

דוח תמיכות – תחום כרם יין:

שם המו"פ: מו"פ צפון

מספר מחקר: 596-0581-14

שם התחום: כרם יין

שם התכנית: פיתוח פרוטוקול לצמצום ההתפשטות של מחלת קיפול העלים באמצעות הקטנת מקור מידבק

והדברת הוקטור.

חוקר ראשי: דר' רקפת שרון

סטטוס התכנית: מסתיימת

מועד התחלה וסיום התכנית: 2014-2016

רקע קצר, תיאור הבעיה ומטרות המחקר:

הכנימה קמחית הגפן נחשבת לווקטור יעיל להעברת וירוסים של גפנים לרבות GLRaV-3 הקשור למחלת התקפלות העלים. בכרמים בהם המחלה אינה שכיחה ובהם הנטיעות הן ממקור נקי מווירוסים יש חשיבות רבה לאיתור מקור הכנימות וליצירת פרוטוקול טיפול.

תיבחן ההשפעה של טיפולים שונים בכרמים צעירים על התפשטות המחלה.

מטרת המחקר- פיתוח פרוטוקול להאטת התפשטות וירוס קיפול העלים בכרמים שניטעו מחומר ריבוי נקי: א. בחינת יעילות הדברה ממוקדת של הקמחית ברמת הגפן- מניעת התפשטות מגפן נגועה לסביבתה; ב. בחינת יעילות שילוב אמצעי הדברה שונים כנגד הקמחית להגברת ההשפעה על עצירת התפשטות הווירוס ברמת הכרם.

מהלך המחקר ושיטות העבודה (תכנון לעומת ביצוע):

א. **רמת הכרם:** אתרי הניסוי- הניסוי מתבצע בכרמים משנת נטיעה 2011 בכרם גשור, כרם שאטו גולן, כרם אלוני הבשן. מבנה הניסוי- כל כרם חולק לחמש חלקות טיפול, הכרם חולק כך שחלקות הטיפול תיחשפנה באופן אחיד ככל האפשר למקור המידבק. בכל כרם ניתנו טיפולי הדברה בנפרד ובשילובים: (1) הגמעה בקונפידור, (2) ריסוס מובנטו, (3) בלבול זכרים, (4) בלבול זכרים+ הגמעה בקונפידור, (5) בלבול זכרים+ריסוס מובנטו.

מדדים - 1) בתום העונה יערך מיפוי סימפטומטי של כלל הגפנים בחלקה לבדיקת ההשפעה על התפשטות המוקדית והאקראית. (2) במהלך העונה מבוצע ניטור אוכלוסיית זכרים באמצעות מלכודות פרומון. (3) נערך ניטור אוכלוסיית הקמחיות בשיא האוכלוסייה (יולי).

ב. **רמת הגפן:** אתרים- התצפיות מתבצעות בכרמים משנת נטיעה 2009. שני כרמים ביפתח (מרלו דרום 11ד' ומרלו צפון 16ד'), כרם במלכיה (31ד'), כרם רמת מגשימים (8ד'), כרם באלרום (24ד'), כרם בגשור (22ד') וכרם יונתן (44ד'). מבנה התצפיות: בסוף שנת 2015 נעקרו הגפנים שנמצאו כנגועות במיפוי על פי החלטת הכורם. בכלל החלקה מבוצעת הדברה על פי החלטת הכורם.

מדדים- במהלך העונה מבוצע ניטור חודשי של אוכלוסיית זכרים באמצעות מלכודות פרומון. בתום העונה נערך מיפוי סימפטומטי של כלל הגפנים בחלקה לבדיקת ההשפעה על התפשטות אקראית, ונילקוח זמורות של גפנים בעלות תסמינים לבדיקה מולקולארית.

תוצאות:

ברמת הכרם- מטבלה 1 ניתן לראות כי בכל שיטות ההדברה המשולבות בעקירה של גפנים נגועות נשמרת רמת נגיעות נמוכה מ-1% לאחר 5 שנים מהנטיעה.

טבלה 1: תוספת הגפנים הנגועות בכל שנה, אחוז הנגיעות המצטבר ואחוז הנגיעות בסוף 2016 לאחר עקירת הגפנים הנגועות.

כרם	שנה	טיפול	סה"כ נגועות	בטוחות 2016	תוספת נגועות 2016	תוספת נגועות 2015	תוספת נגועות 2014	תוספת נגועות 2013	מספר גפנים בחלקה ביום הנטיעה	סה"כ נגיעות	נגועות % 2016
גשור 2011	2015	קונפידור	7	2	3	1	3	0	986	0.71	0.30
	2015	קונפידור + בלבול	4	1	1	0	3	0	983	0.41	0.10
	2015	בלבול	7	3	3	3	1	0	986	0.71	0.30
	2015	בלבול + מובנטו	9	1	1	3	5	0	1091	0.82	0.09
	2015	מובנטו	9	1	3	1	5	0	1311	0.69	0.23
שאטו גולן	2015	קונפידור	2		נעקר	0	2	0	1265	0.16	
	2015	קונפידור + בלבול	7		נעקר	4	3	0	1380	0.51	
	2015	בלבול	5	1	1	0	4	0	1380	0.36	0.07
	2015	בלבול + מובנטו	3	1	1	2	0	0	1265	0.24	0.08
	2015	מובנטו	4	0	0	2	1	1	1265	0.32	0.00
אלוני הבש	2015	קונפידור	1	0	1	0	0	0	2523	0.04	0.04
	2015	קונפידור + בלבול	3	1	2	1	0	0	1500	0.20	0.13
	2015	בלבול	2	0	2	0	0	0	1568	0.13	0.13
	2015	בלבול + מובנטו	0	0	0	0	0	0	1519	0.00	0.00
	2015	מובנטו	0	0	0	0	0	0	1666	0.00	0.00

ברמת הגפן- מטבלה 2 ניתן לראות כי לאחר 8 שנים מהנטיעה בסוף 2016 אחוז הגפנים הנגועות נמוך מ-2%. בכרמים ביפתח נעקרו למעלה מ-3% מהגפנים אך 30-40% מהגפנים התעוררו לאחר העקירה והמשיכו להוות מקור מדבק. במלכיה וביונתן כ-25% מהגפנים שנעקרו התעוררו והמשיכו גם הן להוות מקור מדבק. באלרום לא נעקרו הגפנים הנגועות בסוף 2015. וברמג"ש נעקרו גפנים בפעם הראשונה ב-2015.

טבלה 2: אחוז תוספת הגפנים הנגועות בכל שנה, אחוז הנגיעות המצטבר ואחוז הנגיעות בסוף 2016 לאחר עקירת הגפנים הנגועות וכן אחוז הגפנים הנעקרות והמתעוררות בסך כל שנות המעקב.

