



ד"ר תרצה זהבי

השפעה של וירוס קיפול העלים 2 על יבול הגפנים ואיכותו בכרם יין

תרצה זהבי / שה"מ, משרד החקלאות
(tirtzaz@yahoo.com)

יהודה יהודה, שירה רייקין, ריטה מונטאר, עומר קראין, מאור תומר / מו"פ צפון



צלום: ד"ר תרצה זהבי

של וירוס מס' 2 על הגפן. בבדיקות מעבדה שנערכו בארץ בשנים האחרונות לגפנים שביטאו תסמיני האדמה אך נמצאו שליליות לוורוס מס' 3 התברר כי גם וירוס מס' 2 נמצא בכרמים בשיעורים שונים. מאחר שהידע על ההשפעה של וירוס זה על הגפנים מצומצם יחסית יש לייצר בסיס למידע שיאפשר לקבל החלטות מושכלות לגבי גפנים נגועות. הידע החסר נוגע בשתי שאלות מעשיות, שהן אלו שהביאו למחקר הנוכחי: מה מידת הפגיעה של הווירוס בגובה היבול ואיכותו, וכן האם גפנים נגועות מהוות מקור מדבק לגפנים נקיות בחלקה.

שיטות

■ **הגפנים בניסוי:** כל הניסויים נערכו בזן 'קברנה סובינון', בחלקות שבהן גפנים נגועות בוורוס קיפול העלים מס' 2. במהלך הסתיו סומנו גפנים שביטאו תסמיני האדמה, זמורות מהגפנים שימשו להפקת RNA במעבדה של מו"פ צפון. לאחר יצירת DNA משלים הן נבדקו לנוכחות שני וירוסים המעורבים במחלת קיפול העלים, מס' 2 ו-3. להמשך

חלת קיפול העלים נגרמת בעטיים של מספר וירוסים השייכים למשפחת ה-Closteroviridae ובה שלושה סוגים: הסוג העיקרי, *Ampelovirus*, כולל את וירוס מס' 3 (Grapevine Leafroll associated Virus 3 – GLRaV3), הנפוץ ביותר ברוב אזורי הגידול בעולם וגם בישראל, את וירוס מס' 1 הנפוץ יותר באירופה, וכן את וירוסים מס' 4, 5 ו-6; בסוג *Velarivirus* נכלל וירוס מס' 7 ובסוג *Closterovirus* (species) וירוס מס' 2 (GLRaV2). מספור הווירוסים תואם את סדר גילויים, כאשר חלוקתם לסוגים ולמינים (species) מבוססת על הבדלים ברצף המולקולרי. קיימים פערי ידע משמעותיים לגבי השפעתם של הווירוסים השונים על הגפנים, פערים הנובעים בעיקר מהבדלים בתפוצתם ברחבי העולם. וירוס מס' 3 למשל, נחקר רבות בעולם בכלל ובארץ בפרט. שני לו הוא וירוס מס' 1 ונכון לקיץ 2022 ניין למצוא בספרות שבעה מאמרים העוסקים בהשפעתו

בתמונה למעלה: מופע האדמה בכרם נגוע בוורוס קיפול העלים

האדמה גם לנוכחות יורס מס' 2. החלקה נטועה בצפיפות (2.5 מ' בין השורות ו-0.5 מ' בין הגפנים בשורה) ובסך הכל נסקרות כל שנה להופעת תסמיני האדמה כ-5,000 גפנים מהזן 'קברנה סובינון', קלון 412 על כנת SO4. כל הגפנים המבטאות תסמינים נבדקות מולקולרית לנוכחות שני הוורוסים במעבדה של מו"פ צפון. כתמיכה שימשו גם נתונים רב-שנתיים מחלק מהחלקות שהשתתפו בניסוי.

תוצאות

■ **ביצועי הגפנים:** תוצאות העבודה מבוססות על בדיקה בשבע חלקות כרם, שבארבע מהן נאספו נתונים במשך שנתיים. סיכום ההשפעות מוצג בטבלה 2, ממנו עולה כי במרבית המדדים והחלקות נראתה מגמה של פגיעה בביצועי הגפנים.

