

שימוש בצמחי מלכודת להקטנת האוכלוסייה של וקטור מחלת הצהבון בגפנים.

The use of plants in “attract and kill” method to reduce yellows disease vectors

רקפת שרון –	מו"פ צפון
פיליס ויינטראוב –	מינהל המחקר החקלאי, חות גילת.
אלי הררי-	אנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי
ויקי סורוקר-	אנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי
תרצה זהבי -	רפרנטית להגנת הצומח, שה"מ מחוז גליל גולן
מוניר מוואסי-	וירולוגיה, מינהל המחקר החקלאי

ה. תקציר

מחלות צהבון הנגרמות בגפנים ע"י פיטופלסמות הפוגעות בכמות היבול ובאיכותו. גורם המחלה הינו פיטופלסמה ובישראל רוב הגפנים הנגועות נושאות פיטופלסמה מטיפוס Stolbur. בצרפת ובגרמניה הוכיחו שציקדת הצמח (planthopper) מהמין *Hyalesthes obsoletus* מהוה וקטור של פיטופלסמות מטיפוס Stolbur לגפנים ובעבודות קודמות נמצא שציקדה זו נמצאת באזורי הכרמים בישראל. השכיחות של גפנים חולות וקיומו של וקטור פעיל היו יכולים להביא למצב של נגיעות של כל הגפנים במחלה, אולם מצב זה לא מתקיים בשום מקרה בכרמים. מעקבים רב שנתיים אחר תסמיני נגיעות נערכו במקומות רבים בעולם ובישראל ובכולם נמצאה תופעה של הבראה מהמחלה. מכאן ניתן להניח שהפחתה של אוכלוסיית הוקטורים בסביבת הכרמים ומניעת הדבקות חוזרות יביאו להפחתה בשעור הגפנים הסימפטומטיות גם בכרמים בהם כבר יש נגיעות. במחקר מקדים שערכנו נמצא כי הציקדה מעדיפה את הצמח שיח אברהם על הגפן ומקיימת על צמח זה מחזור חיים מלא. צמחי מלכודת הנם צמחים המושכים חרקים מזיקים הגדלים בקרבת הגידול או בתוך אזור גידול המטרה. נוכחותם מונעת את הגעת המזיק לגידול העיקרי.

מטרת המחקר: בחינת האפשרות להשתמש בשיח אברהם כצמח מלכודת לציקדה *Hyalesthes obsoletus* הנושאת את גורם מחלת הצהבון, ובכך להקטין מספר הגפנים הנגועות במחלה. מהלך המחקר: לביסוס ההנחה כי *H. obsoletus* (Ho) מעביר את הפיטופלסמה לגפן בישראל הציקדות הוצבו על שתילי גפן נקיים מהזן שרדונה 2006 וב-2007. השתילים ניבדקו ב PCR לנוכחות חלקיקי פיטופלסמה. בבדיקה נמצא כי השתילים נדבקו במחלת הצהבון. נבחנה האפשרות כי שיח אברהם מהווה נשא של הפיטופלסמה בשתי שיטות: (1) קטעי גבעול של וינקה נגועה בסטולבור "הורכבו" על שלושה שתילים של שיח אברהם, וזמורות מגפן נגועה "הורכבו" על שני שתילים של שיח אברהם. במשך יותר משנתיים מההדבקה לא נראו סימפטומים של המחלה ובכל בדיקות ה-PCR שנערכו לצמחים לא נמצאו סימנים לנוכחות פיטופלסמה. (2) ציקדות נאספו בשטח והוכנסו לכלובים עם גפנים או עם שיח אברהם. בעוד שחלק מהגפנים נדבקו במחלה, לא זוהתה (סימפטומטית או מולקולרית) נגיעות על השיחים. בהמשך המחקר נבחנו שתי שיטות לשימוש בשיח אברהם כצמח מלכודת לציקדה: (1) גידור כרם בצמחים של שיח אברהם במגמה לקטול אותם על השיחים. הציקדות נמשכו לצמח אך מאחר ולא נמצא חומר הדברה יעיל להשמדתן התבססה אוכלוסיית ה-Ho על צמחי המלכודת, זלגה אל הכרם ותרמה לעליה בנגיעות הגפנים במחלת הצהבון באותה חלקה. (2) כלובים ובהם שתילי שיח אברהם נמצאו כיעילים במשיכת ציקדות והוצבו סביב כרם. בבדיקה פרלימינארית נראה כי מרבית הציקדות נעצרו על כלובים אלו ומיעוטן חדר אל הכרם. מרבית הציקדות שכן נכנסו לכרם נמצאו מול קטעים שלא "נחסמו" בכלובים עם שיח אברהם. מסקנתנו מניסויים אלה היא שגם בישראל *H. obsoletus* מעביר פיטופלסמה לגפנים. שיח אברהם אינו מהווה מקור לפיטופלסמה, מושך את הציקדות בעוצמה ולכן יכול לשמש כצמח מלכודת. מאחר ולא נמצא עדיין פתרון להדברת הציקדה בשטח הפתוח נראה כי יש להתמקד בפיתוח מלכודות שבהן צמחים של שיח אברהם, או לחילופין נדיפים של שיח אברהם, ישמשו כפתיון. מלכודות יעילות יהיו אמצעי למניעת הגעת הציקדות אל הכרם וע"י כך תופחת הנגיעות של הגפנים במחלת הצהבון.

רקע

מחלות צהבון הנגרמות בגפנים ע"י פיטופלסמות פוגעות בכמות היבול ובאיכותו. חומרת הפגיעה תלויה בעיקר בזן הענבים – שרדונה רגיש ביותר ואילו מרלו נראה כפחות רגיש. חלק ניכר מכרמי השרדונה בצפון הארץ נעקר בגלל נגיעות במחלה זו וגם בזנים אחרים יש פגיעה הנעה בין אחוזים ספורים לכשליש מהגפנים.

פיטופלסמות הן חיידקים חסרי דופן, מסדרת ה *Mulicotes*. חיידקים אלה יכולים לשרוד אך ורק בתוך הפנדקאי שלהם אולם הפנדקאי במקרה זה יכול להיות או תאים של פנדקאי צמחי או בתוך גופו של חרק המהווה וקטור של החיידק בין צמחים. הן הקשר צמח – פיטופלסמה והן המערכת חרק – פיטופלסמה הם קשרים מורכבים שכן צמחים שונים נפגעים מטיפוסים שונים של פיטופלסמות ואלה מועברות ע"י חרקים ספציפיים (Weintraub & beanland, 2006).

