

פיתוח מדדים לחילון רצוי בזנים לבנים ואדומים ככלי שימושי למיכון העבודה.

Criteria for leaf-pulling in white and red wine-grape varieties as a tool for mechanization of the work.

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

tirtzaz@yahoo.com

תרצה זהבי שה"מ, משרד החקלאות

omer.crane@migal.org.il

עומר קראין מו"פ צפון

Shlisel@telhai.ac.il

מאיר שליסל, מכללת תל-חי

ערן הרכבי, שה"מ

חוקר משני: יהושע יחזקאלי

תקציר

חילון (הורדת עלים) הוא טיפול מקובל בכרמים אך ללא הגדרה של מטרות הפעולה ולכן גם עם הגדרות שונות לגבי הדרך הנכונה לביצועו. מטרת העבודה הנוכחית היא לבחון באזור קריר בישראל, בארבעה זנים של ענבי יין את ההשפעה של אופיני חילון שונים ולבחון את האפשרות להגיע לאותן מטרות בחילון מכני רכוב טרקטור. לשם כך הוצבו בשתי שנות המחקר הראשונות ניסויים בארבעה זנים (קברנה סוביניון, שיראז, סוביניון לבן ויונייה). בכל ניסוי הושוו חמישה אופייני חילון לביקורת לא מחולנת. נמדדו המיקרואקלים באזור האשכולות, נבדקו מדדי פרי והוכנו יינות במיקרוויניפיקציה. בטיפול החילון החזק, בתחילת פריחה או אחר חנטה היתה קרינה רבה בגובה האשכולות לעומת כל הטיפולים האחרים, כן נמצאו הבדלים בטמפרטורת האשכולות אך הם היו קטנים ($>5^{\circ}\text{C}$). חילון חזק, בתחילת פריחה השפיע על גובה היבול בקברנה, פחות בסוביניון וביונייה וכלל לא בשיראז. הענבים בטיפול זה נטו להבשיל מוקדם לעומת הטיפולים האחרים. בסוביניון וביונייה חילון זה הפחית משמעותית את שיעור וחומרת הרקבנות שהתפתחו (בזנים האחרים לא התפתחו רקבונות). לאופיני החילון הנוספים שנבדקו (כולם אחר חנטה) היתה השפעה קטנה על הקרינה, כמעט ולא על טמפרטורת האשכולות ולא על מדדי פרי לעומת טיפול הביקורת. בהתאם בשנה השלישית למחקר חיקינו שלושה מאופיני החילון עם מכונות חילון. החילון הממוכן הביא לחשיפה פחותה של האשכולות לעומת החילון הידני המקביל ובהתאם לכך גם מידת ההשפעה היתה בולטת פחות. ההמלצות לחקלאים בעקבות מחקר זה הן לעבור לחילון ממוכן שחוסך בין יום לשני ימי עבודה. כן מומלץ להשתמש בחילון בתחילת פריחה בזנים/אזורים בהם מתפתחים הרבה רקבונות. מאחר וחילון זה השפיע של על גובה היבול בצורה שונה בזנים השונים אין חשש לנצלו בסוביניון, ויונייה ושיראז, יש לחשוש בקברנה ויש לבחון את השפעתו על מדד זה בזנים אחרים.

המונח "טיפול נופ" בגפני יין כולל שלושה מרכיבים עיקריים: דילולים של שריגים ואשכולות, הדליה של השריגים החד שנתיים (שילוב), והורדת עלים (חילון). בעולם ובמידה מסוימת בארץ, יש מכונות שיכולות לבצע את שתי הפעולות האחרונות. מקובל שחשיפה מסוימת לתאורה/איורור תשפיע לטובה על איכות הענבים (Reynolds & Heuvel, 2009). חשיפה על ידי חילון היא אחת הטכניקות שהשתרשו בגידול ענבים ליין (Iland et al., 2011) אך חסרות הגדרות לאופן ומידת החילון הרצוי. תחת ההגדרה חילון מדברים היום על הסרת עלים לפני חנטה, בין חנטה לבוחל או אחרי תחילת ההבשלה. עם אותה כותרת יש המורידים את כל העלים סביב האשכולות ויש המשאירים "גגון" (מורידים עלים רק עד גובה האשכול) למנוע קרינה ישירה בצהריים. שיטה הנחקרת היום רבות בעיקר באיטליה מדברת על הורדה מסיבית של עלים מעל האשכולות כדי לדחות את ההבשלה (Pallioti, 2014) ושיטה נוספת של חילון מציעה חילון פנימי למניעת הצהבה של עלים לא מתפקדים (יקב הגולן, שיחה אישית). בגפן מודרנית, מודלית, האשכולות מרוכזים באזור מוגדר ולכן קל יחסית לעשות ואף למכן פעולות אגרוטכניות שישפיעו על מידת החשיפה שלהם. כדי להתאים לכל חלקה את החילון המתאים יש לדעת מהן ההשפעות של כל אופיין חילון.

ביצוע ידני של החילון דורש בין מחצית לשני ימי עבודה לדונם. מכונות מורכבות על טרקטור יכולות לבצע את פעולת החילון בקצב של כ 20-40 דונם ביום ובעלות שהיא כעשירית מעלות החילון הידני.

על כן מטרת מחקר זה היא: השפעת חילון בעיתוי שונה, בעוצמה שונה ובמיקום שונה על יבול ואיכות הענבים בזנים לבנים ואדומים ובחינת האפשרות למכן את העבודה.

א. הצבת ניסויי השדה:

הוצבו ניסויים בארבעה זנים – קברנה סוביניון ושיראז כמיצגים את הזנים האדומים הנפוצים וסוביניון לבן ווינוניה הלבנים. כל חלקות הניסוי נמצאות בכרם מרום גולן בעמק קונטרה ונטועות בכיוון צפון מזרח – דרום מערב (30°). כל ניסוי הוצב בחמש חזרות, עם לפחות שש גפנים בכל חזרה. בשתי שנות המחקר הראשונות ניבדקה על אותן גפנים ההשפעה של חמישה איפיוני חילון (טבלה 1).

טבלה 1: צורות החילון שבוצעו במסגרת הניסוי.

	מועד החילון	מיקום	צד	ביצוע שנה III
ב	תחילת פריחה	מבסיס השריג עד שני עלים מעל האשכולות	שני צדדים	+
ג	גרגר אפונה	מבסיס השריג עד שני עלים מעל האשכולות	מזרח-דרום	+
ד	גרגר אפונה	מבסיס השריג עד מתחת לאשכול הראשון	מזרח-דרום	
ה	גרגר אפונה	מיד מעל גובה האשכולות, 3-4 עלים	מזרח-דרום	+
ו	גרגר אפונה	חילון פנימי בגובה האשכולות, סילוק פנימיים	אמצע	
א		ביקורת לא מחולנת		+

בנוסף, בשנת המחקר השנייה בוצעו נסיונות ראשוניים עם מכונות חילון (פרוט בהמשך). על סמך תוצאות השנתיים הראשונות המשכנו בשנת הניסוי השלישית בשלושה אופייני חילון שבוצעו ידנית או מכנית והושו לביקורת לא מחולנת. הטיפולים שירדו הם "ד" ו "ו". הניסוי בשנה זו בוצע בחלקות "חדשות" בשורות סמוכות לניסוי הראשון ובמתכונת זהה. לאור התוצאות מהניסוי ההקדמי בעונת 2018 שהראו חשיפה פחותה בטיפולים המכניים כל הטיפולים המכניים בוצעו בשני צידי השורה.

ב. מדידות:

I. מדידות אור. בוצעו עם מכשיר SQ-316 Sun Calibration של חברת אפוג'. מדידה ראשונה בוצעה מיד אחרי ביצוע החילון ושניה כשבוע אח"כ. מטרת סט זה של מדידות היא לבחון אם החשיפה הנוצרת בגלל הורדת העלים משתנה משמעותית בגלל שהעלים שנשארים על הגפן "מסתדרים" במרחב בעקבות החילון. בהמשך בוצעו מדידות נוספות, אחת לחודש. המכשיר הוצב צמוד ובמקביל לשורה באזור האשכולות. המכשיר בודק את האור הפוטוסינטטי (PAR) ביחידות של מיקרומול למ"ר לשניה. בשתי שנות המחקר האחרונות הוצבו בנוסף אוגרי נתונים באזור האשכולות, כך שהחיישנים פונים לכיוון דרום מזרח. באוגרים נימדדו הטמפרטורה והקרינה. הבדיקה נעשתה כל 30 דקות והם הוצבו בארבע חזרות של כל טיפול בזנים קברנה סובינין וסובינין לבן.