מניתוח ממוצעי כל החלקות עולה כי בארבעה מתוך שבע עת המדדים שנבדקו נמצאה השפעה מובהקת של הנגיף, אולם בשניים מהם (סוכר ו-pH) ההשפעה הממוצעת הייתה נמוכה מ-2%. לעומתם, צבע הענבים וגובה היבול נפגעו בגפנים נגועות ב-11% בממוצע בהשוואה לגפני הביקורת, אם כי מבחינת היבול לא התקבלה מובהקות. משך קל הגרגר בגפנים נגועות היה גבוה מזה שבגפנים הבריאות בשמונה מבין 11 הבצירים, נתון התואם את הממצאים לגבי ההשפעה של נגיפות בוורוס קיפול העלים מס' 3. כך גם הנטייה החוזרת על עצמה, אך לא במובהק, של השפעת יורס זה על גובה היבול, מגמה שהשתקפה גם מעבודת המאסטר של רותם ולביצקי בעניין יורס מס' 3. טבלה 3 שלהלן מפרטת את הערכים שהתקבלו בכל אחת מהחלקות ובולט בה ההבדל בתגובה לנגיפות הבקורת, שניטעו בשנים 2009 ו-2010 (זרעית, אלקוש וגשור, שחלקן נבדקו במשך שנתיים) והחלקות הצעירות יותר בגמלא, בדישון ובאודם, שניטעו ב-2016 ו-2017. השפעות גדולות ומובהקות בעקביות נמצאו בשתי החלקות בגשור (נטיעת 2009) שבכל אחת מהן קלון וכנה שונים. הערכים במדד הצבע הגיעו בשנת 2020 לכדי 50% מאלה שהתקבלו בגפני הביקורת. מאפייני הצימוח נבדקו בשלוש החלקות שנודגמו ב-2021 והם מוצגים בטבלה 4 להלן. בשלוש החלקות הללו נראתה מגמה של צימוח חזק יותר בגפנים הבריאות (בחלקת אודם במובהק - $P=0.06$ ו- $P=0.07$ עבור משקל הגזם ומספר הזמורות, בהתאמה). חוסר מובהקות נובע מהבדלים גדולים בין הגפנים במדד זה שהגיעו לפי 3 באותו כרם ובאותה דרגת נגיעות.

העבודה נבחרו בכל חלקה חמש גפנים הנושאות רק את יורס מס' 2. סמוך לכל גפן נגועה, במרחק של גפן עד חמש גפנים באותה שורה, נבדקו מולקולרית גפנים ללא תסמינים. אלו שנמצאו נקיות משני הוורוסים שימשו כגפני ביקורת. הגפנים מרוב החלקות נבחנו במשך שנתיים רצופות (טבלה 1).

משק	קלון	כנה	נטיעה	חלקה	מדדים שנאספו בשנות הבדיקה השונות		
					2021	2020	2019
גשור	15	SO4	2009	4.1	תירוש	תירוש ויבול	
	338	פולסן	2009	4.4	תירוש	תירוש ויבול	
אלקוש	169		2010	'ברקן'	תירוש	תירוש	
זרעית	169	ריכטר	2010		תירוש		
גמלא		101-14	2016		תירוש ויבול	תירוש, יבול וגזם	
אודם	33	101-14	2017		תירוש, יבול וגזם		
דישון		ריכטר	2017	'זרעית'	תירוש, יבול וגזם		

טבלה 1:
חלקות
הניסוי

■ בדיקות ביצועים: נבחנו שלוש קבוצות מדדים:

1. איכות הפרי (נתוני תירוש) נבדקה בכל שנות המחקר; מכל גפן נדגמו 96 גרגרים שנאספו בצורה שיטתית משישה אשכולות משני צדי השורה; 48 גרגרים שימשו לבדיקת משקל הגרגר, רמת הסוכר וה-pH. מ-48 גרגרים נוספים נעשה מיצוי של הצבע והפנולים באתנול חומצי.

2. גובה היבול ומספר האשכולות לגפן לא נבדקו בשנות המחקר הראשונות, אך בשנים הבאות כל גפן נבצרה בנפרד, תוך ספירת האשכולות.

3. בשנת הניסוי האחרונה נבדק גם משקל הגזם כמדד לעוצמת הצימוח. השוואה של ממוצעי המדדים השונים של גפנים נגועות לעומת גפנים בריאות נערכה בתוכנת JMP עבור כל חלקה בנפרד. בנוסף, בגלל השונות הגדולה בין הכרמים וכדי לצמצם שונות זו, חושב עבור כל מדד היחס בין הגפן הנגועה בוורוס לגפן הבריאה הסמוכה אליה (לדוגמה, יבול הגפן הנגועה חולק ביבול הגפן הבריאה הסמוכה אליה שניבחרה כגפן ביקורת). יחס נמוך מ-1 מעיד על כך שהערך שהתקבל בגפן הנגועה נמוך מזה שהתקבל בגפן הבריאה ויש פגיעה של הוורוס בביצועי הגפן. מאידך, יחס גבוה מ-1 מעיד על ערך גבוה יותר בגפן הנגועה. יחס זה איפשר לראות לניתוח אחד (עבור כל מדד) את התוצאות של כל החלקות והשנים, למרות שהיו הבדלים גדולים ברמות ההבשלה והיבול בין החלקות עקב החלטות ייגיוניות. סטטיסטית נערכה השוואה במבחן t למדגם יחיד בין היחסים שהתקבלו והערך 1, כאשר הממוצע והשונות הכלליים התקבלו כממוצעים משוקללים על פני כל הכרמים והשנים.