מספר טיפוסים של פיטופלסמות גורמים לאותם תסמינים בגפנים. האבחנה בין הטיפוסים התבססה בעבר על החרק המעביר (הוקטור) ומבוססת כיום על רצפי DNA, בעיקר על הרצף המקודד לחלבון הריבוזומלי. בעבודה קודמת שעשינו בגולן זוהו רוב הגפנים הנגועות כנושאות פיטופלסמה מטיפוס Stolbur ומיעוט כנושאות Aster yellows (AY) או Western X (Orenstein et al. 2003).

פיטופלסמות מטיפוס Stolbur נפוצות בגפני יין בכל אזור הים התיכון. בצרפת ובגרמניה הוכחו שציקדת הצמח (planthopper) מהמין *Hyalesthes obsoletus* מהווה וקטור של פיטופלסמות מטיפוס Stolbur לגפנים (Sforza et al., 1998). בעבודות קודמות מצאנו שציקדה זו נמצאת באזורי הכרמים בישראל (Klein et al. 2001).

העובדה שחיידקי/חלקיקי הפיטופלסמה נמצאים כל הזמן בתוך הפנדקאי (הצמחי או החרקי) מגינה עליהם מהדברה ישירה. הזרקה של אנטיביוטיקה (אוקסיטרציקלין) לצמח נגוע יכולה להביא להפחתת התסמינים ושיטה זו מקובלת בהוואי להפחתת נזקים בפאפיה. אולם, השימוש באנטיביוטיקה נחשב לבעייתי מבחינה סביבתית ולפיכך לא נעשה מחקר מעמיק בכיוון זה בגפן. ברוב הארצות, עיקר המחקר החקלאי, המיועד להפחית את הנזקים ממחלות אלה מכוון אל זיהוי הוקטור ומציאת דרכים להדברתו. מחלת הצהבון הראשונה שזוהתה בגפנים – Flavesance d'orre הפוגעת בגפנים בצרפת גרמניה ואיטליה, מועברת ע"י ציקדות מהמין *Scaphoideus titanus*. ציקדות אלה מקיימות מחזור חיים מלא על הגפנים, יש להן דור אחד בשנה ומשתי סיבות אלה הן קלות יחסית להדברה. בכל האזורים בהם קימת נגיעות מחיידק זה והוקטור נמצא, יש פרוטוקול מחייב של שימוש בקוטלי חרקים להדברתו. לעומת זאת הוקטור המוכח של פיטופלסמות מטיפוס Stolbur, לא מקיים מחזור חיים מלא על הגפן ובכל האזורים בהם נחקר נמצא בשכיחות נמוכה על הגפנים לעומת שכיחותו על צמחי בר שונים. בגרמניה איטליה וצרפת הצמחים המועדפים על *H. obsoletus* הם חבלבל וסרפד (Riolo et al., 2007; Maixner, 2006) ואילו בישראל מצאנו שהחרק נמשך בעיקר ומקיים מחזור חיים שלם על שיח אברהם (Sharon et al. 2005).

השכיחות של גפנים חולות וקיומו של וקטור פעיל היו יכולים להביא למצב של נגיעות של כל הגפנים במחלה, אולם מצב זה לא מתקיים בשום מקרה בכרמים. מעקבים רב שנתיים אחר תסמיני נגיעות נערכו במקומות רבים בעולם, בניהם איטליה (Morone et al., 2008), צרפת, אוסטרליה וישראל ובכולם נמצאה תופעה של הבראה מהמחלה.

המנגנון האחראי להבראה לא מובן עדיין אולם מקיומה של התופעה ניתן להניח שהפחתה של אוכלוסיית הוקטורים בסביבת הכרמים ומניעת הדבקות חוזרות יביאו להפחתה בשעור הגפנים הסימפטומטיות גם בכרמים בהם כבר יש נגיעות. צמחי מלכודת הנם צמחים המושכים חרקים מזיקים הגדלים בקרבת הגידול או בתוך אזור גידול המטרה. נוכחותם מונעת את הגעת המזיק לגידול העיקרי (Schoonhoven et al. 1998). בשנים האחרונות נבחנת השיטה בהקשר למגוון מזיקים ביניהם גם ווקטורים של פטוגנים כגון כנימת עש הטבק (Shuster, 2003; 2004). קיימת התייחסות לסכנה שצמחי המלכודת יהוו מקור (reservoir) של המזיק, אך בדרך כלל, צמחים אלו מאוכלסים יפה על ידי אויבים טבעיים. במצבים בהם לא ניתן לסמוך על בקרה ביולוגית של המזיק, כמו במקרה של ממשק של וקטורים של מחלות, מתבססים על שיטת משוך והרוג (attract and kill). השימוש בצמחי מלכודת, שמראים עמידות למחלה, למשיכת הווקטור והדברתו על הפונדקאי, עשוי להוות פיתרון נאות להפחתת מספר הפרטים המגיעים ובכך להוביל להקטנת הנזק הנגרם ע"י הפיטופלסמה בכרמים, תוך הפחתת השימוש בחומרי הדברה בכרם עצמו.

מטרת העבודה: בחינת האפשרות להשתמש בשיח אברהם כצמח מלכודת לציקדה *H. obsoletus*

- א. הנושאת את גורם מחלת הצהבון, ובכך להקטין מספר הגפנים הנגועות במחלה.
- ב. ביסוס ההנחה ש Ho הוא הווקטור של מחלות פיטופלסמה לגפנים בישראל.
- ג. בדיקת העמידות של שיח אברהם למחלה- ניסיונות הדבקה מכוונים ובדיקת חלקי הצמח לנגיעות במחלה.
- ד. לימוד דינמיקת האוכלוסייה של הציקדות על שיח אברהם ברמת הצמח, הכרם והשטחים הפתוחים
- ה. הדברת הציקדה על צמחי מלכודת.