כרם	מתעוררות %	נעקרות %	2011% נוספות	2012% נוספות	2013% נוספות	2014% נוספות	2015% נוספות	2016% נוספות	סה"כ נגועות 2016	% 2016 נגועות	בטוח
רמג"ש	0.00	1.01	0.00	0.00	0.28	0.73	0.56	0.11	3	0.17	2
יפתח מרלו צפון	28.46	3.70	0.00	2.28	0.28	1.14	1.66	1.66	56	1.66	41
יפתח מרלו דרום	42.11	3.94	0.00	1.66	0.46	0.37	1.82	1.17	27	1.17	23
מלכיה	25.00	0.23	0.10	0.28	0.26	0.12	0.10	0.13	30	0.44	28
אלרום	4.55	0.82	0.06	0.30	0.17	0.47	0.82	0.49	55	1.03	51
גשור 2009	0.00	1.06	0.00	0.75	0.71	0.86	0.09	0.28	14	0.30	8
יונתן	23.91	0.47	0.00	0.08	0.05	0.16	0.30	0.14	24	0.25	13

מסקנות, בעיות שהתעוררו, והמלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר: עד לשנה זו קצב התפשטות המחלה בכרמים בהם מיושמים הפרוטוקולים המוצעים הינו בהתאם לצפי (נשמר נמוך מ-10% ולפיכך, בהתאם למודל,

קצב ההתפשטות איטי). יש להמשיך במעקב לפחות עוד 6 שנים כדי לבחון האם היישום של הפרוטוקול שומר על רמה הנמוכה מ 10% בכרם לאורך זמן .

ההתקדמות במחקר שחלה ממועד כתיבת הדו"ח האחרון (כולל דו"ח חצי שנתי): המעקב נמשך. הפרוטוקול מיישם בכרמים של יקבי רמת הגולן ומתחיל להיות מוטמע בכרמים של יקב טפרברג ויקב רקאנטי.
פעילויות שנעשו במו"פ במהלך תקופה: נערכו סיורים להנהלה פעילה ונערכים ביקורים של צוות המחקר אחת לחודש באתרי הניסוי והמידע נמסר בהרצאות בכנסים ובימי עיון למגדלים.

שם ההצעה: פיתוח כלים להקטנת התבטאות וירוס קיפול העלים לצמצום הפגיעה ביבול ובאיכות

היין.

השותפים למחקר:

חוקר ראשי: עומר קראין, מו"פ צפון.

חוקרת משנית: ד"ר תרצה זהבי, שה"מ

חוקר משני: יוני גל, שה"מ.

פרטי החוקר הראשי: ד"ר עומר קראין, מו"פ צפון. שטח פעולה: חוקר גפן, שימוש בכלים

מולקולארים למדידת ביטוי ווירוס וגנים בגפן. omer.crane@mail.huji.ac.il

omerc@migal.org.il. מושב רמות רמת הגולן. טלפון: 0546405587

מבוא ותיאור הבעיה:

הכדאיות הכלכלית של הכרמים המשמשים לתעשיית היין נמדדת במדדי רווח המושפעים הן מכמות היבול השנתי והן מאיכות הענבים, המשפיעה על איכות היין המיוצר מענבים אלו (אתר המועצה לגפן היין בישראל <http://www.wineboard.co.il>). אחד הגורמים המשפיעים לרעה על

איכות וכמות היבול בכרם הוא נגיעות בוירוסיס, כאשר הוירוס Grapevine leaf-roll-associated virus-3 (GLRaV-3) הגורם למחלת קיפול העלים בגפן (Leafroll) הוא וירוס הגפן הנפוץ ביותר במזרח התיכון (להלן הוירוס). במהלך השנים האחרונות עלתה במידה ניכרת מידת הנגיעות במחלת קיפול העלים בכרמי יין בישראל ונזקי המחלה הם בפחיתה של עד כ-15% ביבול וירידה משמעותית באיכות הפרי המתבטאת בירידה של 20-50% במחיר לטון פרי שהמגדל מקבל מהיקב. היקבים נאלצים להעביר את הענבים ליצירת יינות מסדרות פחות איכותיות דבר הפוגע הן במוניטין והן בהכנסות הישירות של היקבים. הנזק המצטבר נאמד בכ-8 מלש"ח בשנה ברמה הארצית.

במחקרים שנעשו במסגרת "מיזם הוירוס" שהסתיים התקבלו מספר ממצאים משמעותיים: 1. חומרת התסמינים משתנה הן בין השנים והן בין הגפנים בחלקה; 2. ככל שהתבטאות התסמינים מתחילה מוקדם יותר בעונה חומרת התסמינים בבציר גבוהה יותר; 3. התסמינים מהווים מדד טוב לחומרת הפגיעה בגפן כשבגפנים בחומרת מחלה גבוהה חלה ירידה משמעותית ברמת הסוכר והצבע ביחס לגפנים שהראו תסמינים קלים בלבד ולגפנים ללא תסמינים כלל; 4. שיעור ניכר מהגפנים שלא ביטאו תסמיני וירוס נמצאו נגיעות בבדיקה מולקולרית; 5. ההבשלה בגפנים נגיעות אך לא סימפטומטיות לא נבדלה ברמת הסוכר וברמת הצבע מההבשלה בגפנים שאינן נגיעות בוירוס, יחד עם זאת לא ברור האם יש קשר בין רמת ביטוי הוירוס לבין עוצמת ביטוי התסמינים. ניתוח תוצאות אלו וממצאים נוספים הובילו לבנית מודל המתאר את מנגנון הפגיעה של הוירוס. על פי מודל זה מניעה של הצטברות עמילן בעלים בין חנטה לבוחל תוביל להפחתה בעוצמת הנזק. בכך משתלבות תוצאות ניסוי השקיה שביצענו ובו מצאנו שמועד התבטאות התסמינים וחומרתם בבציר מושפע ממצב של עקת מים בצמח כאשר השקיה גבוהה גורמת ליותר תסמינים בהשוואה להשקיה בחוסר ושהמועד העיקרי המשפיע על התבטאות זו הוא ההשקיה מחנטה עד בוחל. כלומר עיכוב בצבירת עמילן בעלים יוביל להפחתה בתסמיני הוירוס בבציר ולפגיעה ביבול. המשמעות היא שיש בידנו כלי אגרוטכני לצמצום נזקי הוירוס. אי לכך נערך מחקר שעסק באופטימיזציה של ההשקיה בתקופה זו בהקשר של יבול, איכות יין והתבטאות סימני

המחלה במקביל לבחינה של השפעת משטרי השקיה שונים בתקופה זו על יבול גפנים שאינן מראות תסמינים.

מטרות העבודה הנוכחית: בעבודה הנוכחית בחנו בזנים מרלו וקברנה סובניון את ממצאי מיזם הוירוס בהקשר של רמות השקיה שונות בתקופה שבין חנטה לבוחל במטרה להפחית את ביטוי תסמיני הוירוס ולגבש המלצות השקיה מעשיות למגדלים.

