

# תרומתם של ווקטורים למחלות צמחים בישראל

← פרופ' בני רקח, המחלקה לחקר מחלות צמחים ועשבי בר, המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי  
braccach@volcani.agri.gov.il; www.agri.gov.il/en/people/789.aspx



י. הרפז את מציאותו של אחד הווירוסים החשובים ביותר בעגבניות בארץ ובעולם, הווירוס כונה צהבון האמיר של העגבנייה. בעבודתו הראה ד"ר כהן את חלקן של כנימות העש בהעברת הווירוס, מקורות הבר של הווירוס בארץ ואופן התפשטותו. מחקרים של השנים האחרונות מצביעים על קיום של תת מינים של כנימות עש השונים זה מזה בכושר ריבוי וביעילות ההעברה.

המחקר בישראל הצטיין שנים רבות ביישום שיטות להפחתת הנזקים הנגרמים מ"ו ווירוסים, הנישאים ע"י כנימות עלה או כנימות עש בגידולים חד שנתיים בשטח הפתוח או בבתי גידול חסויים. כך למשל השימוש בשמנים מינראליים החל משנות ה-70 בעיקר בשלבי הגידול הראשוני ובמשתלות, הביא להפחתה ניכרת של הנגיעות הראשוניות בשדות (עבודות שהחל בהן פרופ' לובנשטיין, והמשכנו בהן בשנות ה-80 וה-90 (למשל עבודתו של גב' נטע מור לריכוזי מגפת צהבון המור זאיקה של הקישוא בבקעת הירדן). הצלחה אחרת התקבלה ע"י אימוץ שיטת ההגנה ההדרית למניעת מגפות של גרעים אל-מיים. בראשית שנות ה-90 הבאנו מצרפת גזע מתון של ZYMV שאומץ אח"כ ע"י חברת ביו-עזו ויושם בשדות רבים של דילועיים ברחבי הארץ, בשנים בהם המגפות של הווירוס הזה היו מכת מדינה.

בעשור האחרון גילו ד"ר י. אנטוניגנוס וחבריו את חשיבותן של יריעות ורש-תות הפלסטיק בולעות UV בשיבוש החדירה והנחיתה של כנימות עש ובכך,

המרוכז האפידמיולוגי. שינויים כאלה התרחשו כאשר הוכנס צמח רגיש לסביבה בה היה קיים גורם המחלה והווקטור, או כאשר הייתה חדרה מהירה או הדרגתית של ווקטורים חדשים ויעילים לאזור בו היו קיימים זה בצד זה צירופים רגישים של צמחים וגורמי מחלה.

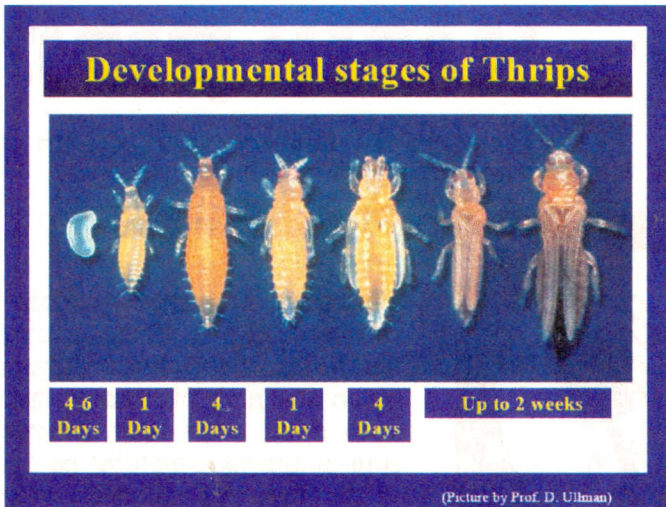
דוגמא ידועה להתפשטות מגפתית הייתה תה התמוטטות תעשיית ההדרים בכרזיל בשנות ה-40 של המאה הקודמת, עקב הכנסת נגיף הטריסטזה של ההדר, לאי-זור בו הייתה כנימת עלה הציטריצידוס וצירוף רגיש של כנה ורוכב של הדרים. בעשר השנים האחרונות, מתפשטת כנימת העלה הנ"ל צפונה והיא כבר מצויה בדרום ארה"ב ומחייבת את תעשיית ההדרים האמריקנית לעבור לכנות עמידות לוורוס.

כדוגמא של התפשטות ווירוס כתוצאה של כניסה של מין חדש של ווקטור ניתן להביא את כניסתו לארץ של תריפס הפרחים המערבי (תפ"ם) (תריפס קליפורני) בסוף שנות ה-80. נוכחות של ווירוס כתמי הנבילה של העגבנייה הייתה ידועה בארץ, אך תפוצתו הייתה מוגבלת ביותר בשל יעילותו הנמוכה של הווקטור תריפס הבצל שהיה קיים בארץ. רק כניסתו של ווקטור יעיל הביא להתפשטות מגפתית של ווירוס כתמי הנבילה.

