

**השפעת זמירה לאחר לבלוב על הפיזיולוגיה של
הגפן, על היבול ומרכיביו ועל איכות היין בזן
מלבק**

**עבודת - גמר
מוגשת לפקולטה לחקלאות, מזון והסביבה
ע"ש רוברט ה. סמית
האוניברסיטה העברית בירושלים**

לשם קבלת תואר "מוסמך למדעי החקלאות"

**על ידי
ידידיה סוויד**

דצמבר 2019

רחובות

כסלו תש"פ

עבודה זו נעשה בהדרכתו של

ד"ר ישי נצר

מו"פ אזורי מזרח, שומרון ובקעת הירדן

ופרופ' ז'וזה גרינצוויג

המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות

הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה' סמית, רחובות

האוניברסיטה העברית בירושלים

תודות

בראש ובראשונה ברצוני להודות לד"ר ישי נצר שעזר לאורך כל הדרך, בשטח בימים לוחטים, במעבדה, בעיבוד הנתונים ובאופן הצגתם.

לפרופ' ז'וזה גרינצוויג על הליווי הצמוד וההדרכה.

לחברי למעבדה: שראל מוניץ, דניאל מינץ, עידן בהט ומתניה הראל שעזרו ותמכו גם במעבדה וגם בשטח.

לטכנאים: תום דותן, אלון כץ, גיא אהרון, שחק נשרים, בן חזות, איתמר נצר ושילה נצר.

לאגרונום של יקבי כרמל, גיל הררי על העזרה, ההדרכה והליווי הצמוד.

לחקלאים של כרם המחקר, אבנר יונצ'יה ומאיר אקוע שעזרו רבות להצלחתנו של הניסוי.

למרכז התמיכה על הליווי והעזרה.

לד"ר נעה אוחנה לוי על הגהה ושיפור הצגת הנתונים הסטטיסטיים.

לאשתי היקרה יעל, שתמכה בי לאורך כל הדרך ועזרה בכל דבר.

תקציר

זמירה היא פעולה אגרוטכנית מקובלת בענף גפן היין המשפיעה באופן ישיר על ההתפתחות הווגטטיבית והרפרודוקטיביות של הגפן. פעולת הזמירה קובעת במידה רבה את פוטנציאל היבול לעונה הקרובה ומבוצעת בדרך כלל במהלך סוף החורף כאשר הגפן נמצאת בתרדמה. עבודת המחקר הנוכחית עוסקת בשיטה אגרוטכנית חדשה יחסית של זמירה הנקראת זמירה לאחר לבלוב, או זמירה מאוחרת, בשיטה זו ניתן לגרום לדילול פרי ללא תוספת עבודה. זמירה זו מבוצעת באביב (אפריל) לאחר שהגפנים כבר יצאו מתרדמה והחלו את שלב הבלבוב. מטרת עבודה זו היא לבחון את השפעת מועד יישום זמירה זו על המהלך הפנולוגי, שטח העלווה, מדדי חילוף גזים ומשק מים של הגפן. כמו כן נבחנות ההשלכות קצרות הטווח של טיפולי הזמירה השונים על מדדי היבול ועל איכות התירוש והיין.

המחקר התבצע בתוך כרם יין מסחרי סמוך לשוב מבוא חורון בזן מלבק במשך שתי עונות עוקבות (2016-2017). נבחנו חמישה טיפולים במועדים שונים: שלושה טיפולי מועד זמירה לאחר לבלוב (LSP) שבוצעו בהפרש של שבוע בין טיפול לטיפול ושני טיפולי ביקורת WP+T ו WP (שבוצעו בחורף כאשר הגפן בתרדמה) הנבדלים בביצוע או אי-ביצוע של דילול פרי. על מנת לבחון את השפעת הזמירה לאחר לבלוב, נבדקו במהלך עונת הגידול מדדי ווגטציה, פיזיולוגיה, משק מים, מרכיבי יבול, הבשלה ואיכות תירוש ויין.

הממצאים העלו כי זמירה לאחר לבלוב משפיעה באופן משמעותי על ההתפתחות הפנולוגית של הגפן. הזמירה המאוחרת מביאה לדחייה בתחילת הבלבוב בניצני המטרה, המתבטאת בהמשך העונה בהתפתחות מוגבלת של שטח העלווה. בעקבות הצערה של העלווה נמדדה עלייה בקצב קיבוע פחמן ובמוליכות פיוניות כמו כן נמדד שיפור במשק המים של הצמח כתוצאה מתת ניצול של אוגר המים בקרקע. בנוסף ישנה תופעה של דילול פרי בעקבות יישום הזמירה המאוחרת המשפיעה באופן ישיר על מרכיבי היבול ובאופן עקיף על מדדי הבשלה. השפעות אלו הביאו בסופו של דבר לשיפור בפרמטרים נוספים המרכיבים את איכות היין כפי שהתבטא בציוני טעימת יינות גבוהים יותר של היין שהופק מהגפנים המטופלות.

נראה כי פרקטיקת זמירה לאחר לבלוב משפיעה באופן חיובי על מדדים פיסיולוגיים ואגרוטכניים ואיכות היין המתקבל בהשוואה לטיפולי זמירה סטנדרטיים (עם וללא דילול אשכולות) בזן ענבי יין מלבק. באופן מפתיע נראו הבדלים מהותיים בכמעט כל המדדים שנבחנו במחקר הנוכחי. למחקר זה השלכות מסחריות משמעותיות לענף גפן היין, מאחר ובביצוע פעולה פשוטה וזולה במועד מאוחר יותר ניתן להביא לדילול הפרי, חיסכון בימי עבודה ושיפור באיכות המוצר הסופי.

תוכן עניינים

7	1. מבוא
7	1.1 רקע כללי
7	1.2 גפן היין בישראל בעידן החדש
7	1.3 ביולוגיה התפתחותית של הגפן
8	1.4 איכות תירוש ויין
8	1.4.1 איכות
9	1.4.2 פרמטרים להערכת איכות תירוש ויין
9	1.4.3 גורמים המשפיעים על צבע היין
10	1.4.4 מרכיבי טעם וריח ביין המושפעים מכמות יבול
10	1.4.5 כמות ועומס יבול
11	1.5 השפעות טיפולי נוף ויבול על כמות היבול
11	1.5.1 דילול שריגים ופרי
11	1.5.2 זמירה כשיטה להקטנת גובה היבולים
12	1.6 מטרת המחקר
13	2. חומרים ושיטות
13	2.1 שטח המחקר
13	2.2 טיפולי הניסוי
14	2.2.1 טיפולי זמירת חורף
14	2.2.2 טיפולי זמירת שריגים מאוחרת
15	2.3 תבנית הניסויים
16	2.4 מדדים פנולוגיים
16	2.5 מדדי וגטציה והתפתחות
16	2.5.1 אינדקס שטח עלווה (LAI)
17	2.5.2 משקל גזם ונתוני זמורות
17	2.5.3 מעקבי תרדמה
18	2.6 מדדי פיזיולוגיה ומשק מים
18	2.6.1 פוטנציאל מים
18	2.6.2 חילוף גזים - מוליכות פיוניות וקצב פוטוסינתזה
19	2.7 מדדים אגרוטכניים
19	2.7.1 מעקב הבשלה
20	2.7.2 יבול ומרכיביו
20	2.7.3 בדיקות פוריות
20	2.7.4 התייבשות עלים
20	2.8 מדדי יין ואיכות
20	2.8.1 הכנת היין
21	2.8.2 אנליזה של היין
21	2.8.3 הערכה אורגנולפטית
22	3. תוצאות
22	3.1 מזג אוויר
23	3.2 פנולוגיה ווגטטיבית ופוריות

23	3.2.1 השפעת הטיפולים השונים על ההתפתחות הפנולוגית
25	3.2.2 אינדקס שטח העלווה (LAI (Leaf area index
26	3.2.3 נתוני זמורות
28	3.2.4 התייבשות עלים
29	3.2.5 מעקבי תרדמה
29	3.2.6 בדיקות פוריות
30	3.3 מדדי פיזיולוגיה ומשק מים
30	3.3.1 פוטנציאל מים בגזע בצהרי היום
30	3.3.2 מהלכים יומיים של מדדים פיזיולוגיים
34	3.4 מדדי יבול, הבשלה, תירוש ועומס יבול
34	3.4.1 רכיבי יבול
36	3.4.2 מעקבי הבשלה
38	3.4.3 תירוש
39	3.4.4 עומס יבול
40	3.5 מדדי יין ואיכות
40	3.5.1 אנליזה של היין
41	3.5.2 הערכה אורגנולפטית
43	4. דיון
43	4.1 השפעת טיפולי הזמירה מאוחרת על הביולוגיה של הגפן
43	4.1.1 שינויים פנולוגיים
43	4.1.2 ווגטציה ומדדי משק מים ופיזיולוגיה
45	4.1.3 מדדי יבול
46	4.2 מדדי הבשלה ואיכות היין
47	4.3 סיכום
48	5. רשימת ספרות
53	6. נספחים

1. מבוא

1.1 רקע כללי

הגפן הינה צמח מטפס השייך למשפחת הגפניים (*Vitaceae*). במשפחה זו ישנם כ-17 סוגים, בהם הסוג גפן (*Vitis*), אותו נהוג לחלק לשני תתי-סוגים: מוסקדיניה (*Muscadinia*) ו-אאוטיס (*Euvtis*) (Olien 1990). האחרון כולל 30 מינים המתחלקים לשלוש קבוצות: אמריקאית, אסייתית ואירופאית. הקבוצה האירופאית מכילה את המין ויטיס ויניפרה (*Vitis vinifera*), שהוא המין העיקרי המשמש לגידול גפן יין, מאכל וצימוקים. הגפן הוא אחד מגידולי המטעים הנפוצים בעולם, השטח הנטוע נאמד בכ-75 מיליון דונמים של גפנים (80% מהם גפני יין), כאשר המדינות בעלות שטח הנטיעה הגדול הן ספרד, סין, צרפת ואיטליה (FAOSTAT 2005). אזור הגידול העיקרי של גפן נמצא בין קו רוחב 30-50 מעלות צפון ובין 30-40 מעלות דרום, כאשר המדינות המובילות בייצור היין הן: איטליה, צרפת, ספרד וארה"ב (OIV 2018). עדויות ארכאולוגיות מצביעות על כך שראשית השימוש בגפן ויין היה בדרום מזרח גיאורגיה של היום בתקופה הניאוליתית כ-6,000 שנה לפנה"ס (Terral et al. 2010). הגפן התרבותית התפתחה כנראה במקביל משני מקורות של גפן הבר, האחד במזרח הקרוב והשני במערב הים התיכון. המגוון הגנטי הרב ביותר של המין נמצא באזור שבין הים הכספי לים השחור, מכאן ההנחה שזהו המקור לתפוצתו (De Lorenzis et al. 2015). הגפן והיין בעלות חשיבות רבה לתרבות וביהדות אף מוגדרת כאחת משבעת המינים בהם השתבחה ארץ ישראל.

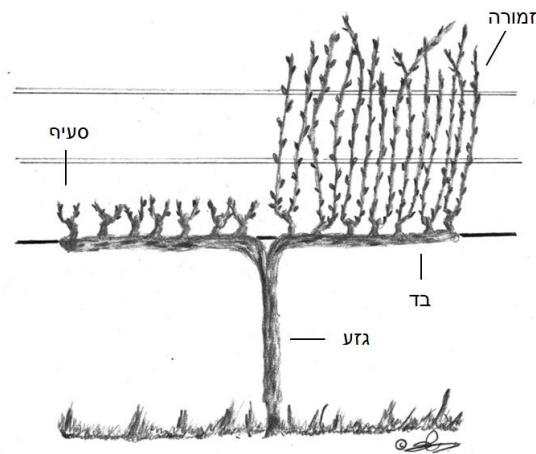
1.2 גפן היין בישראל בעידן החדש

כרמי היין כיום נטועים בכל רחבי הארץ על פני שטח של כ-55,000 דונם (הרכבי 2017; רבן 2017). יבול ענבי היין במדינת ישראל גדל בשנים האחרונות באופן מתמיד ובבציר 2015 עמד על כ-42,557 טון (המועצה לגפן היין בישראל 2015). צריכת היין בישראל נמוכה משמעותית בהשוואה לצרכניות היין העיקריות בעולם, כאשר צריכת היין לאדם מוערכת בין 5-7 ליטר לשנה לעומת צריכה של 40-50 ליטר לשנה באיטליה וצרפת (OIV 2018). שוק היין בישראל בשליטה של חמישה יקבים גדולים אשר כ-82% משוק זה נתון בידיהם, לידם 12 יקבים בינוניים המהווים כ-12% מהשוק וכ-200 יקבי בוטיק המהווים כ-6% מהשוק (רבן 2017). במקביל, משאבים רבים הופנו לטובת מחקר בתחום גפן היין אשר הוביל לצבירת ידע וניסיון גידולי הכרחי. תהליכים אילו הובילו לשיפור תהליכים הקשורים בייצור היין, תמכו בהתפתחות הענף ואף בהגברת היצוא (הרכבי 2017). שטח גידול הזנים האדומים מהווה כ-78% ומשטחי הגידול. הזנים האדומים העיקריים הם: קברנה סובניון, שיראז (סירה), מרלו, קברנה פרנק ופטיט סירה. הזנים הלבנים העיקריים הם: מוסקט אלכסנדרוני, פרנץ' קולמבר, שרדונה וסובניון בלאן (הרכבי 2017).

1.3 ביולוגיה התפתחותית של הגפן

הגפן היא צמח נשיר רב שנתי, כאשר בתגובה להתקצרות היום והירידה בטמפרטורה, נכנסת הגפן לתרדמה (Fennell et al. 2015). באביב הגפן יוצאת מהתרדמה, ובעקבות עליית הטמפרטורות פורצים השריגים (ענפים ירוקים בני פחות משנה) מן הניצנים שעל הסעיפים שהושארו בזמירה (Pratt 1974; Hellman 2003). מיד לאחר הבלבוב הצימוח מתגבר עד לאחר החנטה, כאשר קצב הצימוח תלוי בטמפרטורה ובזמינות מים וחומרי הזנה (Keller 2015). השריגים החדשים הנוצרים הינם וגטיביים או נושאי פרי, כאשר מנגד לחלק מהעלים מתמיינים תפרחות או קנוקנות (Pratt 1974; Hellman 2003). התפרחות מכילות אברי רבייה זכריים ונקביים המאובקים בהאבקה עצמית. הפריחה חלה בערך 50-60 יום אחרי תחילת הבלבוב, כאשר במקביל מתחילים תהליכי התמיינות בניצנים שבחיקי העלים, תהליך שיקבע במידה רבה את הפוריות של עונת הגידול הבאה. אחרי האבקה והפריה הפרחים הופכים לחנטים, המתפתחים לגרגרים הנישאים על השזרות ומהווים את האשכול. בשלב זה קצב גדילת הגרגר מהיר ומתחילה התפתחות של הפרי. עקומת הגדילה של גרגרי הענבים מאופיינת בגדילה סיגמואידית כפולה (Harris et al. 1968; Coombe and McCarthy 2000; Kennedy 2002).

בהתפתחות הגרגר מוגדרים שלושה שלבי גידול: שלב 1 בו מתרחשת גדילה מהירה של הגרגר ועליה במשקלו עקב חלוקת תאים נמרצת (Kennedy 2002), הגרגרים הירוקים והקשים צוברים חומצות אורגניות (בעיקר חומצה מאלית וחומצה טארטארית) כמו גם טאנינים, חומצות אמינו וחומרי ארומה. שלב 1 מתפרש על פני תקופה של כ-60 יום מהחנטה עד לשלב ה"אשכול הצפוף" בו הגרגרים מתחילים לגעת אחד בשני. שלב 2 מאופיין בהתרככות הגרגר ושינוי הצבע לאדום בענבים בשוף או שוף ירקרק בענבים לבנים, שלב זה מכונה גם "בוהל" (Veraison). במהלך שלב 2 מתפתחים הזרעים בתוך הפרי באופן מהיר (Hellman 2003), וריכוז החומצה מגיע לשיאו. בסוף שלב זה התאים בגרגר מגיעים למספרם הסופי (Harris et al. 1968). בשלב 3 הגרגר גדל בקצב מהיר עקב גדילה בנפח התאים. הגרגר מתרכך ונצברים חומרי צבע וארומה וסוכרים (גלוקוז ופרוקטוז) שלב ההבשלה מסתיים בבציר. בסוף עונת הגידול בסתיו נעים המוטמעים מהעלים אל אברי האגירה (זמורות, גזע ושורשים), העלים מתחילים להזדקן, לאבד את צבעם הירוק (בעקבות פירוק של הכלורופיל). סוף התהליך נראה כאשר נוצרת רקמת ניתוק בקצה פטוטרת העלים ועם סערות החורף הראשונות נושרים העלים. בהינתן התנאים הנאותים הניצנים נכנסים לתרדמה בהשפעת שינויים באורך היום וירידת הטמפרטורה. הניצנים חייבים לצבור מנות קור מוגדרות על מנת לבלב בצורה אחידה ולשאת את מירב היבול הפוטנציאלי (Dokoozlian 1999). באביב הגפן מחדשת פעילותה ומתחילה לבלב.



איור מס' 1. חלקי הגפן השונים בגפן הנמצאת בתרדמת חורף, הבד הימני עם זמורות הגפן לפני פעולת הזמירה, הבד השמאלי לאחר זמירה המותירה סעיפים מקוצרים, איור ישי נצר.

1.4 איכות תירוש ויין

1.4.1 איכות

איכות היין תקבע במידה רבה, וכמעט בלעדית, את ערכו הכלכלי של המוצר הסופי. הרבה ממה שאנו מכנים "איכות" היא הערכה סובייקטיבית לשילוב בין טעם, צבע וריח אשר מתקבלת ע"י חוש הראיה וע"י קולטני טעם בלשון ובאף (Styger et al. 2011; Ribéreau-Gayon et al. 2006). איכות היין נקבעת בעיקרה על בסיס איכות חומר הגלם וקיימים גורמים רבים המשפיעים על כך. היבטים אלו כוללים את גוטיף הצמח (זנים, קלונים, כנות ויחסי כנה רוכב), היבטים הקשורים למיקום הכרם (קרקה, מפנה, זמינות מים וזמינות מינרלים), מטאורולוגיה סביבתית (קרינה, טמפרטורה, לחות ורוח), פעולות אגרוטכניות שונות (זמירה, הדליה, טיפולי נוף ומועד הבציר) וכן דרישות השוק כמו סגנון היין (Jackson and Lombard 1993; Keller 2015).

1.4.2 פרמטרים להערכת איכות תירוש ויין

ההרכב הפיסי והכימי של הפרי הוא שאחראי במידה רבה לאיכות התירוש ובסופו של דבר לאיכות היין (Keller 2015). על מנת לקבוע את איכות היין נעשה שימוש במדדי איכות על בסיס בדיקות כימיות בתירוש וביין והשוואה למבחני טעימה אורגנולפטית "עיוורת" של היין הנעשה ע"י צוות טועמים מיומן. בדיקות כימיות בתירוש וביין מאפשרות לעמוד על רמתם של גורמים כגון: רמת סוכר (TSS), חומצות אורגניות (TA), רמת חומציות (pH), תכולת פנולים, אנתוציאנינים, חומצות אמיניות וחומרי ארומה (Jackson and Lombard 1993; Poni et al. 2018). על פי מדדים אלה היין יכול להתאים את סגנון היין אותו הוא רוצה לייצר. מועד הבציר נקבע על ידי רמת ההבשלה, כמות הסוכר ורמת החומציות בענב. על הענבים להגיע לרמת בשלות אופטימלית והבדל של ימים אחדים בזמן הבציר יכול להביא לשינוי של ממש בטיב היין שיווצר מהכרם. צבירת הסוכר מעודדת ע"י הטמפרטורה בטווח של 18°C-33°C כאשר מעל או מתחת לערכים אלו ישנה האטה, עד עצירה בעקבות פגיעה בקצב הפוטוסינתזה (Kriedemann and Smart 1971). רמת הסוכר האופטימלית תלויה בזן ובסגנון היין המתכונן, אך בד"כ הרמות הרצויות נעות בטווח של 21-26 °Brix (Jackson 2008). במקביל לעליה בסוכר חלה בתקופת ההבשלה ירידה בריכוז החומצות האורגניות. הענבים מכילים רמה גבוהה של חומצה טרטארית אשר יחד עם החומצה המאלית מהוות כ- 90% מכלל החומצות בפרי. ריכוז החומצות האורגניות נמדד ע"י טיטור ומחושב עפ"י החומצה הטרטארית (TA), והערכים הרצויים נעים בד"כ בטווח 7-9 g/L (Jackson and Lombard 1993). החומצה מגינה על היין מפני מיקרואורגניזמים לא רצויים, שומרת על רעננות היין ועל יכולת ההתיישנות שלו. עם הירידה ברמת החומצות, חלה עלייה הדרגתית של רמת ה-pH. מקובל לבצור את הפרי ברמות pH של 3.0-3.5, אך לפעמיים רמת ה-pH יכולה להגיע גם ל-4.2 (Keller 2015). כאשר ערכי ה-pH עולים מעל 3.6 עלולה להיווצר ירידה באיכות היין (Jackson and Lombard 1993) שמצריכה תיקוני חומצה ביין. בהבשלה תקינה עליית ה-pH מקבילה לעליית הסוכר, ולכן יכולה להוות אינדיקטור טוב לעיתוי הבציר. אולם באקלים חם לא תמיד קיימת התאמה שכזו ולעיתים ריכוז החומצה יורד בעוד ריכוז הסוכר עולה בקצב איטי ולפעמים אף נשאר קבוע (Kriedemann and Smart 1971; Coombe B.G. 1986). בעקבות התחממות כדור הארץ ושינויי האקלים צצות יותר ויותר בעיות הבשלה אפילו באזורים קרירים (Orduña 2010).

1.4.3 גורמים המשפיעים על צבע היין

צבע הענב תלוי בזן ומשתנה בין זנים ירוקים (לבנים) וזנים אדומים (סגול כהה). הזנים הלבנים אינם אוגרים את תרכובת הצבע, אנתוציאנינים, אשר הרכבם וכמותם תקבע את הצבע של הענב האדום (Ribéreau-Gayon et al. 2006). לרוב אנתוציאנינים מסונתזים ונאגרים בקליפת הענב, והפקת הצבען האדום מתרחשת עם התססת התירוש יחד עם קליפות הפרי (Braidot et al. 2008), לאלכוהול שריכוזו עולה עם התקדמות התסיסה חשיבות במיצוי צבע. עוצמת הצבע בענבים אדומים היא אחת התכונות המרכזיות לסוג היין והעדפות הצרכנים ויכולה להעיד על הבשלה פנולית המהווה מדד חשוב למועד הבציר (Ribéreau-Gayon et al. 2006). עוצמת הצבע נמצאת בקורלציה גבוהה עם האיכות הכוללת של היין (Somers and Evans 1974; Jacksonya et al. 1978). בנוסף, גורמים שונים במהלך ייצור היין יכולים להשפיע על צבע היין ויציבותו, לדוגמא: משך השרייה עם הקליפות, טמפרטורת התסיסה, סוג שמרי התסיסה וכו' (Gómez-Plaza et al. 2001). צבע הענב אמנם תלוי בזן אך הוא מושפע מפרמטרים גידוליים מגוונים כגון משק המים של הצמח, טמפרטורת הסביבה, חשיפה לאור וגובה יבול (Keller 2015). מחקרים רבים מראים שכאשר היבול גבוה באופן משמעותי ישנה פגיעה בעוצמת הצבע ואיכות היין יורדת (Weaver et al. 1957; Weaver and Pool 1968; Kliewer and Dokoozlian 2005; Weaver 1971; Bravdo et al. 1984; Kliewer and Dokoozlian 2005).