מהלך הניסויים והתוצאות:

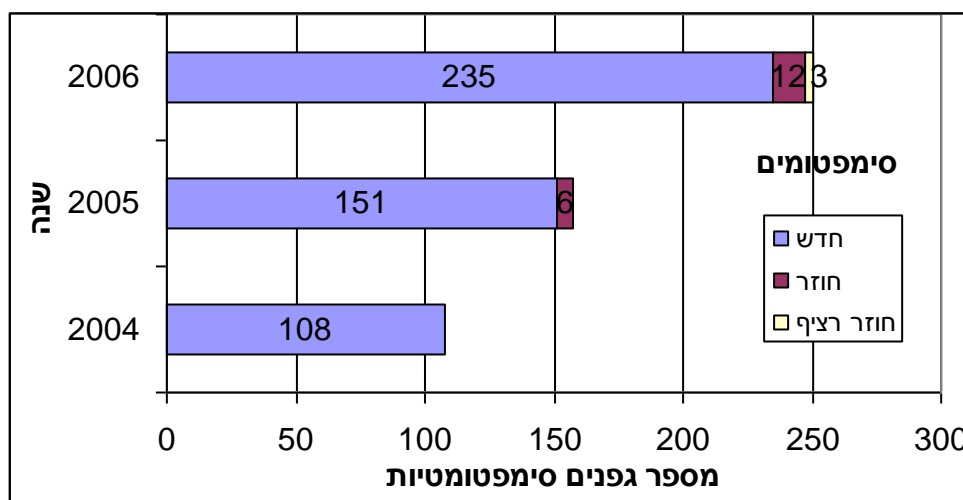
הבראה (recovery) של גפנים ממחלת הצהבון

מחלת הצהבון גורמת לנזק כתוצאה מהסימפטומים של המחלה. הבראה של גפנים נבדקת בשני אופנים: (1) ברמת הנזק- העדר סימפטומים בגפן שהראתה סימפטומים של המחלה (2) ברמה המולקולרית- גפן שנמצאו בה חיידקי הפיטופלסמה ובבדיקה חוזרת לא נמצאו בה החיידקים. אפקט ההבראה של גפנים ממחלת הצהבון ידוע בעולם ולכן עיקר המאמץ בעולם מתמקד במניעת הדבקה ע"י הווקטור (ראה סקר ספרות) יחד עם זאת, בדקנו נושא זה במהלך השנים האחרונות גם ברמת הנזק וגם ברמה המולקולרית.

תוצאות:

(1) ברמת הנזק- במהלך 5 השנים האחרונות נסרקו 20 דונם שבהם כ 4500 גפנים בשלוש חלקות ומיקום גפנים נגועות במחלת הצהבון צויין על מפה.

בשנת 2004 נמצאו 108 גפנים עם סימפטומים של צהובן (איור 1). בשנה העוקבת (2005) נמצאו 157 גפנים עם סימפטומים, מתוכם 6 גפנים (4%) שהראו סימפטומים ב-2004. מכאן ש-102 גפנים שהראו סימפטומים ב-2004 לא הראו סימפטומים ב-2005. ב-2005 מתוך 157 הגפנים שהראו סימפטומים 151 גפנים הראו סימפטומים בפעם הראשונה. בשנת 2006 נמצאו 235 גפנים שהראו סימפטומים בפעם הראשונה, מתוך 157 הגפנים שהראו סימפטומים ב-2005 רק 15 הראו סימפטומים ב-2006, מתוך ה-6 שחזרו ב-2004 ו-2005 רק 3 הראו סימפטומים ב-2006. מכאן שמרבית הגפנים לא מראות סימפטומים בשנים עוקבות. פרט ל-3 גפנים כל הגפנים שהראו סימפטומים ב-2004 עברו הבראה עד 2006. בסך הכל 4-6% מהגפנים לא מראות סימני הבראה בשנה העוקבת וגם הן ברובן מראות הבראה לאחר שנתיים. ב-2007 מספר הגפנים הסימפטומטיות פחת וכפי שנראה בשנים קודמות, מרבית הגפנים הראו סימפטומים בפעם הראשונה- מרבית הגפנים שהראו סימפטומים בשנים קודמות לא הראו סימפטומים ב-2007.



איור 1: מספר הגפנים הסימפטומטיות בשנים השונות בהן נראו סימפטומים בפעם הראשונה (חדש) שנמצאו סימפטומטיות בשנה קודמת (חוזר) ושנמצאו סימפטומטיות בשתי שנים עוקבות (חוזר רציף).

(2) ברמה המולקולרית- בבדיקה ממוקדת שערכנו בשיתוף עם פרופ' עבד גרה חזרנו לגפנים שבשנה קודמת נראו סימפטומטיות ונימצאו מעבדתית כנגועות בפיטופלסמה. שבע משמונה הגפנים שניבדקו לא הראו סימפטומים של נגיעות בשנה העוקבת ובכולן לא נמצאו חלקיקי פיטופלסמה. אחת מהשמונה הראתה תסמיני נגיעות בשתי השנים ונמצאה בשתי השנים כנגועה בבדיקת PCR. בסדרה נוספת של בדיקות ב-2006 עם ד"ר מוניר מואסי ניבדקו עלים ושורשים מגפנים שהבראו (סימפטומטית) וגם בהן לא נמצא DNA פיטופלסמתי.

א. ביסוס ההנחה ש-*Hyalesthes obsoletus* מעביר את הפיטופלסמה לגפן בישראל
 בבדיקה מולקולרית שנערכה במסגרת מחקר קודם נמצא כי 12% מהנקבות ו-2% מהזכרים של HO נשאים של הפיטופלסמה מטיפוס סטולבור.
 ניסויים לבדיקת יכולת ההעברה של הפיטופלסמה מהציקדה לגפן נערכו בשתי שנות המחקר הראשונות. ציקדות מהמין Ho נילכדו בעזרת שואב וקום במקומות שונים בגולן.

ב- 2005 - בבית רשת הוצבו 100 ייחורי גפן מהזן שרדונה הרגיש למחלת הצהבון. מדגם מהשתילים נבדק ונמצא נקי מפיטופלסמה. נסיונות ההדבקה נערכו במספר גדול של מועדים. ציקדות אשר הופרדו לזוויגים הוכנסו לשקיות רשת בקבוצות של 10-20. השקיות הולבשו על הייחורים על שריגים עם עלים בריאים, נקשרו והושארו על הגפן עד מותן של הציקדות. בסך הכל 40 שתילים בדור ראשון (8 מועדים) ו- 12 שתילים בדור השני (4 מועדים). סה"כ 703 ציקדות מדור ראשון ו- 242 ציקדות מדור השני.

ב- 2006 - הוצבו 10 ייחורים נוספים בתוך כלובי רשת, בתוך בית רשת אחר למניעת הדבקה ע"י חרקים מעופפים בלתי מבוקרים בבית הרשת.