מחלות ווירוס רבות בארץ תוקפות גידולים חד שנתיים (ירקות ופרחים). במרבית המקרים הווקטור של מחלות ווירוס אלו הן כנימות עלה וכנימת עש הטבק. מרבית הצמחים השנתיים נתקפים בווירוסים חולפים, המועברים ע"י כנימות עלה (למשל ווירוס Y של תפוחי אדמה (PVY) התוקף תפוחי אדמה ופלפל, צהבון המוזאיקה של הקישוא (ZYMV) התוקף דילועיים, ווירוס המוזאיקה של המלפפון (CMV) התוקף ירקות ופרחים רבים). רבים מן הנגיפים הללו גורמים נזק כלכלי כבד. המחקר היישומי שואף לזהות את מין כנימות העלה המעורב בהעברה, את התדירות היחסית של מינים אלו באוכלוסייה במהלך העונה, ויעילות היחסית של כל אחד ממיני הכנימות בהעברה. ידע זה מסייע בפעולות המניעה הדרושות להפחתת הנזקים. בשנות ה-60 גילו ד"ר שלמה כהן ופרופ'

רבית מחלות הצמחים הנגרמות ע"י נגיפים, פיתופלסמות וספירופלסמות תלויות כמעט באופן מוחלט בחרקים (ווקטורים) להעברתם בין צמחים. בניגוד לבעלי חיים, שהם ברי תנועה ומרביקים זה את זה ע"י מגע, שיעול והתעטשות, הצמחים מעוגנים באדמה ומרביתם לא מנגעים זה את זה במגע, ולכן כה גדולה חשיבותם של ווקטורים להפצת גורמי המחלה. מחקר הנגיפים ועימו מחקר הווקטורים הוא בן מעט למעלה מ-100 שנים. העידות הכתובה הראשונה להעברת נגיף של צמחים ע"י חרק, נכתבה ביפנית בראשית המאה ה-20 ביפן (ווירוס גמרון האורז המועבר ע"י צידקית האורז). בשנות ה-30 של המאה הקודמת, עסקו בהרחבה באפיון ולימוד הביולוגיה של העברת נגיפים צמחים ע"י חרקים בעיקר באנגליה ובארה"ב. בארץ, ראשוני החוקרים של מחלות צמחים חברו לחוקרי חרקים (הפרופ' י. רייכרט, ש. בודנהיימר, צ. אביב ו' הרפז המנוחים) בניסיון ללמוד את חלקם של חרקים בהעברת מחלות צמחים נגיפיות. באופן זה נתגלה קשר בין גורל אוכלוסיות כנימות עש הטבק לתופעה ויראלית המזכירה את צהבון האמיר של העגבנייה עוד בטרם אופיינו גורם המחלה. יש לצייץ את עבודתם הראשונית של הפרופ' לובנשטיין והרפז שהראו ששתי מחלות נגיפיות של בטטות נבדלות זו מזו בכך שאחת מועברת ע"י כנימות עלה והאחרת ע"י כנימת עש הטבק.

מחקר מגפות צמחים (אפידמיולוגיה) מאפשר לקבוע את הגורמים הקובעים התפשטות מחלות בזמן ובמרחב. במחקר זה מקובל המשולש האפידמיולוגי הכולל את גורם המחלה (פתוגן), הפונדקאי והסביבה. במקרים בהם מעורבים ווקטורים בהתפשטות מחלות, מתווסף גורם רביעי (הווקטור). באפידמיולוגיה מקובלים ארבעה מצבי מחלה: בריא (אין מחלה), מצב סטאטי (המחלה אינה מתפשטת) מצב אפידמי (מצב בו המחלה מתפשטת בזמן ובמרחב) ומצב אנדמי (בו כל האוכלוסייה נגיעה ולכן אין התפשטות נראית לעין). המעבר של מחלות ממצב סטאטי או בריא למצב אפידמי יכול לקרות כאשר חל שינוי באחד או יותר מהגורמים במשולש או

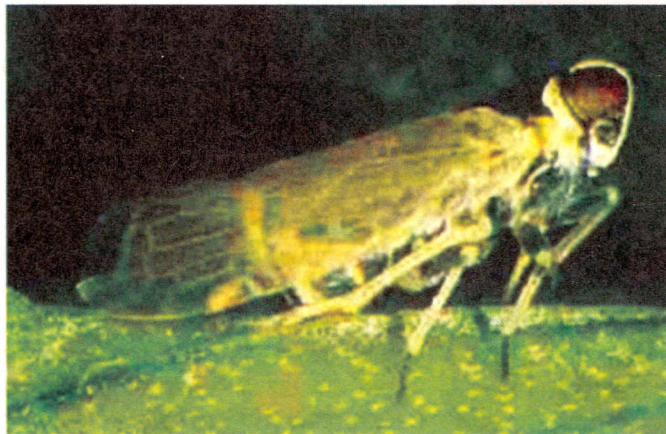


(Picture by Prof. D. Ullman)