1.4.4 מרכיבי טעם וריח ביין המושפעים מכמות יבול

בדומה לצבע היין גם חומרי הטעם והריח מהווים קריטריון חשוב בקביעת איכות היין (Poni et al. 2018). תחושת הטעם והריח של היין הם תוצר של אינטראקציות בין תרכובות כימיות וגם גורמים סביבתיים כגון טמפרטורה היין (Styger et al. 2011). רכיבי הפרי הם המאפיינים העיקריים של תחושת הטעם והריח של היין ורובם מצויים בקליפת הפרי (Ribeireau-Gayon et al. 2006). האינטראקציה בין רכיבים כגון סוכרים, חומצות, פנולים וחומרים נדיפים תורמת לתפיסת הטעם וריח הכוללת של היין (Keller 2015). במהלך הבשלת הגרגר מתרחשים שינויים כימיים ופיזיקאליים אשר משפיעים על תחושת הטעם והריח, למרות שתהליכים ושינויים חשובים לאיכות הפרי מתרחשים גם הרבה לפני הבשלתו (Coombe 1992; Sarry et al. 2004; Brummell 2006; Conde et al. 2007; Deytieux et al. 2007). בנוסף לרכיבי הפרי, פרופיל הכימי של היין נובע גם מחיידקי התסיסה, תסיסות משניות, התיישנות ותנאי אחסון (Styger et al. 2011). לחומרי טעם וריח יש סף רגישות שונה וחלקם חשובים למרות ריכוזם הנמוך ביין (Darriet et al. 2012). לניהול הכרם יש השפעה על איכות הטעם והריח. לדוגמא, חשיפה יתר לאור וטמפרטורה גבוהה גורמת לעיכוב צבירת הסוכר, להתנדפות חומרי הארומה, הצטמקות הגרגר וקבלת טעם של בשלות יתר (Jackson and Lombard 1993; Dunlevy et al. 2013; Scafidi et al. 2013). בנוסף כמות היבול משפיעה על איכות הטעם והריח, כאשר היבול גבוה הצטברות הסוכר והיבטים נוספים של הבשלה מעוכבים (Bravdo et al. 1984; Chapman et al. 2004).

1.4.5 כמות ועומס יבול

כמות היבול שגפן מניבה קובעת את מידת ההצלחה הרבייתית שלה כמין ואת כדאיות הגידול לחקלאי. מקובל כי יינות איכות מתקבלים מכרמים בעלי רמת יבול נמוכה עד בינונית ובאופן כללי, מכוונים אזורי הגידול החמים לייצור יין כמותי בעוד האזורים הגבוהים (יתיר, יהודה, הרי ירושלים, שומרון, גליל וגולן) מכוונים לייצור מוגבל של יין איכותי. אזור כמותי נחשב ככזה שיבול המטרה שלו יהיה כ-1.5-3 טון לדונם לעונה בעוד באזור איכותי יבול המטרה יעמוד על כ-0.8-1.2 טון לדונם לעונה (Jackson and Lombard 1993). אזורים אלו בד"כ גם מתחלקים בהתאם לתנאי האקלים, כאשר באזור בו טמפרטורות הגידול נמוכות יחסית (ובפרט טמפרטורת הלילה) איכות היין עולה (Coombe 1986; Ashenfelter 2008). ישנם גורמים רבים המשפיעים על גובה היבול, וביניהם גנוטיפ הצמח, מיקום הכרם, אקלים סביבתי ופעולות אגרוטכניות שונות (ראה עמ' 9 לעיל). כאמור, לרוב כמות היבול משפיעה על איכות היין, כי עלייה ביבול לגפן, מגדילה את התחרות בין המבלעים על המקורות ואיכות הפרי פוחתת (רמת הסוכר נמוכה יותר, עצמת הצבע נמוכה יותר, פחות ארומות וחומרי טעם) (Weaver and Pool 1968; Kliwer and Weaver 1971; Bravdo et al. 1984; Kliwer and Dokoozlian 2005; Keller 2015). בשנות השמונים פרופ' ברבדו שייכלל מדד קודם המתאר את היחס בין משקל היבול לגפן בשנה מסוימת למשקל הגזם של הגפן בחורף שלאחר מכן, הנקרא עומס יבול (Crop load) (Bravdo et al. 1984). עומס יבול הוא מדד המאפשר להעריך את "עומס היתר" ומתייחס ליחס שבין גובה היבול לכושר הנשיאה הווגטיבי של הגפן (Keller 2015). בנוסף מתייחס מדד זה ליחס מקור-מבלע אשר מעיד על יכולתה של הגפן להגיע להבשלה. ניתן לחשב את עומס היבול על ידי חלוקת משקל היבול לגפן במשקל הגזם (יחידות של ק"ג/ק"ג) (Bravdo et al. 1984, 1985; Kliwer and Dokoozlian 2005) וגם ע"י חלוקת שטח העלווה לגפן במשקל היבול שלה (יחידות של מ²/ק"ג) (Kliwer and Dokoozlian 2005). נמצא כי עומס יבול אופטימלי עבור גפן יין הוא בטווח הערכים של 5-10 ק"ג/ק"ג ו 0.5-1.2 מ²/ק"ג שטח עלווה לכמות היבול בסוגי הדליות שונות וכי עומס יבול של 10 ק"ג/ק"ג ומעלה פוגע בתכולת החומצות בפרי ובניקוד הסופי של איכות היין (Bravdo et al. 1985).

1.5 השפעות טיפולי נוף ויבול על כמות היבול

1.5.1 דילול שריגים ופרי

היבול בגפן תלוי במספר השריגים הגדלים על כל גפן, כי מספר האשכולות הפוטנציאלי לשריג הינו קבוע למדי ואינו עולה בד"כ על שני אשכולות לשריג (Pratt 1974). החקלאי יכול בגסות להעריך את גובה היבול בכרם, ובמידה וכמות היבול גבוהה מידי יוכל להשפיע על היבול הסופי ועל איכותו בעזרת שינויים ביחסי נוף-יבול (זמירה או דילול שריגים ודילול אשכולות) (Naor et al. 2002). הקטנת מספר השריגים (Reynolds et al. 1994; Bernizzoni et al. 2011; Xi et al. 2018), או דילול אשכולות (Valdés et al. 2009; Preszler et al. 2010; Gatti et al. 2012; Gil et al. 2013), גורמת לפחיתה ביבול. דילול שריגים ופרי משמש ליצירת גפן מאוזנת מבחינת היחס בין הנוף, המהווה את המקור הפוטוסינטטי, לבין הענבים המהווים מבלע משמעותי. לשיטה זו יש השפעות רבות על הפרי: הקדמת ההבשלה, שינוי צבע הפרי, עלייה בריכוז הפנולים בפרי. יתר על כן, לרוב דילול פרי יגרום לעלייה בגודל הגרגר ומכאן לעלייה בגודל הציפה (משקל ונפח) ולהקטנת היחס קליפה: ציפה, דבר המוביל לעלייה באיכות היין (Guidoni et al. 2002; Gil et al. 2013). נוסף לכך, אפילו אם הדילול יתבצע מאוחר בעונה, הוא עשוי להיות יעיל בכך שיריד את דרישות ההשקיה בכרם ובכך לשפר את תהליך ההבשלה של הגפן (Valdés et al. 2009). עם זאת, יש לציין כי דילול פרי לא תמיד מצליח להשפיע משמעותית על מהלך ההבשלה ואיכות הפרי (Pallioti and Cartechini 2000; Keller Markus et al. 2005). בפועל, משקיעים כיום היקבים והכורמים ימי עבודה יקרים בדילולי שריגים ופרי עבור השגת "יבולי מטרה" (בדרך כלל סביב 1.2-0.8 טון לדונם) על מנת לשפר את איכות הענבים והיין (Kliwer and Dokoozlian 2005).

1.5.2 זמירה כשיטה להקטנת גובה היבולים

בנוסף לפעולת הדילול ניתן לבצע שינויים ביחס נוף – יבול ע"י פעולת הזמירה. הזמירה היא הפעולה הראשונה בעונה המתבצעת בכרם ואחת החשובות שבהן. בפעולה זו מסירים את מרבית נוף הגפן מעונת הגידול הקודמת ומשאירים סעיפים חד-שנתיים קצרים שעליהם נישא הפרי. פעולת הזמירה קובעת במידה רבה את פוטנציאל היבול לעונה הקרובה. יש חשיבות רבה למועד הזמירה, כאשר זמירה מוקדמת מדי מביאה להתעוררות לקויה ולא אחידה, לאובדן ניצנים פוטנציאליים ולפחיתה ביבול. מקובל לזמור את הכרמים לקראת אמצע פברואר, כאשר את הזנים הלבנים (הנמצאים בתרדמת חורף פחותה) זומרים לפני הזנים האדומים (Martin and Dunn 2000).

במסגרת המחקר הנוכחי, מוצעת פרקטיקה אגרוטכנית חדשה המכונה "זמירה לאחר לבלוב". בפועל לא מתבצעת זמירת חורף אלא ממתניים לבלוב על גבי הזמורות הארוכות (מה שמכונה "אי-זמירה"). באביב מתבצעת הסרה של הזמורות יחד עם השריגים הצעירים שהתפתחו עליהם מיד לאחר תחילת גידולם. בדרך כלל השריגים הירוקים שלבלבו על הזמורות הארוכות ממוקמים בחלקה העליון של הזמורה והניצנים הממוקמים בבסיס הזמורה נמצאים בשלבים התפתחותיים מוקדמים יותר. ניצנים (נמוכים) אלה לא מוסרים בזמירה ואחרי הזמירה המאוחרת הם מלבלבים ונושאים את היבול. התוצאה הסופית לאחר הביצוע נראית כמו זמירת חורף רגילה (ללא כל עלווה ירוקה) המתבצעת בתאריך מאוחר יותר.

בעקבות הזמירה המאוחרת (לאחר לבלוב) ההתפתחות הפנולוגית של הגפן תדחה גם היא בהתאם. השפעה אחת של הזמירה לאחר לבלוב מתבטאת בשיפור החנטה (Moran et al. 2007; Friend and Trought 2017). בנוסף, הזמירה המאוחרת מורידה את גובה היבול ובכך חוסכת את פעולת הדילול המאוחר (Gatti et al. 2018). יתרה מכך, נצפתה עליה בחומרים הפנוליים (כמו אנטוציאנינים) בזמירה לאחר לבלוב לעומת זמירת חורף סטנדרטית (Moran et al. 2017; Gatti et al. 2018). מצד שני, לזמירה המאוחרת עלולות להיות השפעות לא רצויות. נמצא למשל כי זמירה מאוחרת מאוד בזן סאנזיובה שבוצעה בשלב של תפרחות סגורות הביאה לירידה של 50% ביבול, בשל חנטה לקויה ומיעוט שריגים ואילו זמירה שבוצעה בזמן ש50% מהפרחים כבר נפתחו הובילה למצב של אובדן מלא של כל היבול

(Frioni et al. 2016a). כמו כן נראה כי זמירה מאוחרת מדיי גרמה לירידה בפוריות הגפן ולהשפעות שליליות נוספות בעונה העוקבת (Frioni et al. 2016a). יתר על כן, נמצא כי זמירה מאוחרת אשר גורמת להסרה של מעל ל-10% משטח העלווה, עלולה לגרום לצמצום מוגבר של היבול (Gatti et al. 2016) וכן כי זמירה מאוחרת במשך כמה עונות עלולה להביא לפגיעה במאגר הפחמימות, דבר העשוי לפגוע בהתפתחות הגפן בעונות העוקבות (Moran et al. 2017).

חשיבות הזמירה המאוחרת עולה כיום בצל ההתחממות הגלובלית אשר גורמת לבלבוב מוקדם של הגפנים ומשפיעה לרעה על איכות הענבים בתקופת הבציר (Silvestroni et al. 2018). טמפרטורות גבוהות גורמות להצטברות מהירה של סוכר בפרי, אשר מביאה לרמת אלכוהול גבוהה, חומציות נמוכה (pH גבוה) וארומות שליליות ביין (Zheng et al. 2017). תנאים אלו גורמים לכך שפנולוגיית הגפן ותקופת הבציר משתנות, ומביאות לפגיעה באיכות היין (Moran et al. 2017).

1.6 מטרת המחקר

בעבודה הנוכחית אנו בוחנים טיפולי זמירה מאוחרת (לאחר לבלוב) במועדים שונים אל מול טיפולי זמירה סטנדרטית (עם וללא דילול אשכולות) בזן ענבי יין מלבק. מטרת עבודה זו היא לבחון איך בעקבות טיפולים אלה משתנה המהלך הפנולוגי, שטח העלווה, מדדי חילוף גזים ומשק מים של הגפן, ומהן ההשלכות קצרות הטווח של הטיפולים על מדדי היבול ועל איכות התירוש והיין.

היפותזת המחקר היא כי השיפור המקווה באיכות היין כתוצאה מיישום זמירה מאוחרת הוא תולדה של דילול הפרי יחד עם שיפור בפורטסיניטת של העלווה המוצערת. בשל כך טיפולי הזמירה המאוחרת מושווים באופן תדיר לביצועי גפני הביקורת ללא דילול פרי ועם דילול פרי (שני טיפולי ביקורת נפרדים).

2. חומרים ושיטות

2.1 שטח המחקר

המחקר התבצע בשתי חלקות כרם יין מסחריות השייכות למושב אשתאול. הכרמים בהם נערכו הניסויים ממוקמים צפונית מערבית ליישוב מבוא חורון, בסמוך לנחל אילון (35.02°E 31.86°N) ובגובה של 200 מטרים מעל פני הים. הזנים הנטועים בחלקות הם מלבק (*Vitis vinifera* cv. Malbec) וסירה (*V. vinifera* cv. Syrah) בעבודה הנוכחית נתמקד בתוצאות המלבק בלבד. חלקת המלבק ניטעה על כנת ריכטר בשנת 2010. צפיפות הנטיעה בחלקה עומדת על 3 מטר בין השורות, ו-1.5 מטרים בין הגפנים כנהוג בנטיעה מסחרית (עומד נטיעה של 222 גפנים לדונם). ההדליה נעשתה בשיטת VSP (Vertical Shoot Positioning) המקובלת בגידול גפנים ליין. כיווני הנטיעה מזרח-מערב עם נטייה קלה לדרום. ההשקיה התבצעה באמצעות טפטוף גלוי על פני השטח אחת לשבוע בכמויות המקובלות לכרם מסחרי. הכרם מטופל באופן שוטף למניעת עשביה, מחלות ומזיקים, ובחורף מיושמים חומרים מונעי הצצה. נתוני מטאורולוגיה עונתיים וההתאדות פוטנציאלית (ET_0), המחושבת ע"פ נוסחת פנמן מונטית' נלקחו מתחנה מטאורולוגית "מבוא חורון" הממוקמת 2200 מ' מחלקות המחקר. הנתונים מוצגים באתר האינטרנט של משרד החקלאות, מטאורולוגיה חקלאית (<http://www.meteo.co.il/report/SingleStationReport>). בעונת 2017 הייתה תקלה בתחנת המדידה ולא היו מדידות מיום 190 עד 218 (06/08/2017 – 09/07/2017).



איור מס' 2: מראה כללי של חלקת הניסוי בון מלבק, עמק אילון, אביב 2017.

2.2 טיפולי הניסוי

הניסוי עוסק בבחינת של אגרוטכניקה חדשה של זמירת שריגים לאחר לבלוב. במחקר הנוכחי נבחנת לעומק הסוגיה של עיתוי הביצוע. ישנה חשיבות רבה למועד הזמירה, ובשל כך הועמדו שלושה מתוך חמשת הטיפולים לטובת בחינת שאלה מחקרית זו. להלן פירוט טיפולי הניסוי:

1. טיפול ביקורת - ללא דילול אשכולות (WP) אשר נזמרת בסוף פברואר (זמירת חורף רגילה), באותם מועדים כמו הביקורת המדוללת (מפורט להלן).

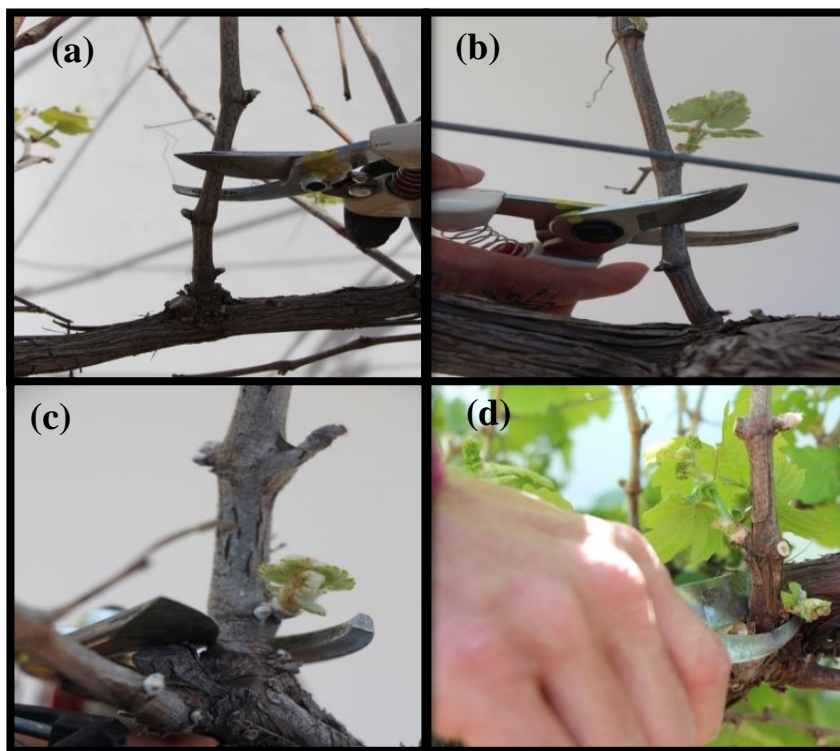
2. טיפול ביקורת מדוללת - עם דילול אשכולות (WP+T) אשר נזמרת בסוף פברואר (זמירת חורף רגילה), כאשר בשנת המחקר הראשונה הטיפול נזמר בתאריך 16/02/2016 (DOY 47) ובשנה השנייה ב- 19/02/2017 (DOY 50).
3. טיפול זמירה לאחר לבלוב (LSP-1), בוצע 7 ימים לאחר מועד התעוררות הפקעים בטיפול הביקורת, כאשר בשנה הראשונה הטיפול נזמר בתאריך 27/03/2016 (DOY 86) ובשנה השנייה ב- 04/04/2017 (DOY 95).
4. טיפול זמירה לאחר לבלוב (LSP-2), בוצע 14 ימים לאחר מועד התעוררות הפקעים בביקורת, כאשר בשנה הראשונה נזמר ב- 03/04/2016 (DOY 93) ובשנה השנייה ב- 10/04/2017 (DOY 101).
5. טיפול זמירה לאחר לבלוב (LSP-3), בוצע 21 ימים לאחר מועד התעוררות הפקעים בביקורת, כאשר בשנה הראשונה נזמר ב- 10/04/2016 (DOY 100) ובשנה השנייה ב- 17/04/2017 (DOY 108).

2.2.1 טיפולי זמירת חורף

ישנם שני טיפולי ביקורת בניסוי (WP+T, WP) שמועד זמירתם מבוצע בחורף כאשר הגפן נמצאת בתרדמה וללא עלווה. טיפולים אלה נזמרים כאשר אנו משאירים כשני ניצנים רדומים לכל סעיף. בכל גפן אנו משאירים 10-16 סעיפים (זמורות מקוצרות המכונות גם דורבנות Spurs).

2.2.2 טיפולי זמירת שריגים מאוחרת

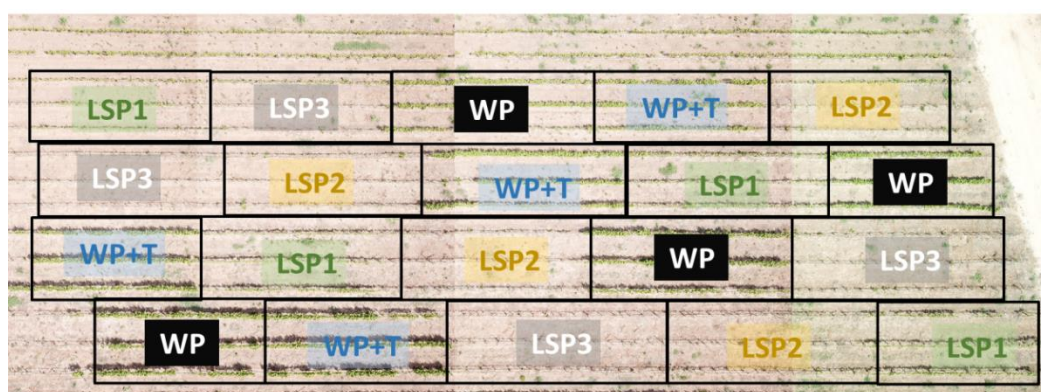
בזמירת השריגים המאוחרת שבוצעה בניסוי, זמורות הגפן יחד עם השריגים הצעירים מוסרים ונותרים סעיפים חד-שנתיים קצרים בעלי מקסימום שני ניצנים רדומים, כאשר הניצן הבסיסי לא נכלל בספירה. הזמירה בוצעה כך שהמרווח בין הסעיפים הוא בערך 10 ס"מ, כך שבכל גפן נותרו בין 10-16 סעיפים. בעוד שהזמירה ה"קלאסית" מתבצעת במהלך החורף המאוחר כאשר הניצנים רדומים, טיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) מתבצעים כאשר הניצנים מתעוררים ומהם מתפתחים שריגים צעירים. אופי הצימוח מאוד פולרי (נוטה להתרכז לכיוון קצוות הזמורה) בעקבות שלטון קודקודי משמעותי. רוב הניצנים שלבלבו הם אלו שממוקמים בחלקה העליון והמרכזי של הזמורה, ואילו הניצנים שבסיס הזמורה כמעט ולא לבלבו או לבלבו באחוזים בודדים. הכלל הבסיסי של זמירת השריגים המאוחרת הוא להסיר כל ניצן שלבלב מעבר לשלב התפתחותי 4 (תרשים המצבים הפנולוגים מוצג באיור מס' 5) ולהשאיר את הגפן אך ורק עם ניצנים רדומים. בזמירת חורף רגילה (טיפול הביקורת) הותרנו מלכל היותר שני ניצנים לכל סעיף (לא כולל הניצן הבסיסי). בזמירה המאוחרת ביצענו את הזמירה באופן זהה בתנאי שניצן מס' 2 (וכן ניצן 1 ו-0) לא עברו את שלב 4 (איור מס' 3a). אם ניצן מס' 2 לבלב וניצנים 1 ו-0 היו עדיין רדומים הזמירה התבצעה בפרק שבין ניצן 1 לניצן 2 (איור מס' 3b). אם ניצן מס' 1 לבלב אזי הזמירה בוצעה בין ניצן 0 לניצן 1 (איור מס' 3c). במצב בו כל הניצנים לבלבו זמרנו את כל הזמורה עד לבסיס בנקודת המגע עם הבד (איור מס' 3d). כל הטיפולים בוצעו על אותם גפנים למשך שנתיים.