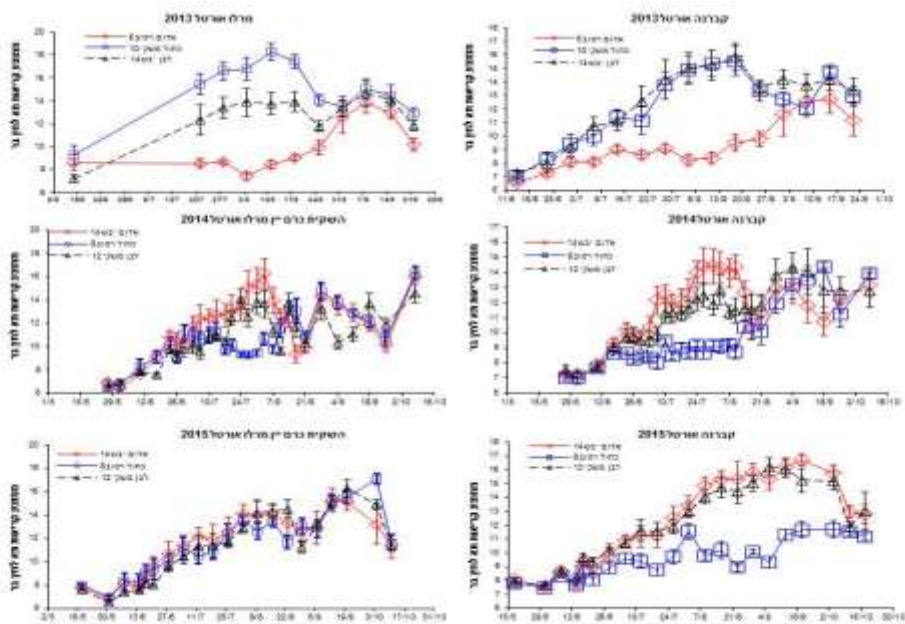
מהלך המחקר:

במהלך המחקר נבחן ממשק השקיה מיטבי בתקופה שבין חנטה לבוחל, תקופה בה נמצאה השפעה לרעה לעודף השקיה;

הניסוי נערך בכרם עם רמת נגיעות בינונית (אורטל). ונבחנו שלושה טיפולי השקיה בתקופה שבין חנטה לבוחל המיצגים טווח רחב של פוטנציאל מים בגזע בצהרים (-0.8, -1.2, -1.4 MPa). הניסוי נערך בשני זנים במקביל: הזן קברנה סובניון והזן מרלו (שני זנים אדומים). במהלך הניסוי נבחנו משטרי ההשקיה השונים בחמש חזרות בבלוקים באקראי 12 גפנים לחזרה ו 5 גפני מדידה. אחת לשבוע נעשתה בדיקת תא לחץ בכל חזרה והשקיה הותאמה לממצאי הבדיקה. לאחר סיום הבוחל נעשתה השוואה בפוטנציאל המים בגזע בין החלקות השונות ולאחר מכן הושקו החלקות באופן זהה עד לבציר. בשנת הניסוי השלישית הרחבנו את תקופת ההשקיה הדיפרנציאלית עד לשלבי הבשלה מתקדמים כאשר אחוז הסוכר בגרגר עמד על 22 בריקס.

תוצאות:

תא לחץ: על פי ממצאי תא לחץ (איור 1) ניתן לראות כי קיימת שונות בין השנים כאשר מלבד חלקת המרלו ב 2013 לא הצלחנו ליצור שונות בין הטיפול המשקי לטיפול היבש. יש לציין כי ב 2014 הוחלפו הטיפולים כך שבשתי השנים 2014 ו 2015 הטיפול האדום היה יבש ואילו הטיפול הכחול רטוב. החלפה זו נעשתה על מנת לבחון השפעת משטר השקיה שנתית על הגפנים כפי שיפורט בהמשך. בנוסף ניתן לראות כי השונות בין החזרות בכל טיפול הייתה גבוהה. ניתוח ממצאי תא לחץ בכל טיפול הראו כי ישנה שונות גבוהה בין החזרות שאינה נובעת ממשטר ההשקיה בעיקר בטיפולים היבשים (משקי ונמוך) ומקורה כנראה במבנה הקרקע בשטח (טבלה 1). אי לכך ניתוח ממצאי המחקר נעשו על ידי מציאת מתאמים כאשר ממוצע תא לחץ בתקופת ההשקיה הדיפרנציאלית חושב בנפרד עבור כל חזרה.



איור 1: תא לחץ כל השנים.

בדיקת תא לחץ לבחינת פוטנציאל מים בגזע נעשתה אחת לשבוע במשך כל תקופת הניסוי. ממוצע 5 חזרות ושגיאות תקן מוצגים בגרף. בשנת 2014 הוחלפו הטיפולים כך שבשתי השנים 2014 ו 2015 הטיפול הכחול היה הרטוב והאדום היבש וזאת בניגוד ל 2013.

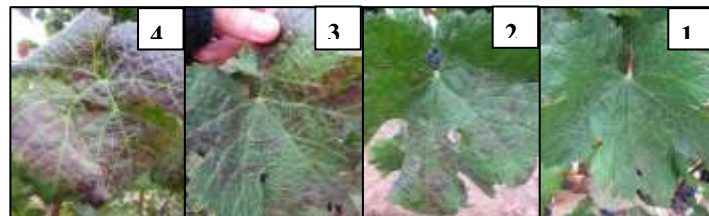
טבלה 1: תוצאות תא לחץ בחלקת המרלו ב 2015.

תוצאות תא לחץ שהתקבלו בחלקת המרלו ב 2015 במספר תאריכים שונים. ניתן להבחין בשונות הרבה בין חזרות. לדוגמא: ב 26.7 בטיפול היבש נמדדו ערכי תא לחץ של 9.3 בחלקה 3 ובחלקה 4 17.

טיפול	חלקה	05/07	12/07	19/07	26/07
אדום	1	8.8	9.8	9.0	10.3
	2	9.3	9.8	9.3	9.3
	3	14.8	13.0	13.0	14.8
	4	14.0	14.0	14.5	17.0
	5	9.0	9.0	10.3	12.3
כחול	6	12.5	14.5	14.3	13.0
	7	11.0	12.3	13.3	12.5
	8	12.3	12.0	12.3	12.8
	9	9.0	10.0	7.8	9.8
	10	9.5	9.3	8.8	9.0
לבן	11	8.8	9.0	8.5	10.5
	12	12.3	12.8	14.8	13.3
	13	10.0	9.5	10.3	13.0
	14	11.0	11.3	11.8	12.5
	15	12.5	14.0	13.3	13.5