תריפס הפרחים המערבי



ציקדית הסלק ווקטור של העלעלת



ציקדית היאלסטס ווקטור של צהבון הגפן



כנימת עלה האפרסק

מחקר מולקולארי בשנות ה-90 הביא לגילוי גנים וחלבונים ויראליים המעורבים בתהליך ההעברה ע"י כנימות עלה. מוטאציות בגן שמקודד לחלבון המעטפת גרמו לאובדן יכולת ההעברה ע"י חרק (גם בוורוסים בקבוצת ה-Y, ב-CMV ובי-לוטאוורוסים) (רקח וחובריו). מחקרים על הגנום של כנימות עלה שנעשו לאחרונה ע"י ד"ר דומברובסקי וחבריו, גילו חלבונים של כנימות עלה המעורבים ביחסי הגומלין עם חלבוני הווירוס. אפשר לכן להניח, שכלי המחקר הקיימים היום ישפכו אור נוסף על מנגנון העברת נגיפים ע"י חרקים.

בסיכום, הנחת היסוד שלנו היא שהמגוון של החקלאות הישראלית יחד עם הרצון להעשיר את מיני המיובאים לארץ, מביאים עימם סיכון של החדרת גורמי מחלה לא ידועים, או לא נפוצים. השונות האקלימית (החל באקלים מדברי בדרום עד לאקלים הממוזג בצפון) מאפשרים לזרעים טורים ממקורות גיאוגרפים שונים לפעול בארצנו. מצב המחייב מעקב מתמיד אחר ווקטורים פוטנציאליים, שלימוד הביולוגיה שלהם יכול לאפשר למחקר לנקוט באמצעים שימזערו מגפות בגידולים קיימים וחדשים.

מחלות צהבון אחרות אשר נגרמות ע"י מיני פיתופלסמה מועברות גם הן ע"י ציקדות.

ווקטור של פיתופלסמה הגורמת למחלת האדמת האמיר בתפוחי ארמה נתגלה בראשית שנות ה-70 בגולן. ד"ר שרה ציימרמן והחתום מעלה ניסו לאתר את הווקטור של פיתופלסמה זו ואחרי מעקב נמצא שציקדית שורשים הקרויה היאלסטס או-בסולטוס, שמקורה מעבר לגבול הסורי מעבירה את גורם המחלה לתפוחי הארמה. ייתכן ובשל מחלה זו, נפסק הנסיון לגרל תפוחי ארמה לזרעים בגולן.

מאוחר יותר כאשר הגולן נהיה לאזור גידול זני גפן יין משובחים, נתגלתה ע"י הד"ר זהבי ותנא מחלת צהבון בון שרדור נה הגורמת לניוון כרמים. השיטות המוקולריות הקיימות איפשרו להגדיר את גורם המחלה כפיתופלסמה. לאחרונה הראו שרון וחבריה שאותה ציקדית השורשים היאלסטס אובסולטוס שהעבירה את האדמת האמיר בתפוחי ארמה, היא כנראה גם הווקטור של צהבון הגפן בגולן. גם כאן כמו במקרים אחרים, נוכחותו של ווקטור במקום בו ישנו גורם המחלה וגידול רגיש מביא להתפשטות המחלה.

הביאו להפחתה משמעותית של יכולת הפצת הווירוס בכתי גידול. ממצאים אלו של ד"ר אנטיגנוס יושמו ברחבי העולם בהצלחה.

לא רק נגיפים מועברים ע"י חרקים. אחד מגורמי המחלה שאינו ווירוס ומועבר ע"י ציקדות הוא הספירופלסמה צייטרי המסתבטא במחלת העלעלת בהדרים. המחלה נחקרה בארץ ע"י רייכרט ופרל-ברגר עוד בשנות ה-30. באותה עת לא נודע עדיין אופיו של גורם המחלה. רק בשנות ה-70 בודדו לראשונה בו זמנית בצרפת ובקליפורניה את הספירופלסמה צייטרי. מספר שנים אחר כך נמצא שציקדית הסלק (צירקולופר טנלוס) הוא החרק אשר מעביר באופן טבעי את גורם המחלה מצמחי בר נגועים להדרים בקליפורניה. מסתבר שמקורה הראשוני של קבוצת ציקדיות הסלק הוא אזור הים התיכון. לכן, הראו ד"ר מ. קליין וחבריו את קירמו של קומפלקס מיני ציקדיות הדומות זו לזו מורפולוגית וכולן מוגדרות כציקדית הסלק. מאוחר יותר בשנות ה-80 וה-90 מצאו רסולי, אלמידה קליין ורקח שרק תת מינים מסוימים של ציקדית הסלק מעבירים את גורם העלעלת בישראל.