בכלובים אלו הוצב גם שתיל של שיח אברהם כדי לאפשר קיום ארוך יותר של הציקדות. לכל כלוב רשת הוכנסו כ- 20 ציקדות.

כביקורת שימשו שתילים שהוצבו במקום מרוחק להגנה מהדבקה ע"י ציקדות "טועות". הציקדות שרדו על השתילים עד מותן (מקסימום 19 ימים). בחודשים שאחרי ההדבקה

השתילים נבדקו ב-PCR לנוכחות חלקיקי פיטופלסמה.

בבדיקה שנערכה ב- 2006 לניסוי הראשון, שנערך ב- 2005 - מתוך 40 השתילים שהודבקו בדור הראשון 12 נמצאו כנגועים - 30% הדבקה. מתוך 16 השתילים שהודבקו בדור השני (סתיו) 4 היו נגועים בפיטופלסמה - 25% הדבקה. יחד עם זאת כתוצאה מביצוע לא מושלם נמצאה נגיעות גם בחלק משתילי הביקורת שהיו באותו בית רשת.

על כל שתיל הוצבו בממוצע 14.5 פרטים. ברמת נשאות של 7-12% באוכלוסיה זה אומר שהסתברותית פרט אחד עד שניים בכל שקית היו נשאים. בדיקה חוזרת של גפנים אלו במרץ 2007 הראתה נגיעות.

הנגיעות של הצמחים שהודבקו בכלובי הרשת ב- 2006 נבדקה גם כן במרץ 2007 ב-PCR

ונמצאה נגיעות. גודלם הקטן של השתילים חייב בדיקה מרוכזת (batch) ולכן לא ניתן

להתייחס לאחוזי הדבקה. בניסוי זה ההגנה על השתילים מחרקים "טועים" היתה כפולה -

העציצים הוחזקו בכלוב רשת בתוך בית רשת גדול וגפני הביקורת היו בבית רשת אחר ולכן

רק הציקדות שהוכנסו במכוון לכלוב יכולות להיות אחראיות להדבקה.

מסקנתנו מניסויים אלה היא שגם בישראל Ho מעביר פיטופלסמה לגפנים. מסקנה זו נתמכת

גם בנתונים נסיבתיים שיפורטו בסעיף ו.

ב. בחינה אם שיח אברהם יכול להיות נשא של פיטופלסמה.

קטעי גבעול של וינקה נגועה בסטולבור "הורכבו" על שלושה שתילים של שיח אברהם, וזמורות מגפן

נגועה "הורכבו" על שני שתילים של שיח אברהם. למרות שכמובן לא היתה קליטה של ההרכבה

הקטעים המורכבים נישארו חיוניים במשך יותר משבוע תוך מגע הדוק עם צמחי שיח אברהם. אחת

לחודשיים נבדקו השיחים ב-PCR לנוכחות פיטופלסמה. במשך יותר משנתיים מההדבקה לא נראו

סימפטומים של המחלה ובכל בדיקות ה-PCR שנערכו לצמחים לא נמצאו סימנים לנוכחות

פיטופלסמה. ריכוז הפיטופלסמה בצמח נגוע גבוה ולכן ההעברה ע"י הרכבה היא שיטה אלימה

יחסית. מאחר ולא התקבלה הדבקה בשיטה זו ניתן להניח בודאות רבה ששיח אברהם לא יכול

להידבק בפיטופלסמה מטיפוס Stolbur. בדיקה נוספת היתה על ידי הכנסה של חלק מהציקדות

שנאספו בשטח (וחלקן שימשו להדבקת הגפנים) לכלובים עם שיח אברהם. גם במקרה זה לא זוהתה נגיעות על השיחים.

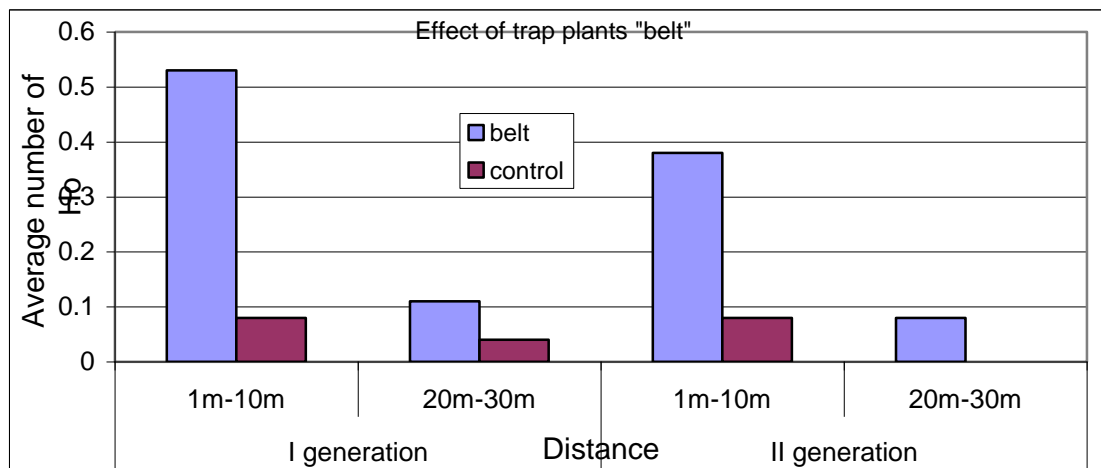
ג. לימוד דינמיקת האוכלוסייה של הציקדות על שיח אברהם ברמת הצמח, הכרם