איור מס' 3: אופן ביצוע זמירת השריגים. (a) זמירה כאשר שני הניצנים רדומים. (b) זמירה מתחת ניצן מס' 2. (c) זמירה מתחת ניצן מס' 1. (d) זמירה של כל הסעיף כאשר כל הניצנים לבלבו.

2.3 תבנית הניסויים

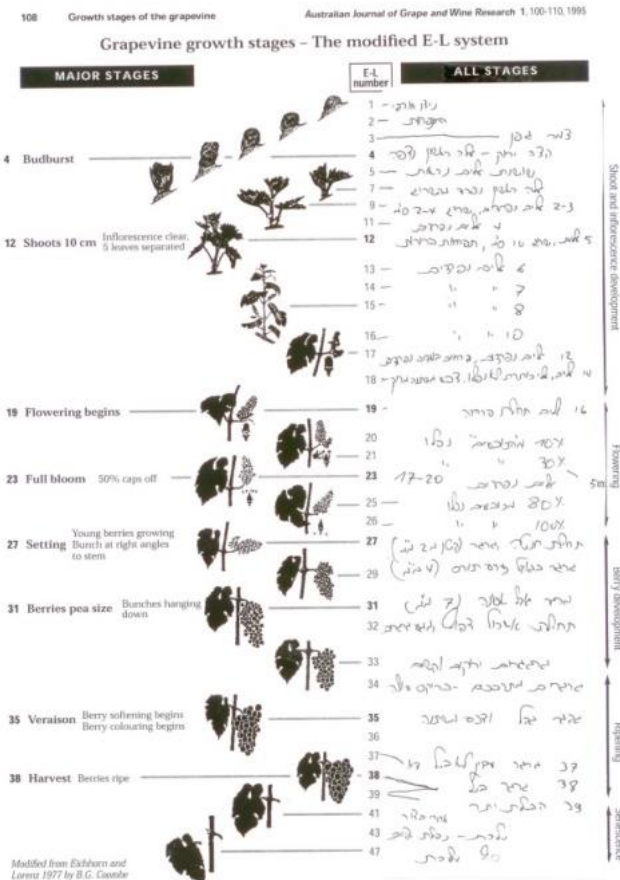
בכל אחת מחלקות המחקר נבחנו חמישה טיפולים שונים במתכונת של בלוקים באקראי (van Es et al. 2007). בכל אחד מארבעת הבלוקים יושמו חמישה טיפולי זמירה, כאשר כל בלוק הכיל שלוש שורות של גפנים: שתי השורות החיצוניות שימשו כשורות גבול והשורה הפנימית שימשה כשורת מדידה. לסיכום, בכל אחת מחלקות המחקר נבחנו 5 טיפולים, 11 גפני מדידה לכל חזרה, ארבע חזרות לכל טיפול, סה"כ סומנו כ-220 גפנים (5x11x4).



איור מס' 4: תצלום אוויר עליו מסומנת מפת הניסוי בזן מלבק, עמק אילון אביב 2017.

2.4 מדדים פנולוגיים

אחת לשבוע לאורך העונה הערכנו את השינוי במצב ההתפתחותי של הגפנים בניסוי. המדידה התבצעה כאשר ניתנה ערכה פנולוגית לכל חזרה בנפרד על פי בסיס סטנדרטים הקיימים (איור מס' 5) שנלקחו מתוך (Eichhorn and Lorenz 1977).



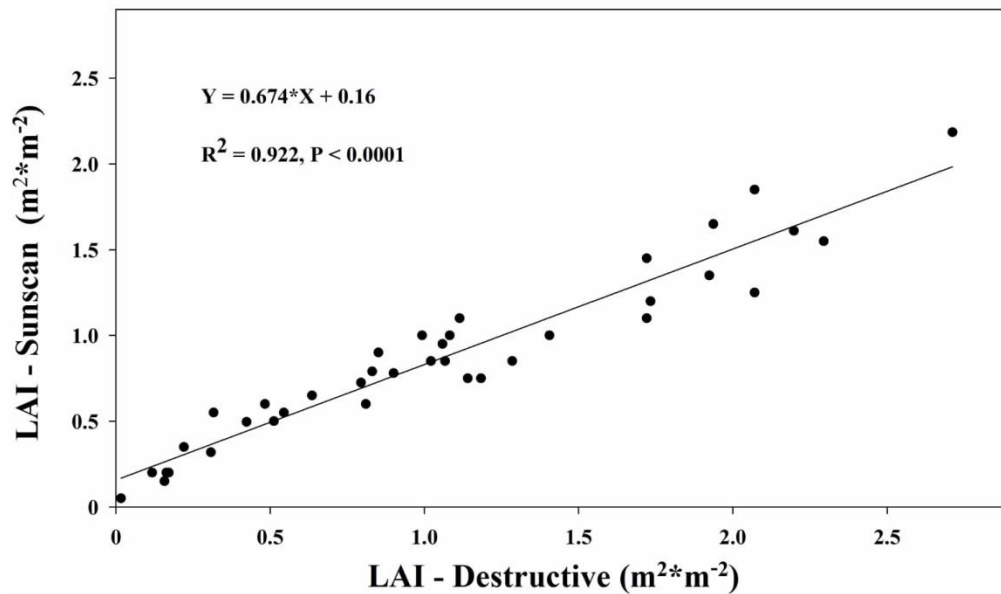
איור מס' 5 : השלבים, עם הסברים ופירוט של כל שלב מתוך (Eichhorn and Lorenz 1977)

2.5 מדדי וגטציה והתפתחות

2.5.1 אינדקס שטח עלווה (LAI)

אינדקס שטח העלווה (LAI – Leaf Area Index) הוא היחס בין שטח העלווה של הגפן לשטח הקרקע המוקצה לאותה גפן, מדד זה מחושב לפי שטח ועוצמת היטל הצל של הגפן על הקרקע. המדידה נעשתה אחת לשבועיים בכל חלקה במטרה לבדוק את התפתחות הנוף. המדידות נערכו באמצעות מכשיר SunScan (Cambridge UK, Delta – T Devices), המורכב משתי יחידות: מוט גלאים באורך מטר המצויד ב-64 חיישני קרינה ומחשב כף יד המשמש כאוגר נתונים. שטח העלווה חושב בהתאם לעוצמת הקרינה הנמדדת בפני הקרקע. זווית השמש משפיעה באופן ישיר על גודל הצל, ולכן מדידה זו נעשית כשזווית השמש נמוכה מ-30 מעלות. במהלך העונה, שעות המדידה משתנות בהתאם לזווית המחושבת לפני כל יום מדידה. המדידה נעשתה בימים עם שמש ישירה וללא עננות. המדידה התבצעה תחת נוף העץ ובסמיכות לקרקע והורכבה משמונה קריאות שנלקחו במקביל לשורת הנטיעה כל 20 ס"מ. ערך ה-LAI הממוצע שהתקבל עבור שמונת קווי המדידה חולק ב-2, בכדי להגיע לערכו הסופי של ה-LAI (מכיוון שהמרווח בין השורות הוא 3 מטרים, וערך ה-LAI נמדד רק במקטע של 1.5 מטרים המכסה את הצל של הגפן, וקיים עוד מקטע של 1.5 מטרים מואר, בו ערכי LAI הם 0. בכל יום מדידה נמדדו שלושה גפנים לחזרה, שהם 12 גפנים לטיפול וכ-60 גפנים בסה"כ לחלקה. היחידות של אינדקס שטח העלווה (LAI) הם m^2/m^2 ומשמעותם היא m^2 עלווה ל- m^2 קרקע. אשרור מדידות אינדקס שטח העלווה שנמדדו באמצעות מכשיר ה-SunScan התבצע על ידי השוואת התוצאות שהתקבלו באמצעות המכשיר לתוצאות שהתקבלו במדידה ישירה של שטח העלווה, שהתבצע לאחר הסרת עלים מ-37 גפנים מזנים שונים בשלבים פנולוגיים שונים ובאתרים שונים (איור מס' 6). מההשוואה בין שתי

שיטות המדידה, נתקבל יחס ליניארי בין תוצאות המדידה של המכשיר לבין תוצאות המדידה הישירה של שטח העלים ($Y = 0.674 \cdot X + 0.16$, $R^2 = 0.92$, $n = 37$).



איור מס' 6 : מתאם בין המדידה של אינדקס שטח העלווה (LAI) המתקבלת באמצעות מדידה הרסנית שבוצעה על ידי הסרת עלים לבין המדידה המתקבלת ממכשיר ה Sun Scan . המדידה בוצעה בכרמי ענבי יין במספר אתרים שונים : מבוא חורון, חולדה, דולב, יתיר ועוד.

2.5.2 משקל גזם ונתוני זמורות

בחורף לפני הזמירה נאספו מספר פרמטרים של הזמורות : מספר זמורות לגפן, אורך זמורות ממוצע לגפן וקוטר הזמורות. לאחר הזמירה (במועדים השונים ע"פ תכנית הניסוי) משקל הגזם נשקל לכל גפן בנפרד, 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סה"כ, כאשר הזמורות בעלי העלווה (הזמורות של טיפולי LSP) נמדדו שנית לאחר הורדת העלווה.

2.5.3 מעקבי תרדמה

בחורף 2016-2017 כאשר הגפן הייתה בתרדמה, בוצעו 3 ימי איסוף זמורות, בהפרש של כחודש בין הימים. הזמורות נזמרו בפרק מספר 3 כאשר מה שנאסף כלל את הפרק והמפרק שמעליו הכולל ניצן חורפי רדום אחד. הייחורים החד פרקיים נלקחו לחדר גידול (המרצה) בפקולטה לחקלאות בו שררו תנאים אופטימליים להתעוררות הגפן (23°C) ו-14 שעות הארה ביממה. הייחורים ננעצו בספוג פרחים בגובה 4 ס"מ בתוך מיכל פלסטיק כאשר רמת המים במיכל לא עברה את גובה הספוג, כל מיכל הכיל 25 זמורות מכל חזרה. כעבור 28 יום נמדדו אחוזי הבלבוב של הזמורות.



איור מס' 7: בדיקות התעוררות, ינואר 2017. מימין ייחורים ביום הכנסה לחדר ההמרצה ומשמאל כעבור 28 יום.

2.6 מדדי פיזיולוגיה ומשק מים

2.6.1 פוטנציאל מים

אחת לשבועיים בוצעה מדידת פוטנציאל מים בגזע בכל חלקה. המדידה נערכה מתחילת הפריחה של הגפן (בטיפול הזמירה המאוחרת ביותר) ועד כחודש לאחר הבציר. המדידה נערכה באמצעות תאי לחץ דגם 600 (PMS, USA) ודגם (MRC, Israel) ARIMAD 3000. המדידה בוצעה על עלים בוגרים ושלמים הנמצאים בשליש התחתון של הנוף (Medrano et al. 2003; Romero et al. 2010). בלי לנתק את העלה מהגפן, העלים כוסו בשעה 10:30 (שעון קיץ בישראל) בשקית פלסטיק ומעל גביה שקית ייעודית כסופה ואטומה לקרינה למשך זמן מינימלי של שעה וחצי. מטרת הכיסוי הייתה למנוע טרנספירציה מהעלה הנמדד (הנמצא בחושך ובלחות גבוהה) ובכך לגרום להשוואה בין פוטנציאל המים בעלה הנמדד לפוטנציאל המים בגזע. החל מהשעה 12:00 ואילך החלו המדידות, כאשר לא עברו יותר מ-30 שניות מרגע ניתוק עלה הגפן ועד להתחלת פעילות תא הלחץ. סיום המדידה התרחש כאשר נצפתה כיפת מים מלאה על שטח פני הפטוטר. במהלך המדידה נמדדו 3 עלים לחזרה, במתכונת של 4 חזרות, שהם 12 עלים לטיפול ו-60 עלים סה"כ לחלקה.

2.6.2 חילוף גזים - מוליכות פיוניות וקצב פוטוסינתזה

במהלך הניסוי התבצעו מדידות של קצב קיבוע הפחמן ומוליכות פיוניות. המדידות בוצעו בארבעה עלים בוגרים, שלמים וחשופים לשמש. מדידות אלו נעשו לאורך היום, מהזריחה ועד לשקיעה. בשנה הראשונה לניסוי (2016), כאשר הגפנים היו לקראת בציר, התבצעה מדידה יומית אחת בשתי החלקות. בשנה השנייה לניסוי (2017), התבצעו שלושה ימי מדידה במרווחים שונים בזן מלבק. המרווחים נעשו על מנת להבחין בשינויים הפיזיולוגיים בין הטיפולים בהפרש של חודש בערך בין ימי המדידה.

המדידות בוצעו באמצעות מערכת חילוף גזים (Li-Cor 6400, Li-Cor Inc, Nebraska, USA). תא המדידה היה תא פלורסנטי המיועד לעלים רחבים (בעל פתח עגול, 2 cm^2). פרוטוקול המדידה היה:

$$T_{\text{block}} = 25^\circ\text{C}, \text{VPDL} = 3 \pm 1 \text{ kPa}, \text{Flow rate} = 500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{PAR} = 1000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}, \text{Ref CO}_2 = 400 \text{ ppm CO}_2$$

כאשר VPDL=Vapor pressure deficit in leaf, flow rate = קצב זרימת אוויר, Ref CO₂ = ריכוז פחמן דו-חמצני בתא (רפרנס לריכוז אטמוספרי).

בתחילת כל יום מדידה המכשיר עבר בדיקות על פי הוראות היצרן (CheckList). כלל הנתונים מימי המדידה נשמרו ביחידת הבקרה של המכשיר ונפרקו אל המחשב לצורך עיבוד.



איור מס' 8 : מדידת מדדי חילוף גזים באמצעות מכשיר LI-6400xt, זן מלבק, עמק איילון, 2017.

2.7 מדדים אגרוטכניים

2.7.1 מעקב הבשלה

לקראת הבציר התבצע מעקב הבשלה פעם בשבוע על מנת לתזמן את מועד הבציר. בשנת 2016 התבצע דיגום של גרגרים, נלקחו כ-100 גרגרים לכל חזרה ונשקלו. ב-2017 התבצע דיגום אשכולות נלקח אשכול לכל גפן מדידה ובסה"כ 11 אשכולות לחזרה, 44 אשכולות לטיפול. הענבים נלקחו למעבדה ביקב כרמל, שם נסחטו ובתירוש שהתקבל נבדקו המדדים הבאים: רמת הסוכר ($^\circ \text{Brix}$) בעזרת פרקטומטר (Maselli LR01), רמת החומצה (TA) והרמת החומציות (pH) נמדדו באמצעות טיטרטור (Metrohm 702 SM Titrino). לפי התוצאות נקבע מועד הבציר, כאשר כל חזרה נבצרה כאשר רמות הסוכר בפרי עמדו על כ- $24.5 = \text{Brix}^\circ$ ורמת החומציות סביב $\text{pH} = 3.6$. מתחת לערכים אלו לא התבצע הבציר. ביום הבציר נעשה דיגום מקיף בו נבדקו אותם מדדים בתוספת בדיקה של עוצמת הצבע בתירוש הענבים (518nm). מדידה זו נעשת במעבדה באמצעות ספקטרופוטומטר (Genesys 10S UV-Vis), המאפשר למדוד את בליעת האור של הענבים באורכי גל שונים.

2.7.2 יבול ומרכיבי

על מנת לקבל תמונה מלאה על כל מרכיבי היבול של הגפן, נספרו מספר האשכולות של כל גפן בנפרד וכן נשקל היבול. בסך הכל נמדדו 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים בכל עונה.

2.7.3 בדיקות פוריות

בחורף 2017 נלקחו דגימות של זמורות למעבדה כדי לבדוק את פוטנציאל הפוריות של הטיפולים השונים. הזמורות נזמרו מפרק מספר 3 והיו בעלות ניצן אחד. נלקחו כ-25 זמורות לחזרה, 100 זמורות לטיפול ונבדקו באמצעות בינוקולר. מכל ניצן (ניצן זה הינו בעצם צבר של מספר ניצנים) נמדד הניצן המרכזי (שבסופו של דבר נושא בחובו את האשכול העוברי המרכזי) וכן נספרו מספר התפרחות לשריג. כמו כן, נבדקה כמות הנגיעות של אקרית הפקע שהימצאותה עשויה לפגוע בפוריות הגפן.

2.7.4 התייבשות עלים

במהלך עונה 2017, נצפתה תופעה חריגה של התייבשות עלוות הגפן בחלק מחלקות הניסוי. נעשתה סריקה ויזואלית על מצבה של כל גפן וניתן מספר 1-10 כדי לכמת את התופעה, כאשר ניתן ציון 10 במצב בו כל העלים בגפן פגועות ו-0 מצב של גפן בריאה ללא כל עלה מיובש.



איור מס' 9 : התייבשות עלים בטיפול הביקורת (ללא דילול אשכולות) זן מלבק, עמק איילון, 2017.

2.8 מדדי יין ואיכות

2.8.1 הכנת היין

לאחר הבציר, היבול נלקח ליקב המחקרי באריאל. הכנת יינות 2016 התבצעה לכל טיפול בנפרד (5 יינות) ואילו יינות 2017 הוכנו לכל חזרה בנפרד (20 תסיסות נפרדות). הכנת היין נעשתה בשיטת המיקרונייפקציה על פי פרוטוקול שפותח ביקב המחקרי באוניברסיטת אריאל. פרוטוקול זה דומה בעיקרו לאופן עשיית היין בתעשייה. הענבים שמגיעים ליקב המחקרי עוברים שקילה ומיון ראשוני ונשפכים למכשיר מועך-מפריד (קראשר-דסטימר) בסיומו מתקבל תירוש ענבים ורסק ענבים ללא השזרות. בשלב זה נעשות מדידות pH, Brix ו-TA במעבדה של היקב האקדמי באריאל. לאחר מכן מעבירים את התירוש למיכל נירוסטה (Always fool) בנפח של 100 ליטר אליו מוסיפים 25 גרם של שמרי מודגרים (*Saccharomyces cerevisiae*) מזן Clos (Lallemand, Montreal, Canada) לכל 100 קילו ענבים, וכן מוסיפים ביסולפיט בריכוז של 10 גרם לכל 100 קילו ענבים בהתאם לרמת הנקיות של הענבים. התירוש עובר תסיסה במיכל הנירוסטה במשך 8 ימים בטמפרטורה אחידה של 24 מ"צ, כאשר שלוש פעמים ביום מתבצעת פעולה של ערבוב הקליפות ושבירת מעטה הקליפות (כובע) שצף על פני הנוזל. לאחר 8 ימי תסיסה היין מועבר לתהליך סחיטה ע"י מכונת סחיטה (פְּרֶס) הידראולית על מנת למצות את הקליפות. כמות של 25 ליטר יין מועברת למיכל זכוכית (דמיגיאן) מלא עד הסוף (בנפח 25 ליטר) הסגור עם נְשֵׁם המאפשר יציאה של גזים מהמכל החוצה

ומאפשר במקביל הגנה מחמצן. היין מאוחסן בדמיג'אן למשך 4 ימים. לאחר מכן היין עובר שפיה (שמטרתה הפרדת היין הנקי מן המשקעים שהצטברו בתחתית) וכן סינון ראשוני עם רשת עדינה. בשלב זה מתבצעת בדיקה בהידרומטר על מנת לוודא שהיין נכנס להגדרת "יין יבש" (1-4 גרם סוכר לליטר נוזל). לאחר השפיה מועבר היין לדמיג'אן בנפח 15 ליטר בטמפי של 25 מ"צ למשך תקופה חודש עד חודשיים לתסיסה מאלו לקטית. ליינ מוספים חיידקים מאלו לקטים (Oenococcus oeni, France) להגברת התסיסה. לאחר בדיקה במכשיר ה-FOSS Analytical A/S, Denmark OenoFoss™, ערכי החומצה המאלית ירדו מתחת ל 0.2 גרם לליטר והיין עובר שפיה לדמיג'אן בנפח 10 ליטר. בשלב הזה מתבצע תיקון חומצה טרטארית על מנת להביא את היין לערכי pH של 3.65-3.75 וכן מוסף 1 גרם לליטר שבבי עץ צרפתי למשך חודש 0.081 גרם ביסולפיט לליטר יין. לאחר כחודש ולאחר קבלת תוצאות סופיות של ערכי צבע, אלכוהול, סוכר, סוכר שיורי, pH, TA, מתבצע ביקבוק. היין שוהה ביקב לפחות חודשיים שלושה לפני ביצוע טעימה אורגנולפטית.

2.8.2 אנליזה של היין

עוצמת צבע היין מהווה מדד איכות חשוב בעולם היין. לקבלת הערך של עוצמת הצבע (color intensity) היין נמדד באמצעות ספקטרופוטומטר באורכי גל: 420, 520, ו-620 ננומטר (nm) ע"פ החישוב:

$$\text{Color Intensity} = \text{OD } 420 + \text{OD } 520 + \text{OD } 620$$

לקבלת ערך גוון היין (color hue) יש לחלק את תוצאת אורך הגל 420 nm באורך הגל 520 nm ע"פ החישוב:

$$\text{Color Hue} = \text{OD } 420 / \text{OD } 520$$

ככל שערך המתקבל מן החישוב (color hue) יהיה נמוך יותר, גוון היין אדום יותר באופן יחסי. את ריכוז הפנולים קיבלנו באמצעות קריאה באורך גל 280 nm.

2.8.3 הערכה אורגנולפטית

כ-9 חודשים לאחר שהיין עבר את כל תהליכי הייצור התכנס פאנל טועמים של כ-10-12 אנשי מקצוע מענף היין לטעימת יין עיוורת. בטעימה התבקש כל טועם לדרג את איכות היין לפי 9 פרמטרים שונים שהתחלקו לשלוש קטגוריות שונות: צבע (איכות ועוצמה), ריח (ריכוזיות, מקוריות ואיכות) וטעם (ריכוזיות, מקוריות, איכות ושיוריות). דף הטעימה נבנה על בסיס פרוטוקול טעימת יין של ה-OIV (הארגון הבינלאומי של הגפן והיין) (נספח א1). בשנה הראשונה (03/07/2017) נטעמו 5 יינות כאשר כל יין הוכן מענבים שמקורם מכל 4 החזרות של אותו טיפול. בשנה השנייה הטעימה התבצעה ב-17/04/2018, בה נבדקו כ-20 יינות שמהוות את כל הטיפולים והחזרות. בכל יום טעימה התבצעו כ-2 טעימות כיוול, כאשר יין הכיוול הווה אחד מהחזרות שנטעמו במהלך הטעימה.

