



פרופ' בני זור

כנסיך Plum Pox:

העברה באמצעות כנימות עלה ואופן התפשטותו במטעים

מה ניתן ללמוד מאחרים?

בני זור / פרופ' אמריטוס, לשעבר חוקר במכון להגנת הצומח, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני



באדיבות: www.azoresbioportal.angra.uac.pt

בארץ והעיסוק בו מתקיים תוך דאגה לגורל ענף הגלעיניים. מאחר שהמחלה לא נמצאה בארץ בעבר, עליו להיעזר בעבודות של חוקרים ממדינות אחרות ובעיקר מאירופה. אחד הנושאים החשובים בו ידון מאמר זה הוא ההעברה הטבעית וההתפשטות של המחלה במסע עים, כאשר העבודות הרלוונטיות ביותר עבורנו נעשו בעיקר בצרפת וספרד.

ההתפשטות הגיאוגרפית של המחלה מעלה שתי אפשרויות לפחות: העברה על ידי האדם בשימוש בחומר ריבוי נזע, וכן העברה באמצעות כנימות עלה מעופפות. מאמר זה, יעסוק בהעברה באמצעות כנימות עלה ומשמעותה לגבי פוטנציאל העברת הגוף והתפשטותו במטעי גלעיניים בארץ.

הגוף *PPV* שייך למשפחת ה-Potyvirus (פוטיווירוסים), קבוצת נגיפים גדולה המועברת באמצעות כנימות עלה באופן חולף ותוארה בעבר בהרחבה (Raccach et al., 2001). מרבית הנגיפים בקבוצת ה-Potyvirus מגיעים וידולים חד שנתיים שריבויים באמצעות זרעים (למ' של, וירוס Y של תפוחי אדמה המנגע את משפחת הסולניים, וירוס צהבון המוזאיקה של הקישוא המנגע דלועיים וירוס המוזאיקה של השעועית המנגע גלדילות וקטניות). לעומת זאת, *PPV* וירוס הכתמים הטבעתיים של הפפאיה (*Papaya Ringspot Virus - PRSV*)

אחרונה התגלה במטע גלעיניים בישראל הפתוגן Plum Pox Virus - PPV והעיסוק בו מתקיים תוך דאגה לגורל ענף הגלעיניים בארץ. מאחר שהמחלה חדשה במחזוריותו עליו להיעזר בעבודות של חוקרים ממדינות אחרות, ובעיקר לדון בהעברה הטבעית וההתפשטות של המחלה במטעים. מאמר זה יעסוק בהעברת הפתוגן באמצעות כנימות עלה מעופפות, ומשמעותה לגבי פוטנציאל התפשטותו במטעי גלעיניים בארץ

מבוא

מחלת השרקה הנגרמת מהגוף *Plum Pox Virus - PPV*, הפתוגן ההרסני ביותר עבור עצי פרי גלעיניים, תוארה בפירוט במהלך השנים ב'עלון הנוסע' (שפיגל ש, 2013). לאחרונה התגלה הפתוגן במטע

בתמונה למעלה: כנימות עלה *Myzus persicae*
צילמה: Silvia Bettencuort

הספיראה מעבירה PPV. מהר מאוד הסתבר שמיוני הכנימות המאכלסים גלעניים אינם בהכרח המעבירים (וקטורים) העיקריים של הנוף. בפרסום משנת 1984 של שניים מן הבכירים בחוקרי כנימות העלה (Aphids), האנטומולוגים Blackman and Eastop, מוצגים המיונים המאכלסים שזוף (למרביתם לא ניתן שם עברי עדיין):

Pterochloroides persicae, *Hyalopterus pruni*, *Brachicaudus helichrysi*, *Brachicaudus prunicola*, *Brachicaudus cardui*, *Brachicaudus persicae*, *Phorodon humuli*, *Hysteroneura setariae*, *Rhopalosiphum nymphaeae*, *Aphis spiraeicola*.