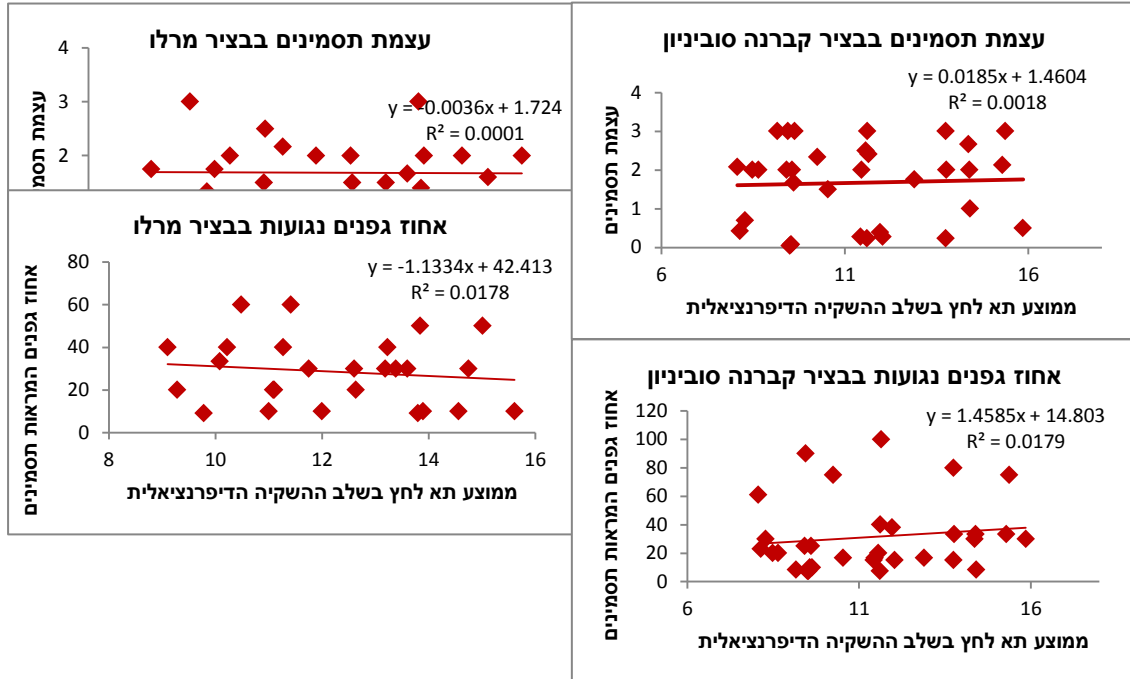
עצמת תסמינים בבציר:

עצמת תסמינים בבציר דורגה בסולם של 0 – 3 על פי מספר העלים הנגועים ומידת האדמת העלה בכל גפן (תמונה 1). דירוג הגפנים נעשה ערב בציר בהערכה על ידי שני מעריכים קבועים. ניתוח רב שנתי (איור 2) הראה כי לא נמצא מתאם ($R^2 < 0.5$) בין משטר ההשקיה הדיפרנציאלי ונתוני תא הלחץ לבין עצמת הנגיעות בבציר גם בחלקת המרלו וגם בחלקת הקברנה סוביניון. כלומר השקיה בחוסר במועד שבין חנטה לבוחל לא הובילה לירידה בעצמת התסמינים וזאת בניגוד לנתונים שהתקבלו בניסויים קודמים במסגרת מיזם הוירוס. בנוסף בבחינה של אחוז הגפנים בעלות תסמיני וירוס, לא נמצא גם כן מתאם בין משטר ההשקיה לבין מספר הגפנים שהראו תסמינים בבציר.



תמונה 1: עצמת נגיעות הגפנים בבציר.

1 – גפנים נקיות עצמת תסמינים 0. 2 – גפנים בעצמת תסמינים 1. 3 – גפנים בעצמת תסמינים 2. 4 – גפנים בעצמת תסמינים 3.

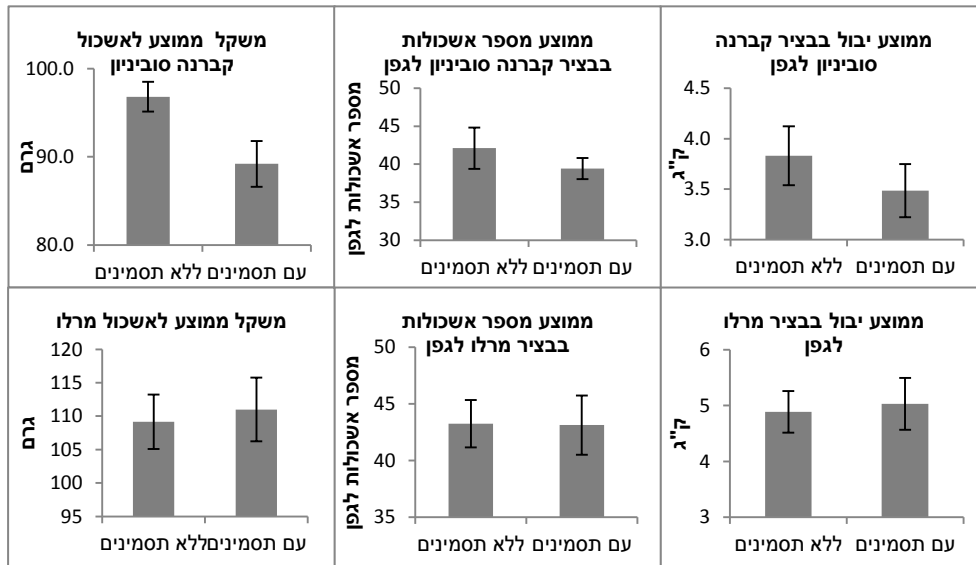


איור 2. עצמת תסמינים ואחוז גפנים נגיעות ביחס לערכי תא לחץ בשלב ההשקיה הדיפרנציאלית.

עצמת תסמינים ואחוז גפנים נגיעות חושבו עבור כל חלקה בנפרד בזמן הבציר. מתאם חושב ביחס לממוצע ערכי תא לחץ בתקופת ההשקיה הדיפרנציאלית. מתאם חיובי מתקבל כאשר ערך R^2 גבוה מ 0.5. נתונים מייצגים תוצאות עבור כל חלקה בכל שנת ניסוי בנפרד.