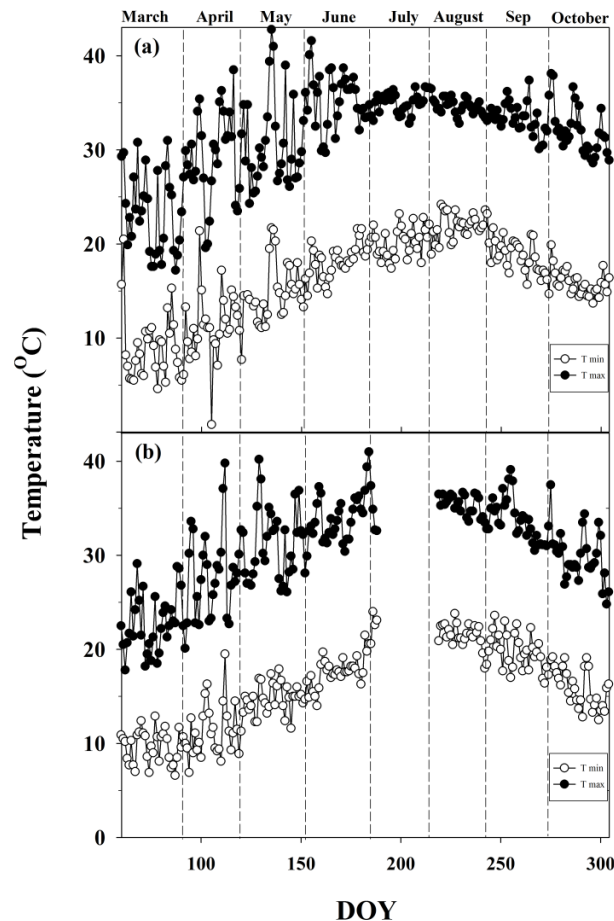


איור מס' 10: טעימת יין מלבק, בציר 2017, יקב יהודה, 2018.

3. תוצאות

3.1 מזג אוויר

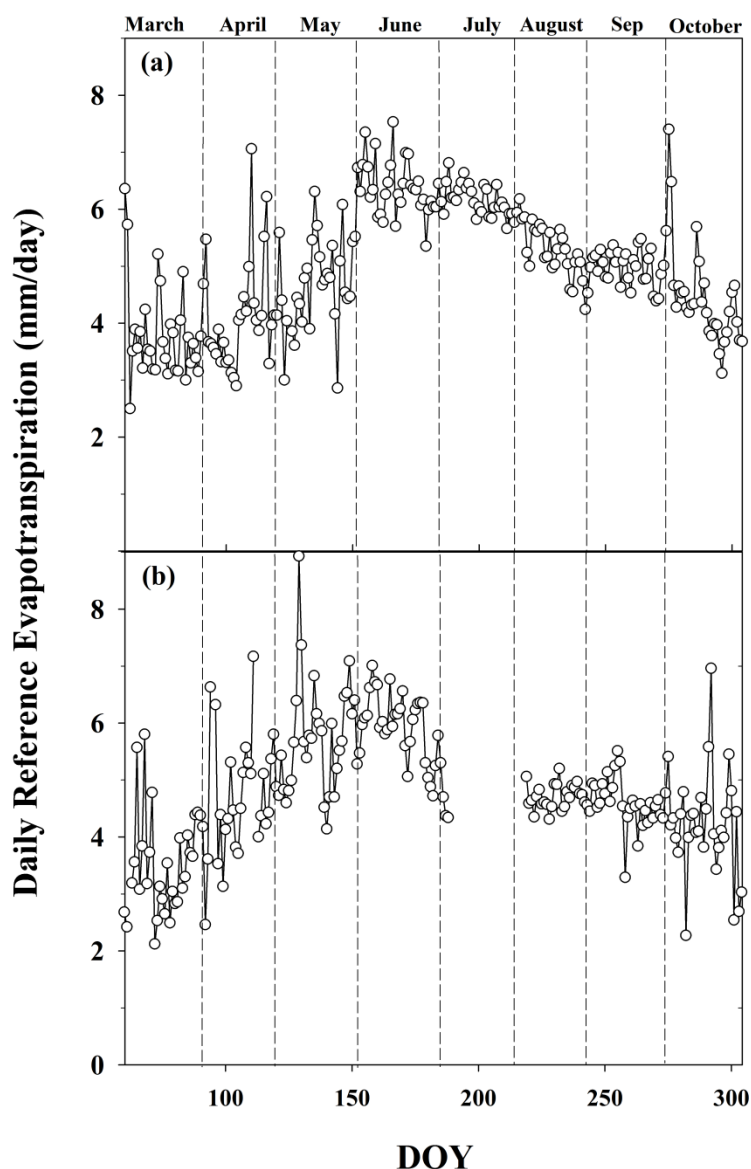
אזור עמק איילון מאופיין בתנאי אקלים ים תיכוני ומחזוריות קיץ יבש וחורף גשום אופיינית לאקלים ים תיכוני. עונות 2016-2017 התאפיינו באקלים ממוצע לאזור (איור מס' 11). בתחילת העונה בחודשים מרץ-אפריל טמפרטורות המקסימום ששררו באזור היו בממוצע 25 מעלות צלזיוס (מ"צ), ואז נכרה מגמת עלייה עד חודש אוגוסט, כאשר בשיאו טמפרטורות המקסימום הגיעו ל- 35 מ"צ בממוצע. לקראת סוף העונה חלה ירידה הדרגתית מטמפרטורות של 35 מ"צ עד לטמפרטורה ממוצעת של 30 מ"צ בחודש אוקטובר. מגמה דומה נצפתה בטמפרטורות המינימום, כאשר טמפרטורות המינימום הממוצעות בחודשי מרץ - אפריל עמדו על 10 מ"צ וניכרה מגמת עלייה עד חודש אוגוסט כאשר בשיאו טמפרטורות המינימום הגיעו בממוצע ל- 20 מ"צ. לקראת סוף העונה חלה ירידה הדרגתית מטמפרטורה של 20 מ"צ עד להגעה לטמפרטורה ממוצעת של 15 מ"צ בחודש אוקטובר (איור מס' 11). בעונת 2017 הייתה תקלה בתחנת המדידה במבוא חורון ולא נאגר מידע מטאורולוגי מיום 190 עד 218.



איור מס' 11. מהלך עונתי המתאר שינויים בממוצע היומי של טמפרטורת המקסימום והמינימום (°C), 2016, (a), 2017, (b). הנתונים נמדדו בתחנה המטאורולוגית האזורית "מבוא חורון" הסמוכה לחלקת המחקר, ניסוי זמירה לאחר לבלוב, מבוא חורון.

ההשפעה העיקרית של תנאי מזג האוויר על ההשקיה נגזרת מההתאדות הפוטנציאלית (ET_0) (איור מס' 12). ההתאדות מחושבת ע"י נוסחת פנמן מנתוני טמפרטורה, קרינה, לחות יחסית ומהירות רוח. מגמת ערכי ההתאדות הפוטנציאלית היתה דומה מאד בשנות הניסוי כאשר הערכים היו בטווח של 4-2 מ"מ/יום בתחילת העונה (חודש מרץ) בהמשך העונה ניכרה מגמת עלייה עד אמצע חודש יולי כאשר

ערכי ההתאדות הפוטנציאלית היו בממוצע 6 מ"מ/יום. לאחר התקצרות הימים החל מאמצע יולי החלה מגמה של ירידה בערכי ההתאדות עד להגעה של 4 מ"מ/יום בסוף העונה (איור מס' 12).



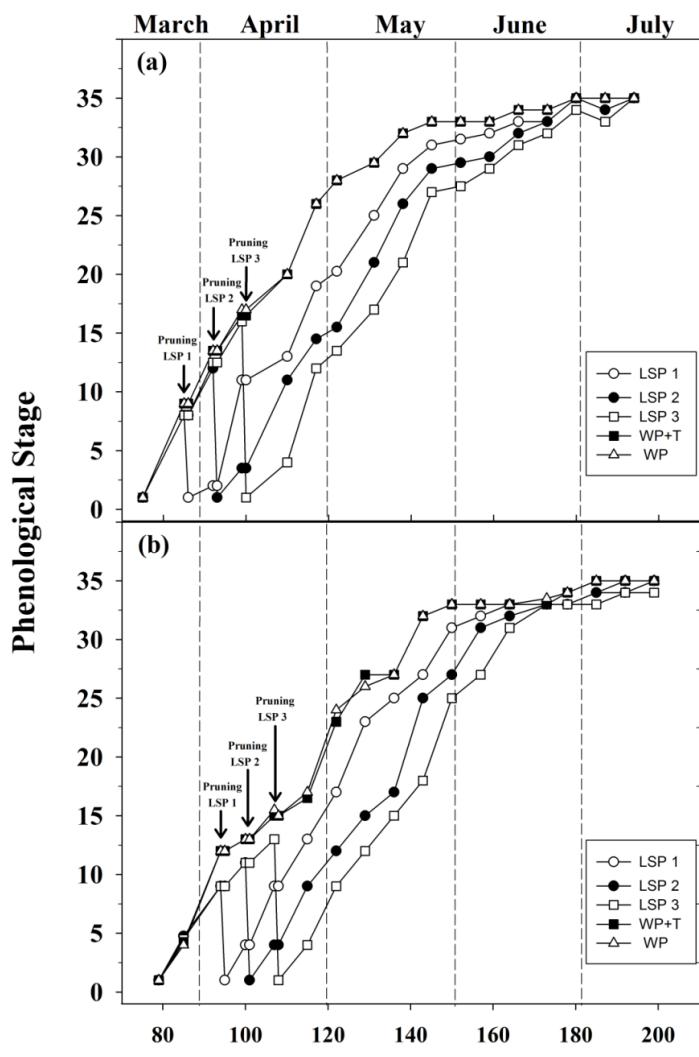
איור מס' 12. מהלך עונתי של ערכי התאדות ייחוס (ET_0) המחושבת ע"פ נוסחת פנמן מונטית', 2016, (a), 2017 (b). הנתונים נמדדו בתחנה המטאורולוגית האזורית "מבוא חורון" הסמוכה לחלקת המחקר. ניסוי זמירה לאחר לבלוב, מבוא חורון.

3.2. פנולוגיה, ווגטציה ופוריות

3.2.1 השפעת הטיפולים השונים על ההתפתחות הפנולוגית

המצבים הפנולוגיים של הגפן מתוארים על בסיס סטנדרטים קיימים על פי Eichhorn and Lorenz (1977), כאשר לכל שלב התפתחותי של הגפן יש מספר המתאר את השלב. לדוגמא שלב 1 הוא ניצן רדום, שלב 19 התחלת הפריחה ושלב 35 תחילתו של הבוחל. ניתן לראות את המקרא של המצבים הפנולוגיים (איור מס' 5). ההתפתחות הפנולוגית של הגפנים בכל אחד מהטיפולים הייתה שונה, אך באותו טיפול המגמה בין השנים הייתה דומה בשתי שנות המחקר (2016-2017). בתחילת מרץ הניצנים בכל הטיפולים עוד היו רדומים, כאשר לקראת סוף חודש מרץ הניצנים החלו לבלב (איור מס' 13). כל טיפולי הזמירה החלו לבלב בערך באותו הזמן והתפתחות הפנולוגית שלהם חפפה עד אשר נזמר ראשון טיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) ואז החלו להתבטא השינויים בין הטיפולים. טיפולי הביקורת (WP ו WP+T) נזמרו בסוף החורף (אמצע פברואר) כאשר הגפן הייתה עוד בתרדמה (DOY

50-47). טיפולי הזמירה לאחר לבלוב (בוצעו במועדים שונים באביב (DOY 108-86) בהפרש מדויק של שבוע בין הטיפולים. בעונת 2017 נוצר פער במועדי הזמירה של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב לעומת השנה הקודמת, כאשר הטיפול שנזמר ראשון (LSP 1) נזמר לאחר 9 ימים לעומת השנה הקודמת. קצב ההתפתחות הפנולוגית של הגפן השתנה לאורך העונה. לקראת יציאת הגפן מתרדמה כאשר הניצנים רדומים (שלב 1) ועד שלב 16 (שריג בעל 10 עלים פרוסים) קצב ההתפתחות הפנולוגית היה ב-2016 עמד על 18 יום וב-2017 עמד על 29 יום, כאשר בתקופה זו ביצענו את מועדי הזמירה לאחר לבלוב. ניתן לראות בבירור את מועדי ביצוע הזמירה (מסומנים בחיצים) ואת ה"נסיגה הפנולוגית" בעקבות טיפולים אלה (איור מס' 13). עיכוב ההתפתחות של הגפנים בעקבות טיפולי הזמירה לאחר לבלוב נראה דרך הירידה החדה אשר מחזירה את הגפן למצב בו היא מתחילה (מחדש) את הבלבוב עם התפתחות ניצנים אחרים וחדשים (איור מס' 13). לאחר הזמירה הגפן מתחילה גל צימוח חדש ומצמצמת את הפער הפנולוגי שנוצר בין הטיפולים. ככל שהזמירה בוצעה במועד מרוחק יותר מהבלבוב האביבי (בטיפולי הביקורת) - כך הדחיה של ההתפתחות הפנולוגית משמעותית יותר. לקראת אמצע יוני טיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) צמצמו את הפער והגיעו לשלב התפתחותי דומה לזה של טיפולי הביקורת (WP ו WP+T). פער זה נסגר ביום 173 בעונת 2016 לעומת עונת 2017, בה הפער נסגר ביום 164. לאחר סגירת הפער, ההתפתחות הפנולוגית של כל הטיפולים מראה ערכים דומים עד שלב הבוחל (שלב 35) (איור מס' 13).

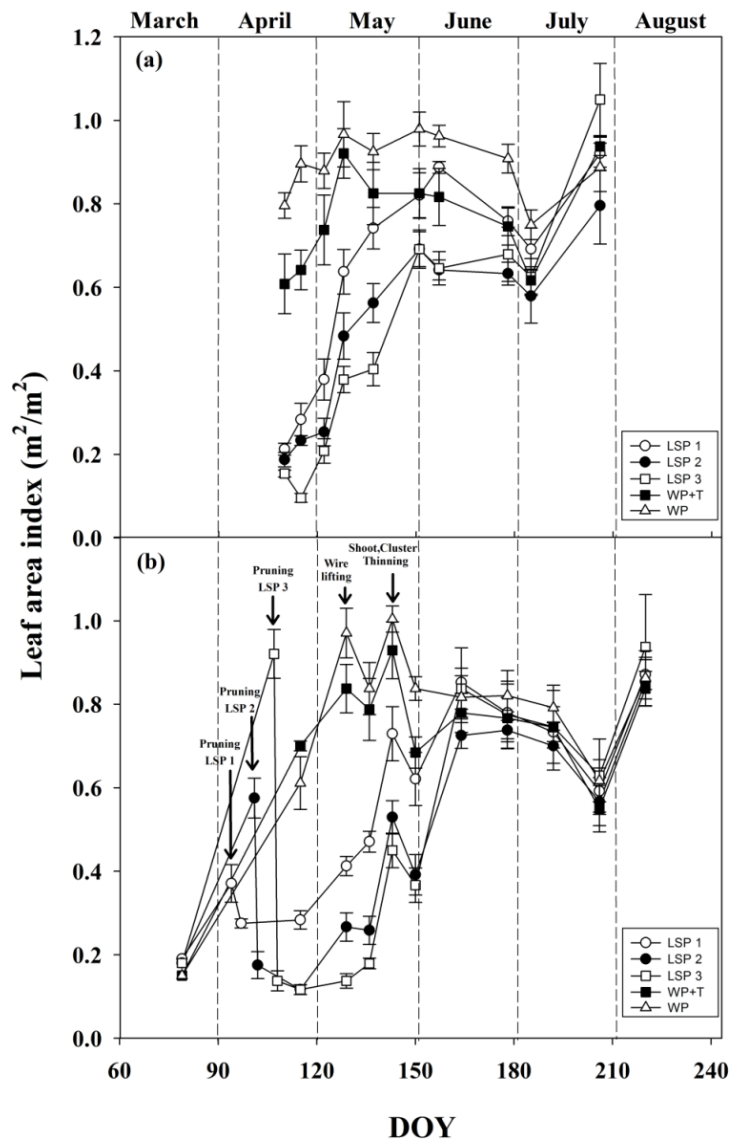


איור מס' 13. מהלך התפתחות הפנולוגית בטיפולי הזמירה השונים, מלבק מבוא חורון 2016 (a), 2017 (b). המצבים הפנולוגיים נקבעו על סמך הערכה של כלל החזרות על פי Eichhorn and Lorenz (1977).

3.2.2 השפעת הטיפולים השונים על ההתפתחות הווגטיבית

מדד כמותי להתפתחות הווגטיבית הוא אינדקס שטח העלווה (LAI) המכמת את שטח העלווה של כלל הצמח. עונת הגידול 2016 התאפיינה במגמת עלייה בערכי האינדקס עד הגעה לשיא עלווה, כאשר כל טיפול הגיע לשיא עלווה במועד שונה (איור מס' 14 a). בתחילת העונה ישנם הבדלים בשטח העלווה בין טיפולי הזמירה ($p < 0.001$, טבלה 17 בנספחים). ההשפעה של הזמירה על שטחי העלווה יצרה פערים משמעותיים בין הטיפולים. פערים אלו הצטמצמו לקראת חודש יוני (איור מס' 14 a). נראה כי ערכי אינדקס שטח העלווה בשלושת טיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) נמוכים ביחס לטיפולי הביקורת (WP ו WP+T) בהם שטח העלווה גבוה בתחילת העונה. בטיפול WP נמדדו ערכים גבוהים יותר לעומת טיפול WP+T כאשר נצפה הבדל של 25% בין הטיפולים (שני הטיפולים נזמרים באותו הזמן). טיפול LSP 1 היה בעל העלווה המפותחת מבין טיפולי הזמירה לאחר לבלוב כאשר בתחילת חודש יוני כבר הגיע לערכים קרובים לערכי האינדקס שהתקבלו בטיפולי הביקורת.

בעונת הגידול 2017 מדידות האינדקס החלו לפני ביצוע הזמירה בטיפולי LSP (איור מס' 14 b). מועדי ביצוע הזמירה נראים בבירור ע"י ירידה חדה בערכי האינדקס וכשבוע/ שבועיים לאחר מכן ניכרת תחילתה של מגמת עלייה המייצגת את התחלת הצימוח המחודש. בדומה לעונת 2016 אינדקס שטח העלווה בשלושת טיפולי הזמירה לאחר לבלוב היה נמוך לעומת טיפולי הביקורת בהם שטח העלווה היה גבוה בתחילת העונה ($p < 0.001$, טבלה 18 בנספחים). טיפולי הזמירה לאחר לבלוב צמצמו את פערי העלווה שנוצרו בעקבות הזמירה כאשר פערים אלו נסגרו בחודש יוני (יום 164). ניתן לראות שככל שהזמירה נערכה מאוחר יותר אינדקס שטח העלווה היה נמוך יותר עד לסגירת הפער (איור מס' 14 b). במהלך חודש מאי, ניתן לראות בבירור ירידה חדה בערכי שטח העלווה ולאחריה המשך של מגמת העלייה. ירידה פתאומית זו, מקורה בפעולות אגרוטכניות שהתבצעו בכרם (דילול שריגים, קיטום, שילוב ודילול פרי בטיפול WP+T) (איור מס' 14 b). כמו בעונת 2016, גם בעונת 2017 טיפול WP בעל ערכים גבוהים יותר לעומת טיפול WP+T.



איור מס' 14. מהלך עונתי של אינדקס שטח העלווה (LAI) בטיפולי הזמירה השונים. כל נקודה מייצגת ממוצע של 12 גפנים (3 גפנים לחזרה, 4 חזרות לטיפול). קווי השגיאה אנכיים מייצגים את שגיאת התקן של ממוצע החזרות (n=20). מלבק, כרם אגודת הפלחה מבוא חורון 2016, (a), 2017, (b).

3.2.3 נתוני זמורות

בשנות הניסוי נתוני הזמורות (של טיפולי הביקורת) נלקחו בחורף לאחר סוף כל עונת גידול, כאשר הגפן הייתה בתרדמה וללא עלים.

משקל גזם: בעונת הגידול 2016 ניכר היה כי בטיפול LSP3 התקבל משקל הגזם הרב ביותר גם ביחס לטיפול הזמירה לאחר לבלוב האחרים. נתון זה הוא מעט בעייתי מכיוון שככל שטיפולי הזמירה נזמרו מאוחר יותר כך משקל ה"גזם" שלהם היה יותר גבוה בעקבות תוספת השריגים הצעירים שלבלבו על גבי זמורות החורף (טבלה מס' 1). בין טיפולי הביקורת WP, WP+T לא נמצא הבדל סטטיסטי מובהק.

בעונת הגידול 2017 התקבלו מגמות סטטיסטיות דומות לעונת 2016 וכן ערכים אבסולוטיים הקרובים לערכים שהתקבלו בעונה הקודמת (פער מקסימלי של 0.2 ק"ג באותו טיפול בשנים שונות). באותה עונה ניכר היה כי טיפול LSP3 בעל משקל הגזם הגבוה ביותר אבל אין הבדל מובהק בינו לבין טיפול LSP2. טיפולי הביקורת (WP ו WP+T) נמצאו ללא הבדלים מובהקים ביניהם (טבלה מס' 2).

מספר זמורות לגפן: בעונת הגידול 2016 ניכר היה כי בטיפולי LSP וטיפול WP+T (שעבר דילול אשכולות יחד עם דילול שריגים חלשים) התקבל מספר זמורות לגפן נמוך יותר (3-5 פחות זמורות לגפן)

ביחס לטיפול WP, הבדלים אלו התקבלו באופן מובהק (טבלה מס' 1). בעונת הגידול 2017 המגמה הייתה די דומה, מספר הזמורות לגפן בטיפולי LSP 2 ו LSP3 היו נמוכים באופן מובהק מזה של טיפול WP. שאר הטיפולים לא נבדלו סטטיסטית, אולם ניכרה בהם מגמת פחיתת ביניים ביחס לטיפול WP (טבלה מס' 2).

משקל זמורה: בעונת הגידול 2016 ניכר היה כי בטיפולי LSP2 ו LSP3 התקבל משקל זמורה גבוה יותר ביחס לטיפולי הביקורת (WP ו WP+T) וטיפול LSP1. ההבדלים בין טיפולי הזמירה השונים התקבלו באופן מובהק כאשר טיפולי הביקורת (WP ו WP+T) היו בעלי משקל זמורה הנמוכים ביותר (טבלה מס' 1). בעונת הגידול 2017 המגמה הייתה זהה, אך ההבדלים בין כל טיפולי הזמירה היו שונים ומבוהקים. ככל שטיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) נזמרו מאוחר יותר משקל הזמורה היה גבוה יותר. טיפולי הביקורת (WP ו WP+T) בעונה זו היו שונים באופן מובהק אחד מהשני כאשר טיפול WP היה בעל משקל הזמורה הגבוה ביותר (טבלה מס' 2).