בצרפת נמצא שרק מיעוט של המיונים שולכדו במטע זה העביר את ה-PPV (חלקם מובא בטבלה). על כן נחוצה הייתה אסטרטגיה אחרת על מנת לקבוע את מיוני כנימות העלה שאחראים להעברה הטבעית של PPV במטע. היה צורך בשלב ראשון לקבוע את הרכב אוכלוסיית הכנימות הנוחתות במטע ובשלב שני לבחון את היכולת הדיפוזיציונלית של מיונים שונים באוכלוסייה הנולכת להעביר את הנוף ה-PPV. לצורך קביעת הרכב אוכלוסיית כנימות העלה הנוחתות במטע גלעניים השתמשו בשיטות מקובלות, כמו מלכודות מים צהובות, מלכודות דבק צהובות ומלכודות רשת אנכיות. פירוט המיונים המעבירים ושאינם מעבירים באוכלוסייה נולכת בדרום צרפת, המוצגות בטבלה, פורסם על ידי לבון וחוב' ב-1995 ומייצג את הממצאים של עבודות קודמות (Labonne, et al., 1988; Labonne et al., 1995). על פי לבון וחוב' (1988), יעילות ההעברה של PPV באמצעות כנימות עלה גם בתנאים מיטביים הייתה נמוכה באופן ניכר משיעורי ההעברה שורשמו לגבי נגיפים אחרים בקבוצת ה-Poly בצמחים חד שנותיים. כתלופה ניסויית גידול לבון וחוב' במעבדה את המיונים הנלכדים ובחנו את היעילות הספציפית של העברת PPV באמצעות מיוני הכנימות השונים. המחקר העלה שלא ניתן היה לקבל העברה של PPV כאשר נעשה שימוש בכי יומה בודדת או בכנימות ספורות. ממצא זה היה נכון גם כאשר נעשה שימוש במיוני כנימות הידועים ביעילות ההעברה שלהן (כמו למשל כנימת עלי האפרסק *Myzus persicae*).

על כן המחקר הצריך שימוש בקבוצות של עשרות כנימות, לרוב כ-40, לכל צמח בוחן. ממצא זה של יעילות העברה נמוכה מסביר מדוע לא התאפשר לחוקרים להשתמש בכנימות הנוחתות במטע לצורך בחינת יכולתן להעביר, כפי שנעשה עם נגיפים אחרים בקבוצה זו (PVY) בפלפל, וירוס המוזאיקה של הסויה (*Soybean Mosaic Virus - SMV*) (Raccach, 1986). מכאן, שלבון וחוב' (1995) גזרו את חשיבותם של מיוני כנימות עלה בהעברה על פי התדירות של כל אחד מהמיונים באוכלוסייה ועל פי היעילות הספציפית של כל מין בהעברת PPV במעבדה (ראה טבלה).

ממצאיהם הצביעו על שתי תופעות משמעותיות: הראשונה כב אוכלוסיית הכנימות הנוחתות במטע משתנה משנה לשנה, ומיוני כנימות עלה שאינן בהכרח מאכלסות גלעניים ימים יכולים להוות מעביר (וקטור) יעיל לנוף. לממצא השני חשיבות גדולה כאשר שוקלים אמצעים להפחתת

מונעים צמחים רב שנותיים. ה-PPV יוצא דופן במשפחת נגיפים זו בכך שהינו מונע צמחים מוצצים רב שנותיים השייכים לסוג *Prunus*.

מה ידוע על העברת נגיפים באמצעות כנימות עלה?

העברת נגיפי צמחים באמצעות כנימות עלה ידועה מזה כ-90 שנה. ניתן לחלק את אופן ההעברה לשלוש קבוצות (Raccach, 1986), המבוססות על משך הנשיאה וההשתמרות של הנוף בכנימת העלה (Retention): העברה חולפת (Non persistent), העברה חצי מתמידה (Semi persistent) והעברה מתמידה (Persistent).

■ **העברה חולפת:** כנימת העלה 'רוכשת' את הנוף מן הצמח הנוגע באמצעות נגיפת החדק שלה ברקמת העלה, לרוב מהאפידרמיס, וזאת בתוך דקות. מיד לאחר העברת הנוף אל הכנימה יכולה זו, פוטנציאלית, לנגוע צמח בריא, אולם תאבד את יכולת ההעברה אם לאחר רכישת הנוף תיוון על צמח ביניים. כמו כן, יכולת ההעברה יורדת מאוד אחרי ניגוע של צמח אחד או שניים. כנימת עלה שרכשה את הנוף בשלב החל ומתנשלת, מאבדת את יכולת ההעברה.