- II. מדידות טמפרטורה. בוצעו עם אקדח אינפרא אדום ועם אוגרי הנתונים לעיל. בשנת הניסוי הראשונה נאספו נתונים בארבעה "ימי מדידה" שכל אחד מהם כלל בדיקה בבוקר, בצהרים ואחה"צ. לאור התוצאות, בשנים הבאות ניבדקה טמפרטורת הגרגרים רק בצהרים. בכל חזרה ניבדקה הטמפרטורה של תשעה גרגרים, משלוש גפנים שונות. סט מדידות נמשך כ 40 דקות בכל זן. ב 2018 בשלושה מועדים וב 2019 במועד אחד. כאמור לעיל נעשה גם איסוף רציף של נתוני טמפרטורה באזור האשכולות בסובינין ובקברנה במשך כל העונה עם אוגרי נתונים.

- III. מכות שמש לאשכולות. בשנת 2017, בתחילת אוגוסט ניספרו כל האשכולות הפגועים בכל חזרה ודורגו על סמך רמת הפגיעה: 1 – עד 3 גרגרים לאשכול, 2 – עד 10 גרגרים לאשכול, 3 – עד מחצית האשכול, 4 – מעל מחצית האשכול. בשנת 2018 כמעט לא היו מכות שמש ואילו ב 2019 ניבדקו 15 אשכולות לחזרה בכל צד של השורה וצוין אחוז הגרגרים הפגועים בכל אשכול. הספירה בשנה זו כללה גם נזקים מכניים שכן בזמן הספירה לא ניתן היה להבדיל בין נזקים ממכות שמש לנזקים שניגרמו מהחילון המכני.

- IV. נתוני גודל גרגר ותירוש. ניבדקו מרמת סוכר של כ 15-18%. בתחילה אחת לשבועיים ועם ההתקרבות לנתוני בציר רצויים (24% בלבנים, 26% באדומים) אחת לשבוע. לצורך הבדיקות נידגמו בכל מועד 100 גרגרים מכל חזרה, משני צידי השורה תוך הקפדה לאסוף גרגרים מכל חלקי האשכול (עליון, תחתון, אמצעי, שני צידי האשכול). במעבדה הגרגרים נישקלו, ניסחטו ידנית והמיץ שימש לבדיקת סוכר ו pH. במועד הבדיקה האחרון של כל חלקה ניבדקה גם רמת החומצה הכללית ע"י טיטור.

- V. נתוני צבע ופנולים. ניבדקו במועד הדיגום האחרון של כל חלקה. מכל חזרה נידגמו 100 גרגרים נוספים. הגרגרים הוקפאו עד הבדיקה שנעשתה במיצוי אתנולי חומצי כל ידי קריאה בספקטרופוטומטר באורך גל של 520nm לצבע ו 280 לפנולים.
- VI. נתוני בציר. בחמש גפנים בכל חזרה ניספרו האשכולות ונישקל היבול לחישוב יבול ומספר אשכולות ממוצע לגפן.
- VII. הכנת יין. יין הוכן בנפרד מכל חזרה ביקב הנסיוני במכללת תל חי. השאיפה היתה לבצור כל חלקה כשרמת הסוכר מגיעה ל 26% בזנים האדומים או 24% בלבנים. ב 2017 הוכנו יינות מהסוביניון הלבן השיראז והקברנה, ב 2018 מכל הזנים וב 2019 מכל הזנים אולם בשיראז והיונייה מכל הטיפולים ובקברנה ובסוביניון רק מהטיפולים שחולנו ידנית ומהביקורת.
- VIII. נגיעות ברקבונות. ניבדקה בזנים הלבנים, בהם הופיעו רקבונות. ב 2017 (שעור רקבונות נמוך) ניספרו האשכולות הרקובים תוך כדי הבציר, בשנים הבאות נעשתה בדיקה ערב הבציר: בכל חלקה ניבדקו ויזואלית מכל צד של השורה 20 ו 25 אשכולות (בהתאמה ב 2018 ו 2019) וצוין שעור הגרגרים הרקובים בכל אשכול. הנגיעות ניבדקה בטיפולי החילון החזקים (מוקדם ומאוחר) ובביקורת הלא מחולנת.

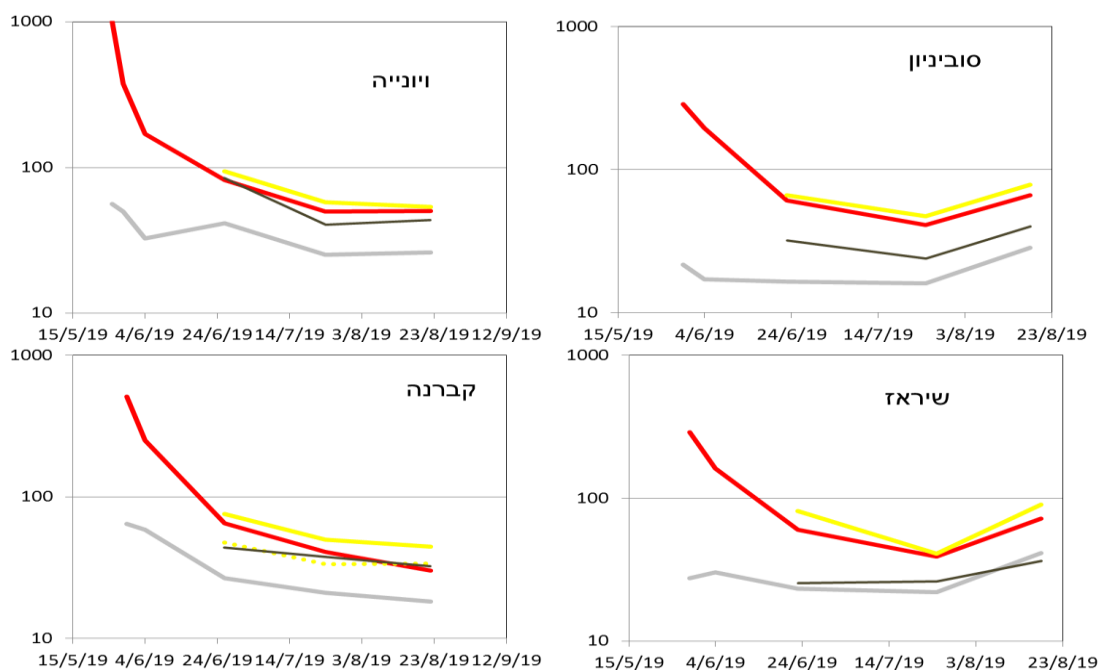
ג. תוצאות:

בחלקו הראשון של פרק זה התייחסנו להשפעת הטיפולים הידניים שעל חלקם חזרנו בכל שנות המחקר. בחלק השני מופיעה השוואה של כל טיפול ידני לטיפול המכני המקביל לו.

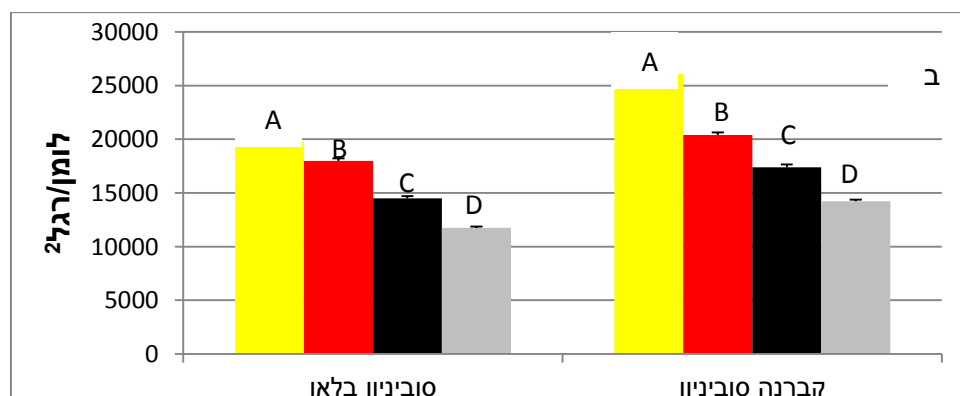
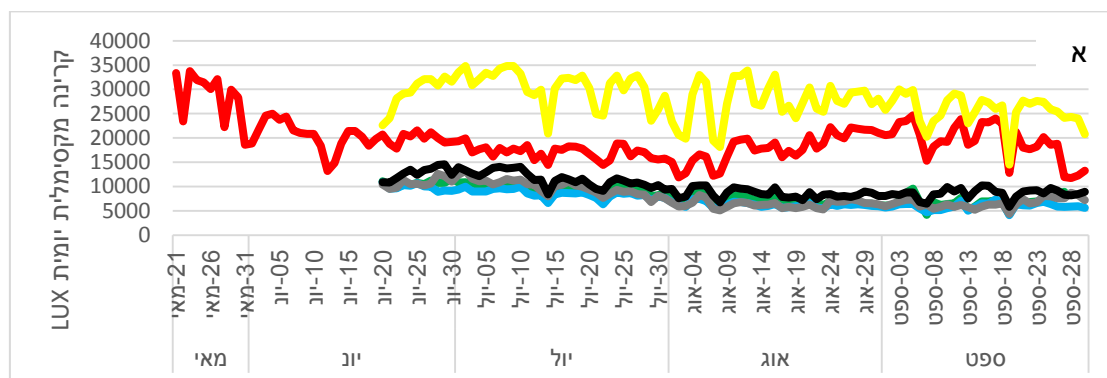
א. קרינה.