נתוני בציר:

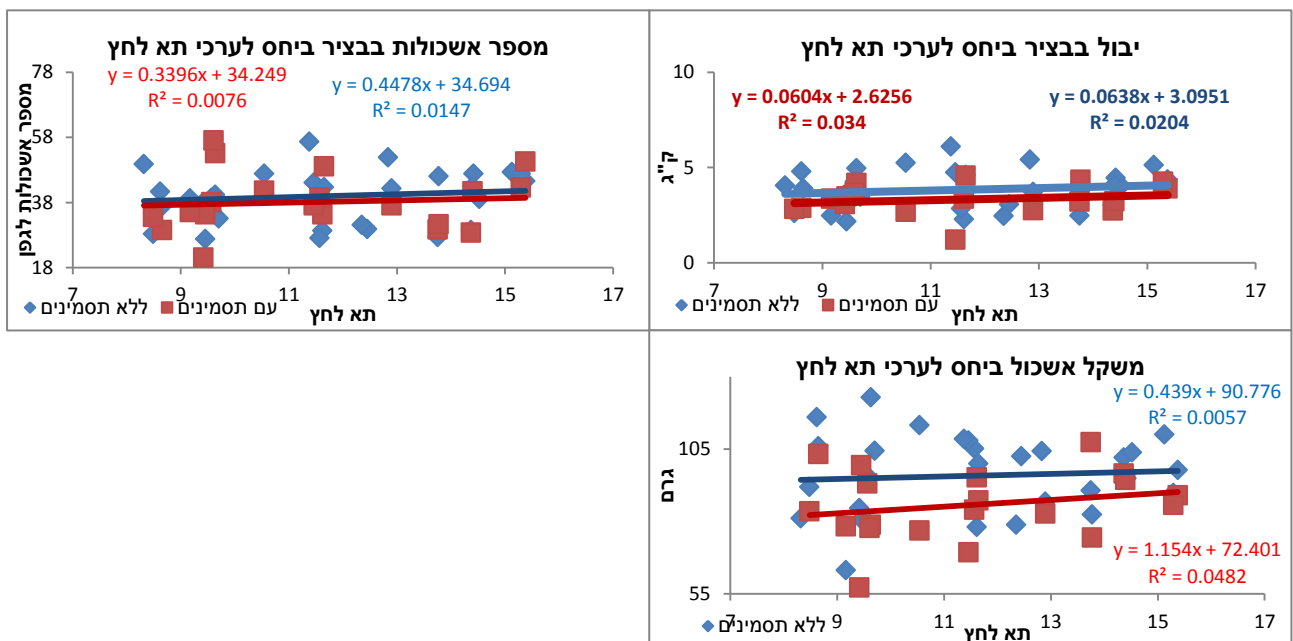
בהשוואה רב שנתית של נתוני הבציר הכוללים משקל יבול (ק"ג), מספר אשכולות לגפן ומשקל אשכול (איור 3), נמצא כי בכל הפרמטרים שנבחנו עבור הקברנה סוביניון, ערכים שהתקבלו בגפנים ללא תסמינים היו גבוהים מערכים שהתקבלו בגפנים המראות תסמינים. יש לציין כי הן ממוצע היבול והן ממוצע מספר האשכולות לא נבדלו באופן מובהק בין הגפנים. יחד עם זאת הבדל מובהק התקבל במשקל האשכול הממוצע שעמד על 97 גרם בגפנים ללא תסמינים ו 89 גרם בגפנים המראות תסמינים. ממוצע זה חושב עבור 2014 ו 2015 היות ובשנת 2013 לא דולל הכרם. בנוסף לא נעשתה הפרדה בין גפנים ברמות נגיעות שונות וממוצע חושב מכלל הגפנים המראות תסמינים. מאידך במרלו לא נמצאו הבדלים בין הגפנים ללא התסמינים לגפנים עם התסמינים בכל הפרמטרים הנבחנו.



איור 3: נתוני בציר מרלו וקברנה.

נתוני בציר ממוצעים לגפני ללא תסמינים וגפנים המראות תסמינים בקברנה סוביניון ומרלו. ממוצעים חושבו עבור כל החלקות כאשר לא נעשתה הבדלה בין דרגות הנגיעות השונות בגפנים המראות תסמינים. ממוצעים חושבו עבור השנים 2014 ו 2015 בלבד מאחר ובשנת 2013 לא נעשה דילול בכרם. שגיאת תקן חושבה גם כן עבור כל הגפנים בשתי שנות הניסוי.

בבחינה של מתאם בין ערכי תא לחץ ממוצעים בתקופת ההשקיה הדיפרנציאלית לבין יבול, מספר אשכולות ומשקל אשכול בבציר קברנה סוביניון (איור 4), לא נמצא מתאם בין הערכים הנבחנים. כלומר משטרי ההשקיה השונים לא השפיעו על מספר האשכולות לגפן, על היבול ועל משקל האשכול, הן בגפנים ללא תסמינים והן בגפנים המראות תסמינים. נתונים דומים התקבלו גם במרלו (נתונים לא מוצגים).

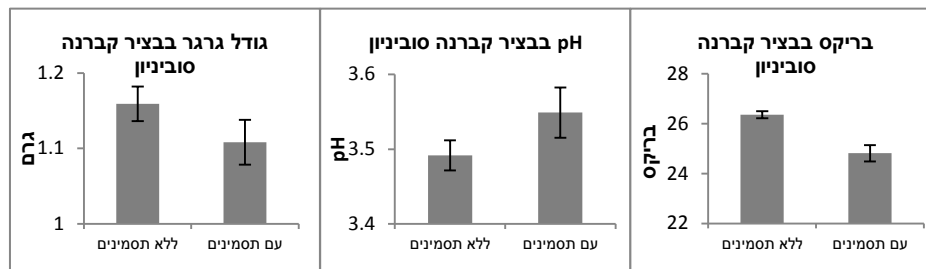


איור 4. נתוני בציר ביחס לערכי תא לחץ בשלב ההשקיה הדיפרנציאלית.

מספר אשכולות ממוצע לגפן, יבול בק"ג ומשקל אשכול בגרם חושבו עבור גפנים המראות תסמינים (אדום) ועבור גפנים שאינן מראות תסמינים (כחול). כל נקודה בגרף מייצגת נתוני חלקה בשנת מבחן אחת. נתונים מוצגים עבור 2014 ו 2015 בלבד. מתאם חושב ביחס לממוצע ערכי תא לחץ בתקופת ההשקיה הדיפרנציאלית. מתאם חיובי מתקבל כאשר ערך R^2 גבוה מ 5 (משוואות עבור הקו הישר וערכי R^2 מצוינות בגרף. כחול – ללא תסמינים, אדום – עם תסמינים).