■ **העברה חצי מתמידה:** הליך רכישת הנוף ממושך יותר ונמדד בחלקי שעות. לרוב נרכש הנוף מרקמות ההובלה של הצמח הנוגע. בדומה להעברת החולפת, גם כאן הכנימה יכולה פוטנציאלית לנגוע צמח בריא מיד לאחר השלמת הרכישה. אחת המחלות הנגיפיות הנגרמת מנוף המועבר בצורה חצי מתמידה היא מחלת הטריסטזה של ההדר.

■ **העברה מתמידה:** משך הרכישה מתארך לשעות עד ימים. כנימת העלה יכולה לנגוע צמח בריא רק לאחר תקופת דגירה של הנוף בתוכה (הזמן הדרוש לנוף לנדוד מחלל הבטן לבלוטות הרוק). בניגוד להעברה חולפת וחצי מתמידה, בצורה זו של העברה הכנימה ממשיכה לפעול תקופה ארוכה ויכולה לנגוע סדרה של צמחים בריאים בזה אחר זה.

מה ידוע על ההעברה של PPV באמצעות כנימות עלה?

איפיון ההעברה של PPV עם כנימות עלה נעשה בעיקר בצרפת ואחר כך בספרד. החלוץ בעבודה זו היה Dr. Leclant, שכבר בשנת 1973 הראה שכנימת

טבלה מוצגת רשימת מיוני כנימות העלה מאזור בדרום צרפת שנומצאו מעבירות את ה-PPV (על פי Labonne et al., 1995)

מין הכנימה	שם עברי (אם קיים)	תוצאות **	מעביר (וקטור) של PPV	פונדקאי גלעני	פונדקאי עיקרי
<i>Aphis arbuti</i>		13/80	חדש	לא	<i>Arbutus unedo</i>
<i>Aphis craccivora</i> *	כנימת הקטניות	112/200	ידוע	לפעמים	רב פונדקאי
<i>Aphis fabae</i> *	כנימת הפול	27/160	ידוע	לפעמים	רב פונדקאי
<i>Aphis gossypii</i> *	כנימת הדלועיים	44/320	ידוע	לפעמים	
<i>Aphis hederae</i>		33/80	חדש	לא	<i>Hedra helix</i>
<i>Aphis spiraeol</i> *a	כנימת הספיראה	76/160	ידוע	לפעמים	רב פונדקאי
<i>Dysaphis plantagine</i>		4/80	חדש	לא	<i>Malus sp.</i> , <i>Plantago sp.</i>
<i>Dysaphis pyri</i>	כנימת האגס	7/80	חדש	לא	<i>Pyrus sp.</i>
<i>Megoura viciae</i> *	כנימת האספסת	7/80	חדש	לא	קטניות
<i>Myzus persicae</i> *	כנימת האפרסק	122/200	ידוע	כן	רב פונדקאי
<i>Macrosiphum rosae</i> *	כנימת הוורד	72/120	חדש	לא	מיוני ורדים
<i>Rhopalosiphum padi</i> *	כנימת הדגן	34/120	חדש	בסתיו	גלעניים ודגן
<i>Sitobion fragariae</i>		4/80	חדש	לא	מיוני <i>Rubus</i> , דגן
<i>Uroleucon sonchi</i> *	כנימת המרור	29/120	חדש	לא	מיוני <i>Sonchus</i> , חסה

* כנימות עלה הנפוצות בארץ. לגבי האחרות אין כרגע מידע.

** הנתונים בעמודות התוצאות רוצים לומר (לדוגמה): 13 מתוך 80 כנימות שנבדקו העבירו את הנוף.

במטע (מלכודת מים צהובות, מלכודות דבק צהובות) ושיפרו את הלכידה באמצעות חשיפה של ענפים ועלים דביקים. שיטת הלכידה על עלים וענפים דביקים נמצאה היעילה ביותר לאומדן אוכלוסיות הכנימות הנוחתות על עצי משמש (Avinet et al., 1993).