מדידות קרינה ידניות של האור הפוטוסינטטי (PAR) נערכו אחת לחודש בכל אחד מהטיפולים. ככלל נראתה ירידה בעוצמת הקרינה על האשכולות ממועד המדידה הראשון לאחרון (איור 1). הירידה היתה חזקה ומובהקת בין מועד המדידה הראשון לשני, בעיקר בטיפול החילון המוקדם (מובהק בכל הזנים). זאת ככל הנראה בגלל שבתקופה זו עדיין יש צימוח נמרץ של הגפן ויציאה של בני ענפים שהצלו על אזור האשכולות בהמשך. הירידה בעוצמת הקרינה נמשכה גם למועד המדידה השלישי בשני הטיפולים החזקים (מוקדם ומאוחר) אך לא בטיפול המתון של הורדת עלים מעל האשכולות או בביקורת. בשיראז ובסוביניון היתה עליה קלה בקרינה במועד המדידה האחרון ככל הנראה בגלל קיטום של בני שריגים שבוצע משקית בכל החלקה. בארבעת הזנים רמת קרינה גבוהה ביותר נמדדה לאורך כל העונה בטיפולי החילון החזקים כשבחילון אחר חנטה נטייה לא מובהקת לקרינה חזקה יותר מבחילון המוקדם. הקרינה הנמוכה ביותר היתה בביקורת הלא מחולנת אך ברוב התאריכים רמת הקרינה לא ניבדלה מהקרינה בגפנים שחולנו מעל גובה האשכולות (מובהק "לרעת" הביקורת רק ביונייה ביוני ובקברנה ביולי). איור 2 מציג את הקרינה היומית המקסימלית שנמדדה בשישה הטיפולים בקברנה סוביניון ב 2018. גם בשנה זו הקרינה הגבוהה נימצאה בטיפולים החזקים (אדום וצהוב) ונמוכה במובהק בביקורת, בטיפול החילון הפנימי ובחילון עד גובה האשכולות.

מיקרומול"ר/שנייה



איור 1: מהלך קרינה עונתי (PAR) כפי שנמדד במדידה הידנית באזור האשכולות ב 2019. קוים רציפים – חילון ידני, קוים מקוטעים – חילון מכני. אדום – חילון בתחילת הפריחה, צהוב – חילון חזק בגובה האשכולות בגודל אפון, שחור – חילון מעל גובה האשכולות בגודל אפון. אפור – ביקורת לא מחולנת.



איור 2: א. קרינה מקסימלית יומית בקברנה סוביניון 2018 ו ב. קרינה ממוצעת באזור האשכולות ב 2019 כפי שנמדדה עם אוגרי נתונים. מקרא הטיפולים כמתואר באיור 1 ובנוסף ב "א" חילון פנימי בירוק וחילון עד גובה האשכולות כחול.

II. טמפרטורה באזור האשכולות.

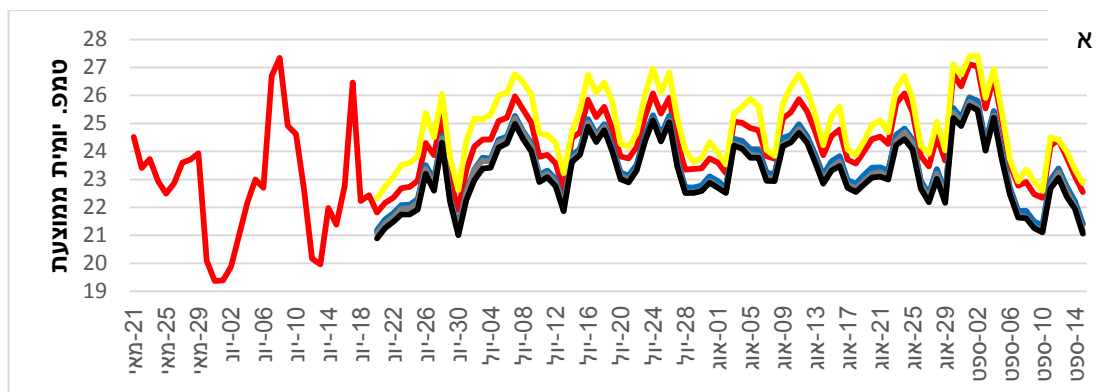
אגירת הטמפרטורות באזור האשכולות נעשתה עם "הובואים" שהוצבו בארבע חזרות של כל אחד מהטיפולים בזנים קברנה סובינין וסובינין לבן. להשוואת הנתונים העונה חולקה לארבע תקופות: (1) מפריחה (מועד החילון המוקדם) עד גרגר בגודל אפון (מועד שאר החילונים) (2) מגודל אפון עד חודש אח"כ, (3) מסוף תקופה 2 לבוחל ו (4) מבוחל לבציר. ההפרש בטמפרטורה הממוצעת בין הטיפולים לביקורת הלא מחולנת שהתקבל בכל אחת מהתקופות בין מוצג בטבלה 1, ערכים מופיעים כשההפרש מובהק סטטיסטית וסימן שיוון כשההפרש אינו מובהק.

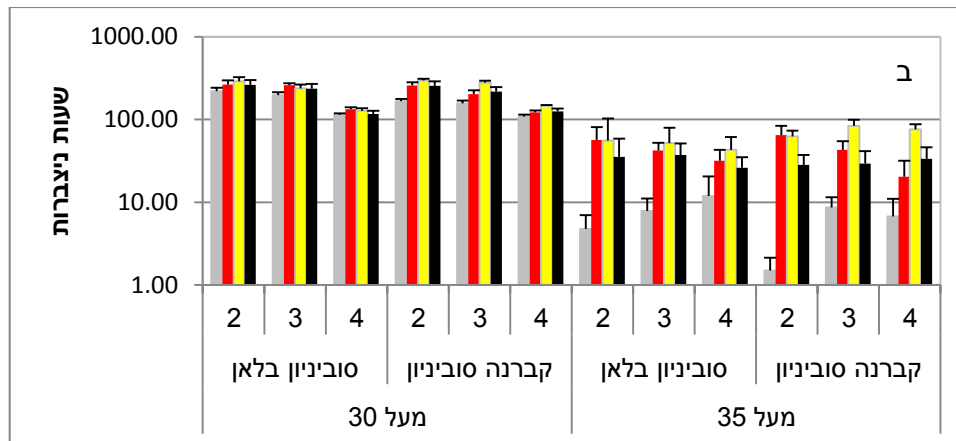
בשני הזנים כמעט בכל המקרים ההפרש מטיפול הביקורת היה קטן אך מובהק (חריגים מסומנים בטבלה 1 בסימן שיוון). הטמפרטורות הגבוהות ביותר נמדדו בגפנים שחולנו חזק מאוחר אך ההבדל נמצא מובהק מטיפולי החילון האחרים רק בתקופה 2, כלומר מיד אחרי ביצוע החילון המאוחר (בשני הזנים). מדד נוסף אליו התיחסנו הוא מספר השעות החמות, מעל 30 ומעל 35 מעלות שניצברו בכל אחד מהטיפולים (איור 3). בגפני הביקורת בסובינין נספרו כעשר שעות בהן הטמפרטורה באזור האשכולות היתה מעל 35 לעומת כ 30-60 שעות בטיפולי החילון החזקים וכשלושים בגפנים שחולנו מעל גובה האשכולות. כל ההבדלים לא היו מובהקים.