נתוני הבשלה – קברנה סוביניון:

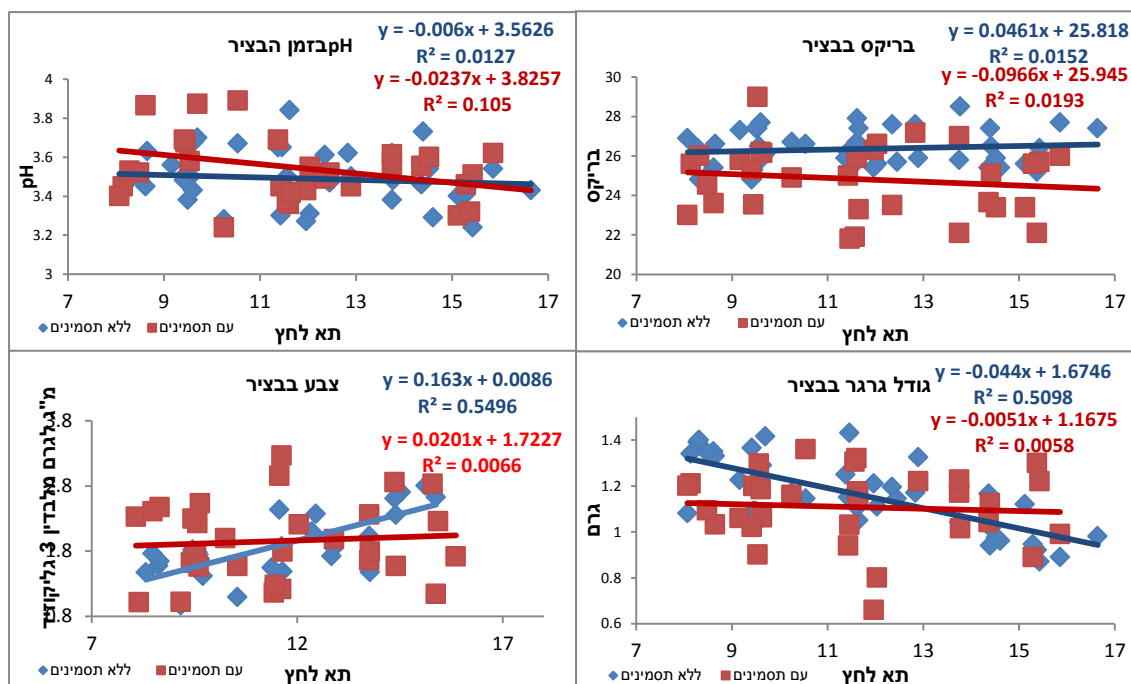
ממדידת נתוני הבשלה בקברנה סוביניון הכוללים בריקס, pH, גודל גרגר וצבע בבציר (איור 5) נמצא כי חלה ירידה מובהקת בבריקס גפנים המראות תסמינים ביחס לגפנים ללא תסמינים. ממוצע רב שנתי של גפנים ללא תסמינים עמד על 26.3 יחידות בריקס ומאידך ממוצע רב שנתי של גפנים המראות תסמינים עמד על 24.8 יחידות בריקס. ממצאים אלו זהים לממצאים שנמצאו בעבר. הבדלים ברמת pH היו נמוכים ועמדו על פחות מ 0.05 יחידת pH כך שניתן לומר כי אין הבדלים ברמת ה pH בין הגפנים. הבדלים קטנים ולא מובהקים נמצאו גם ביחס לגודל גרגר כאשר גודל גרגר הגפנים שאינן מראות תסמינים היה גבוה במקצת מגודל גרגר בגפנים המראות תסמינים. ממצאים אלו עומדים בניגוד לממצאי העבר, כאשר במספר מחקרים נמצא כי גודל גרגר גבוהה יותר באופן מובהק דווקא בגפנים המראות תסמינים.



איור 5. נתוני הבשלה קברנה סוביניון.

ממוצע רב שנתי בבציר ושגיאת תקן עבור גפנים ללא תסמינים וגפנים המראות תסמינים. ממוצעים חושבו עבור כל החוזרות בכל השנים הנבחנות (2013, 2014, 2015). ממוצע גפנים המראות תסמינים חושב עבור כל הגפנים בכל רמות הנגיעות.

כאמור ירידה בבריקס ובצבע כתוצאה מנגיעות וביטוי תסמיני וירוס קיפול העלים דווחו בעבר על ידינו ובמחקרים רבים אחרים. בניתוח מתאמים בין ערכי תא לחץ בזמן ההשקיה הדיפרנציאלית לבין נתוני ההבשלה (איור 6) נמצא כי ערכי בריקס ו pH אינם מושפעים ממשטר ההשקיה בין חנטה לבוחל הן בגפנים ללא תסמינים והן בגפנים המראות תסמינים. מאידך בערכי גודל גרגר וצבע קיים מתאם מובהק ($R^2 > 0.5$) בין ערכי תא לחץ בתקופה זו לבין ערכים בבציר. כאשר פוטנציאל המים בגזע גבוה ורמת העקה של הגפן נמוכה הגרגרים יהיו גדולים יותר בבציר גם כאשר פוטנציאל המים בבציר זהה בין כל הגפנים בשטח. מאידך רמת הצבע בגרגרים תהיה נמוכה יותר בגרגרי הגפנים תחת משטר ההשקיה הרטוב. יחד עם זאת מתאם זה אינו מתקיים בגפנים המראות תסמינים כאשר לא נמצא מתאם כלל בין גודל וצבע הגרגר למשטר ההשקיה.

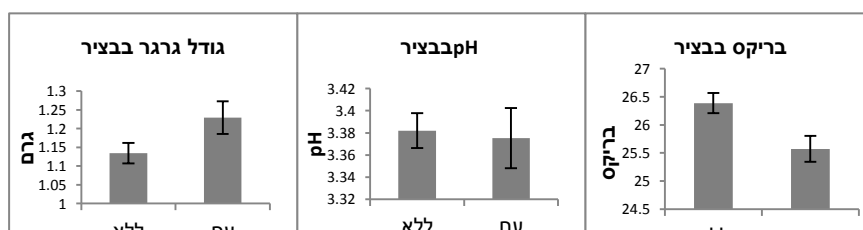


איור 6. נתוני הבשלה ביחס לערכי תא לחץ בשלב ההשקיה הדיפרנציאלית בקברנה סוביינון.

בריקס, ממוצע לגרגר, pH, משקל בגרם וצבע (מ"ג מלבדן 3 גליקוזיד לגרם) חושבו עבור גפנים המראות תסמינים (אדום) ועבור גפנים שאינן מראות תסמינים (כחול). כל נקודה בגרף מייצגת נתוני חלקה בשנת מבחן אחת. נתונים מוצגים עבור כל שנות המחקר (2013, 2014, 2015). מתאם חושב ביחס לממוצע ערכי תא לחץ בתקופת ההשקיה הדיפרנציאלית. מתאם חיובי מתקבל כאשר ערך R^2 גבוה מ-5 (משוואות עבור הקו הישר וערכי R^2 מצוינות בגרף. כחול – ללא תסמינים, אדום – עם תסמינים).