בספרד נמצא שהמין הנפוץ ביותר במטעי גלעניים הוא כנימת עלה הדלועים, ולאחריו כנימת הספיראה, כנימת הפול ו-*Hyalopterus pruni* (Avinet et al., 1993). לעומת זאת, בשנים מאוחרות יותר נמצא על שזיף יפני הרכב שונה: המין הנפוץ ביותר היה כנימת הספיראה (43%) ולאחריו כנימת הדלועים (18%). מינים אחרים כמו כנימת הקטניות וכנימת האפרסק נלכדו בשיעור נמוך מ-10% (Cambra et al., 2004). יש להדגיש שכל ארבעת המינים הנ"ל נפוצים בארץ ויכולים לנחות ולהזוין מעלים של עצי גלעניים במטע.

חשיבות המחקר האפידמיולוגי

מחקר אפידמיולוגי של מחלות צמחים מתאר התפשטות מחלה בין פונדקאים בריאים. שלושה גורמים מרכזיים מכתיבים את ההתפשטות: גורם המחלה, רגישות הפונדקאי והשפעת גורמי סביבה. מאחר שלגופים אין מנגנון תנועה עצמאי מותנית תנועתם בוווקטור שמעביר אותם (או באגרוטכניקה של המגדל), ועל כן לכנימות עלה, במקרה של ה-PPV, יש חשיבות בהעברה של גורם המחלה לעצים בריאים. התפשטות ה-PPV במטע תלויה בנוכחות של נגיעות ראשוניות (עצים שהגיעו נוגעים ממשתלות או עצים שנדבקו באמצעות חרקים מבק-

ההתפשטות הטבעית של המחלה במטע (ראה טבלה).

לאישוש שיטת הניסוי נבחנו בסך הכל 31 מיני כנימות שנאספו במטע ותשעה מיני מעבדה. מתוך 31 המינים, 14 נמצאו כמעבירי PPV, חמישה מינים הניבו רק שתי הדבקות בחלק מן הניסויים, בעוד ש-21 מינים לא העבירו את הנוף. תשעה מיני כנימות נמצאו לראשונה כוווקטורים של PPV. לחלקן חשיבות לא בשל יעילותן, אלא בשל תפוצתן (כמו כנימת הדגן *R. padi*) (על פי Labonne et al., 1995).

מסקנות המחקרים על ניטור אוכלוסיות של כנימות עלה במטע

- למרות שבשיחים ובצמחי בר נמצאו אוכלוסיות גדולות של כנימות, מרבית המינים לא העבירו את ה-PPV;
 - בעבודת האיטוף והניטור ובבחינות יכולת ההעברה נמצאו מינים שלא היו ידועים קודם לכן כוווקטורים של PPV, ביניהם כנימת הדגן *Rhopalosiphum padi*, הנפוצה על דגני בר;
 - נמצא שאין קורלציה בין יכולת מין הכנימה לאכלס גלעניים לבין יכולת ההעברה של PPV;
 - סביר אם כן להניח שמרבית ההפצה של ה-PPV במטעים נעשה באמצעות כנימות מבקרות ולא כנימות מאכלסות. יש לציין שממצא זה נמצא נכון לגבי העברה של גופים חולפים אחרים בידולים אחרים באמצעות כנימות עלה (Raccach, 1986).
- עבודתם של לבון וחוב' קיבלה חיזוק משמעותי ממחקרים דומים שנעשו בספרד. גם שם יישמו דרכים דומות לניטור אוכלוסיות מיני הכנימות המעופפות ונוחתות

חולפת. כפי שצוין לעיל, כנימות מצופפות נושאות וירוס הנוחחות (ולו לזמן קצר) במטע הן הגורם העיקרי להפצה טבעית, ולכן סביר להניח שריסוס מניעה לא יועיל ולא ימנע את הפצת הגוף. לעומת זאת, הכי רת מיני הכנימות המעבירים את הגוף בארץ יכולה לסייע ביצירת חיץ או בדילול אוכלוסיית הצמחים שמשמשת להם פונדקאי.