טבלה 2: הפרשים בין הטמפ. הממוצעת באזור האשכולות בטיפולי החילון השונים לבין הביקורת (2019)

תקופה* חילון חזק בתחילת פריחה חילון חזק בגודל אפון חילון מעל האשכולות בגודל אפון			
סובינין לבן			
1	0.83		
2	0.91	1.20	0.88
3	0.70	0.73	0.42
4	0.61	0.69	=
קברנה סובינין			
1	1.59		
2	1.02	1.62	1.27
3	0.55	1.46	0.61
4	=	1.82	0.68

*תקופה "1" מפריחה (מועד החילון המוקדם) עד גרגר בגודל אפון (מועד שאר החילונים) "2" מגודל אפון עד חודש אח"כ, "3" מסוף תקופה 2 לבוחל ו "4" מבוחל לבציר



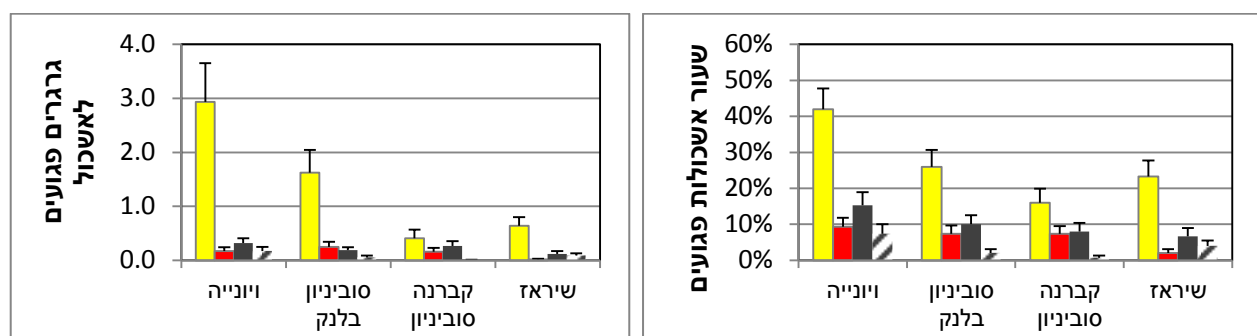


איור 3: א. טמפרטורה יומית ממוצעת בקברנה (2018) וב. - מספר השעות מעל 30 ו 35 מעלות צלסיוס בכל אחד מהטיפולים הידניים בשני הזנים (2019). המקרא כבאיור 2.

בקברנה ההבדלים היו גדולים יותר כשבביקורת היו כ 1.5, 7 ו 9 שעות מעל 35° בשלוש התקופות בהתאמה. מספר השעות החמות בביקורת בתקופה 2 ניבדל במובהק מ 65 שעות שנימדדו בגפנים שחולנו מוקדם ובתקופות 3 ו 4 ניבדלו ממספר השעות החמות שנימדדו בגפנים שחולנו מאוחר חזק. טיפול החילון מעל גובה האשכולות נמצא גם כאן במקום ביניים עם כ 30 שעות בהן הטמפרטורות עברו 35° . כמות השעות מעל 30° היתה גבוהה יותר וגם כאן הצבירה הנמוכה ביותר היתה בביקורת הלא מחולנת (בשני הזנים).

III. נזקים בגרגרים

אחד החששות מפעולת החילון בתנאים חמים היא נזקים שייגרמו מהחשיפה לשמש. בשתי השנים בהן נבדק מדד זה נמצא נזק גבוה משמעותית בטיפול החילון החזק המאוחר לעומת הטיפולים האחרים והביקורת. ב 2019 ההבדל בין טיפול זה לביקורת היה מובהק בכל הזנים וב 2017 הוא נבדל בשלושה זנים אך לא בקברנה. עם זאת למרות ששעור גבוה מהאשכולות נפגע, עוצמת הנזק - פחות משלושה גרגרים לאשכול, זניחה.

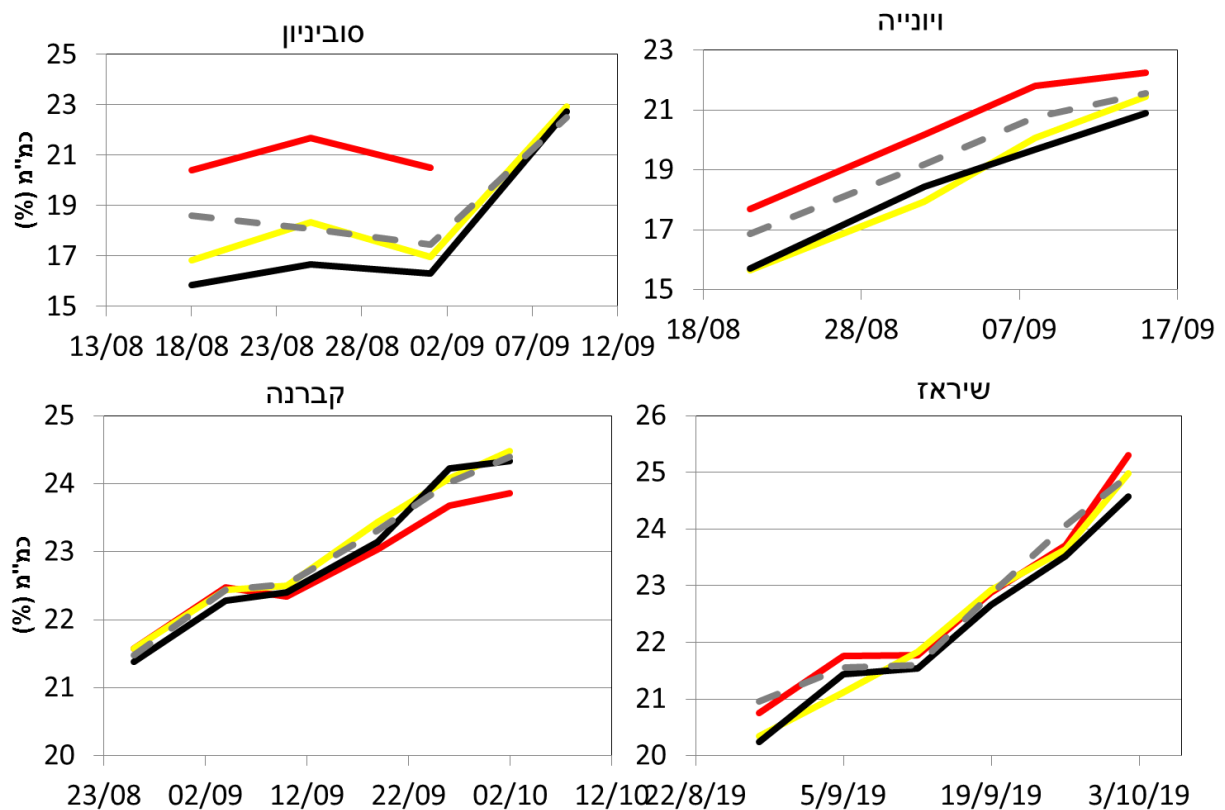


איור 4: שעור אשכולות (מימין) ומספר גרגרים פגועים לאשכול (משמאל) בארבעת הזנים ב 2019

IV. נתוני תירוש

א. סוכר (בריקס) בדיגום ובנתוני הקבלה ביקב בתל-חי

רק בתאריכים בודדים היו הבדלים מובהקים סטטיסטית בין הטיפולים. עם זאת, ברוב המקרים (שנים זנים) הטיפול שחולן מוקדם נטה לעלות בריכוז הסוכר מוקדם לעומת הטיפולים האחרים. מגמה זו בלטה ב 2017 בכל הזנים, פחות ב 2018 ואילו ב 2019 התבטאה בברור בזנים הלבנים, פחות בשיראז ואילו בקברנה נראתה מגמה הפוכה (איור 5). הטיפול שחולן מעל גובה האשכולות נטה לאחר בהבשלה דבר שחזר בכל השנים בשיראז, ובשתיים משלוש השנים בשאר הזנים. החלקות ניבצרו על פי מעקב הבשלה שבוצע אחת ל 7-10 ימים.