והשטחים הפתוחים

ג.1. בחינת ההשפעה של גידור כרם בצמחים של שיח אברהם על אוכלוסית הוקטור

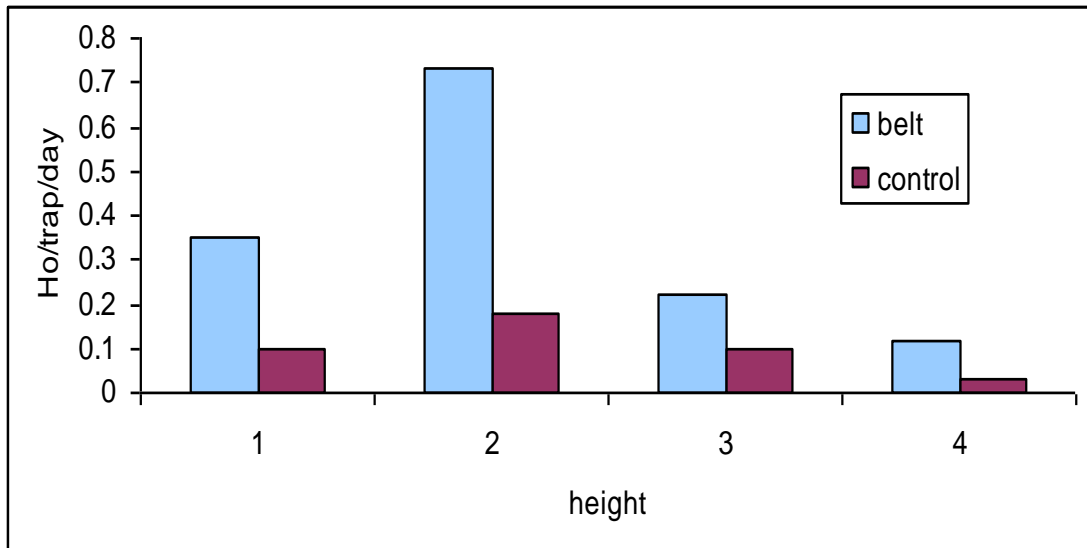
כרם מהזן קברנה סוביניון, נטיעת 2000, הוקף בחגורה של שיח אברהם והדס (הנטיעה בוצעה לפני שהוכח ששיח אברהם הוא הצמח המועדף ביותר על הציקדה). הצמחים נשתלו במרחק של 5 מטר מהגפנים. כל 10 מטר נשתלו 10 שיחים ממין אחר. כרם קרוב מאותו זן אך מנטיעה מוקדמת יותר (1998) שימש כביקורת. שאיבות של 1 דקה בוצעו על שיח אברהם ובמקביל נשאבו גפנים בשולי הכרם ובמרכזו (בטווח של 10-30 מ' ו 30-20 מ' משולי הכרם ובמרכז הכרם). השאיבות נערכו החל ממועד הופעת הבוגרים ובהמשך מדי שבוע מארבעת כיווני הרוחות אל תוך הכרם. במקביל בוצעו שאיבות במבנה דומה בכרם הביקורת.

תוצאות- מספר הציקדות בכרם המוקף בחגורת צמחי מלכודת היה גבוה במובהק ממספרם בכרם הביקורת (t-test- df=214; p<0.05) (איור 2). הציקדות נמצאו בעיקר קרוב לחגורת צמחי המלכודת (מובהק רק בדור השני - בסתיו). לא נמצא כיוון מועדף להופעת הציקדות. מרבית הציקדות הופיעו בגובה של 2 מטרים (איור 3).



איור 2: מספר הציקדות שנישאבו במרחקים שונים מהשולים בכרם המוקף בחגורה ובכרם הביקורת בדור האביב (I)

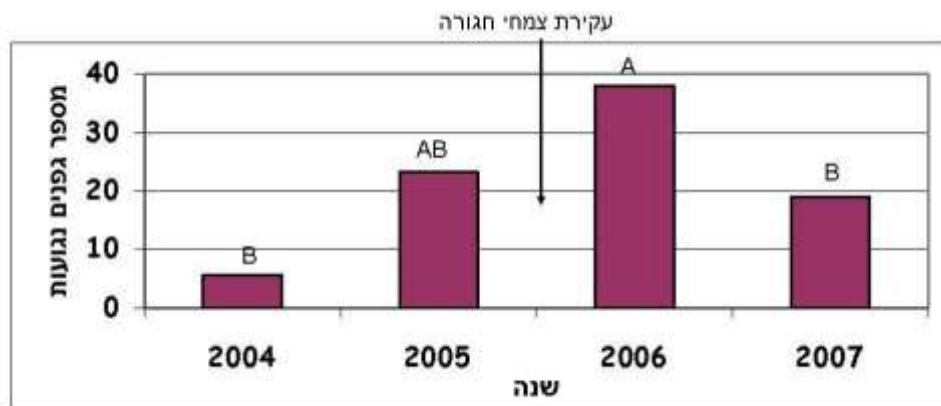
(ובדור הסתיו (II))



איור 3: מספר הציקדות הממוצע במלכודות צהובות שהוצבו סביב שני הכרמים בגבהים שונים

2. מעקב אחר הופעת תסמיני פיטופלסמה בכרמים.

החל מ-2004, שנה לפני התחלת המחקר הנוכחי, נערך מעקב אחר תסמיני פיטופלסמה בכרם המוקף בחגורה ובכרם הביקורת הסמוך (40 ו-15 דונם בהתאמה). מיפוי הגפנים הנגועות נערך סמוך לתקופת הבציר, התקופה בה התסמינים ברורים ביותר. תוצאות המיפוי שימשו לחישוב אחוז הגפנים הנגועות ולחיפוש דגם התפשטות מוגדר. שעורי הנגיעות מוצגים באיור 4. ב-2005, אחרי שראינו את העליה המשמעותית בנגיעות בכרם הניסוי לעומת היציבות בנגיעות בכרם הביקורת הוחלט ע"י המגדלים לעקור את חגורת הצמחים (שככל הנראה משכה את הוקטורים לאזור). העליה בנגיעות ב-2006 נובעת מאוכלוסית הציקדות הגדולה שהיתה ב-2005 (הנגיעות מתבטאות בשנה שאחרי ההדבקה) ואילו ב-2007 כבר ראינו ירידה בנגיעות בכרם.



איור 4: מספר הגפנים הנגועות בכרם המוקף בצמחי המלכודת בשנים השונות מיפוי מיקום הגפנים הנגועות במהלך 3 שנים וניתוח באמצעות GIS נמצא כי יש סבירות גבוהה יחסית ומובהקת סטטיסטית למצוא הדבקה חדשה קרוב לגפן שהיתה נגועה בעבר, בטווח של 1.5 עד 6 מטר.



3. שימוש בשיח אברהם כפתיון בכלובים.

חוסר ההצלחה של השימוש בחגורה נטועה של שיח אברהם מחד והעובדה שהצמח מושך
 בברור את הציקדות מאידך הביאה אותנו לחפש דרכים אחרות לנצל צמח זה. הרעיון הוא
 למשוך את הציקדה אך למנוע ממנה להתרבות וליעל את הדברתה. זאת ע"י הכנסת השיחים
 לכלובי רשת ותליה של מלכודות דבק צהובות על הכלובים (תמונה 1).