רשימת ספרות

1. Avinent L., Sanchis A., Hermoso de Mendoza A., Llacer G., Garcia S. (1993): Transmission del virus de la Sharka y sensibilidad varietal en albaricoquero. In Proc. II Congreso iberico de cieincias hortcolas, Zaragoza 27-30 abril 1993, pp. 200-206.
2. Blackman R.L., Eastop V.F. (1984): Aphids on the world's crops. P. 466. John Wiley & Sons, Chister and New York.
3. Cambra M., Capote N., Cambra M.A., Botella P., Lopez-Quilez A. (2004): Epdemiology of sharka disease in spain. EPPO Bull. 36: 271-275.
4. Labonne G., Quiot J.B., Hubert I. (1988): Les pucerons vecteurs de la Sharka dans un verger d'abricotier, Montfavet, Juin 1987, CCE rapport EUR 11429 FR. Pp. 25-32.
5. Labonne G., Yvon Quiot J.B., Avinent L., LLacer G. (1995): Aphids as potential vectors of plum pox virus: comparison of methods of testing and epidemiological consequences. Acta Horticulturae 386: 207-218.
6. Raccab B. Huet H., Blanc S. (2001): Potyviruses in "Virus-Insect-Plant interactions", Harris K.F., Smith O.P., Duffus J.E. Eds. Academic press New York and London, pp 181-206.
7. Raccab B. (1986): Nonpersistent viruses: epidemiology and control, Adv. In Virus Resarch 31: 387-429.
8. שפיגל ש. (2013): אשר יגורנו בא: הגוף *PPV*, גורם מחלת *Sharka* בגלעניים, כאן. 'עלון הנוסע' 67: עמ' 14-16.

רים ממטע אחר), בנוכחות משמעותית של מיני כנימות עלה בעלי יכולת העברה ובתנאי סביבה רצויים לפעילות כנימות העלה ולהתרבות הגוף בעץ. התפשטות הגוף ובחנות בשני פרמטרים מרכזיים:

■ **התפשטות במרחב:** זו מתארת את מיקום הגניעות החדש בקרבת המוקד הראי שוני. אם עיקר ההדבקה נגרם באמצעות מיני כנימות המאכלסות את הפונדקאי, קיימת סבירות גבוהה להידבקות של עצים סמוכים לעץ הגנוע. אם ההדבקה נגרמת באמצעות מינים לא מאכלסים המגיעים ממרחק, פיזור הגניעות הוא אקראי (בלתי תלוי בגניעות קודמת).

■ **התפשטות טמפורלית (לאורך זמן):** זו מתארת את קצב התפתחות המחלה במטע. מימד הזמן מושפע מארבעת הגורמים שזכרו לעיל: שיעור המדבק הראשוני ומידת עבירותו, רגישות הפונדקאי, מציאות מיני כנימות עלה בעלי יכולת העברה ותנאי סביבה נאותים.

מחקר אפידמיולוגי נערך בצרפת (Labonne et al., 1995) ובספרד (Avinent et al., 1993). בספרד נעשה שימוש בידע שהצטבר בניתוח התפשטות גופים אחרים במטע (כמו הטריסטוזה של ההדר) להבנת התפשטות ה-*PPV*. ניתוח פיזור הגניעות במטעי שזיף ומשמש מעלה שההסתברות שעץ שכן לעץ גנוע יוגע, היא נמוכה. לדעת המחקרים, סביר להניח שאין הכרח בתנועה של כנימות נושאות גוף מעץ גנוע לשכנו. מאחר שמרבית ההדבקה הטבעית צפויה מכנימות עלה מצופפות מבקרות, סביר להניח שפיזור הגניעות ב-*PPV* במטע תהיה אקראית.

מסקנות

המסקנות שעלינו ללמוד לגבי אפשרות החדירה וההתפשטות הטבעית של *PPV* בארץ כוללות צורך לקבוע את מידת העבירות של גזע הגוף באמצעות כנימות עלה, הרכב האוכלוסייה של כנימות עלה הנוחתת במטע (בארץ יש ניסיון בשימוש במי למודות ייקה לצורך מחקר מסוג זה), וכן זיהוי מיני הכנימות הנוחתות במטע (ולא בהכרח המאכלסות גלעניים) וקביעת חלקן היחסי בהעברת גוף ה-*PPV*. כאמור לעיל, מטבע הדברים אין לנו נתונים על העברה טבעית של *PPV* בארץ ובשלב זה עלינו ללמוד מניסיונם של אחרים בארצות בהן הגוף נמצא מזה שנים. יש להדגיש שהממצאים הן מצרפת והן מספרד מצביעים על כך שריסוסים לקטילת כנימות עלה במטע לא ימנעו בהכרח את התפשטות ה-*PPV*. בעבודות קודמות הוכח שאפילו חוד מרי הדברה מהירי קטילה לא מהירים דים למוניעת הדבקה של וירוס המועבר בצורה