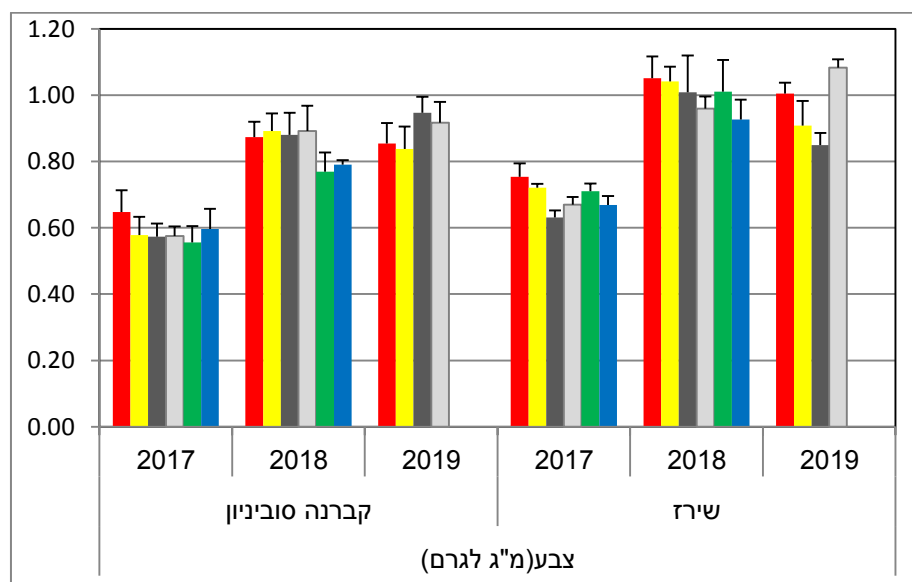
איור 5: עקום צבירת הסוכר בענבים מהטיפולים השונים ב 2019 (מקרא כבאיור 1).

רוב הענבים שהגיעו ליקב היו בטווח ההבשלה שהוגדר. ב 2019 היו חריגים בסוביניון הלבן בגלל עצירה של ההבשלה מחד והתגברות רקבונות מאידך. כן היתה בעיה בשנה זו במועד הבציר האחרון של הזנים האדומים בהם רמת הסוכר עלתה בחדות בשבוע האחרון בגלל שלושה ימי חמסין לפני הבציר.

V. צבע הענבים

אלה ניבדקו בזנים האדומים אחרי מיצוי באתנול חומצי. לא נימצאו הבדלים מובהקים באף אחת משנות הניסוי. עם זאת בשיראז החילונים החזקים (אדום וצהוב בגרפים) נטו להיות עם צבע טוב יותר לעומת החילון מעל גובה האשכולות ובשתיים מהשנים גם יותר מהביקורת. בשיראז הפתיעה רמת הצבע בביקורת ב 2019, אך גם כאן ההבדל אינו מובהק. בקברנה לא חזרה מגמה ברורה בין השנים. ב 2017 היתה נטייה לצבע טוב יותר בחילון המוקדם, ב 2018 ארבעה טיפולים (איתם המשכנו ב 2019) נטו

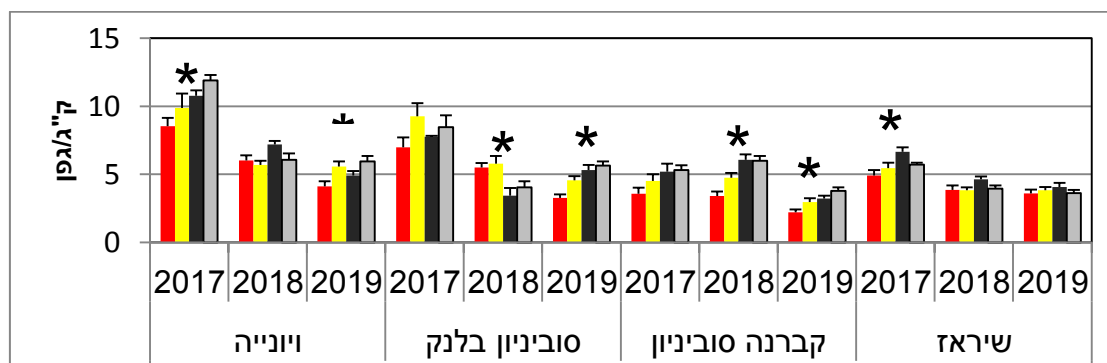
להיות גבוהים משני הנותרים ואילו ב 2019 היתה מגמה לא מובהקת לצבע חזק יותר בטיפולים הפחות חשופים. בכל המקרים ההבדלים היו קטנים.



איור 6: רמת הצבע (כאקויוולנט למ"ג מלבדין) המקרא בדומה לאיור 2

VI. יבול ומרכיביו

ההבדלים המשמעותיים ביותר בגובה היבול היו בקברנה סוביניון ולעומתו ההבדלים בשיראז היו זניחים (איור 7). מתוך 12 מערכי בציר (שלוש שנים, ארבעה זנים) בחמישה היבול היה נמוך במובהק בגפנים שחולנו לפני הפריחה, פעמיים ביונייה ובקברנה ופעם אחת בסוביניון. מגמה זו חזרה בששה מקרים נוספים (סה"כ ב 11 מ 12 בצירים). לעומת זאת ב 2018 היבול שניבצר בסוביניון מגפנים שחולנו מוקדם היה גבוה יותר וזאת בגלל ההשפעה על רמת הרכבונות שהיתה גבוהה בטיפולים האחרים (תופעה שחזרה גם בשנים האחרות). בקברנה סוביניון גם היבול בחילון החזק המאוחר נטה להיות נמוך יחסית (לא מובהק) דבר שלא חזר בזנים האחרים.



איור 7: יבול לגפן (ק"ג) בטיפולים שנימשכו בכל שנות הניסוי. מקרא כמתואר באיור 1.

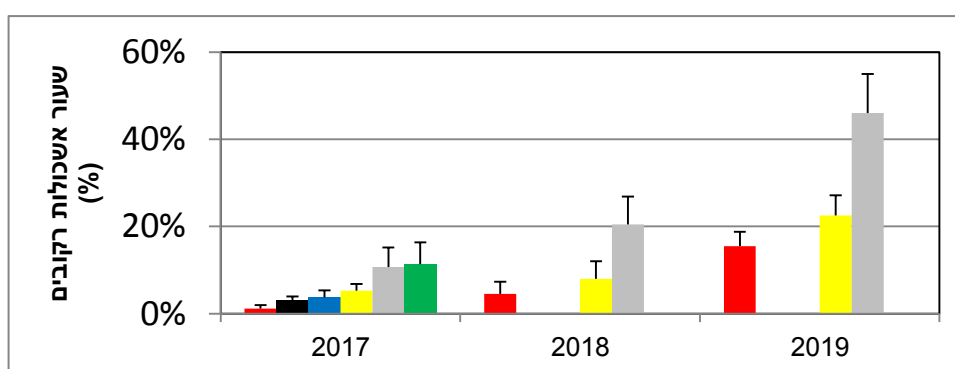
ההבדל ביבול נבע הן ממשקל האשכולות ובקברנה סוביניון גם ממספרם. גודל הגרגרים, נתונים שאינם מובאים, היה קטן במובהק בחילון המוקדם בסוביניון וביונייה ב 2019, מגמה שחזרה ללא מובהקות גם בשנים האחרות בכל הזנים (לבד מהשיראז ב 2017). בשתי השנים בהם ניתן היה לבדוק בלבול את מספר האשכולות החוזר (שנה אחרי הטיפולים) נמצא ששעור ההתמיינות בגפנים שחולנו לפני הפריחה היה נמוך. מעניין שההבדל בהתמיינות חזר במובהק בשתי השנים בשיראז שבו לא היה אח"כ הבדל ביבול, בנוסף הוא נמצא מובהק ב 2018 בסוביניון וב 2019 ביונייה.

טבלה 3: מספר הפעמים בהם נימצאו הבדלים מובהקים במדדי בציר בשלוש שנות הניסוי

	יונייה	סוביניון	קברנה	שיראז
מספר אשכולות	1	2	2	
משקל אשכול	2	1	2	
יבול לגפן	3	2	2	1

VII. מרקיבי היבול.

שעור האשכולות הנגועים בריקבון ניספר ב 2017 בזמן הבציר ובשתי השנים הבאות בספירות יעודיות שבוצעו לקראת מועד הבציר. רקבונות הופיע בעיקר בסוביניון, מעט ביונייה ובכלל לא בקברנה ובשיראז. בשלוש השנים שעור הרקבונות הנמוך ביותר היה בגפנים שחולנו מוקדם והגבוה בגפני הביקורת הלא מחולנות. בגלל שונות רבה בין החזרות ההבדלים בין הטיפולים בשתי השנים הראשונות לא היו מובהקים ואילו בשנה האחרונה הטיפול המוקדם ניבדל מהביקורת אך לא מהגפנים שחולנו חזק מאוחר (איור 8)



איור 8: שעור האשכולות הרקובים שהתפתחו בשלוש שנות המחקר

VIII. משקל הגזם כמדד לעוצמת הצימוח

לא נמצאו הבדלים עקביים במשקלי הגזם בין השנים או בין הטיפולים (נתונים לא מוצגים).