אורך וקוטר זמורה: בעונת גידול 2017 נאספו נתוני אורך וקוטר זמורה. באורך הזמורה המגמה הייתה לא ברורה ולא נמצאו הבדלים מובהקים בין טיפולי הזמירה השונים (טבלה מס' 2). בקוטר הזמורה היו הבדלים בין הטיפולים השונים כאשר טיפול T+WP היה בעל קוטר הגבוה ביותר משאר הטיפולים באופן מובהק (טבלה מס' 2).

טבלה מס' 1. נתוני זמורות בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית (במימד האנכי) משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2016.

Treatment	Pruning mass	Canes	Cane mass
	FW (kg vine ⁻¹)	(number vine ⁻¹)	(kg cane ⁻¹)
LSP1	1.21 ^{bc}	30 ^b	0.040 ^b
LSP2	1.60 ^b	28 ^b	0.056 ^a
LSP3	2.01 ^a	30 ^b	0.067 ^a
WP+T	0.81 ^{cd}	28 ^b	0.027 ^c
WP	0.77 ^d	33 ^a	0.022 ^c

טבלה מס' 2. נתוני זמורות בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2017.

Treatment	Pruning mass FW (kg vine ⁻¹)	Canes (number vine ⁻¹)	Cane mass (kg cane ⁻¹)	Cane length (cm)	Cane diameter (mm)
LSP1	1.01 ^b	23 ^{ab}	0.044 ^c	1.03	7.25 ^b
LSP2	1.67 ^a	22 ^b	0.078 ^b	0.98	6.77 ^b
LSP3	2.05 ^a	22 ^b	0.093 ^a	1.01	6.84 ^b
WP+T	0.92 ^b	24 ^{ab}	0.037 ^{cd}	1.04	8.18 ^a
WP	0.72 ^b	28 ^a	0.024 ^d	0.89	7.21 ^b

3.2.4 התייבשות עלים

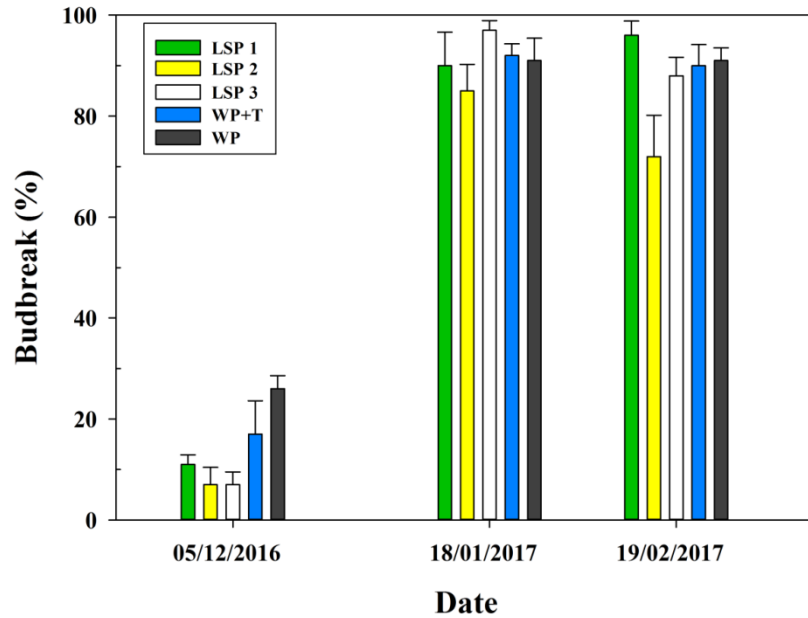
לקראת הבציר במהלך עונת 2017, התבצעה הערכת התייבשות עלים לכל הגפנים בניסוי (טבלה מס' 3). ניכר היה כי בטיפול WP התקבלו אחוזי התייבשות עלים הגבוהים ביותר באופן מובהק עם 42.3%. שאר הטיפולים היו ללא הבדלים מובהקים בניהם והיו סביב ערכים דומים בטווח של 5-6 אחוזי עלים מיובשים (טבלה מס' 3).

טבלה מס' 3. אחוזי התייבשות עלים בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2017.

Treatment	Percentage dehydrated leaves %
LSP1	5.5 ^b
LSP2	5.5 ^b
LSP3	5.9 ^b
WP+T	6.1 ^b
WP	42.3 ^a

3.2.5 מעקבי תרדמה

בחורף 2016-2017 כאשר הגפן הייתה בתרדמה, בוצעו 3 ימי מדידה של איסוף זמורות (כל זמורה מכילה ניצן חורפי רדום), בהפרש של כחודש בין הימים. באיור מס' 15 ניתן לראות כי אחוזי ההתעוררות של הגפנים בחודשים ינואר ובפברואר גבוהים יותר מאחוזי ההתעוררות בחודש דצמבר. בחודש דצמבר טיפולי הביקורת (WP ו WP+T) היו בעלי אחוזי התעוררות גבוהים יותר לעומת טיפולי הזמירה לאחר לבלוב. בחודשים ינואר ופברואר טיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) כבר הציגו אחוזי התעוררות גבוהים יותר מטיפולי הביקורת (WP ו WP+T).



איור מס' 15. אחוזי התעוררות של ניצנים (25 לכל חזרה) שעברו המרצה בחדר גידול למשך 28 יום בטיפולי הזמירה השונים. קווי השגיאה אנכיים מייצגים את שגיאת התקן של ממוצע החזרות (n=20). מלבק, כרם אגודת הפלחה מבוא חורון חורף 2016-2017.

3.2.6 בדיקות פוריות

בחורף במהלך עונת 2017, נלקחו זמורות בעלות ניצנים רדומים ונבדקו אחוזי פוריות של כל ניצן (טבלה מס' 4) באמצעות בחינת הניצן (פקע) ע"י בינוקולר אחוזי הפוריות היו דומים בין כל טיפולי הזמירה, למרות מגמה (לא מובהקת) של ירידה בפוריות ככל שהטיפול נזמר מאוחר יותר.

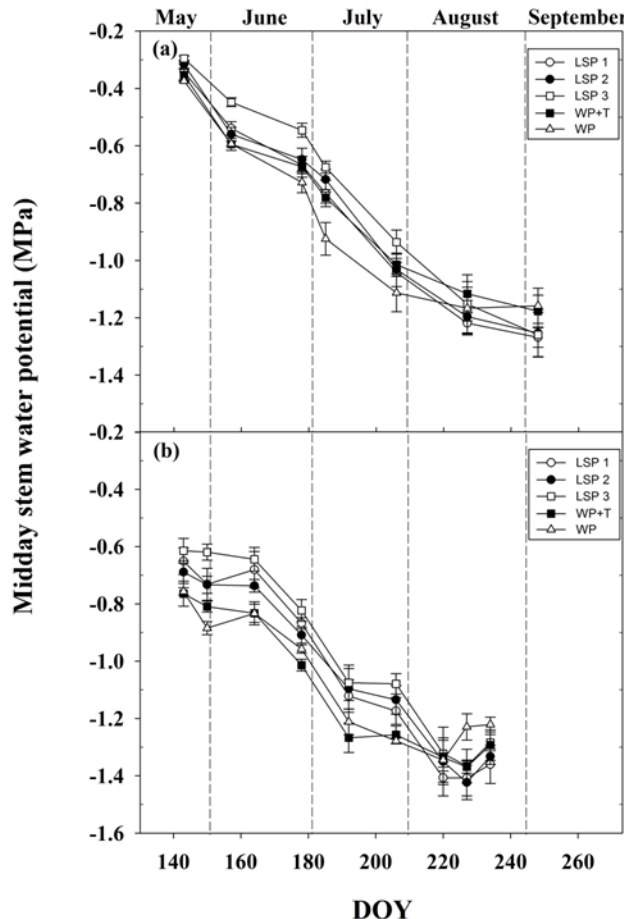
טבלה מס' 4. אחוזי פוריות בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים דגימות שנלקחו מ- 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). מבוא חורון, מלבק, 2017.

Treatment	Percentage productivity %
LSP1	75.5
LSP2	74.0
LSP3	63.0
WP+T	76.0
WP	75.5

3.3.1 פוטנציאל מים בגזע בצהרי היום

עונת הגידול 2016 התאפיינה במגמת ירידה בערכי פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום עד סוף העונה (איור מס' 16 a). בטיפול WP פוטנציאל המים לא השתנה בחודש וחצי האחרונים לפני סוף העונה. שלושת טיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) הציגו ערכים גבוהים יותר מטיפולי הביקורת (WP ו WP+T), אם כי לא נצפה הבדל מובהק (טבלה מס' 19 בנספחים). המגמה הכללית הראתה שככל שהטיפול נזמר מאוחר יותר כך פוטנציאל המים שלו היה פחות שלילי (איור מס' 16 a).

עונת הגידול 2017 התאפיינה במגמת ירידה בערכי פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום עד אמצע יולי ומשם הייתה התייצבות קטנה בערכי פוטנציאל המים (איור מס' 16 b). באמצע חודש אוגוסט (יום 227) הייתה מגמת עליה קלה, אם כי לא מובהקת סטטיסטית, של הערכים (טבלה מס' 20 בנספחים). לקראת סוף העונה טיפול WP הראה עלייה בערכי פוטנציאל המים (עלייה של 0.13 MPa) והיה בעל ערכי פוטנציאל המים הגבוהים ביותר מכלל הטיפולים בסוף העונה (איור מס' 16 b), אם כי ללא הבדל מובהק סטטיסטית בדומה לעונת 2016 שלושת טיפולים הזמירה לאחר לבלוב מציגים ערכים גבוהים יותר מטיפולי הביקורת, כאשר ככל שהטיפול נזמר מאוחר יותר כך פוטנציאל המים שלו היה גבוה יותר (ללא הבדל סטטיסטי מובהק). בחודש אוגוסט חל שינוי במגמה זו (איור מס' 16 b).



איור מס' 16. מהלך עונתי של פוטנציאל מים בטיפולי הזמירה השונים. כל נקודה מייצגת ממוצע של 12 גפנים (3 גפנים לחזרה, 4 גפנים לטיפול). קווי השגיאה אנכיים מייצגים את שגיאת התקן של ממוצע החזרות ($n=20$). מלבק, כרם אגודת הפלחה מבוא חורון 2016 (a), 2017 (b).

3.3.2 מהלכים יומיים של מדדים פיזיולוגיים

במהלך עונת 2017 בוצעו שלושה ימי מדידות של מהלכים יומיים של קצב קיבוע הפחמן, מוליכות הפיוניות ופוטנציאל מים בגזע. ימי מדידה אלו נקבעו לסוף כל שלב פנולוגי ע"פ טיפולי הביקורת: 1 – אשכול צפוף, 2 – סוף בוחל, 3 – סמוך לבציר.

סוף שלב 1: המדדים שנמדדו הצביעו על כך שטיפולי הזמירה לאחר לבלוב נמצאו במצב פיזיולוגי טוב יותר בהשוואה לשני טיפולי הביקורת (איור מס' 17 a,d,g), אם כי רק במדד פוטנציאל המים נמצא הבדל מובהק סטטיסטית (טבלה מס' 21 בנספחים) ערכי קצב קיבוע הפחמן של טיפולי הזמירה היו גבוהים יותר מטיפולי הביקורת לרוב אורך היום, כאשר טיפול LSP 1 שנזמר הכי מוקדם מבין טיפולי הזמירה לאחר לבלוב הציג ערכים גבוהים יותר מכלל הטיפולים, אם כי לא מדובר בהבדל מובהק סטטיסטית (איור מס' 17 a וטבלה מס' 21 בנספחים).

מוליכות הפיוניות התאפיינה בשונות בין כל הטיפולים (איור מס' 17 d). תחילת היום אופיינה בכל הטיפולים בערכים יחסית גבוהים, ללא הבדל מובהק בין הטיפולים. ניתן לראות שלקראת השעה 12:00 מגמה זו הצטמצמה וניכרה ירידה בכל הטיפולים, אך עדיין ניתן לראות כי לטיפולי הזמירה לאחר לבלוב מוליכות פיוניות גבוהה יותר ביחס לטיפולי הביקורת (איור מס' 17 d).

באופן כללי ניכרה מגמה של ירידה בערכי פוטנציאל המים בגזע במהלך היום עד לשעה 10:30 בבוקר, ומשם ואילך הייתה התייצבות של ערכי פוטנציאל המים, עם מגמת עליה קלה לקראת סוף היום (איור מס' 17 g). ערכי פוטנציאל מים של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב גבוהים יותר מטיפולי הביקורת לאורך היום כאשר טיפול LSP 3 שנזמר הכי מאוחר מציג ערכים גבוהים יותר ומובהקים סטטיסטית מכלל הטיפולים (איור מס' 17 g).

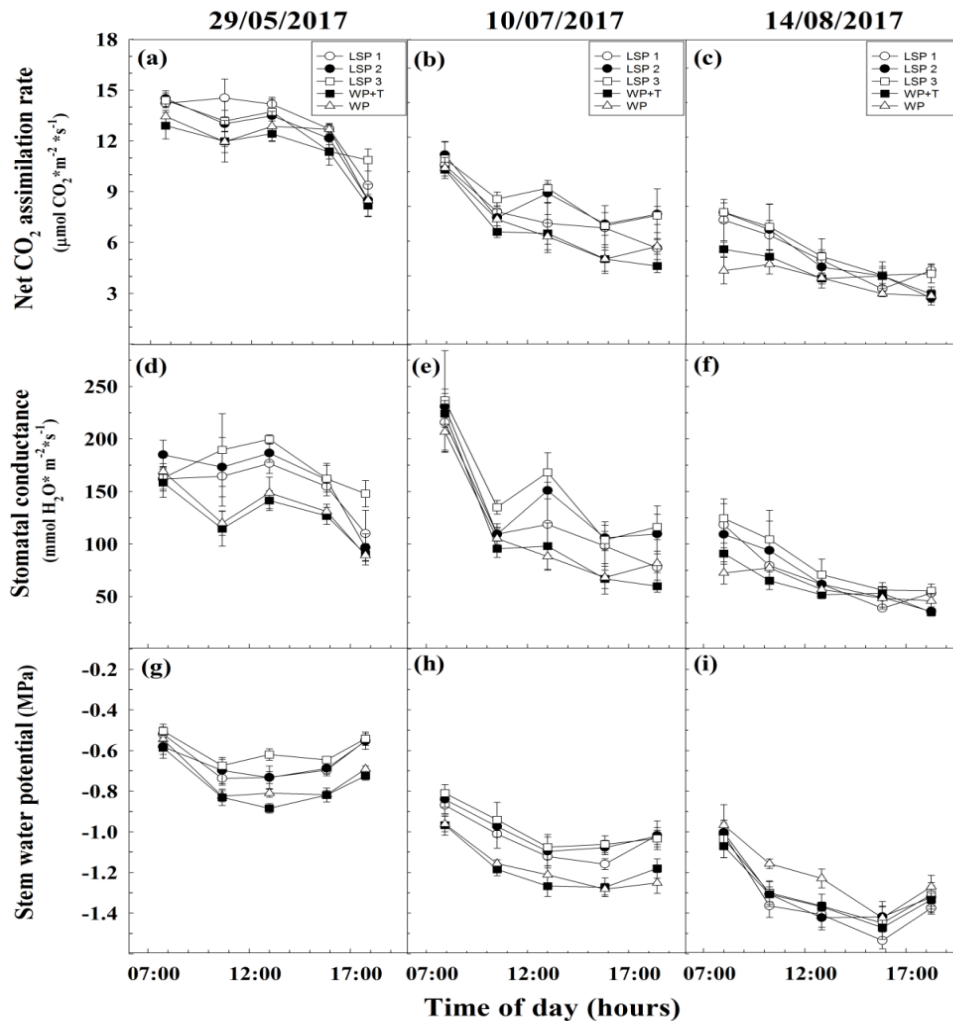
סוף שלב 2 בדומה למגמה שנראתה בסוף שלב 1, טיפולי הזמירה לאחר לבלוב מציגים ערכים גבוהים יותר, אם כי לא מובהקים סטטיסטית מטיפולי הביקורת (WP ו WP+T) ונמצאים במצב פיזיולוגי טוב יותר (איור מס' 17 b,e,h). ערכי קצב קיבוע הפחמן של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב היו גבוהים יותר מטיפולי הביקורת לרוב אורך היום, כאשר טיפול LSP 3 הציג ערכים גבוהים יותר מכלל הטיפולים (איור מס' 17 b).

מוליכות הפיוניות התאפיינה בשונות בין כל הטיפולים (איור מס' 17 e). תחילת היום אופיינה בכל הטיפולים בערכי שיא, כך שטיפול LSP 3 היה בעל הערכים הכי גבוהים עם $236.72 \text{ mmol H}_2\text{O/m}^2/\text{s}$ אך לא קיים הבדל מובהק בינו לבין שאר הטיפולים (טבלה מס' 22 בנספחים).

באופן כללי ניכרה מגמה של ירידה בערכי פוטנציאל המים בגזע במהלך היום עד לשעה 12:00 בצהריים, ומשם ואילך הייתה התייצבות של ערכי פוטנציאל המים, עם מגמת עליה קלה, לקראת סוף היום (איור מס' 17 h). כל הטיפולים עמדו בתחילת היום (בשעה 07:00 בבוקר) על ערכי שיא יומיים של פוטנציאל מים בגזע. עד לשעה 12:00 בבוקר ירדו חדות ערכי פוטנציאל המים בגזע לערך שפל יומי בכל הטיפולים, למעט טיפול LSP 1 וטיפול WP אשר הגיעו לערך זה ב 15:00 בצהריים. ערכי פוטנציאל מים של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב גבוהים יותר מטיפולי הביקורת לאורך היום כאשר טיפול LSP 3 שנזמר הכי מאוחר מציג ערכים גבוהים יותר סטטיסטית מכלל הטיפולים (איור מס' 17 h).

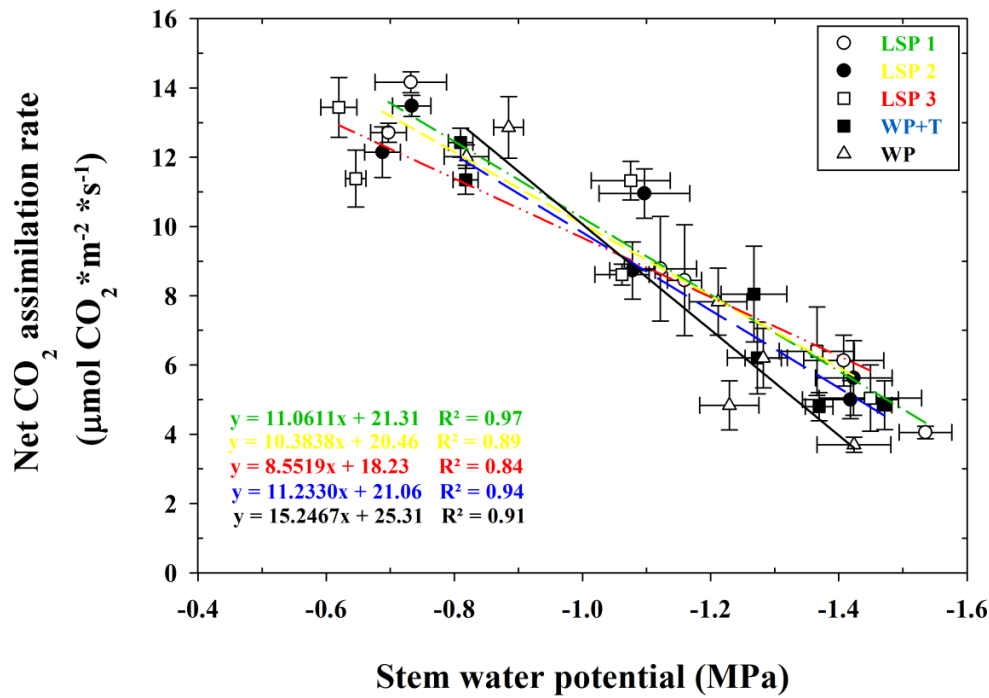
סוף שלב 3 התאפיין במגמה שונה משאר ימי הפיזיולוגיה. בשני ימי הפיזיולוגיה הקודמים, המדדים שנלקחו הצביעו על ערכים גבוהים יותר בטיפולי הזמירה לאחר לבלוב בהשוואה לטיפולי הביקורת. ביום פיזיולוגיה של סוף שלב 3 המדדים היו שונים (איור מס' 17 c,f,i). קצב קיבוע הפחמן התאפיין במגמה של ירידה בכל הטיפולים לכל אורך היום (איור מס' 17 c). ערכי טיפולי הזמירה לאחר לבלוב התאפיינו בערכים משופרים יותר מאשר טיפולי הביקורת כאשר לקראת השעה 12:00 בצהריים הפער הצטמצם כך שכל הטיפולים התכנסו לערכים דומים עד לשעות הערב (16:00-18:00) ולא נצפה הבדל סטטיסטי (טבלה מס' 23 בנספחים) טיפול LSP 3 (אשר נזמר הכי מאוחר) היה בעל הערכים הגבוהים ביותר לאורך היום, ערכי שיא שלו היו $9.58 \text{ } \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ בתחילת היום ובסוף היום הגיע לערכי 5.13 (איור מס' 17 c). מוליכות הפיוניות התאפיינה בשונות בין כל הטיפולים (איור מס' 17 f). טיפולי הביקורת היו בעלי ערכים יותר נמוכים מטיפולי הזמירה לאחר לבלוב בתחילת היום אך לקראת השעה 12:00 בצהריים הפער הצטמצם כך שכל הטיפולים היו בעלי ערכים דומים עד סוף היום (איור מס' 17 f).

f). באופן כללי ניכרה מגמה של ירידה בערכי פוטנציאל המים בגזע במהלך היום עד לשעה 15:00 בצהריים, ומשם ואילך הייתה מגמת עליה קלה של ערכי פוטנציאל המים עד סוף היום, ללא הבדל מובהק סטטיסטית בין הטיפולים (איור מס' 17 i).