מעקבי הבשלה מרלו:

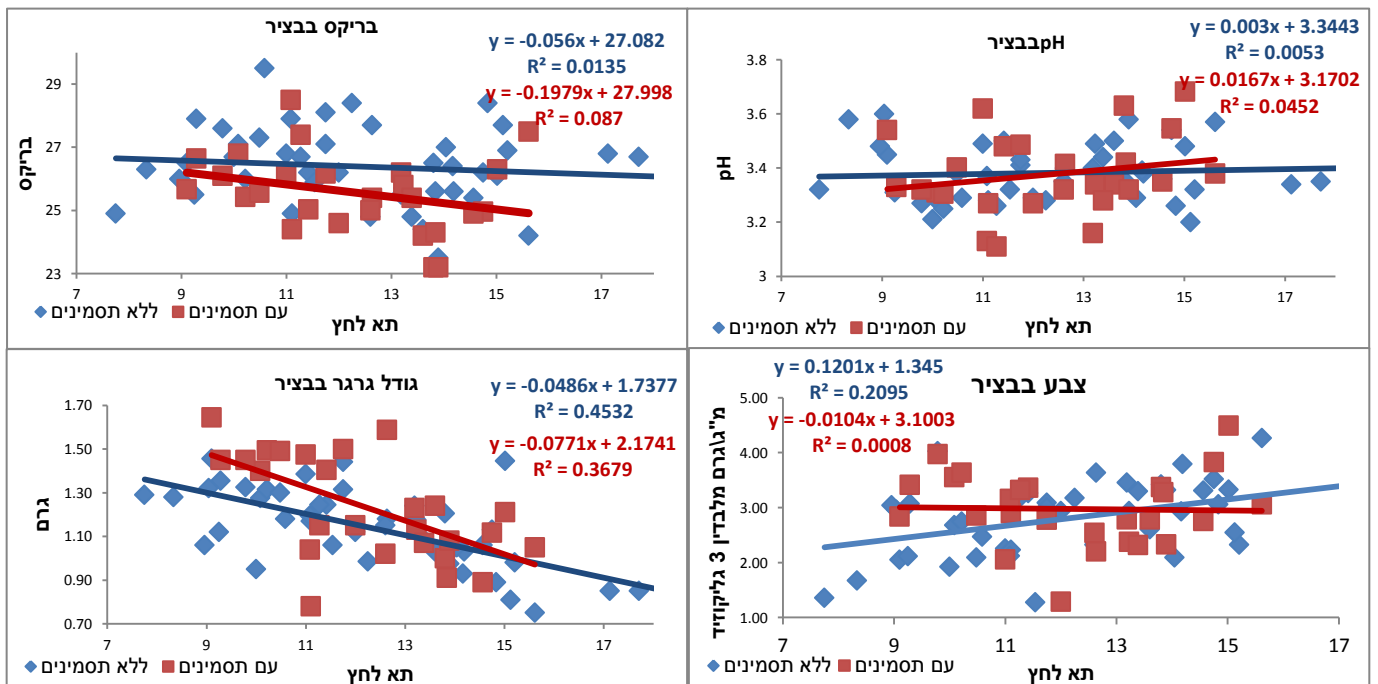
בבחינה של נתוני הבשלה במרלו נמצאו הבדלים מובהקים בבריקס ובגודל גרגר (איור 7). בדומה לממצאי הקברנה גם במרלו בריקס בגפנים המראות תסמינים היה נמוך ביחס לגפנים ללא תסמינים בזמן הבציר (26.4 בגפנים ללא תסמינים ו-25.5 בגפנים המראות תסמינים) ועמד על 1.1 יחידות בריקס. מאידך בשונה ממצאי הקברנה גודל גרגר בגפנים המראות תסמינים במרלו היה גדול מגודל גרגר הגפנים ללא תסמינים (1.3 גרם בגפנים המראות תסמינים ו-1.1 בגפנים ללא תסמינים) וזאת בדומה לממצאים קודמים. לא נמצאו הבדלים מובהקים בערכי ה-pH והצבע. יש לציין כי ב-2013 נשרו העלים עקב יבוש הטיפול הרטוב ואי לכך לא נבדקו גפנים המראות תסמינים בבציר.



איור 7. נתוני הבשלה במרלו.

ממוצע רב שנתי בבציר ושגיאת תקן עבור גפנים ללא תסמינים וגפנים המראות תסמינים. ממוצעים חושבו עבור כל החזרות בכל השנים הנבחות (2013, 2014, 2015). ממוצע גפנים המראות תסמינים חושב עבור כל הגפנים בכל רמות הנגיעות.

בבחינת מתאמים בין ערכי תא לחץ לנתוני הבשלה (איור 8) נמצא כי בדומה לקברנה סוביניון גם במרלו לא היה מתאם בין משטר ההשקיה בין חנטה לבוחל לבין ערכי הבריקס וה pH בבציר גם בגפנים ללא תסמינים וגם בגפנים המראות תסמינים. מאידך מתאם חיובי אם כי לא מובהק ($R^2=4.5$) התקבל עבור גודל גרגר וזאת בדומה לקברנה. כאשר ככל שמשטר ההשקיה גבוה יותר בין חנטה לבוחל כך גודל הגרגר גבוה יותר בבציר. יחד עם זאת מתאם חיובי התקבל גם עבור גפנים המראות תסמינים אם כי ברמת מובהקות נמוכה יותר ($R^2=0.36$) וזאת בניגוד לממצאים שהתקבלו בקברנה סוביניון. מתאם חיובי אם כי לא מובהק התקבל עבור צבע הגרגר בגפנים שאינן מראות תסמינים, כאשר ככל שעקת המים גבוהה בבוחל כך צבע עולים ערכי הצבע בבציר. זאת בדומה לתוצאות הקברנה. מאידך בגפנים המראות תסמינים לא התקבל מתאם כלל בין נתוני תא לחץ לבוחל לצבע בבציר וגם זאת בדומה לתוצאות שהתקבלו בקברנה סוביניון.



איור 8. נתוני הבשלה ביחס לערכי תא לחץ בשלב ההשקיה הדיפרנציאלית במרלו.

בריקס, ממוצע לגרגר, pH, משקל בגרם וצבע (מ"ג מלבדין 3 גליקוזיד לגרם) חושבו עבור גפנים המראות תסמינים (אדום) ועבור גפנים שאינן מראות תסמינים (כחול). כל נקודה בגרף מייצגת נתוני חלקה בשנת מבחן אחת. נתונים מוצגים עבור כל שנות המחקר (2013, 2014, 2015). מתאם חושב ביחס לממוצע ערכי תא לחץ בתקופת ההשקיה הדיפרנציאלית. מתאם חיובי מתקבל כאשר ערך R^2 גבוה מ-5 (משוואות עבור הקו הישר וערכי R^2 מצוינות בגרף. כחול – ללא תסמינים, אדום – עם תסמינים).