VII. טעימת יינות.

טעימת היינות המיוצרים כל שנה נערכת בין האביב העוקב (בזנים הלבנים) לסתיו שאחריו עבור הזנים האדומים. טעימות נעשו ע"י פאנל של אנשי יין (יינות 2017) וע"י אנשים שעברו קורס יעודי לטעימה (יינות 2018). על סמך השוואה של הציון הכללי המסכם את המדדים השונים לא נמצאה העדפה או דחייה של טיפולים מסוימים. ההפרשים בין היינות בכל סט (זן/שנה) לא עלו על 0.5 מתוך 20 נקודות אפשריות.

סיכום ביניים ודיון (טיפול ידניים)

שיטות החשיפה השונות גרמו להבדלים ברמות הקרינה באזור האשכולות בארבעת הזנים בהם עבדנו כשכפופי החילונים החזקים, מוקדם או מאוחר הביאו לחשיפה חזקה לעומת טיפולי החילון האחרים בהם הקרינה באזור האשכולות דמתה יותר לביקורת. לעומת הקרינה, הבדלי הטמפרטורה שנימדדו על הגרגרים עצמם עם אקדח אינפרא אדום ועם אוגרי נתונים באזור האשכולות היו מובהקים אך קטנים. ההפרש המקסימלי מהביקורת היה קטן מ 5 מעלות צלסיוס (טבלה 2). עם ההבשלה ובבציר בחנו שלוש קבוצות נתונים – מרכיבי היבול – גודל גרגר וגובה היבול, מדדי איכות – סוכר, pH, צבע ורקבנות ואיכות היין שהתקבל מהטיפולים השונים. פעולת החילון מסלקת חלק משטח העלים המטמיע וככל הנראה גורמת בטיפול המוקדם לתחרות עם האשכול החונט. בעבודה זו ראינו תגובות שונות של הזנים לפעולה זו. בשלושה מהזנים נראתה מגמה לפחיתה ביבול בגפנים שחולנו מוקדם לעומת הביקורת אך לא בשיראז. הירידה נבעה מעט ממספר האשכולות ובזנים הלבנים גם מגרגר קטן יותר. בגפנים שחולנו אחר חנטה לא היתה השפעה על גובה היבול או מרכיביו. מאידך בסוביניון, זן הרגיש להתפתחות רקבנות מצאנו ב 2018 יבול גבוה יותר בגפנים שחולנו חזק וזאת בגלל שיעור רקבנות נמוך במובהק בעיקר בגפנים שחולנו מוקדם אך גם בחילון המאוחר. תופעה זו משמעותית ביותר בזנים ואזורים בהם יש נטייה רבה להתפתחות רקבנות שכן הפחתה כימית של התפתחות רקבנות היא קשה, יקרה, פוגעת בסביבה ואף פעם לא מושלמת. ברצוננו להתעמק בהשפעה זו ע"י קביעה מדויקת של מועד החילון סביב תקופת הפריחה שיפגע פחות בחנטה וכך למצא את האיזון בין הפגיעה ביבול לבין התרומה לגובהו ולאיכותו על ידי הפחתת הרקבנות. בספרות המקצועית מתיחסים בעיקר לטיפולים המקבילים לחילון החזק שלנו ובדיקת ההשפעה במועדים שונים. לגבי חילון מעל גובה האשכולות המטרה הנבחנת בעולם היא דחייה של ההבשלה הסוכרית של הענבים במטרה לקבל עלייה בחומרי ארומה בפרי (הבשלה פנולית) ברמות סוכר רצויות. נתונים בספרות, גם לגבי אותו עיתוי חילון מראים מגמות שונות בהשפעה על הבשלת הענבים, לעתים אף באותה חלקה בגלל חזרה על הניסוי בשנים עם מזג אויר שונה. Bubola וחבוריו (2017) הראו דחייה בצבירת הסוכר ובעליית ה pH ושיפור בכמות האנטוציאנים בעקבות חילון מוקדם בעוד מאמר מסכם של verdenal (2019) בשוויץ טוען שאין השפעה על מרכיבי התירוש בעקבות חילון כזה. לגבי חילון אחרי פריחה Mosseti וחבוריה שחילנו אחר חנטה הראו עלייה מובהקת במכות שמש באשכולות וירידה בשיעור הרקבנות רק בשנה אחת משתיים. חילון מאוחר מעל גובה האשכולות הביא בחלק מהמקרים לתוצאה הרצויה של דחיית ההבשלה (Wang et al, 2019). קרינה ובעיקר טמפרטורות הפרי יכולות להשפיע על איכות הפרי (Bernardo, 2018). בעבודה שלנו הבדלים בצבירת הסוכר היו קטנים ובד"כ לא מובהקים לעומת הביקורת אם כי נראה על פי מספר מועדי בדיקה על פני שלוש השנים וארבעת הזנים שהטיפול שחולן מוקדם נטה להבשיל לפני הטיפולים האחרים (לא תמיד קשור להפחתה ביבול) והגפנים שחולנו מעל גובה האשכולות נטו לפגר בהבשלה, יתכן בגלל הקטנה משמעותית של השטח המטמיע. במדדים של צבע ופנולים לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים. לשני הטיפולים עליהם ויתרנו בשנת המחקר השלישית: חילון מתחת לגובה האשכולות וחילון פנימי טיפולים שמקובלים בכרמים בארץ

בהמלצת ההדרכה והיקבים לא מצאנו התייחסות משמעותית בספרות. מאחר ובשום מדד לא היתה לטיפולים אלה השפעה חיובית משמעותית החלטנו לוותר עליהם עם המעבר לבדיקת המיכון בשנת המחקר השלישית.

השוואה של טיפולים ידניים ומכניים

המטרה של פרויקט זה היא להתאים שיטות של חילון מכני לקבלת יבול ויינות שלא ייפלו מהיינות המתקבלים בטיפול הידני. בהתאם בשנתיים הראשונות של המחקר בחנו חמישה טיפולי חילון שונים (כולם ידניים) ואילו בשנת הניסוי השלישית על סמך התוצאות מהשנתיים הראשונות ויתרנו על שני טיפולים, הן כיוון שלא נראו מענינים מבחינת השפעתם על הענבים והפרי והן בגלל הקושי לבצעם מכנית והתמקדנו בשני טיפולי חילון קיצוניים יחסית ובטיפול שלישי שתוצאותיו לא נפלו מאלה של הטיפולים האחרים והוא הקל ביותר למיכון. שלוש איפיוני החילון בוצעו הן ידנית, כמו בשנים הקודמות והן עם מכונת חילון רכובה על טרקטור. הטיפולים שניבדקו מרוכזים בטבלה 4. הצגת התוצאות להלן היא להשוואה עבור כל מאפיין חילון בין התוצאות שהתקבלו מהעבודה הידנית לתוצאות בגפנים שטופלו מכנית.

טבלה 4: טיפולי החילון בשנת הניסוי השלישית.