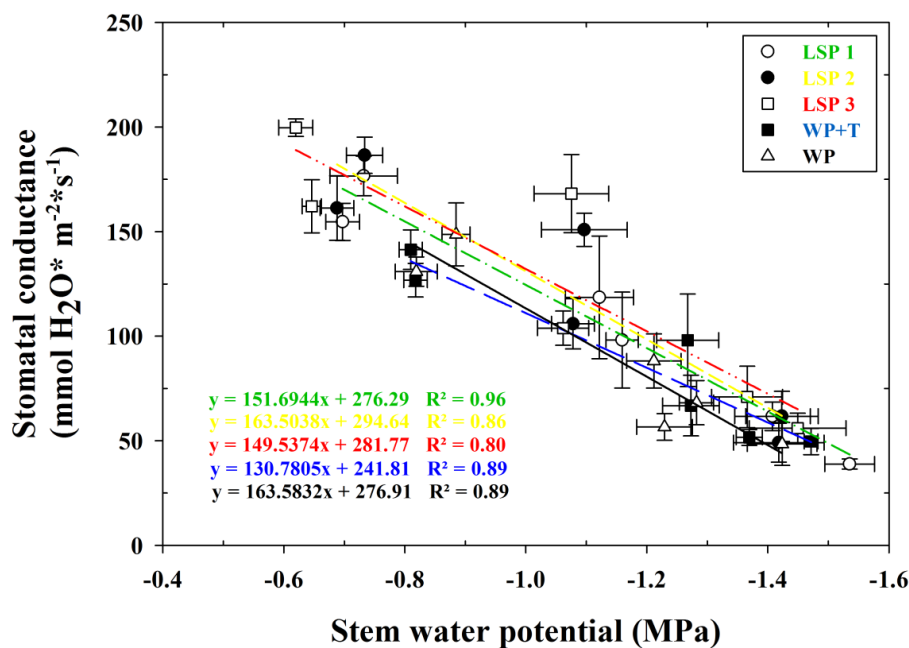
איור מס' 17. מהלך יומי של קצב קיבוע פחמן (a-c), מוליכות פיוניות (d-f) ופוטנציאל מים בגזע (g-i) אשר נמדדו בשלושה ימי מדידה מלאים בתום כל שלב פנולוגי של התפתחות הגרגר. כל נקודה מייצגת ממוצע של 12 גפנים (3 גפנים לחזרה, 4 גפנים לטיפול). קווי השגיאה אנכיים מייצגים את שגיאת התקן של ממוצע החזרות ($n=4$). מלבק, כרם אגודת הפלחה מבוא חורון, 2017.

במודל הרגרסיה שנערך בין פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום לבין קצב קיבוע הפחמן בצהרי היום, נמצא קשר חזק עבור כל אחד מהטיפולים השונים (איור מס' 18). חוזק הקשר של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב היה $R^2 = 0.97, 0.89, 0.84$ בהתאמה, ושל טיפולי הביקורת $R^2 = 0.94, 0.91$ בהתאמה ($p < 0.05$ עבור כלל המודלים).



איור מס' 18. רגרסיה לינארית בין פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום לבין קצב קיבוע פחמן בצהרי היום בטיפולי הזמירה השונים. כל נקודה מייצגת ממוצע של 12 גפנים (3 גפנים לחזרה, 4 גפנים לטיפול). קווי השגיאה אנכיים והאופקיים מייצגים את שגיאת התקן של ממוצע החזרות ($n=4$). מלבק, כרם אגודת הפלחה מבוא חורון 2017,

במודל הרגרסיה שנערך בין פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום לבין מוליכות פיוניות בצהרי היום, נמצא קשר חזק בטיפולים השונים (איור מס' 19). חוזק הקשר של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב היה $R^2 = 0.96, 0.86, 0.80$ בהתאמה, ושל טיפולי הביקורת $R^2 = 0.89, 0.89$ בהתאמה ($p \text{ value} < 0.05$ עבור כלל המודלים).



איור מס' 19. רגרסיה לינארית בין פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום לבין מוליכות הפיוניות בטיפולי הזמירה השונים במהלך שלושת ימי מדידות המהלכים היומיים, בכל יום מוצגות תוצאות של 12:00 ו 14:00. כל נקודה מייצגת ממוצע של 12 גפנים (3 גפנים לחזרה, 4 גפנים לטיפול). קווי השגיאה אנכיים והאופקיים מייצגים את שגיאת התקן של ממוצע החזרות ($n=4$). מלבק, כרם אגודת הפלחה מבוא חורון, 2017.

3.4.1 רכיבי יבול

בעונת גידול 2016 (טבלה מס' 5) היבול הגבוה ביותר התקבל בטיפול WP עם 14.4 ק"ג לגפן. היבול של טיפול WP+T אשר נזמר במקביל לטיפול WP הציג ערך ממוצע של 7.5 ק"ג לגפן (טיפול זה עבר דילול פרי במהלך העונה). כמות היבול של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב הייתה נמוכה יותר, באופן מובהק מהיבול של טיפול WP בהתאמה. ככל שטיפול הזמירה התבצע בשלב מאוחר יותר של העונה, כמות היבול הייתה נמוכה יותר (בטווח של 4.2-7.7 ק"ג, בהתאמה). במספר האשכולות לגפן (טבלה מס' 5) היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים כאשר המגמה זהה לכמות היבול של הטיפולים. טיפול WP היה בעל מספר האשכולות הגבוה ביותר עם 87.7 אשכולות לגפן. בין טיפול WP+T לטיפול LSP 1 לא היו הבדלים מובהקים. גם כאן ניתן לראות שככל שהטיפול נזמר מאוחר יותר כך מספר האשכולות נמוך יותר באופן מובהק. במשקל האשכול לא היו הבדלים מובהקים וניכרים בין טיפולי הזמירה. משקל הגרגר הגבוה ביותר (טבלה מס' 5), היה בטיפולים LSP 3 ו LSP 1 עם 1.40 גר' ו 1.37 גר' בהתאמה. טיפולים אלו נבדלו סטטיסטית מבין שאר הטיפולים כאשר טיפול WP היה בעל משקל הגרגר הנמוך ביותר. במספר הגרגרים לאשכול היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים (טבלה מס' 5). מספר הגרגרים הרב ביותר, התקבל בטיפול WP עם 140.8 גרגרים לאשכול. כמות היבול של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב הייתה נמוכה יותר באופן מובהק סטטיסטית מהיבול של טיפול WP בהתאמה.

טבלה מס' 5. יבול ומרכיביו (מס' אשכולות, משקל אשכול, משקל גרגר ומס' גרגרים לאשכול) בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2016.

Treatment	Yield (kg vine ⁻¹)	Bunch (number vine ⁻¹)	Bunch mass (gr)	Berry mass (gr)	Berries (number bunch ⁻¹)
LSP1	7.7 ^b	46.5 ^b	168.2	1.37 ^a	123.0 ^{ab}
LSP2	5.4 ^{bc}	36.7 ^{bc}	144.2	1.27 ^{ab}	114.8 ^{ab}
LSP3	4.2 ^c	30.5 ^c	139.2	1.40 ^a	100.7 ^b
WP+T	7.5 ^b	51.0 ^b	148.2	1.22 ^{ab}	123.1 ^{ab}
WP	14.4 ^a	87.7 ^a	164.2	1.17 ^b	140.8 ^a

בעונת גידול 2017 (טבלה מס' 6) נצפו הבדלים מובהקים בין הטיפולים במספר האשכולות לגפן (טבלה מס' 6). טיפול WP היה בעל מספר האשכולות הגבוה ביותר וטיפול WP+T היה בעל מספר האשכולות הנמוך ביותר עם 44.1 אשכולות לגפן. במשקל האשכול (טבלה מס' 6), היה הבדל מובהק בין טיפול WP+T לשאר הטיפולים. מספר הגרגרים הרב ביותר (טבלה מס' 6), התקבל בטיפול WP+T, עם הבדל מובהק בינו לשאר הטיפולים. עם זאת, היבול הגבוה ביותר התקבל בטיפול WP עם 9.26 ק"ג לגפן. כמות היבול של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב הייתה נמוכה יותר באופן מובהק בהשוואה לטיפולי הביקורת. לא נצפה הבדל מובהק בין טיפול LSP 2 לטיפול LSP 3.

טבלה מס' 6. יבול ומרכיביו (מס' אשכולות, משקל אשכול, משקל גרגר ומס' גרגרים לאשכול) בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2017.

Treatment	Yield (kg vine ⁻¹)	Bunch (number vine ⁻¹)	Bunch mass (gr)	Berry mass (gr)	Berries (number bunch ⁻¹)
LSP1	7.43 ^{ab}	62.5 ^b	120.1 ^b	1.46 ^{ab}	82.5 ^b
LSP2	5.07 ^b	46.5 ^{bc}	108.6 ^b	1.44 ^{ab}	75.5 ^b
LSP3	5.10 ^b	49.3 ^{bc}	104.2 ^b	1.29 ^b	81.0 ^b
WP+T	7.88 ^a	44.1 ^c	182.1 ^a	1.66 ^a	109.0 ^a
WP	9.26 ^a	84.2 ^a	109.9 ^b	1.51 ^{ab}	75.0 ^b

במודל הקורלציה שנערך עבור טיפולי הזמירה יחד, בין מרכיבי היבול השונים בעונת הגידול 2016 (טבלה מס' 7), נמצא כי בין גובה היבול למספר האשכולות קיים קשר לינארי חיובי חזק ($r=0.97$), וכי בין גובה היבול למשקל הגרגר קיים קשר שלילי בינוני ($r=-0.66$) וגם עם מספר הגרגרים קיים קשר חיובי בינוני ($r=0.77$). בין מספר האשכולות למשקל הגרגר קיים קשר שלילי בינוני ($r=-0.68$) וגם עם מספר הגרגרים קיים קשר חיובי בינוני ($r=0.66$). בין משקל האשכול למספר הגרגרים קיים קשר חיובי חזק ($r=0.83$) ובין משקל הגרגר למספר הגרגרים קיים קשר שלילי בינוני ($R=-0.70$) בין שאר מרכיבי היבול הקשורים היו חלשים.

טבלה מס' 7. מטריצת קורלציות בין מרכיבי היבול השונים (כמות יבול, מס' אשכולות, משקל אשכול, משקל גרגר ומס' גרגרים לאשכול) בטיפולי הזמירה השונים (n=20). מקדם המתאם (r) ומובהקות הקורלציה הלינארית, ניסוי זמירת שריגים מאוחרת, מלבק, מבוא חורון, 2016.

	Yield (kg vine ⁻¹)	Bunch (number vine ⁻¹)	Bunch mass (gr)	Berry mass (gr)	Berries (number bunch ⁻¹)
Yield (kg vine ⁻¹)	-----	0.97	0.54	-0.66	0.77
Bunch (number vine ⁻¹)	-----	-----	NS	-0.68	0.66
Bunch mass (gr)	-----	-----	-----	-0.22	0.83
Berry mass (gr)	-----	-----	-----	-----	-0.70
Berries (number bunch ⁻¹)	-----	-----	-----	-----	-----

במתאם שנערך על טיפולי הזמירה ביחד, בין מרכיבי היבול השונים בעונת הגידול 2017 (טבלה מס' 8), נמצא כי בין גובה היבול למספר האשכולות קיים קשר חיובי בינוני ($r=0.69$) וכי בין משקל האשכול למספר הגרגרים קיים קשר חיובי חזק ($r=0.90$). בין שאר מרכיבי היבול הקשורים היו חלשים.

טבלה מס' 8. מטריצת קורלציות בין מרכיבי היבול השונים (כמות יבול, מס' אשכולות, משקל אשכול, משקל גרגר ומס' גרגרים לאשכול), ($n=20$). מקדם הרגרסיה (r) ומובהקות הקורלציה הלינארית ניסוי זמירת שריגים מאוחרת, מלבק, מבוא חרוון, 2017.

	Yield (kg vine ⁻¹)	Bunch (number vine ⁻¹)	Bunch mass (gr)	Berry mass (gr)	Berries (number bunch ⁻¹)
Yield (kg vine ⁻¹)	-----	0.69 $p < 0.001$	0.38 <i>NS</i>	0.55 <i>NS</i>	0.19 <i>NS</i>
Bunch (number vine ⁻¹)	-----	-----	-0.39, <i>NS</i>	0.057 <i>NS</i>	-0.48 <i>NS</i>
Bunch mass (gr)	-----	-----	-----	0.590 $p < 0.001$	0.90 $p < 0.0001$
Berry mass (gr)	-----	-----	-----	-----	0.20 <i>NS</i>
Berries (number bunch ⁻¹)	-----	-----	-----	-----	-----

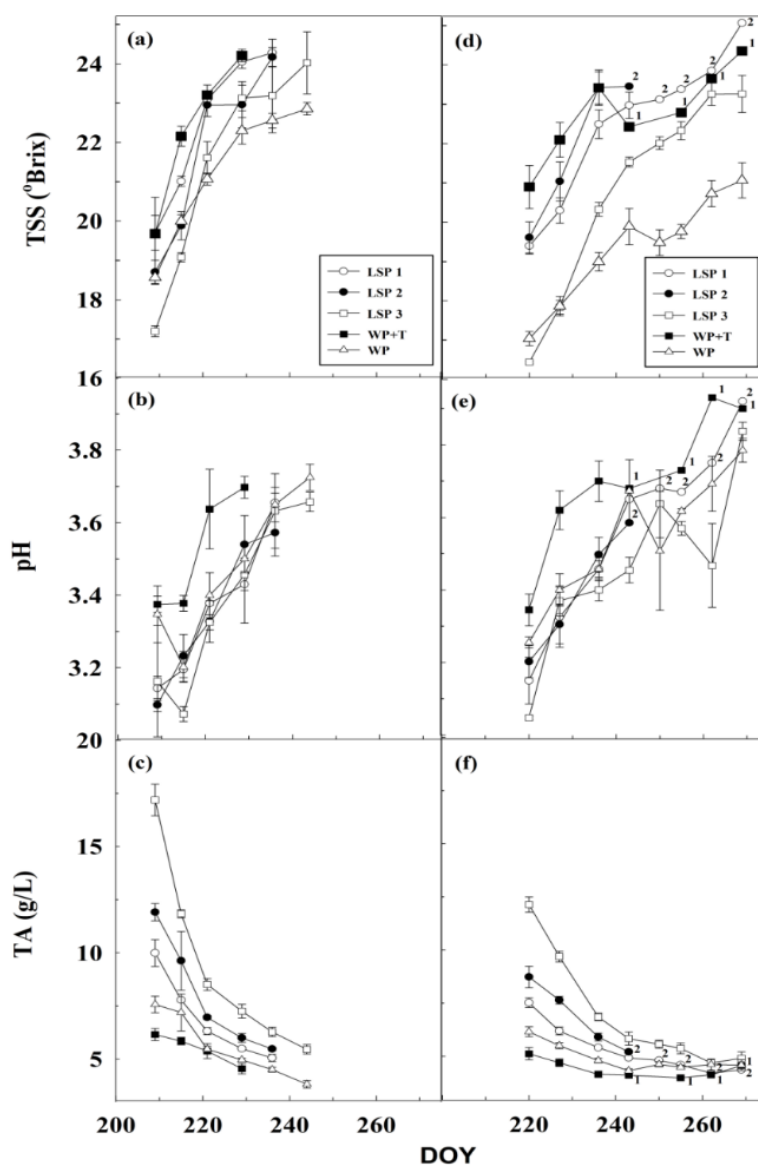
3.4.2 מעקבי ההבשלה

מעקבי ההבשלה של עונת הגידול 2016 התאפיינו במגמת עלייה בערכי TSS ו pH, וירידה בערכי TA (איור מס' 20 a-c). ערכי TSS היו שונים בין כל הטיפולים לכל אורך המדידות, כאשר טיפול WP+T היה בעל ערכים הגבוהים ביותר לאורך התקופה (איור מס' 20 a). ערכי TSS היו שונים בין טיפולי הזמירה לאחר לבלוב והיו פערים בין הטיפולים, כאשר המגמה הראתה שככל שהטיפול נזמר מאוחר יותר כך הערכים נמוכים יותר בכל יום מדידה כאשר לקראת הבציר פערים אלו נסגרים. ערכי pH היו שונים בין כל הטיפולים לכל אורך המדידות, כאשר טיפול WP+T היה בעל ערכים הגבוהים ביותר לאורך התקופה (איור מס' 20 b). ערכי pH של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב היו יחסית דומים לכל אורך התקופה, במשך כל שבוע מדידה היה כל פעם טיפול אחר מבין הטיפולים בעל הערכים הגבוהים יותר כאשר לקראת הבציר טיפול LSP 3 היה בעל הערכים גבוהים יותר. טיפול WP התחיל עם ערכים גבוהים לעומת טיפולי הזמירה לאחר לבלוב עם pH 3.35 (יום 209) אך במשך שאר ימי המדידות הציג ערכים דומים לטיפולי הזמירה לאחר לבלוב כאשר לקראת הבציר חזר לערכים גבוהים יותר (איור מס' 20 b). ערכי TA היו שונים בין כל הטיפולים לכל אורך המדידות, כאשר טיפול LSP 3 היה בעל ערכים הגבוהים ביותר לאורך התקופה (איור מס' 20 c). ערכי TA היו גבוהים יותר ככל שהזמירה נעשתה מאוחר יותר.

מעקבי ההבשלה של עונת הגידול 2017 בדומה לעונה הקודמת התאפיינו במגמת עלייה בערכי TSS ו pH, וירידה בערכי TA (איור מס' 20 d-f). בעונה זו נבצרו הטיפולים לפי חזרות. ערכי TSS היו שונים בין כל הטיפולים לכל אורך המדידות (איור מס' 20 d). טיפול WP+T היה בעל ערכים הגבוהים ביותר מתחילת המדידות ועד יום לפני הבציר של 3 חזרות מטיפולים זה (236) עם ערכים של 23.42 °Brix לאחר הבציר של 3 החזרות ניתן לראות בבירור ירידה חדה בערכים של החזרה הבודדת ולאחריה המשך של מגמת העלייה כאשר ערכי השיא היו ביום הבציר (יום 269) ועמדו על ערך של 24.35. טיפול WP היה

בעל ערכי TSS הנמוכים ביותר לאורך התקופה. בתחילת המדידות (יום 220) טיפול WP היה עם ערכים התחלתיים של 17.04, כאשר רק טיפול LSP 3 היה בעל ערכים נמוכים יותר עם 16.44. ערכי TSS היו שונים בין טיפולי הזמירה לאחר לבלוב והיו פערים בין הטיפולים, כאשר בשונה מהעונה הקודמת טיפול LSP 2 הציג ערכים גבוהים יותר מטיפולי LSP 1 למרות שנזמר מאוחר יותר. טיפול LSP 3 בדומה לעונה קודמת התחיל בערכים נמוכים יותר כאשר לקראת הבציר הוא סגר את הפער משאר טיפולי הזמירה לאחר לבלוב (איור מס' 20 d). ערכי pH היו שונים בין כל הטיפולים לכל אורך המדידות, כאשר טיפול WP+T היה בעל ערכים הגבוהים ביותר לאורך התקופה אם כי טיפול LSP 1 היה בעל ערכים גבוהים יותר רק ביום הבציר (איור מס' 19 e). ערכי pH של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב היו שונים, טיפול LSP 1 היה בעל ערכים גבוהים יותר מהשאר לעומת טיפול LSP 3 אשר לאורך העונה הציג את הערכים הכי נמוכים מבין כל הטיפולים (איור מס' 19 e). ערכי TA היו שונים בין כל הטיפולים לכל אורך המדידות, כאשר טיפול LSP 3 היה בעל הערכים הגבוהים ביותר לאורך התקופה (איור מס' 20 f). ערכי TA היו גבוהים יותר ככל שהזמירה נעשתה מאוחר יותר.

איור מס' 20. מהלך עונתי של מעקבי הבשלה, TSS, pH ו TA אשר נמדדו בתקופת הבציר. 1- חזרה אחת לטיפול, 2- שתי חזרות לטיפול. כל נקודה מייצגת ממוצע של 12 גפנים (3 גפנים לחזרה, 4 גפנים לטיפול). קווי



השגיאה אנכיים מייצגים את שגיאת התקן של ממוצע החזרות ($n=20$). מלבק, כרם אגודת הפלחה מבוא חורון (d-f) 2017, (a-c) 2016 ,

3.4.3 תירוש

בעונת 2016, מרכיבי התירוש נבדקו ביום הבציר של כל טיפול (טבלה מס' 9). ערכי TSS היו שונים בין כל הטיפולים אך ללא הבדל מובהק בין הטיפולים. ברמת ה-pH התקבלו הבדלים בין הטיפולים אך ללא הבדל מובהק (טבלה מס' 9). ברמת ה-TA התקבל הבדל מובהק סטטיסטי בין הטיפולים. טיפולי הביקורת (WP ו WP+T) היו בעלי הערכים הנמוכים ביותר עם 4.01 ו 3.82 g/L בהתאמה, בעוד שטיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) היו בעלי הערכים גבוהים יותר כאשר ככל שהטיפול נזמר מאוחר יותר כך הערכים שלו היו גבוהים יותר. רמת הצבע בתירוש הייתה גבוהה והתקבל הבדל מובהק סטטיסטי בין הטיפולים. טיפולי הביקורת (WP ו WP+T) היו בעלי הערכים הנמוכים ביותר עם 17.36 ו 17.04 mm בהתאמה, בעוד שטיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) היו בעלי הערכים הגבוהים ביותר עם 21.61, 24.15 ו 28.5 mm בהתאמה (טבלה מס' 9).

טבלה מס' 9. רכיבי התירוש בטיפולי הזמירה השונים (רמת סוכר TSS, pH, ריכוז החומצות האורגניות TA ורמת הצבע). הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2016.

Treatment	Harvest Date	TSS (°Brix)	pH	TA (g/L)	בליעה ב-518 (nm)
LSP1	25/08/2016	23.64	3.67	4.50 ^{bc}	21.61 ^{bc}
LSP2	25/08/2016	23.54	3.59	5.11 ^{ab}	24.15 ^{ab}
LSP3	01/09/2016	24.03	3.66	5.47 ^a	28.50 ^a
WP+T	18/08/2016	23.57	3.69	4.01 ^c	17.36 ^c
WP	01/09/2016	22.43	3.73	3.82 ^c	17.04 ^c

בעונת 2017, מרכיבי התירוש נבדקו ביום הבציר של כל טיפול (טבלה מס' 10). ערכי TSS היו שונים בין כל הטיפולים והתקבל הבדל מובהק סטטיסטי בין טיפול WP לשאר הטיפולים, כאשר לטיפול WP היה עם ערכים הנמוכים ביותר עם 21.06 °Brix. רמת ה-pH הייתה ללא הבדל מובהק בין הטיפולים (טבלה מס' 10). רמת ה-TA בדומה לרמת ה-pH הייתה ללא הבדל מובהק סטטיסטי בין הטיפולים. רמת הצבע בתירוש הייתה נמוכה יותר לעומת העונה הקודמת אך עדיין התקבל הבדל מובהק סטטיסטי בין הטיפולים. טיפול WP היה בעל ערכי צבע הכי נמוכים עם 7.91 mm בעוד טיפולים WP+T, LSP 1 ו LSP 3 היו בערכים דומים, טיפול LSP 2 היה שונה משאר הטיפולים ובעל ערכי צבע הגבוהים ביותר עם 16.19 mm (טבלה מס' 10).

טבלה מס' 10. רכיבי התירוש בטיפולי הזמירה השונים (רמת סוכר TSS, pH, ריכוז החומצות האורגניות TA ורמת הצבע). הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2017.

