיידק בתוך הגפן

- בדיקת ה-PCR של הגפנים בניסוי הרכישה שתואר קודם נעשתה מעלים בחלק שמעל נקודת ההדבקה
- בבדיקת PCR נוספת נעשתה בעלים שנמצאים 10 ס"מ מתחת אזור ההדבקה, 3/5 גפנים היו חיוביות לאחר שלושה חודשים וכולן היו חיוביות לאחר 6 חודשים ממועד ההדבקה.
- בבדיקת PCR נוספת שנעשתה בזמורה השכנה לזמורה שהודבקה לא נמצא החיידק בשני מועדי הבדיקה.



סיכום ומסקנות



- איתרנו ארבעה מינים של ציקדות רוק בצפון הארץ שמהווים וקטורים פוטנציאליים.
- המין הנפוץ ביותר מעמיד בארץ דור אחד בלבד -נימפות באביב ובוגרים בקיץ-סתיו.
- מחזור החיים שלו נמשך כשנה בדומה למינים שנמצאו כווקטורים באירופה וארה"ב.
- הוא יכול לשמש כווקטור של קסיללה בגפן ובשקד.
- ההדבקה ביעילות גבוהה משקד לשקד, משקד לגפן ומגפן לגפן.
- מניסוי הקדמי נראה שהסימפטומים מופיעים מהר יותר כאשר מועד הדבקה מאוחר יותר בהתאמה לאחוז הציקדות שרכשו את החיידק. יתכן ונובע מרמת טיטר בצמח.
- מהבדיקות שערכנו החיידק מתפשט בגפן מנקודת ההדבקה גם כלפי מעלה ובהמשך כלפי מטה.

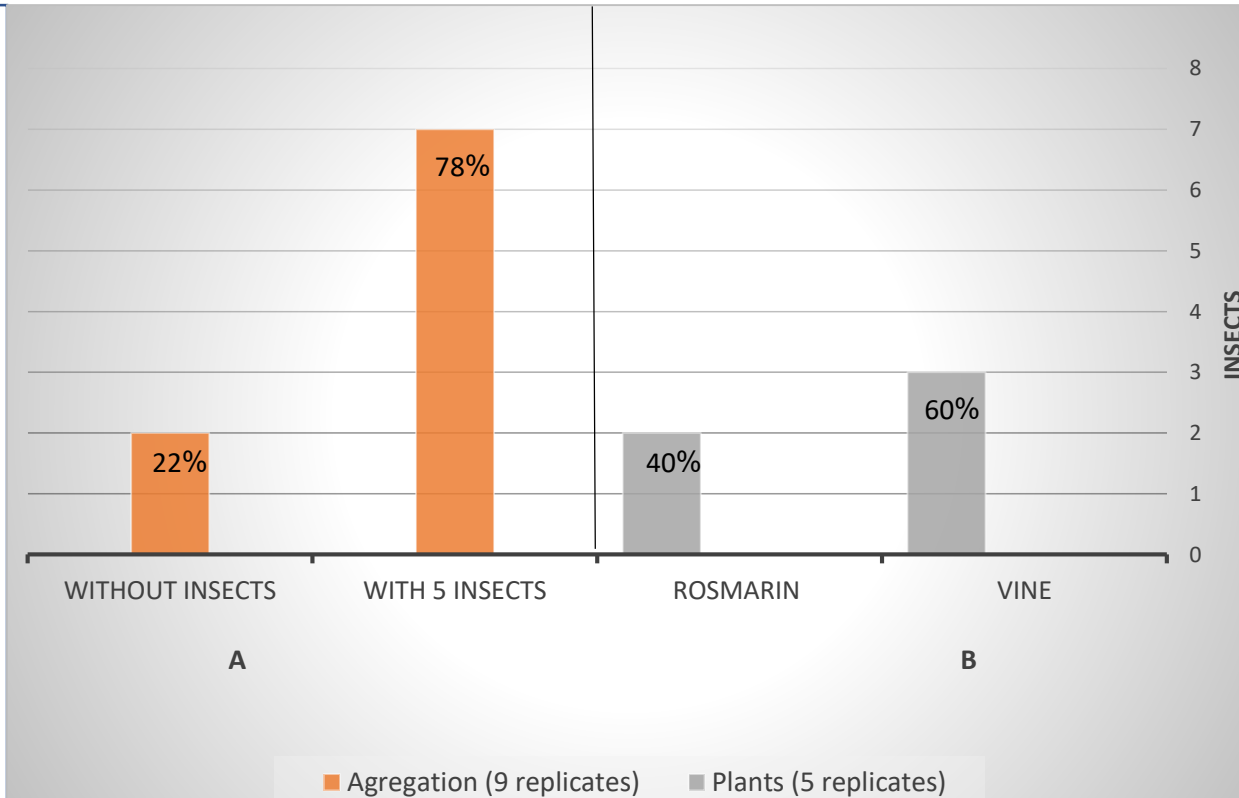
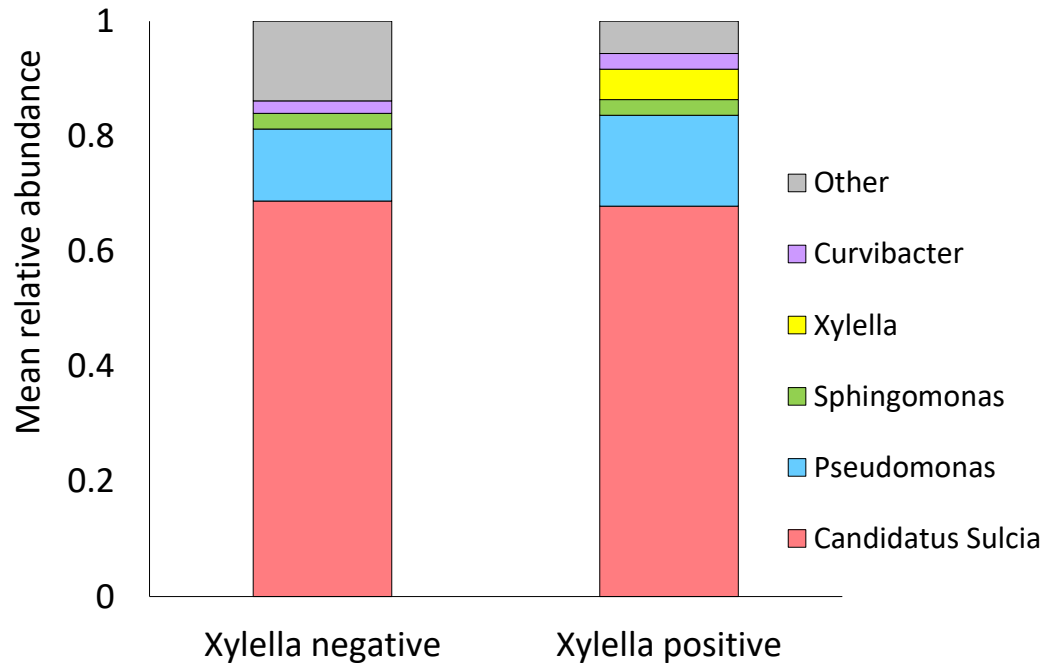
עדיין נותרו פערי ידע רבים:

- האם קיימים וקטורים יעילים נוספים.
- מועד ההדבקה עדיין לא ברור- תלוי בנוכחות הווקטור בשטח, ריכוז החיידק בצמח וכו'.
- האם הדבקות מוקדמות יותר יגרמו לנזק גדול יותר בגפן (הדבקה מאוחרת בסמיכות לזמירות).
- הבנת התנהגות הווקטור למציאת פתרונות (צמחי מלכודת, מועד זמן ההגעה, התגודדות, מיקרוביום וכו')

פערי ידע-כיוונים להמשך

- המשך מעקב שנתי אחרי אוכלוסיית הווקטור בכרמים
- בחינת יכולת רכישה והדבקה של וקטורים פוטנציאליים נוספים שנצליח לגדלם במעבדה
- הקשר בין רמת טיטר בצמח במהלך העונה ליעילות הרכישה וההדבקה של הווקטור
- הבנת התנהגות הווקטור- צמחים מועדפים, התנהגות חברתית (התגודדות), הבדלים בהרכב המיקרוביום עם ובלי קסיללה ו/או באוכלוסיות מאזורים שונים או צמחים שונים

האם יש הבדלים בהרכב המיקרוביום של הווקטור עם ובלי קסיללה.



תודה על ההקשבה

תודות מיוחדות:

- זאב פרקש (שה"מ), אלמוג אברהם (אגן), הילית אליאס, יואב נס ותום ברינגר (צוות המעבדה לדורותיו- מו"פ צפון)
- דר' טלי ברמן על העזרה ניתוח תוצאות המיקרוביום (נווה יער)
- דר' אופיר בהר ומירי ונונו ואורית דרור- (מנהל המחקר החקלאי) על הצמחים הנגועים
- דר' עינת צחורי-פיין (מנהל המחקר החקלאי, נווה יער), דר' ליאת גדרון-הינמן ודר' מירב הדר-מאור (השירותים להגנת הצומח ולביקורת) השותפות בזיהוי הווקטורים ובמיזם השקד וכן ל National Museum of Wales, -Mike Wilson Cardiff, UK
- לצוותים של מטעי השקד ואמיר מעגן משולחן השקד
- לכורמים, תרצה זהבי (שה"מ) ונועה מעוז (מועצת גפן יין)
- כל מי שעזר באיתור ציקדות רוק
- ולכל מי שעזר בדרך...