מועד החילון	מיקום	ידני	מכני
תחילת פריחה	מבסיס השריג עד שני עלים מעל האשכולות	שני צידי השורה	שני צידי השורה
גרגר אפונה	מבסיס השריג עד שני עלים מעל האשכולות	מזרח-דרום	שני צידי השורה
גרגר אפונה	מיד מעל גובה האשכולות, 3-4 עלים	שני צידי השורה	שני צידי השורה
	ביקורת לא מחולנת		

א. קרינה

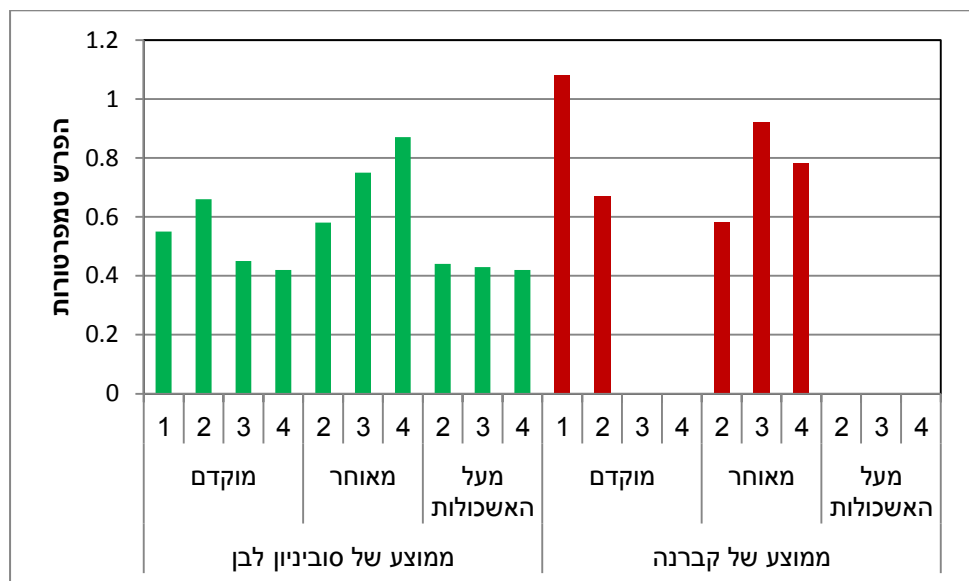
כמות הקרינה שהגיעה לאשכולות אחרי הטיפולים המכניים היתה תמיד נמוכה מזו שהגיעה בטיפולים הידניים אך ברוב המקרים ההבדלים לא היו מובהקים. בטבלה 5 מוצגים המועדים בהם נמצא הבדל מובהק בין הטיפול הידני לטיפול המכני בכל אחד מהזנים (מסומן + בטבלה) והתאריכים בהם ההבדל לא היה מובהק (=). באף אחד מהזנים והתאריכים לא נמצא הבדל מובהק ברמת הקרינה שהגיעה לאשכולות בין גפנים שחולנו ידנית או מכנית מעל האשכולות. לעומת זאת נמצא הבדל מובהק בשלושה מהזנים (לא בקברנה) במדידה שנעשתה מיד סמוך לביצוע הטיפול החזק המוקדם ואילו בחילון החזק המאוחר נמצא הבדל מובהק בשלושה זנים במדידה של סוף יוני, מיד אחרי החילון ובשני זנים גם בסוף יולי ובסוף אוגוסט. בהסתכלות על כל זן רואים שההבדלים שהתקבלו בסוביניון היו מובהקים בשני החילונים החזקים בכל המועדים ואילו בשירז וביונייה היו בכל זן שני מועדים/טיפולים בהם נמצא הבדל מובהק.

טבלה 5: הבדלים בקרינה בין טיפול ידני למכני המקביל לו

עיתוי חילון	מיקום	מועד מדידה	יונייה	סוביניון לבן	קברנה	שיראז
תחילת פריחה	גובה האשכולות שני צדדים	תחילת יוני	+	+	=	+
		סוף יוני	=	+	+	=
		סוף יולי	=	+	=	=
		סוף אוגוסט	=	+	=	=
גודל אפון	גובה האשכולות	סוף יוני	=	+	+	+
		סוף יולי	=	+	+	=
		סוף אוגוסט	+	+	=	=
		סוף יוני	=	=	=	=
	מעל האשכולות	סוף יולי	=	=	=	=
		סוף אוגוסט	=	=	=	=
		סוף יוני	=	=	=	=
		סוף יולי	=	=	=	=

ב. טמפרטורה

הטמפרטורה הממוצעת באזור האשכולות כפי שנימדדה עם אוגרי הנתונים היתה גבוהה בטיפול הידני יותר מבטיפול המכני. בסוביניון ההבדל נמצא קטן אך מובהק בכל הטיפולים והתקופות ואילו בקברנה בשתי התקופות הראשונות בגפנים שחולנו מוקדם ובכל התקופות בחילון החזק המאוחר (איור 9).



איור 9: הפרש הטמפרטורה הממוצעת באזור האשכולות בין הטיפול הידני למכני בתקופות הפנולוגיות השונות (ערכים שמופיעים מציינים הבדל מובהק)

ג. נזקים בגרגרים

כאמור לעיל, אחד החששות מפעולת החילון בתנאים חמים היא נזקים שייגרמו מהחשיפה לשמש. ספרנו גרגרים ואשכולות פגועים כשבועיים אחר פעולת החילון המאוחר (8/7). הנזק שנספר יכול להיות ממכות שמש אך, בטיפולים הממוכנים היה בחלקו מעבודת המכונה.

ככלל נראה נזק רב יחסית רק בטיפול המאוחר שבוצע בגובה האשכולות ולא בטיפולים האחרים (לעיל בהשוואה בין הטיפולים הידניים) אם כי גם בטיפול זה בסה"כ הפגיעה הגיעה עד 4 גרגרים לאשכול ואינה משמעותית מבחינה גידולית. בהשוואה כאן ההתייחסות היא רק לטיפול זה והשוואתו לטיפול המכני המקביל. בשני הזנים האדומים נמצא הבדל מובהק במספר הגרגרים הפגועים בין הטיפול הידני למכני, הבדל קטן ולא מובהק בסוביניון ושיויון כמעט מוחלט ביונייה. הטיפול הידני בוצע רק מצד מזרח (ליתר דיוק דרום מזרח) של השורה ולפיכך ההבדל בין הצדדים בטיפול הידני ברור. לעומת זאת בזנים האדומים נראה הבדל מובהק בין הצדדים גם בחילון המכני למרות שבוצע על שני הצדדים.

טבלה 6: פגיעות בגרגרים בחילון החזק המאוחר.

גרגרים פגועים לאשכול							
השוואת ידני/מכני				השוואת צדדים*			
זן	צד	ידני	מכני	ידני	מכני	מכני	ידני
יונייה	מזרח*	5.77	*	3.29		2.86	2.93
	מערב	0.09		2.43			
סוביניון בלנק	מזרח	2.97	*	2.69		2.01	1.63
	מערב	0.28		1.33			
קברנה סוביניון	מזרח	0.81	*	5.19	*	3.97	0.41
	מערב	0.00		2.75		*	
שיראז	מזרח	1.25	*	3.29	*	2.43	0.64
	מערב	0.03		1.57		*	

*"מזרח" הוא למעשה מעט דרום מזרח (כ 30 מעלות מציר צפון-דרום).

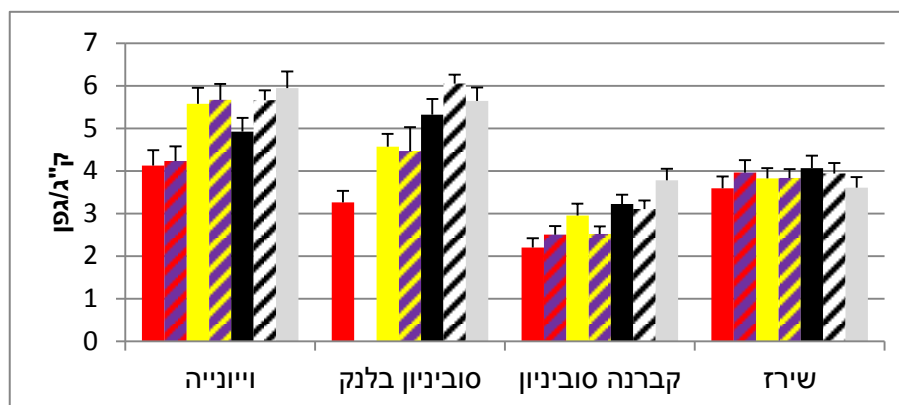
ד. נתוני הבשלה

בארבעת הזנים לא נימצאו הבדלים מובהקים או משמעותיים באחוז הסוכר או ה pH בין הטיפול המכני לטיפול הידני המקביל לו. עם זאת בכל הזנים היתה מגמה להקדמת צבירת הסוכר בטיפול המכני לעומת הידני (עם הבדלים זניחים של פחות מחצי בריקס). ברמת ה pH לא נמצאה מגמה מובהקת או אחידה. בזנים האדומים היתה עליה מהירה יותר בצבירת הסוכר בטיפולים המכניים ולעומתם בסוביניון וביונייה ה-pH נטה להיות גבוה יותר בטיפולים הידניים. גם במקרים אלה עם הבדלים זניחים ולא מובהקים של פחות מ 0.1.

ה. יבול ומרכיביו

בהשוואת כל אחד מהטיפולים המכניים לידניים לא נמצאו הבדלים מובהקים בגובה היבול שנע בין הפרש זניח לחלוטין לחצי ק"ג לגפן (חילון מעל האשכולות ביונייה ובסוביניון). בהתאם גם לא נמצאו הבדלים משמעותיים במספר האשכולות. בארבעת הזנים משקל הגרגר בטיפול החילון המוקדם נטה להיות גבוה יותר בטיפול המכני לעומת הידני (מובהק בסוביניון) ואילו בשאר הטיפולים לא היתה מגמה אחידה בין הזנים.