Treatment	Harvest Date	TSS (°Brix)	pH	TA (g/L)	בליעה ב-518 (nm)
LSP1	31/08/2017 - 26/09/2017	24.30 ^a	3.87	4.51	12.63 ^{ab}
LSP2	24/08/2017 - 31/08/2017	23.16 ^a	3.67	5.26	16.19 ^a
LSP3	26/09/2017	23.26 ^a	3.83	4.90	13.10 ^{ab}
WP+T	24/08/2017 - 26/09/2017	23.91 ^a	3.59	4.34	13.99 ^{ab}
WP	26/09/2017	21.06 ^b	3.78	4.58	7.91 ^b

3.4.4 עומס יבול

בכל שנות הניסוי נלקחו נתונים של עומס יבול ושטח עלווה ליבול. בעונת גידול 2017 נמדד פרמטר נוסף של עומס יבול כאשר העלווה הוסרה מטיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) ונשקלו מחדש (טבלה מס' 12).

בעונת הגידול 2016 היה הבדל מובהק סטטיסטית בין הטיפולים (טבלה מס' 11). טיפולי הביקורת (היו בעלי עומס היבול הגבוה ביותר כאשר טיפול WP היה בעל הערכים הגבוהים ביותר עם 23.09 ק"ג/ק"ג, בעוד טיפול WP+T אשר סבל גם מעומס יבול כבד היה עם ערכים גבוהים של 12.70 ק"ג/ק"ג. בעוד טיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) היו בערכים נמוכים יותר ולא סבלו מעומס יבול (טבלה מס' 11). בעונת הגידול 2017 התקבלו מגמות סטטיסטיות דומות לעונת 2016, אך עם ערכים יותר נמוכים בטיפולי הביקורת (טבלה מס' 12). טיפולי הביקורת היו בעלי עומס היבול הגבוה ביותר. טיפולי הזמירה לאחר לבלוב היו בערכים נמוכים יותר ולא סבלו מעומס יבול (טבלה מס' 12). בנוסף בעונה זו נמדד עומס היבול כאשר העלווה הוסרה מטיפולי הזמירה לאחר לבלוב כאשר טיפול 2 LSP לא נמדד עקב תקלה טכנית (טבלה מס' 12). ניכר הבדל מובהק סטטיסטי בין טיפול WP לשאר הטיפולים כאשר נראה שרק טיפול 3 LSP לא נמצא תחת עומס יבול עם 9.04 ק"ג/ק"ג (טבלה מס' 12).

שטח עלווה ליבול: ב-2 העונות התקבלו הבדלים בין הטיפולים אך ללא הבדל מובהק סטטיסטי בניהם. בשטח העלווה המקסימלי המגמה הייתה דומה כאשר טיפולי הביקורת היו בעלי עומסי יבול גבוהים לעומת טיפולי הזמירה לאחר לבלוב. בעוד בשטח העלווה הממוצע המגמה לא הייתה ברורה (טבלאות מס' 11, 12).

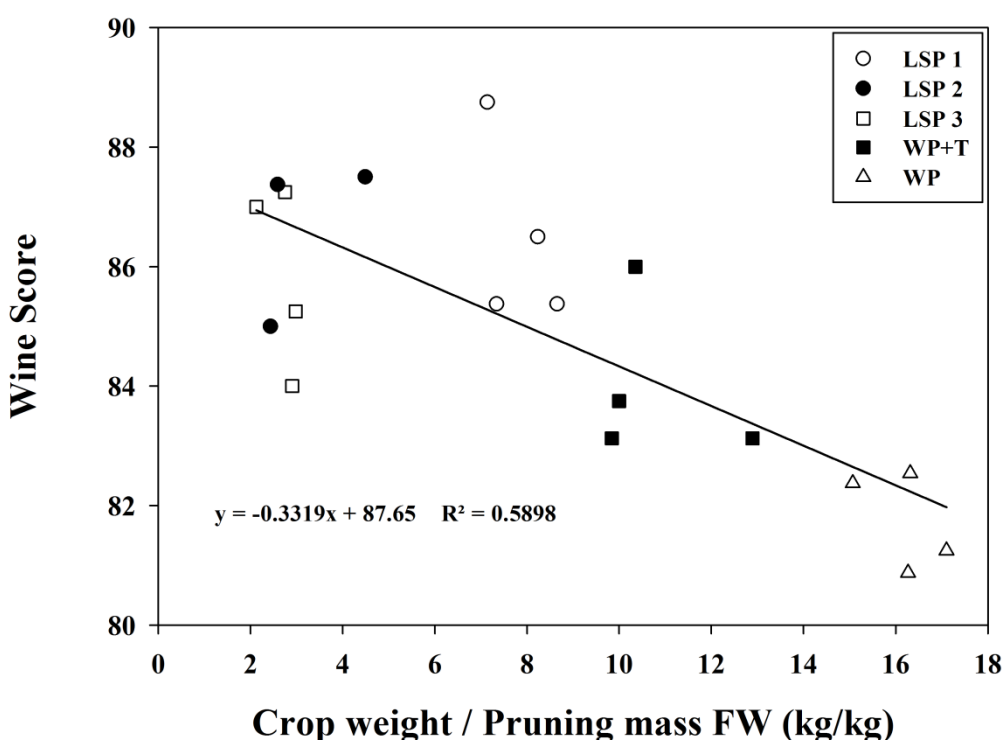
טבלה מס' 11. עומס יבול ושטח עלווה ליבול בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן one-way ANOVA post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2016.

Treatment	Crop weight / Pruning mass FW (kg/kg)	Max leaf area/Crop weight (m ² /kg)	Average leaf area/Crop weight (m ² /kg)
LSP1	7.02 ^{bc}	0.57	0.39
LSP2	3.72 ^c	0.87	0.51
LSP3	2.30 ^c	1.60	0.72
WP+T	12.70 ^b	0.56	0.46
WP	23.09 ^a	0.32	0.29

טבלה מס' 12. עומס יבול ושטח עלווה ליבול בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2017.

Treatment	Crop weight / Pruning mass FW (kg/kg)	Crop weight / Pruning mass (kg/kg)	Max leaf area/Crop weight (m ² /kg)	Average leaf area/Crop weight (m ² /kg)
LSP1	7.84 ^c	10.94 ^b	0.58	0.43
LSP2	3.36 ^d	-----	0.88	0.55
LSP3	2.72 ^d	9.04 ^b	0.81	0.47
WP+T	10.77 ^b	10.77 ^b	0.44	0.42
WP	16.19 ^a	16.19 ^a	0.47	0.44

ברגרסיה לינארית בין עומס היבול לבין ציון היין של עונת 2017, נמצא קשר בינוני (איור מס' 21, $R^2 = 0.5898$ n=19). בטיפול LSP 2 נפסלה חזרה (יין) עקב אחוז אתנול נמוך.



איור מס' 21. מתאם בין עומס יבול לבין ציון היין בטיפולי הזמירה השונים. כל נקודה מייצגת ממוצע של עבור 11 גפנים. מלבק, כרם אגודת הפלחה מבוא חורון, 2017.

3.5 מדדי יין ואיכות

3.5.1 אנליזה של היין

בעונת 2016 לא התבצע ניתוח סטטיסטי עבור הטיפולים השונים מכיוון שמכל טיפול היה יין אחד. עם זאת ניתן לראות את המגמה בסכמה של הבליעה באורכי הגל בין הטיפולים השונים, הערך הגבוה ביותר התקבל בטיפולי הזמירה לאחר לבלוב כאשר ככל שהטיפול נזמר מאוחר יותר הערכים היו גבוהים יותר. טיפולי הביקורת היו עם ערכים נמוכים יותר עם 12.75 ו 12.84 בהתאמה (טבלה מס' 13). בדומה לסכמה הבליעה כמות הפנולים הראתה את אותה מגמה כאשר הערכים הגבוהים ביותר התקבלו בטיפולי הזמירה לאחר לבלוב ואילו טיפולי הביקורת היו עם ערכים נמוכים יותר (טבלה מס' 13).

טבלה מס' 13. אנליזה של היין בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). מבוא חורון, מלבק, 2016.

Treatment	yellow pigments, AU	red pigments, AU	blue pigments, AU	CD, AU	COLOR HUE	Total Phenolics, AU
LSP1	5.82	8.96	2.41	17.19	0.65	59.20
LSP2	7.10	11.51	3.16	21.77	0.62	63.90
LSP3	7.71	12.71	3.54	23.96	0.61	60.60
WP+T	4.50	6.41	1.84	12.75	0.70	36.10
WP	4.32	6.82	1.71	12.84	0.63	34.87

- AU- Absorbance Units, CD- Color density.

בעונת 2017, נמצא הבדל מובהק בסכמה של הבליעה באורכי הגל בין הטיפולים השונים, כאשר הערך הגבוה ביותר התקבל בטיפול LSP 2 עם 10.01. ברמת ביניים היו טיפולי WP+T ו LSP 3 עם 8.33 ו 7.78 בהתאמה. טיפול WP היה בעל הערכים הנמוכים ביותר עם 4.99 (טבלה מס' 14). בכמות הפנולים נצפה הבדל מובהק בין טיפולי הביקורת (WP ו WP+T) לטיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) כאשר טיפול WP היה בעל הערכים הכי נמוכים עם 29.82 ואילו טיפול LSP 3 היה בעל הערכים הגבוהים ביותר עם 56.27 (טבלה מס' 14).

טבלה מס' 14. אנליזה של היין בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן one-way ANOVA post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2017.

Treatment	yellow pigments, AU	red pigments, AU	blue pigments, AU	CD, AU	COLOR HUE	Total Phenolics, AU
LSP1	2.58 ^{ab}	3.67 ^{ab}	0.83 ^{bc}	7.08 ^{bc}	0.70	46.57 ^{ab}
LSP2	3.47 ^a	4.95 ^a	1.58 ^a	10.01 ^a	0.71	52.07 ^{ab}
LSP3	2.87 ^a	3.95 ^{ab}	0.97 ^b	7.78 ^{ab}	0.72	56.27 ^a
WP+T	2.88 ^a	4.43 ^a	1.01 ^b	8.33 ^{ab}	0.65	41.00 ^{bc}
WP	1.84 ^b	2.67 ^b	0.48 ^c	4.99 ^c	0.69	29.82 ^c

3.5.2 הערכה אורגנולפטית

בעונת 2016, הערכה אורגנולפטית של יין נעשתה ע"י צוות טועמים מקצועי אשר בחן פרמטרים שונים המדרג את איכות היין (טבלה מס' 15). לא התבצע ניתוח סטטיסטי על הטיפולים השונים מכיוון שמכל טיפול היה יין אחד. עם זאת ניתן לראות את המגמה בניקוד היין בין הטיפולים השונים, הערכים הגבוהים התקבלו בטיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP), כאשר הערך הגבוה ביותר של הציון הסופי התקבל בטיפול LSP 2 עם 87.50. טיפולי הביקורת (WP ו WP+T) היו עם ערכים נמוכים יותר כאשר טיפול WP+T היה עם ציון סופי של 84.17 וטיפול WP היה עם ציון סופי נמוך יותר של 80.00 (טבלה מס' 15).

טבלה מס' 15. הערכה אורגנולפטית של היין בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן one-way ANOVA post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2016.

Treat	Color quality	Color intensity	Smell intensity	Smell genu	Smell quality	Taste intensity	Taste genuine	Taste quality	After taste	General	Total score
LSP1	4.50	8.33	6.83	5.00	14.00	7.16	5.16	20.00	6.83	9.50	87.33
LSP2	4.17	9.00	7.33	5.00	14.33	7.16	5.00	18.50	7.00	10.00	87.50
LSP3	4.50	8.67	7.16	5.00	14.33	7.33	5.33	18.00	6.83	8.83	86.00
WP+T	4.00	8.00	7.33	5.00	14.30	7.00	4.66	17.50	6.67	9.67	84.17
WP	3.67	6.67	6.66	4.67	13.33	6.66	4.66	17.50	6.50	9.66	80.00

בעונת 2017, הערכה אורגנולפטית של יין נעשתה ע"י צוות טועמים מקצועי אשר בחן פרמטרים שונים המדרג את איכות היין (טבלה מס' 16). נמצא הבדל מובהק בציון הסופי של היין בין חלק מהטיפולים השונים, הערכים הגבוהים התקבלו בטיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) כאשר הערך הגבוה ביותר התקבל בטיפול LSP 1 עם ציון סופי של 86.50. ברמת הביניים היו טיפולי LSP 2,3 עם ציון סופי של 84.87 ו 85.87 בהתאמה. טיפולי הביקורת (WP ו WP+T) היו עם ערכים נמוכים יותר כאשר טיפול WP+T היה עם ציון סופי של 84.00 וטיפול WP היה עם ציון סופי נמוך יותר של 81.75 (טבלה מס' 16).

טבלה מס' 16. הערכה אורגנולפטית של היין בטיפולי הזמירה השונים. הנתונים מייצגים מדידות שנערכו עבור 11 גפנים לחזרה, 44 גפנים לטיפול, 220 גפנים סך הכל (n=20). אותיות שונות באנגלית משמעותן היא כי הטיפולים נבדלים זה מזה באופן מובהק על פי מבחן one-way ANOVA post-hoc Tukey-Kramer ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2017.

Treat	Color quality	Color intensity	Smell intensity	Smell genu	Smell quality	Taste intensity	Taste genuine	Taste quality	After taste	General	Total score
LSP1	4.25 ^a	7.87 ^{ab}	7.06	5.06 ^a	14.43 ^a	7.03 ^a	4.93	19.00	7.00	9.84	86.50 ^a
LSP2	4.18 ^a	8.12 ^{ab}	6.96	4.81 ^{ab}	13.75 ^b	6.87 ^{ab}	4.81	18.71	6.96	9.65	84.87 ^{ab}
LSP3	4.21 ^a	8.37 ^a	6.90	5.00 ^a	14.00 ^{ab}	6.90 ^{ab}	4.87	18.90	6.84	9.84	85.87 ^{ab}
WP+T	4.09 ^{ab}	7.43 ^{bc}	6.81	4.78 ^{ab}	13.87 ^{ab}	6.62 ^{ab}	4.87	18.81	6.93	9.75	84.00 ^{bc}
WP	3.84 ^b	7.15 ^c	6.81	4.65 ^b	14.46 ^b	6.56 ^b	4.65	18.03	6.87	9.71	81.75 ^c

4.1 השפעת טיפולי הזמירה מאוחרת על הביולוגיה של הגפן

במחקר זה נצפו הבדלים משמעותיים בהתפתחות הפנולוגית בין הטיפולים (איור מס' 13) בעקבות ביצוע הזמירה המאוחרת. כמו כן, השפיעו הטיפולים על שטח העלווה (איור מס' 14), מדדי חילוף גזים (איור מס' 18), משק המים של הצמח (איור מס' 17), רכיבי יבול (טבלאות מס' 5-6), מדדי הבשלה (איור מס' 19) ובסופו של דבר גם על פרמטרים נוספים המרכיבים את איכות היין.

4.1.1 שינויים פנולוגיים

יישום הפרקטיקה של הזמירה המאוחרת הוביל כמצופה לעיכוב בהתפתחות הפנולוגית, ביחס להתפתחות הרגילה של טיפולי הביקורת (איור מס' 13). מגמה זו הייתה דומה בשתי עונות המחקר. הפער בין הטיפולים החל עם ביצוע פעולת הזמירה, שהביאה את הגפנים חזרה לשלב הפנולוגי ההתחלתי (0), ניצן רדום/חורפי בתחילת הבלבוב) בעוד שטיפולי הביקורת המשיכו בהתפתחות הפנולוגית שלהם. זמירה לאחר לבלוב התבצעה מעל ניצנים 1-2 אשר שבדרך כלל נשארו רדומים בעוד שאר הניצנים על הזמורה כבר לבלבו (איור מס' 3). תופעה של פולריות מוכרת בגפן ובצמחים רבים ומתרחשת בעקבות שלטון קודקודי חזק באמצעות הפרשת הורמון האוקסין המדכא התפתחות הניצנים התחתונים (Keller 2015). לקראת אמצע יוני טיפולי הזמירה לאחר לבלוב צמצמו את הפער ומגיעים לשלב התפתחותי דומה לטיפולי הביקורת (איור מס' 13). בתקופה זו של צמצום הפער הגפן מתחילה את תהליך ההבשלה הסופי של הפרי (בוהל ואילך). מחקרים קודמים שיישמו את טכניקת הזמירה המאוחרת בכרמי ענבי היין העלו גם הם הבדלים משמעותיים בהתפתחות הפנולוגית של הגפן בעקבות יישום הפרקטיקה (Friend and Trought 2007; Frioni et al. 2016a; Gatti et al. 2016,) (Moran et al. 2017; Zheng et al. 2017; Silvestroni et al. 2018). רוב המחקרים מתייחסים לשינוי הפנולוגי שנוצר בעקבות הזמירה כיישום פוטנציאלי המאפשר התמודדות עם שינויי האקלים והתחממות הגלובלית. בעקבות יישום זה הגפנים מתפתחות בעיכוב מסוים ביחס לגפנים שנזמרו בזמירת חורף סטנדרטית אך מראים שיפור במגוון פרמטרים. בעבודה שנעשתה באיטליה בזן סאנזיובה נצפה שהזמירה המאוחרת (שהתבצעה 30-40 יום מאוחר יותר מהזמירה הרגילה), הביאה לעיכוב בבלבוב הגפנים ובכך יכולה לשמש כפתרון להתמודדות עם אתגרי ההתחממות הגלובלית אשר גורמת לבלבוב מוקדם של הגפנים (Silvestroni et al. 2018). ישנם אזורים גידול המשתמשים בדחייה הפנולוגית כיישום אגרוטכני שמטרתו הקטנה של סיכוני פגיעה בגפנים וביבול כתוצאה מאירועי קרה המתרחשים בשלבי ההתפתחות הקריטיים (Moran et al. 2017).

4.1.2 ווגטציה ומדדי משק מים ופיזיולוגיה

ממצאי המחקר הנוכחי עולה כי עיכוב ההתפתחות הפנולוגית בעקבות יישום הזמירה לאחר הבלבוב השפיע על שטח העלווה, מה שלהערכתנו ככל הנראה הוביל לזמינות מים גבוהה יותר בקרקע ולשיפור במדדי משק המים וחילוף הגזים. אינדקס שטח העלווה בשלושת טיפולי הזמירה לאחר לבלוב היה נמוך יותר לעומת טיפולי הביקורת בהם שטח העלווה גבוה בתחילת העונה (0.6 לעומת 0.2 בעונת הגידול 2017, איור מס' 14b). ניתן לראות שכלל שהזמירה התבצעה בשלב מאוחר יותר אינדקס שטח העלווה נמוך יותר עד לסגירת הפער (למשל LSP1 לעומת LSP3 אשר מגיעים לערכים דומים בימים 150-170, איור מס' 14b). בנוסף לכך, ניתן להבחין כי במהלך שתי עונות המחקר מהלך התפתחות העלווה דומה, כלומר הטיפול בתחילת העונה מביא לירידה בשטח העלווה, בדומה לממצאי עבודות אחרות (Moran et al. 2017; Silvestroni et al. 2018), בהן זמירה מאוחרת השפיעה על התפתחות העלווה והביאה לעלווה קטנה יותר בהשוואה לטיפולי הביקורת שנזמרו בזמירה רגילה. הירידות הנקודתיות שנצפו במהלך עונות הגידול (מסומנות בחוץ באיור מס' 14) קשורות לפעולות אגרוטכניות שנעשו לאורך העונה כגון קיטומים, שילוב חוטים, דילולים (פרי או שריגים) וכו' המשפיעות על שטח העלווה ומטרתן לשפר את חשיפת האשכולות לאור וליצירת נוף אחיד.

נראה כי תופעה זו (כלומר שטח עלווה נמוך יותר בחלקות טיפולי הזמירה המאוחרת) הביאה לזמינות מים גבוהה יותר בצמח, כפי שמתבטא בעליה בפוטנציאל המים בצמח (איור מס' 17). מהנתונים עולה מגמה ברורה בה בתחילת העונה (תקופת הבלבוב) פוטנציאל המים משופר בטיפולי הזמירה לאחר הבלבוב לעומת הביקורת. תופעה זו ככל הנראה תורמת גם לשיפור במדדי חילוף הגזים שנבדקו בהמשך העונה (קצב פוטוסינתזה ומוליכות פיוניות, איור מס' 18). מדדים אלו היו גבוהים יותר בטיפולי הזמירה לאחר הבלבוב לעומת הביקורת לאורך כל עונת הגידול (2017, איור מס' 18). הירידה שנצפתה בכלל הטיפולים באמצע וסוף העונה צפויה ונגרמת כתוצאה משני תהליכים מקבילים. הראשון הוא עקת יובש מתונה המתפתחת בעקבות השקיה גרעונית ומתבטאת בירידת ערכי פוטנציאל המים (Williams 2012), והשני הוא תהליך הזדקנות העלווה (Kriedemann et al. 1970; Petrie et al. 2000). בעבודת דוקטורט שחקרה סוגיה זו באמצעות ניסוי ליזמטרים, נמצא כי גם בצמחים שאינם סובלים מעקת מים, עדיין יש ירידה בערכי הפוטוסינתזה והמוליכות במהלך העונה. כמו כן, נמצא שעלים צעירים מראים עלייה בערכים הנ"ל, ולאחר מכן ירידה עם ההזדקנות (Munitz 2019). להערכתנו טיפולי הזמירה לאחר הבלבוב הראו ערכי חילוף גזים גבוהים יותר בכל ימי המדידה, גם בשלבים המאוחרים יותר של העונה, כתוצאה של שילוב של גורמים: הראשון, העלווה בטיפולים אלה צעירה יותר ביחס לטיפולי הביקורת, והשני, זמינות מים גבוהה יותר.

ניתן להבחין כי קיים הבדל בתוך טיפולי הזמירה לאחר לבלוב, בעיקר בקצב קיבוע הפחמן (איור מס' 18). בסוף שלב 1, טיפול LSP 1 (שנומר ראשון) הראה ערך גבוה יותר מטיפולי הזמירה לאחר לבלוב האחרים (איור מס' 18a), בעוד שבסוף שלבים 2 ו-3, טיפול זה דווקא הראה ערכים נמוכים יותר וטיפול LSP 3 (שנומר אחרון) הראה את הערך המקסימלי (איור מס' 18b-c). הסבר אפשרי לכך הוא שהעלים הצעירים מגיעים למלוא פוטנציאל המערכת הפוטוסינתטית רק לאחר 30-40 יום של גדילה והתפתחות (Kriedemann et al. 1970; Petrie et al. 2000), לכן טיפול LSP1, שנומר ראשון, היה קרוב יותר לשיא זה ומראה קצב קיבוע פחמן גבוה בהשוואה לאחרים בסוף שלב 1. לאחר השיא, ערכי הפוטוסינתזה מתחילים לרדת בהדרגה בהתאם לתנאי הסביבה, חשיפת העלה לשמש והזדקנותו (Chaumont et al. 1994), לכן הערכים גבוהים יותר בטיפול LSP3 הצעיר יותר בסוף שלבים 2 ו-3. גם ערכי מוליכות הפיוניות הראו הבדלים בין טיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) לטיפולי הביקורת (WP ו WP+T), כאשר טיפולי הזמירה לאחר לבלוב הראו ערכים משופרים יותר בכל ימי המדידה (איורים 18 d-f).