תמונה 1 : כלוב עם שתיל שיח אברהם או שתיל גפן

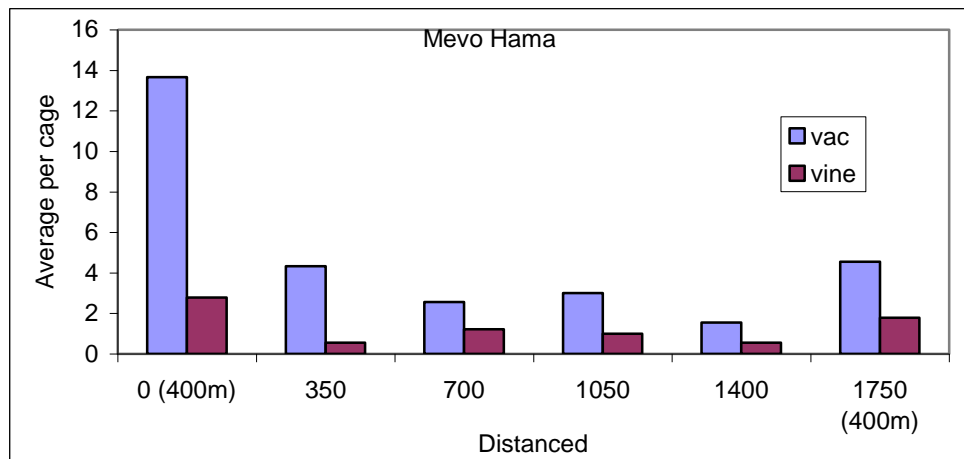
I. בניסוי ראשון, שנערך בדור הראשון של הציקדות ב 2006 (אביב) נבדקה היעילות של מלכודות עם
 שיח אברהם לעומת מלכודות עם גפן או מלכודות ריקות. שיעור הלכידה נבדק בשלושה מרחקים
 מהכרם (10מ', 50מ', 70מ'). בניסוי זה נמצא כי יש הבדל מובהק בין הגעת הציקדות לשיח אברהם
 לבין הציקדות המגיעות לביקורת וכי ככל שמתקרבים לכרם מספר הלכידות עולה. המספר הגבוה של
 לכידות במרחק 10מ' יכול לנבוע מהתבססות קודמת של המזיק בשיחי אברהם שנעקרו מהמקום.
 (טבלה 1)

II. בדור השני של הציקדות (סתיו) במחצית מהכלובים הונחו שתילי שיח אברהם ובמחציתם הונחו
 שתילי גפן כביקורת. המלכודות הוצבו בשני מרחקים מהכרם – 50מ' ו 100מ', בארבעה צדדים של
 הכרם בגשור. בכל צד ומרחק הוצבו 5 מלכודות (חזרות). מערך נוסף הוצב בין כרם מבוא חמה לכרם
 יונתן (איור 5). המלכודות הוצבו בשישה מרחקים עולים מהכרם במבוא חמה (400 עד 1750 מטר)
 ומתקרבים לכרם של יונתן עד מרחק של 400 מ'. בכל מרחק הוצבו 3 מלכודות עם שתילי שיח אברהם
 ו- 3 מלכודות עם שתילי גפן.

בכל הבדיקות נמצא שכמות הציקדות המגיעה לכלובים עם שיח אברהם גדולה מהכמות שמגיעה אל
 כלובי הביקורת (טבלה 1).

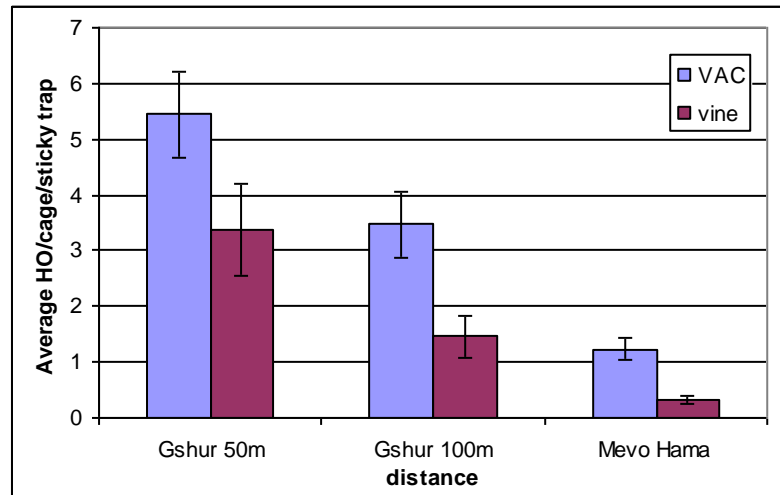
טבלה 1 : ממוצע ציקדות למלכודות במרחקים שונים מהכרם.

מערך	מרחק	שיח אברהם	ביקורת
גשור – דור אביב	10	50.0	29.6
	50	1.3	0.9
	70	1.3	0.6
גשור – דור סתיו	50	22.0	14.0
	100	14.5	5.5



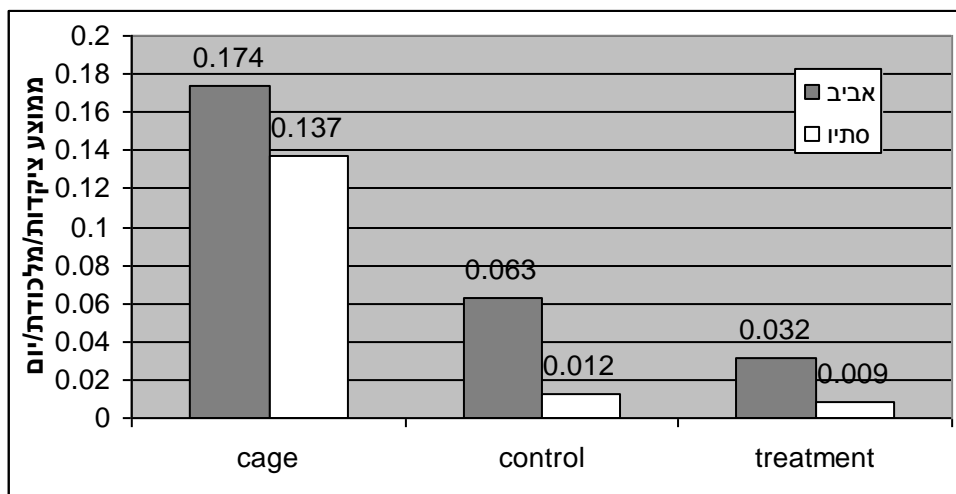
איור 5: מספר הציקדות שנלכדו בכלובים שהוצבו במקבצים מרוחקים 350 מ' זה מזה עם שיח אברהם (vac) וגפן (vine) החל ממרחק של 400 מ' מכרם מבוא חמה ועד מרחק של 400 מ' מכרם יונתן.