דין

כאמור ממצאי מיזם הוירוס וממצאים שפורסמו בספרות הובילו אותנו להצעת מודל המסביר את מנגנון הפגיעה של וירוס קיפול העלים באיכות הענבים. על פי מודל זה עיכוב בצבירת עמילן בעלים בזמן שבין חנטה לבוחל יוביל לירידה בעצמת התסמינים הנמצאים בקורלציה לאיכות. אי לכך השריית עקה בזמן זה תוביל לירידה בפרוטוסינתזה ולעיכוב בצבירת העמילן בעלים. חיזוק למנגנון זה התקבל בניסוי שעל בו נמצא שהשקיה בחוסר בתקופה זו הוביל לירידה בעצמת התסמינים בבציר. בניסוי הנוכחי רצינו לבסס השערה זו ובמקביל לבחון השפעה של משטרי השקיה שונים על איכות הענבים בגפנים ללא תסמינים. זאת במטרה לגבש המלצות אופרטיביות לחקלאים. אי לכך הניסוי נעשה בכרם אורטל בו נמצאו שתי חלקות סמוכות של קברנה סוביניון ומרלו וניתן היה לבחון את השערת המודל בשני זנים שונים. למרות שבחירת השורות נעשתה על סמך תצלומי NDVI ונבחרו אזורים בהם השונות נמוכה, נמצאה שונות רבה בין החלקות השונות בערכי תא לחץ לאורך כל 3 שנות המחקר. בהתאם ניתוח התוצאות נעשה על פי מתאמים (קורלציות) ולא על פי השוואת ממוצעים רב שנתיים. מניתוח תוצאות שהתקבלו לא נמצאו קורלציות בין ערכי תא הלחץ בתקופה שבין חנטה לבין עצמת התסמינים ואחוז הגפנים הנגועות. יש לציין כי הגפנים הנגועות היו במקבצים ולא בפיזור אחיד בחלקה (כצפוי על פי ממצאי מיזם הוירוס). בהתאם הוחלפו הטיפולים בין שנת הניסוי הראשונה לשנת הניסוי השנייה והשלישית. זאת במטרה לבחון השפעה שנתית ודו שנתית על הגפנים המראות תסמינים. בשנת הניסוי הראשונה עיקר הגפנים המראות תסמינים נמצאו בטיפולי ההשקיה הרטובים ובשנות הניסוי הנוספות עיקר גפנים אלו נמצאו בטיפולי ההשקיה היבשים. אי לכך ניתן היה לצפות לירידה בעצמת התסמינים וואו מספר הגפנים המראות תסמינים בין שנת הניסוי הראשונה לשנים הבאות. בפועל לא נמצאו הבדלים וכאמור לא נמצאו מתאמים בין משטרי ההשקיה לעצמת התסמינים. בהתאם לא נמצאו מתאמים בין משטרי ההשקיה למדדי הבשלה ובציר גם בקברנה סוביניון וגם במרלו בגפנים המראות תסמינים. מניתוח ממוצעים של נתוני הבשלה וצבע נמצא כאמור כי בגפנים שהראו תסמינים חלה ירידה הן ברמת הבריקס והן ברמת הצבע בבציר כפי שנמצא בניסויים קודמים. מאחר ולא נמצא הבדל ברמת ה pH לא ניתן ליחס ערכים אלו להבשלה מאוחרת. אי לכך נראה כי טיפולי ההשקיה לא הצליחו למנוע את מופע התסמינים ואת נזקי וירוס קיפול העלים הן בזן קברנה סוביניון והן בזן מרלו. זאת בניגוד לצפוי ובניגוד לתוצאות ניסויים קודמים ודיווחי כורמים. **אי לכך לא הצלחנו** בניסוי הנוכחי לגבש המלצות השקיה לחלקות נגועות בוירוס. את ממצאי מחקר זה ניתן לפרש בשני אופנים: 1 – המנגנון המוצע המסביר את אופן הפגיעה של הוירוס באיכות הענבים אינו מדויק ואי לכך הטיפול המוצע אינו יעיל. 2 – לא הצלחנו לייצר עקה גדולה מספיק ולעכב את קצב הצטברות העמילן בעלים בתקופה שלפני הבוחל והופעת התסמינים. ממצאי מחקרים קודמים, ממצאים מהספרות והעובדה כי בקברנה סוביניון גודל

הגרגר לא הושפע ממצב המים בצמח בגפנים המראות תסמינים תומכים בהשערה השנייה. על פי השערה זו הייתה סגירת פיוניות מוקדמת בגפנים המראות תסמינים בהתאם למודל ולא הצלחנו לייצר עקה מספיק חזקה. גם מהתרשמות בכרם נראה היה כי הגפנים למרות ערכי תא הלחץ הקיצוניים בחלקם לא נמצאות בעקה ועיכוב הצימוח לא היה בולט. במידה וזו הסיבה לכישלון הניסוי נראה כי שימוש בערכי תא לחץ אינו מספק מידע מהימן על המצב הפיזיולוגי של הגפן. נראה כי ערכי תא לחץ באזור גידול אחד אינם משקפים את מצב הגפן באזור אחר ובהתאם לא ניתן לבנות משטר השקיה המבוסס על ערכים אלו. בשל כך נראה כי יש לחפש כלי מדידה נוספים העשויים להגדיר טוב יותר את המצב הפיזיולוגי של הגפן גם באזורי גידול משתנים.

ממצאים מעניינים התקבלו עבור הגפנים שאינן מראות תסמינים. בעוד שנמצא כי למשטר ההשקיה בשלב שבין חנטה לבוחל לא הייתה השפעה על הבשלת הענבים כפי שהתקבלה מנתוני הבריקס וה pH וליבול כפי שהתקבלה מנתוני הבציר, נמצא מתאם בין ערכי תא הלחץ לגודל הגרגר והצבע הן בקברנה והן במרלו. מהמתאם החיובי שהתקבל מערכי תא לחץ לגודל גרגר ניתן להסיק כי השקיה מרובה בשלבים מוקדמים תוביל לעליה בגודל הגרגר בבציר. יחד עם זאת עליה זו לא באה לידי ביטוי במשקל האשכולות ובמשקל היבול. יש לציין כי בבחינה של מועד הבוחל נמצא כי השקיה מרובה הובילה לאיחור במועד הבוחל בקברנה סוביניון אבל לא במרלו (נתונים לא מוצגים). מתאם הפוך התקבל בין ערכי תא הלחץ לבין הצבע כאשר משטר השקיה גבוה הוביל לירידה בצבע הענבים בבציר. תופעה זו נמצאה גם בקברנה וגם במרלו לא במובהק. ניתן להניח כי ירידה בצבע מקורה בגרגרים גדולים יותר ובירידה באחוז הסוכר בגרגר בשלב הבוחל עקב תחרות עם צימוח מוגבר שנראה בגפנים אלו. אי לכך ניתן לומר כי השקיה בעודף בשלב התפתחות זה תוביל לירידה באיכות הגרגר בבציר ויש לשמור על עקת מים בשלבי הבשלה אלו. יש לציין כי בגפנים המראות תסמינים לא נמצא מתאם בין גודל גרגר וצבע בבציר לבין משטר ההשקיה ותוצאה זו מרמזת כי בדומה למודל המוצע השפעת הוירוס אכן מתרחשת בזמן שבין חנטה לבוחל. תוצאות אלו מחזקות את ההשערה כי לא הצלחנו לייצר עקה מספיקה על מנת למנוע השפעות הוירוס על איכות הענבים.