■ **התפשטות מרחבית של הנגיפות:** ניתוח ההתפשטות מתבסס בעיקר על סקירה שנתית של חלקת השנטוע בחוות פיכמן. החלקה נועדה לבחון הופעה של יורס מס' 3, אך מ-2017 נבדקות גפנים המבטאות תסמיני

שנערך ב-2021 לא נמצאה אף גפן נגועה בצמוד ל-11 הג' פנים שסומנו ב-2014 (ארבע בחלקה אחת ושבע בשנייה).

טבלה 4: מושקל הגזם ומספר הזמורות בגפנים שנדגמו בחלקות השונות, 2021

החלקה	מושקל גזם (ק"ג)		מספר זמורות	
	בריא	נגוע	בריא	נגוע
אודם	1.11	0.52	26.00	23.20
גמלא	1.76	1.75	29.75	29.00
דישון	1.43	1.20	24.33	22.67

סיכום ומסקנות

מעבודה זו עולה שההשפעה הממוצעת של וירוס קיפול העלים מס' 2 קטנה יחסית. עם זאת, ההשפעה בחלקות מסוימות, בעיקר בשתי החלקות בגשור, הייתה מובהקת בכ" מה מדדים. הבדלים בתגובה לנגיעות בוירוס יכולים להיגרם בעקבות תנאים אקלימיים (1), רמות ההבשלה שבהן נבצרו החלקות השונות או בגלל טיפוסים שונים של הוירוס, שבמק"רה של מס' 2 השפעתם השונה מוכרת בעולם (2). בכונותנו להמשיך ולבדוק מהם טיפוס הוירוס בארץ. רוב הכרמים שויטעו בישראל בשנים 2009-2011 מבו"ססים על חומר שיובא משני מקורות בצרפת (שונים בין גשור לאלקוש וזרעית). בחלקות אלו הייתה השפעה עק-

מדד	יחס נגוע/בריא	נמוך מבריא*
סוכר	0.982 **	8 (11)
pH	0.989 **	7 (11)
צבע	0.891 **	8 (11)
פנולים	0.955	4 (7)
משקל גרגר	1.042 ***	1 (11)
יכול לגפן	0.894	5 (6)
מספר אשכולות	0.957	4 (6)

טבלה 2:

היחס בין ביצועי הגפנים הנגועות לג' פנים בריאות: השי"וואה של ממוצע כל החלקות ושנות המדידה

* מספר המקרים שבהם התוצאות בגפנים נגועות היו נמוכות מהתוצאות של הגפנים הבריאות; בסוגריים - מספר החלקות/שנים בהן נבדק המדד; ** מובהק ברמה של $P > 0.05$; *** מובהק ברמה של $P < 0.01$.

■ **התפשטות הנגיעות בשטח:** בחלקה בפיכמן נטועות כ-4,800 גפנים הנוסרות מדי שנה (מאז 2016) לתסמיני האדמה. גפנים החשודות כנ"גועות במחלת קיפול העלים מסומנות על מפה ונבדקות לנוכחות שני וירוסים: מס' 3 ו-2. גפנים הנגועות בוירוס מס' 3 נעקרות, אך לא כן גפנים הנגועות בוירוס מס' 2. למרות זאת, עד כה התגלו שלושה מקבצי גפנים (רצפים באותה שורה) עם וירוס מס' 3 (עם ארבע, שתיים ושתי גפנים ברצף), אך לא התגלה אף רצף של נגיעות בוירוס מס' 2. בחלקות הניסוי המתוארות בעבודה זו לא היו במהלך שנות המעקב מקרים בהם הופיעה גפן נגועה בוירוס מס' 2 בצמוד לגפן שהוגדרה מלכתחילה כחיובית. בחלקות בגשור הגפנים התסמיניות סומנו ב-2014 על ידי קבוצתה של ד"ר רקפת שרון ממו"פ צפון. במיפוי

טבלה 3:

נתוני התירוש והבציר בחל"קות השונות

חלקה	שנה	סוכר (%)		pH		צבע (מ"ג/ג')		פנולים (יחידות בליעה)		גרגר (ג')		מספר אשכולות		יכול (ק"ג/גפן)	
		נגוע	בריא	נגוע	בריא	נגוע	בריא	נגוע	בריא	נגוע	בריא	נגוע	בריא	נגוע	בריא
זרעית	2019	22.7	22.9	3.46	3.46	.780	.990	1.09	1.27	1.5	1.5				
	2019	20.8	21.0	3.49	3.46	.690	.840	1.05	1.27	1.4	1.3				
אלקוש	2020	22.9	23.2	3.28	3.28	0.91	0.95			1.2	1.2				
	2019	23.6	25.2	3.62	3.67	0.46	0.64	1.17	1.27	1.2	1.1				
גשור 4.1	2020	25.1	25.5	3.32	3.41	0.36	0.62			1.1	1.2	54	56	8.0	10.0
	2019	23.1	24.2	3.52	3.63	0.45	0.57	1.12	1.16	1.2	1.1				
גשור 4.4	2020	23.9	25.4	3.36	3.43	0.22	0.45			1.3	1.2	51	59	7.4	8.8
	2020	27.0	28.5	3.31	3.37	1.06	0.99			1.1	1.1	35	33	2.5	2.7
גמלא	2021	23.7	23.1	3.29	3.34	1.48	1.46	1.47	1.47	1.3	1.1	39	50	4.1	5.3
	2021	22.9	22.7	3.16	3.19	2.43	2.17	1.80	1.67	1.1	1.1	31	36	2.9	4.2
אודם	2021	23.8	23.8	3.21	3.17	1.41	1.49	1.75	1.72	1.4	1.4	35	30	4.4	3.7


- רקע צבעוני מעיד על רמת המובהקות: צהוב - $P > 0.05$, כתום - $P < 0.1$.

תודות

תודות לכרמלים מהישובים גשור, אלקוש, זרעית, גמלא, אודם ודי שון על שיתוף הפעולה, וכן לד"ר הילרי פוט על העזרה בניתוח הס' טטיסטי.

מחקר זה מומן על ידי קרן שה"מ. בתודה.

ספרות מצוטטת

1. Constable F.E. et al. (2013): The reliability of woody indexing for detection of grapevine virus- 2 associated diseases in three different climatic conditions in Australia. Australian Journal of Grape and Wine Research 19.1: 74-80.
2. Song Yashu et al. (2021): Probing into the effects of grapevine leafroll-associated viruses on the physiology, fruit quality and gene expression of grapes. Viruses 13.4: 593.
3. Angelini E. et al. (2017): Grapevine leafroll-associated virus 2. Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management. Springer, Cham 141-165. 

בית (לא תמיד מובהקת) של הנגיעות על רמת הסוכר והצבע. נסיעות מהשנים 2016 ו-2017, בהן כרמים באודם, בגמלא וב' דישון נערכו מחומר שיובא לחוות יזרעם מחלקת הריבוי FPMS בדיוויז, ארה"ב. בכרמים אלה לא נמצאה בשום מקרה השפעה מובהקת על מדדי האיכות ובחלק מהמקרים אף הייתה נטייה לא מובהקת לערכים טובים יותר בגפנים הנגועות.

תוצאות המעקב הרב-שנתי אחר גפנים נגועות מעידות על כך שאין התפשטות של וירוס מס' 2 מגפן לגפן, נתון התואם את הידוע מהעולם לגבי וירוס זה (3). לפיכך, אין לחשוש שגפנים נגועות בח' לקה יהוו מוקד התפשטות ואין צורך לעקורן מסיבה זו. מבחינה מעשית, נוכחות וירוס נוסף בכרמים מטיל עול נוסף על המגדלים, שכן עדיין לא הוגדרה אבחנה מובדלת (ויזואלית) בין גפנים הנגועות בוירוס מס' 2 לגפנים הנגועות בוירוס מס' 3, כאשר לקבלת תשובה ודאית יש צורך בבדיקת מעבדה. חומר הריבוי ששימש לנטיעת החלקות שנבדקו בעבודה זו כבר אינו זמין לנטיעה בארץ, וכל שנותר הוא לקוות שלא תתגלה נגיעות בוירוס כלשהו בחומר הזמין כיום ושלא יינטע בכרמים חומר ריבוי נגוע.

משתלת בוסתן ירוק (נ.ב. 2002) בע"מ

■ שתילי אבוקדו לעונה הקרובה ■ אפרסמון ■
■ שתילי הדרים ■ כנות וולקה למשתלות



חורשת האקליפטוס, בני ציון 60910

טל: 09-7419424 ■ 052-3350922 ■ 052-5011103 ■ bostanyarok@yahoo.com