בשני המערכים מספר הפרטים שנלכדו במלכודות המכילות שתילי שיח אברהם (איור 6) היה גדול במובהק ממספר הפרטים שנלכדו במלכודות המכילות שתילי גפן (בגשור במרחק 50 מ' $df=28$ $p<0.05$, $p<0.01$ במרחק 100 מ', במבוא חמה $p<0.001$). מספר גבוה יותר של ציקדות נילכד בכלובים הקרובים ביותר לכרם (איור 3).



איור 6: ממוצע לכידות בכלוב עם שיח אברהם (VAC) ובכלוב הביקורת המכיל גפן (vine).

III. בעונת 2007 בחנו את ההשפעה של כלובים עם שיח אברהם כפתיון, על אוכלוסית הציקדות בכרם. כלובי רשת עם עציצים של שיח אברהם כמתואר בסעיף הקודם הונחו בשני הצדדים של שורות גפנים בכרם יונתן. העציצים בכל צד הונחו בארבע קבוצות של ששה כלובים, כל קבוצה מול שלוש שורות כרם (איור 7). מלכודות דבק צהובות ניתלו על כלובי הרשת לקטילת האוכלוסיה המגיעה. מלכודות נוספות ניתלו לאורך השורה האמצעית מול כל קבוצת מלכודות לניטור האוכלוסיה בתוך הכרם ובשורות שמולן לא היו כלובי פתיון שהיוו שורות ביקורת. המלכודות הוחלפו כל שבועיים במהלך כל אחד משני הדורות של הציקדות. בדור האביב נמצא הבדל מובהק באוכלוסית הציקדות בין השורות שמולן היו כלובים לשורות ללא כלובים ($p<0.001$). האוכלוסיה שנכנסה לכרם בדור הסתווי היתה נמוכה ביותר. למרות שלא נמצא הבדל משמעותי, בין שני הדורות, בגובה האוכלוסיה באזור (על סמך מספר הציקדות שנלכדו על הכלובים עם שיח אברהם בשני הדורות) נראה הבדל גדול בגובה האוכלוסייה בתוך הכרם בין שני הדורות. בדור השני, בו האוכלוסיה בכרם היתה נמוכה מאד, לא נמצא הבדל באוכלוסייה בין השורות "המוגנות" לעומת השורות מולן לא הוצבו שיחי אברהם (איור 4).

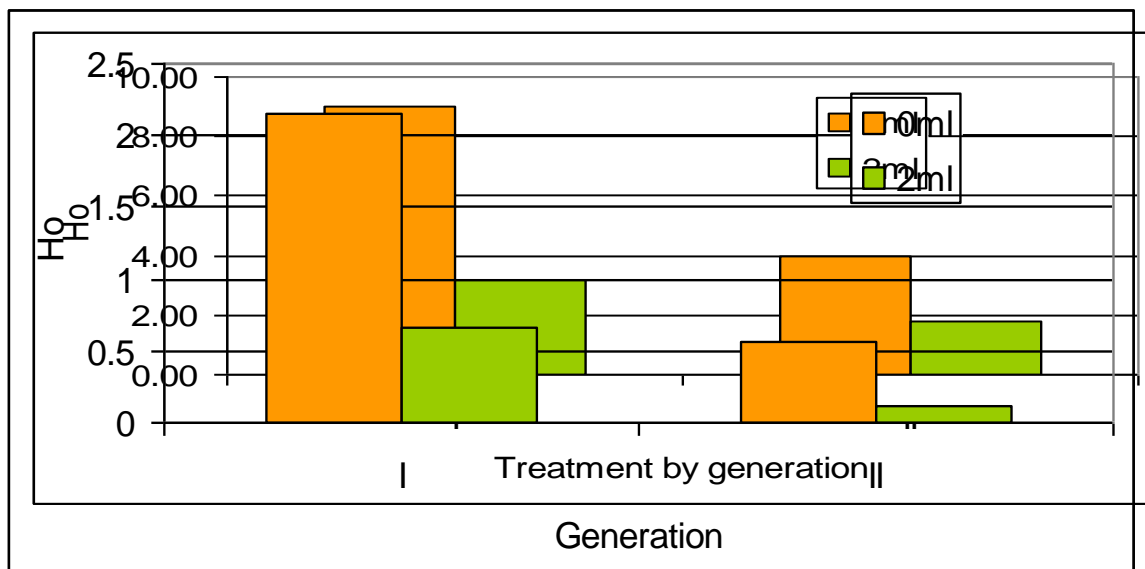


איור 7: מספר הציקדות הממוצע למלכות ליום שנמצא בכלובים המכילים שתילי שיח אברהם (cage), בשורות הלא "מוגנות" (control) ובשורות "המוגנות" (treatment).

ד. בחינת חומרים להדברת הציקדה.

חגורת הצמחים סביב הכרם טופלה בקונפידור (סמ"ק לשיח בכל אחד מהדורות של הציקדה) חוץ מ 4 מקבצים של 10 שיחים ששימשו כביקורת ליעילות החומר. תוצאות של ניסויי שאיבה בשנות הניסוי הראשונות הראו הבדלים מובהקים באוכלוסית הציקדות על שיחי אברהם מטופלים בקונפידור לעומת שתילי ביקורת (איור 8). תוצאה דומה התקבלה במעקב עם כלובי גיחה שהונחו צמוד לשיחים אחר גיחה של בוגרים מהקרע (איור 9) למרות ההבדלים שנימצאו אין הדברה מספקת של הציקדות ע"י חומר זה.

איור 8: ממוצע הציקדות שנשאבו משיח אברהם שטופל בקונפידור (2ml) לעומת שיחי הביקורת (0ml)



איור 9: ממוצע הציקדות שהגיחו במלכות שהוצבו תחת שיח אברהם שטופל בקונפידור (2ml) לעומת שיחי הביקורת (0ml) בשני דורות הציקדה.