איור 9: יבול
בטיפולים הידניים
והמכניים המקבילים
להם.



1. יינות

הוכנו יינות מכל הטיפולים בשיראז ובוייונייה ומהטיפולים הידניים בקברנה סוביניון ובסוביניון הלבן. היינות ייטעמו החל מהאביב הקרוב (לבנים) ובסתיו 2020 האדומים.

דין

המטרה המוצהרת בטיפולי חילון היא השפעה על מידת החשיפה של הפרי מכך על מרכיבי ההבשלה ודרכם על איכות היין. בעבודה שלנו התקבלו הבדלים משמעותיים במידת החשיפה של האשכולות דבר שהתבטא ברמות הקרינה כפי שנמדדו הן עם מכשיר ידני (כל הזנים) והן עם אוגרי נתונים בקברנה ובסוביניון. החשיפה בטיפול הידני היתה תמיד גבוהה מטיפול המכני אך ההפרשים היו גדולים בטיפול החזק המאוחר, קטנים יחסית בטיפול המוקדם וזניחים בגפנים שחולנו מעל גובה האשכולות. טמפרטורה היא גורם המושפע ישירות מהקרינה ועל סמך נתונים מהספרות ועבודה שעשינו בעבר ציפינו להבדלים משמעותיים בגורם זה. בשנת הניסוי הראשונה מדדנו את טמפרטורת הענבים בבוקר, בצהרים ואחרי הצהריים. הבדלים משמעותיים בטמפרטורה בין הביקורת לטיפולי החילון התקבלו רק במדידת הבוקר (סיכום 2017) וההפרש המקסימלי שהתקבל במדידה זו היה 8.34 מעלות (במועד אחד בסוביניון), ואילו ההפרש המקסימלי שהתקבל במדידת הצהריים היה 4.45 ואחצה 1.47 מעלות. בהנחה שמשך הזמן של "טמפרטורת הבוקר" קצר יחסית מדדנו את טמפרטורת האשכולות בשנת הניסוי השניה והשלישית רק בצהרים. גם בשנים אלה ההפרש המקסימלי היה קטן יחסית (5 ו - 5.45 מעלות צלסיוס בשנה השניה והשלישית בהתאמה) ברוב המקרים הטמפרטורה הגבוהה ביותר נרשמה בטיפול החילון החזק המאוחר והנמוכה ביותר בביקורת הלא מחולנת (רוב המדידות) ובחילון מעל גובה האשכולות אך כאמור ההפרשים היו קטנים. צבירת השעות מעל טמפרטורות הנחשבות כחמות לגידול ענבים איכותיים (30 ו 35 מעלות) הראתה שכלל היו יותר שעות חמות בטיפולים הידניים לעומת הטיפולים המכניים שדמו במדד זה לביקורת הלא מחולנת. ההבדלים בצבירת שעות חמות בין הטיפול הידני למכני הצטמצמו לגמרי בתקופת ההבשלה האחרונה (מאמצע אוגוסט ועד לבציר). ההשפעה של מיכון החילון מבחינת מדדי יבול ומדדי ההבשלה לא היתה עיקבית אך בדרך כלל הטיפול הממוכן נטה לביקורת יותר מאשר הטיפול הידני

המקביל. נישמרה השפעה של החילונים המכניים על הרקבנות בזנים הלבנים אם כי במידה פחותה משל החילונים הידניים.

סכום גידולי.

טיפול חילון מקובלים בעולם בכרמים המיועדים ליינות איכות מחד או בכרמים הסובלים מבעיות הגנת הצומח, בעיקר התפתחות רקבנות מאידך. העבודה הנוכחית נערכה בכרמים בצפון הגולן, אזור קריר המיועד לייצור יינות איכות. שיטות החילון שניבחנו בשלב הראשון של העבודה ניבחנו על סמך המלצות שניתנות לכורמים בארץ על ידי היקבים איתם הם עובדים. התוצאות שקיבלנו לא מעידות על השפעה על איכות הפרי שהתקבל או על איכות היינות שניטעמו ממנו עד כה. מדד בו נראתה השפעה משמעותית הוא בשעור הרקבנות שהיו נמוכים משמעותית בשלוש שנות הניסוי בגפנים שחולנו חזק (בעיקר בתחילת הפריחה) לעומת גפני הביקורת. בעבודות מקדימות שאנו עושים סביב נושא זה נראה שלחילון המוקדם יש השפעה גם על התפתחות מחלת הקימחון והכשותית (Moi, 2019) ויש מקום לחזור ולהתעמק בכיוון זה. בשנת הניסוי השלישית השווינו את התוצאות שהתקבלו בעקבות חילון מכני לעומת התוצאות המתקבלות מהחילון הידני. זאת במטרה להוזיל את הוצאות הגידול בכרמים. בארבעת הזנים שניבחנו, כאמור באזור קריר יחסית מצאנו שהתוצאות המתקבלות בעקבות החילון המכני לא נופלות מאלה שמתקבלות בגפנים שמחולנות ידנית. במסגרת העבודה התרשמנו משני טיפוסים של מכונות חילון. אחת שקורעת את העלים ע"ז זרם אויר ממוקד ("קורעת") והשנייה השואבת את העלים וחותכת אותם. לא יכולנו להשוות בעבודה זו את ביצועי הגפנים בעקבות הפעולה של שתי המכונות אך ב 2018 בדקנו את חדירת האור לאזור האשכולות ומצאנו שהמחלנות הקורעת עושה עבודה חזקה יותר כשהחילון מתבצע מעל גובה האשכולות אולם לחילון בגובה האשכולות עדיפה המחלנת השואבת שמתצפיות חצי מסחריות נראה שגם גורמת לפחות נזק ישיר לאשכולות. מטרת המחקר היתה לפתח מדדים לחילון ממוכן שיחליף את החילון הידני. התוצאות, כפי שהן משתקפות בעיקר במדידות הקרינה באזור האשכולות, מעידות שבכל מקרה לא ניתן להגיע עם חילון מכני לרמת החשיפה של האשכולות המתקבלת בחילון הידני בלי ליגרום לנזק משמעותי לגובה היבול. מאידך הראינו שלחילון אין תרומה משמעותית לשיפור האיכות המתקבלת כך שניתן בהחלט להגיע לתוצאות הרצויות עם מכונות החילון. ממצא זה הפך להמלצה מקצועית בכרמים. עם זאת עדיין יש מקום לבחון את ההשפעה של חשיפת הפרי באזורי גידול חמים יותר.

פרסומים שנבעו מהמחקר:

1. מוי יהודית. כנס מגדלים 2018. השפעה של שיטות חילון על המיקרואקלים באזור האשכולות.
2. סימנטוב נעה. כנס מגדלים 2019. בחינת ההשפעה של חילון על התפתחות בוטריטיס ועל איכות היין בזנים סוביניון לבן ווינייה.

3. The interaction between Light exposure, Grape berries and Powdery Mildew (2019)
Judith Moy, Bar Tsabari, Noa Simantov, Yehuda Yehuda, Mery Dafny-Yelin, Omer Crain, Meir Shlissel, and Tirtza Zahavi. (lecture) IOBC Viticulture meeting, Vila Real, Portugal

Cited literature

Bernardo, Sara, et al. "Grapevine abiotic stress assessment and search for sustainable adaptation strategies in Mediterranean-like climates. A review." *Agronomy for sustainable development* 38.6 (2018): 66.

Bubola, Marijan, et al. "Early leaf removal has a larger effect than cluster thinning on grape phenolic composition in cv. Teran." *American journal of enology and viticulture* 68.2 (2017): 234-242.

Iland, P., Dry, P., Proffitt T. & Tyerman S. (2011) *The Grapevine. From the science to the practice of growing vines for wines*. Patrick Iland Wine Promotions, Australia.

Pallioti, Alberto, et al. "Changes in vineyard establishment and canopy management urged by earlier climate-related grape ripening: A review." *Scientia Horticulturae* 178 (2014): 43-54.

Moi, J.

Wang, Xiaoyi, et al. "Influence of Canopy Management Practices on Canopy Architecture and Reproductive Performance of Semillon and Shiraz Grapevines in a Hot Climate." *American Journal of Enology and Viticulture* 70.4 (2019): 360-372.