כדי לבחון חומרי הדברה נוספים הוצב ניסוי הדברה בכרם זיתים (שגם בו יש אוכלוסיה של *H. obsoletus*). הניסוי הוצב בארבע חזרות של ששה עצים. ניבחנו נאוניקוטינואידים שונים, בריסוס או

הגמעה וטלסטאר המורשה להדברה של ציקדה ירוקה בכרם. התוצאות מוצגות בדו"חות משנים קודמות (2005-2006). למרות שעם כל החומרים נראתה ירידה מסוימת באוכלוסייה הירידה לא היתה מהירה מספיק ובמשך החודש שאחרי היישום נמצאו ציקדות בכל הטיפולים.

דיון ומסקנות

בצפון ישראל ברוב הגפנים (85%) הנגועות נמצאה הפיטופלסמה מטיפוס Stolbur (SP), בחלק קטן יותר (24%) פיטופלסמה מטיפוס Western X ו (AY) aster yellow, ובמעט מהמקרים ההדבקה כפולה של שני הטיפוסים (Orenstein et al., 2003). בגפן הפיטופלסמה עשויה להימצא בכל חלקי הצמח- עלים, שריגים, ענפים ושורשים, ופיזור הפיטופלסמה בחלקים השונים משתנה בתקופות שונות של השנה (Constable et al. 2003). הבראת גפנים נמצאה גם סימפטומטית וגם ברמה המולקולרית בגפנים שהיו נגועות בפיטופלסמה (Morone et al., 2008). במחקר הנוכחי מצאנו חיזוק לכך גם ברמת בדיקות ויזואליות- מרבית הגפנים הראו הבראה סימפטומטית לאחר שנה ומיעוטן לאחר שנתיים וגם ברמה המולקולרית- גפנים שהיו נגועות ולא הראו סימפטומים בשנה העוקבת נבדקו מולקולרית ולא נמצאו בן פיטופלסמות (לא בשריג ולא בשורש). הגפנים הניטעות כיום בארץ נקיות מהפתוגן וההדבקה מתרחשת בכרם ע"י הוקטור(ים) של המחלה. הציקדה Ho זוהתה בגרמניה וצרפת כמין היחיד עד כה שמעביר פיטופלסמות מטיפוס SP לגפן (Maixner, 1994; Sforza et al., 1998). במחקר הנוכחי נערכו הדבקות של גפנים באמצעות הציקדה ונמצאו תוצאות נסיבתיות המראות כי כאשר אוכלוסית הציקדה עולה בכרמים ישנה עליה בנגיעות הגפנים. נראה כי גם בישראל ציקדה זו היא הוקטור העיקרי למחלת הצהבון בכרם. במחקר הקדמי מצאנו כי שיח אברהם מושך את הציקדה (Sharon et al., 2005). במחקר הנוכחי נבדקה יכולתו של שיח אברהם לשמש כצמח מלכודת בכרמים. צמחי מלכודת הנם צמחים המושכים חרקים מזיקים הגדלים בקרבת הגידול או בתוך אזור גידול המטרה. נוכחותם מונעת את הגעת המזיק לגידול העיקרי (Schoonhoven et al., 1998). מצאנו כי לשיח אברהם עוצמת משיכה גבוהה לציקדות כאשר הצמחים מוצבים בחגורה סביב הכרם - אוכלוסית הציקדות עלתה ונמצאה בעיקר על שיחי אברהם. יחד עם זאת, חוסר הצלחה בהדברת הציקדה ויכולתה ליצור אוכלוסייה מבוססת על הצמח גרמה לעלית הנזק בכרם. הצבת השתיל בכלוב מונעת את התבססות הציקדה. בבדיקות שערכנו מצאנו כי למרות הכלוב נמשכת הציקדה לשיח אברהם ממרחקים של מאות מטרים. בניסוי הקדמי שערכנו מצאנו כי הצבת כלובים ובהם שיח אברהם סביב הכרם יכולה לשמש כמלכודת ויתכן שמוקטנת חדירת הציקדה לכרם.

מקורות

- Constable F.E., Gibb K.S. and Symons R.H. 2003. Seasonal distribution of phytoplasma in Australian grapevines. *Plant Pathology* 52:267-276.
- Langer M., Maixner M., (2004). Molecular characterization of grapevine yellows associated phytoplasmas of the stolbur group based on RFLP-analysis of non-ribosomal DNA.- *Vitis*, 43 (4): 191-199.

- Maixner M. (1994). Transmission of German grapevine yellows (Vergilbunskrankheit) by the planthopper *Hyalesthes obsoletus* (Auchenorrhyncha: Cixiidae). *Vitis* 33:103-104.
- Maixner M., (2006) Grapevine yellows – Current developments and unsolved questions, pp. 86-88. In: *Extended Abstracts 15th Meeting of the International Council for the Study of Virus and Virus-like Diseases of the Grapevine (ICVG)*, Stellenbosch, South Africa, 3-7 April 2006.
- Morone C., Boveri M., Giosuè S., Gotta P., Rossi V., Scapin I., and Marzachi C. (2008). Epidemiology of Flavescence Dorée in Vineyards in Northwestern Italy. *Phytopathology* 97 (11): 1422-1427
- Orenstein S., Zahavi T., Nestel D., Sharon R., Barkalifa M & Weintraub P.G. (2003). Spatial dispersion patterns of potential leafhopper and planthopper (Homoptera) vectors of phytoplasma in wine vineyards. *Ann. Appl. Biol.* 142:341-348).
- Riolo P., Landi L., Nardi S. & Isidoro N.. (2007) Relationships among *Hyalesthes obsoletus*, its herbaceous host plants and “bois noir” phytoplasma strains in vineyard ecosystems in the Marche region (central-eastern Italy). *Bulletin of Insectology* 60 (2): 353-354.
- Schoonhoven LM, Jermy T, Van loon JAA. (1998). *Insect-plant biology. From physiology to evolution.* Chapman and Hall. London. Pp383.
- Sforza R., Clair D., Daire X., Larrue J. & Boudon-Padieu E. (1998). The role of *Hyalesthes obsoletus* (Hemiptera: Cixiidae) in the occurrence of Bois noir of grapevines in France. *J. Phytopathology* 146:549-556.
- Sharon R, Soroker V, Wesley D, Zahavi T, Harari AR, Weintraub PG (2005) *Vitex agnus-castus* is a preferred host plant for *Hyalesthes obsoletus*. *J Chemical Ecol* 31: 1051-1063 .