ממצאים אלו מראים כי יישום הטכניקה זמירה לאחר לבלוב, המובילה לעיכוב פנולוגי של הצמח כולו (איור מס' 13), מביאה לעלווה קטנה וצעירה יותר בגפנים המטופלות, עלווה בעלת ביצועי פוטוסינתזה ומוליכות פיוניות משופרים. ממצאים אלו עולים בקנה אחד עם ממצאי עבודות קודמות שנעשו בון סאנז'ובזה (Gatti et al. 2016; Silvestroni et al. 2018). בעבודה זו הראו החוקרים כי הזמירה המאוחרת הביאה לערכי פוטוסינתזה גבוהים יותר בהשוואה לטיפולי הביקורת (זמירה רגילה), ולעלייה של 17% בכמות הפחמן העונתי המקובע ע"י הצמח כתוצאה מעיכוב בהתפתחות העלווה (Gatti et al. 2016). ייתכן ומגמות אלו (שיפור במאזן המים ובקצב חילוף הגזים בטיפולי הזמירה לאחר הבלבוב) מסבירים גם את סגירת הפער המהירה בהתפתחות העלווה (כפי שפורט לעיל ב-4.1).

תופעה מעניינית נראתה לקראת הבציר בטיפול הביקורת הלא-מדולל (WP). בטיפול זה נראה שיפור בערכי פוטנציאל המים (במיוחד בעונת 2017) בהשוואה לטיפולים האחרים. השיפור בפוטנציאל נראה על רקע של תופעות נרחבות וחרופות של התייבשות עלים בטיפול זה. כימות של תופעת ההתייבשות התבצע בעונת 2017 באמצעות הערכה ויזואלית (טבלה מס' 3), הראה מעל כל ספק שהגפנים בטיפול WP סבלו מהתייבשות עלים חריפות באופן מובהק (42.3% מהעלים נפגעו לעומת 5-6% בטיפולים האחרים). נראה כי ההתייבשות החריפה, שארעה ככל הנראה בעקבות עומס יבול חריג (כמות יבול של 9.26 ק"ג לגפן וערכי עומס יבול של 16.19, טבלאות מס' 6 ו-12 בהתאמה). ההתייבשות גרמה לירידה בשטח העלווה ולשיפור הנקודתי בערכי פוטנציאל המים בצמח.

4.1.3 מזדי יבול

מהספרות עולה כי בעקבות יישום זמירה לאחר לבלוב בשלבי התפתחות שונים ניכרים שינויים במזדי היבול וההבשלה של הפרי (Friend and Trought 2007; Moran 2017). במהלך שנות הניסוי נצפה הבדל מובהק בכמות היבול בין טיפולי הזמירה לאחר לבלוב לטיפולי הביקורת (טבלאות מס' 5,6). ככל שהטיפול נזמר מאוחר יותר כך כמות היבול שלו נמוכה יותר באופן מובהק. נקודה זו התבלטה בעונת הגידול הראשונה (טבלה מס' 5) ובמידה פחותה יותר בעונת הגידול השנייה (טבלה מס' 6), ירידה משמעותית בכמות היבול בעקבות יישום הטכניקה של זמירה לאחר לבלוב נצפתה באזורי גידול וזנים אחרים (Frioni et al. 2016b; Gatti et al. 2016, 2018; Zheng et al. 2017; Silvestroni et al. 2018). בנוסף מדווח בספרות כי כאשר הזמירה לאחר לבלוב מתבצעת בשלב מאוחר מדי ישנה ירידה רבה בכמות התפוחות והשפעה שלילית על פרודוקטיביות הגפן בעונה העוקבת (Frioni et al. 2016b; Zheng et al. 2017). עם זאת בעבודה אחרת שנעשתה בניו-זילנד בזן מרלו נצפתה מגמה הפוכה של עלייה משמעותית ביבול (ב-93% באחת העונות) כתוצאה מעלייה באחוז הגרגרים בעלי זרע גדול (Friend and Trought 2007). ההערכה היא כי הזמירה המאוחרת הביאה לשיפור בפוריות ובהתפתחות הזרעים כתוצאה מדחיית הפריחה לתקופה חמה יותר באזור הממוזג בו גדלו הגפנים המאפשרת התפתחות רפרודוקטיבית משופרת.

בעבודה הנוכחית ניתן לראות את התלות של היבול במספר האשכולות, כאשר הפחיתה ביבולים של טיפולי הזמירה המאוחרת (טבלאות 7,8) מושפעת בעיקר ממספר נמוך של אשכולות לגפן (טבלאות מס' 5,6). ככל שהטיפול נזמר מאוחר יותר כך מספר האשכולות לגפן יורד. תופעה זו אינה חריגה ונצפתה בעבודות שונות שבחנו את מרכיבי היבול בעקבות יישום הזמירה המאוחרת (Frioni et al. 2016b; Gatti et al. 2016, 2018; Zheng et al. 2017; Silvestroni et al. 2018). לאור זאת, עולה השאלה כיצד פעולת הזמירה המאוחרת משפיעה על מספר האשכולות ועל סך היבול. תשובה אפשרית היא שמספר האשכולות הנמוך בטיפולי הזמירה לאחר לבלוב נובע מחומרת עוצמת הזמירה. ככל שעוצמת הזמירה גבוהה יותר (למשל באיור מס' 3, בו מתואר תהליך הזמירה), כך מספר הניצנים קטן יותר ולכן יתפתחו פחות שריגים שבהמשך הופכים לזמורות הנושאות 1-2 אשכולות. ואכן ניתן לראות כי מספר הזמורות נמוך יותר באופן מובהק בשתי עונות הגידול בטיפולי הזמירה לאחר לבלוב לעומת טיפול הביקורת WP (טבלאות מס' 1,2). בנוסף לכך, ייתכן וטיפול הזמירה לאחר לבלוב מביא לזמורות דקות יותר, בעלות כושר נשיאת אשכולות קטן יותר. בעונת 2017 (שרק בה נמדד היקף הזמורות) נמצא כי הזמורות בטיפולים אלו דקות יותר בהשוואה לטיפול הביקורת WP+T (אך לא בהשוואה לטיפול הביקורת WP, טבלה מס' 2).

בעקבות יישום טיפול הזמירה לאחר לבלוב נצפו גם שינויים במאפייני הגרגר. בעונת גידול 2016 נצפתה עלייה במשקל הגרגר וירידה במספר הגרגרים בטיפולי הזמירה לאחר לבלוב לעומת טיפול הביקורת WP (טבלה מס' 5). לעומת זאת, בעונת גידול 2017 נצפתה מגמה שונה בפרמטרים אלה (טבלה מס' 6), כאשר משקל הגרגר בטיפולי הזמירה לאחר לבלוב היה נמוך יותר באופן מובהק לעומת טיפול WP ומספר הגרגרים היה גבוה יותר. טיפול WP+T מראה דפוס שונה בעונה זו, אף על פי שאשכולותיו דוללו. ניתן לשער כי תופעה זו התרחשה בעקבות 'פיצוי' של הגפן בפרמטרים אחרים (שהם לא כמות היבול) בעקבות מועד הדילול שנעשה מוקדם יותר בעונה ביחס לעונת 2016. עבודות קודמות הראו השפעות שונות של טיפול הזמירה המאוחרת על מאפייני הגרגר. בעבודה שנערכה בניו-זילנד בזן מרלו נמצא שזמירה מאוחרת הגדילה את משקל הגרגר (בעקבות העלייה באחוז מספר הגרגרים בעלי זרע גדול) (Friend and Trought 2007), ובעבודה שנערכה באיטליה בזן סאנו'יובה נצפתה תופעה הפוכה של ירידה במשקל הגרגר (Frioni et al. 2016b).

הזמירה המאוחרת יכולה להשפיע על התפתחות הגרגר ומבנה האשכול במספר מנגנונים שאינם מובנים במלואם. בעבודות שונות מתייחסים לשינוי בטמפרטורה באזור האשכול בזמן שלבי מפתח של ההתפתחות אשר כנראה מוביל להתפרקות גיברלין, ההורמון האחראי על התרחבות וגדילה התא,

4.2 מדדי הבשלה ואיכות היין

ההרכב הכימי של הפרי הוא שאחראי במידה רבה לאיכות התירוש ובסופו של דבר לאיכות היין (Keller 2015). על מנת לקבוע כיצד הזמירה לאחר לבלוב משפיעה על איכות היין נמדדו מספר פרמטרים מקובלים לבדיקת איכות היין וביניהם רמת סוכר (TSS), תכולת חומצות אורגניות (TA), רמת חומציות (pH), תכולת פנולים ואנתוציאנינים. במהלך שנות הניסוי של המחקר הנוכחי נבחנו מדדים אלו בתקופת ההבשלה, בבציר ובין המתקבל.

מן ספרות המחקר עולה תופעה של עיכוב בהבשלת הפרי בעקבות יישום זמירה לאחר לבלוב, במיוחד בצבירת הסוכר, כאשר יישום הטכניקה מביא לירידה ברמות הסוכר (Friend and Trought 2007; Frioni et al. 2016b; Gatti et al. 2018). במחקר זה נמצא כי רמת הסוכר הייתה שונה בין כלל הטיפולים בנקודות המדידה השונות (איור מס' 20 a, d), כאשר באופן מגמתי רמת הסוכר של טיפולי הזמירה לאחר לבלוב (LSP) הייתה נמוכה יותר לעומת טיפול WP+T אך גבוהה יותר מטיפול WP. טיפול WP+T הראה את הערכים הגבוהים ביותר בכל אחת מהנקודות, ייתכן וכתוצאה מדילול פרי ושריגים שבוצע וזירז את הבשלת הגרגר מבחינת צבירת הסוכר. לעומת טיפול הביקורת המדוללת (WP+T), בטיפול הביקורת הלא מדוללת (WP) התקבלו במועד הבציר ערכים נמוכים משאר הטיפולים. ניתן לשער כי תופעה זו מתרחשת בעקבות עומס היבול הכבד שקיים על הגפנים בטיפול זה (טבלאות 11,12) וכן בגלל התייבשויות העלווה שפגעו בכושר הפוטוסינתטי של הצמח השלם (טבלה מס' 3). עלייה ביבול לגפן (כלומר עומס יבול), מגדילה את התחרות בין המבלעים על המקורות ומשפיעה על הבשלת הגרגר בהיבט צבירת הסוכר (Weaver and Pool 1968; Kliewer and Weaver 1971; Bravdo et al. 1984; Kliewer and Dokoozlian 2005; Keller 2015).

ערכי TA הראו גם הם הבדלים בין הטיפולים בכל תקופות המדידה, כאשר טיפולי הזמירה לאחר לבלוב הראו ערכים גבוהים לעומת טיפולי הביקורת (איור מס' 20 c,f). ניתן לראות שככל שהזמירה נעשתה מאוחר יותר כך ערכי TA היו גבוהים יותר. תופעה זו אינה חריגה ונצפתה גם בעבודות שונות של יישום זמירה לאחר לבלוב (Friend and Trought 2007; Frioni et al. 2016b; Gatti et al. 2018; Silvestroni et al. 2018). בטיפולי הביקורת, אשר נזמרו באותו הזמן, הטיפול הלא מדולל (WP) הראה ערכים גבוהים יותר מהטיפול המדולל (WP+T). תוצאה דומה נצפתה בעבודה בון סירה בספרד, כאשר דילול פרי גרם לירידה בערכי TA (Gil et al. 2013), ככל הנראה בשל הבשלה מוקדמת יותר שהשפיעה על יחס TA: TSS.

בדומה לרמות הסוכר, מחקרים קודמים מצאו כי זמירה מאוחרת משפיעה גם על מדדי אנתוציאנינים ופנולים. Moran (2017) הראה כי זמירה מאוחרת מביאה לערכי אנתוציאנינים גבוהים, Silvestroni (2018) הראה עלייה בערכי הפנולים ו-Perioni (2016) הראה עלייה בשני המדדים בון סאנז'ובזה. תופעה דומה נצפתה גם במחקר זה, כלומר ערכים גבוהים בטיפולי הזמירה לאחר לבלוב לעומת טיפולי הביקורת (טבלאות 9-10 ו-13-14, בהתאמה), תופעה המעידה על איכות יין גבוהה (Somers and Jacksonya et al. 1978; Evans 1974). ב-2016 ככל שהזמירה נעשתה מאוחר יותר כך כמות האנתוציאנינים (כלומר עוצמת הצבע) גבוהה יותר, עם ערך מקסימלי בטיפול LSP-3. ב-2017 המגמה דומה, אם כי גם טיפול הביקורת WP+T הראה ערכי אנתוציאנינים דומים לטיפול LSP 1 ו-LSP3 (טבלה מס' 10). עבור הפנולים, בשתי עונות הגידול הערכים היו גבוהים (ב-2017 באופן מובהק) בטיפולי הזמירה לאחר לבלוב בהשוואה לטיפולי הביקורת (טבלאות מס' 13 ו-14).

השיפור במדדי ההבשלה לעיל הביא גם לשיפור מהותי באיכות היין, כפי שמתבטא במבדקי הטעימה שנערכו (טבלאות מס' 15-16). ציוני טעימת היין הגבוהים ביותר, בשתי עונות הגידול, התקבלו עבור

היינות שיוצרו מחלקות טיפול הזמירה לאחר לבלוב, בפער שהגיע בשנת 2016 לכ-6 נקודות בהשוואה לטיפול הביקורת WP (טבלה מס' 15). בשנת 2017, עבורה בוצע גם מבחן השוואה סטטיסטית, היין מטיפול LSP1 קיבלה את ציון הטעימה הגבוה ביותר בהשוואה לכלל הטיפולים (86.50 לעומת 81.75 מטיפול הביקורת WP). מעניין כי על אף שטיפול LSP1 הראה כמות יבול דומה לטיפול הביקורת המדוללת בשנת 2016 פער ציון הטעימה ביניהם עומד על כ-3 נקודות לטובת הטיפול הזמירה לאחר הבלבוב. עובדה זו מחזקת את התובנה (ואת היפותזת המחקר) שעולה מהמחקר שהשיפור באיכות הענבים והיין הוא לא (רק) כתוצאה מדילול הפרי אלא גם משיפור בביצועי הצמחים שנזמרו מאוחר.

4.3 סיכום

זמירה לאחר לבלוב היא פרקטיקה אגרו-טכנית חדשה יחסית בעולם שלא נבדקה עד כה בישראל באופן מדעי. מחקר זה מעלה כי לפרקטיקה זו השפעות חיוביות על טיב הגפן ואיכות היין המתקבל בהשוואה לטיפולי זמירה סטנדרטיים (עם וללא דילול אשכולות) בזן ענבי יין מלבק. הזמירה לאחר לבלוב השפיעה על ההתפתחות הפנולוגית, שטח העלווה, מדדי חילוף גזים ומשק מים של הגפן, באופן שהשפיע בצורה חיובית על איכות התירוש והיין שהתקבל מגפנים אלו.

ככל הידוע לנו, מדובר במחקר הראשון בעולם שהתייחס לא רק למדדי הגפן עצמה, אלא גם לאיכות היין המתקבל כתוצאה מטיפול הזמירה המאוחרת. מכאן ישנו חידוש משמעותי בעל השלכות מסחריות, ואכן הגפנים בחלקות הטיפול, שבעבר הופנו לסדרות נמוכות (גידול כמותי), יופנו כבר בעתיד הקרוב לסדרות גבוהות (גידול איכותי). בנוסף לפעולה זו השלכה חיובית גם בהקשר חיסכון בכוח אדם וזמן עבודה. הדילול הטבעי שנוצר בעקבות טיפול הזמירה לאחר לבלוב מביא לייתור פעולת הדילול, פעולה יקרה הדורשת כוח אדם ושעות עבודה. פעולה אגרוטכנית זו נותנת בידינו כלי רב עוצמה בהתמודדות עם שינויי האקלים התאמת הגידול לצרכים המשתנים.

לאור הממצאים החיוביים והעובדה שחקלאים אכן החלו לאמץ שיטה זו, יש לזכור ששיטה זו אינה תמיד מתאימה לכל הזנים ויישומה בזנים אחרים מצריך משנה זהירות ובדיקה שאכן עוצמת הדילול אינה חזקה מידי.

5. רשימת ספרות

- Ashenfelter O (2008) Predicting the quality and prices of Bordeaux wine. *Econ J* 118:174–184
- Bernizzoni F, Civardi S, Van Zeller M, et al (2011) Shoot thinning effects on seasonal whole-canopy photosynthesis and vine performance in *Vitis vinifera* L. cv. Barbera. *Aust J Grape Wine Res* 17:351–357.
- Braidot E, Zancani M, Petrusa E, et al (2008) Transport and accumulation of flavonoids in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Plant Signal Behav* 3:626–632.
- Bravdo B, Hepner Y, Loinger C, et al (1984) Effect of crop level on growth, yield and wine quality of a high yielding Carignane vineyard. *Am J Enol Vitic* 35:247–252
- Bravdo B, Hepner Y, Loinger C, et al (1985) Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon. *Am J Enol Vitic* 36:132–139
- Brummell DA (2006) Cell wall disassembly in ripening fruit. *Funct Plant Biol* 33:103–119.
- Chapman DM, Matthews MA, Guinard JX (2004) Sensory attributes of Cabernet Sauvignon wines made from vines with different crop yields. *Am J Enol Vitic* 55:325–334.
- Chaumont M, Morot-Gaudry J-F, Foyer CH (1994) Seasonal and diurnal changes in photosynthesis and carbon partitioning in *Vitis vinifera* leaves in vines with and without fruit. *J Exp Bot* 45:1235–1243.
- Conde C, Silva P, Fontes N, et al (2007) Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Glob Sci Books* 1:1–22.
- Coombe B.G. (1986) Influence of temperature on composition and quality of grapes. *Symp Grapevine Canopy Vigor Manag XXII IHC* 2:23–36
- Coombe BG (1992) Research on development and ripening of the grape berry. *Am J Enol Vitic* 43:101–110
- Coombe BG, McCarthy MG (2000) Dynamic of grape berry and physiology of ripening. *Aust J Grape Wine Res* 6:131–135
- Darriet P, Thibon C, Dubourdieu D (2012) Aroma and Aroma Precursors in Grape Berry. *Biochem Grape Berry* 111–136.
- De Lorenzis G, Chipashvili R, Failla O, Maghradze D (2015) Study of genetic variability in *Vitis vinifera* L. germplasm by high-throughput *Vitis*18kSNP array: The case of Georgian genetic resources. *BMC Plant Biol* 15:1–14.
- De Orduña RM (2010) Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Res Int* 43:1844–1855.
- Deytieux C, Geny L, Lapaillerie D, et al (2007) Proteome analysis of grape skins during ripening. *J Exp Bot* 58:1851–1862.
- Dokoozlian N. ., Peacock WL (2001) Gibberellic Acid Applied at Bloom Reduces Fruit Set and Improves Size of ‘Crimson Seedless’ Table Grapes. *HortScience* 36:706–709
- Dokoozlian NK (1999) Chilling temperature and duration interact on the budbreak of “Perlette” grapevine cuttings. *HortScience* 34:1054–1056.

- Dunlevy JD, Soole KL, Perkins M V., et al (2013) Determining the methoxypyrazine biosynthesis variables affected by light exposure and crop level in Cabernet Sauvignon. *Am J Enol Vitic* 64:450-458.
- Eichhorn KW, Lorenz D. (1977) Phenological development stages of the grape vine. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 29:119-120.
- FAOSTAT (2005) FAOSTAT database (<http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/grape/en/>). In: Food Agric. organization united nations.
- Fennell AY, Schlauch KA, Gouthu S, et al (2015) Short day transcriptomic programming during induction of dormancy in grapevine. *Front Plant Sci* 6:1–17.
- Friend AP, Trought MCT (2007) Delayed winter spur-pruning in New Zealand can alter yield components of Merlot grapevines. *Aust J Grape Wine Res* 13:157–164.
- Frioni T, Tombesi S, Silvestroni O, et al (2016a) Postbudburst spur pruning reduces yield and delays fruit sugar accumulation in sangiovese in central Italy. *Am J Enol Vitic* 67:419–425.
- Frioni T, Tombesi S, Silvestroni O, et al (2016b) Postbudburst spur pruning reduces yield and delays fruit sugar accumulation in sangiovese in central Italy. *Am Soc Enol Vitic* 67:419–425.
- Gatti M, Bernizzoni F, Civardi S, Poni S (2012) Effects of cluster thinning and preflowering leaf removal on growth and grape composition in cv. Sangiovese. *Am J Enol Vitic* 63:325–332.
- Gatti M, Pirez FJ, Chiari G, et al (2016) Phenology , Canopy Aging and Seasonal Carbon Balance as Related to Delayed Winter Pruning of *Vitis vinifera* L . cv . Sangiovese Grapevines.
- Gatti M, Pirez FJ, Frioni T, et al (2018) Calibrated, delayed-cane winter pruning controls yield and significantly postpones berry ripening parameters in *Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir. *Aust J Grape Wine Res* 1–12.
- Gil M, Esteruelas M, González E, et al (2013) Effect of two different treatments for reducing grape yield in *Vitis vinifera* cv Syrah on wine composition and quality: Berry thinning versus cluster thinning. *J Agric Food Chem* 61:4968–4978.
- Gómez-Plaza E, Gil-Muñoz R, López-Roca JM, et al (2001) Phenolic compounds and color stability of red wines: Effect of skin maceration time. *Am J Enol Vitic* 52:266–270
- Guidoni S, Allara P, Schubert A (2002) Effect of cluster thinning on berry skin anthocyanin composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. *Am J Enol Vitic* 53:224–226
- Harris J., Kriedemann P., Possingham J. (1968) Anatomical aspects of grape berry development. *Vitis* 7 106–119
- Hellman EW (2003) *Grapevine Structure and Function*. Oregon State University Press, Corvallis 5–19.
- Jackson D., Lombard P. (1993) Environmental and Management Practices Affecting Grape Composition and Wine Quality - A Review. *Am J Enol Vitic* 44:409–430
- Jackson RS (2008) *Wine Science: Principles and Applications*. Academic press

- Jacksonya MG, Timberlake CF, Bridle P, Vallisb L (1978) Red Wine Quality : Correlations between Colour , Aroma and Flavour and Pigment and Other Parameters of Young Beaujolais. *J Sci Food Agric* 29:715–727
- Keller Markus, Mil Lynn J., Wample RL, Spayd SE (2005) Cluster Thinning Effects on Three Deficit-Irrigated *Vitis vinifera* Cultivars. *Am J Enol Vitic* 56:91–103
- Keller M (2015) *The science of grapevines: anatomy and physiology*. Academic Press.
- Kennedy J (2002) Understanding grape berry development. *Pract Winer vineyard* 4:1–5
- Kliewer WM, Dokoozlian NK (2005) Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition and wine quality. *Am J Enol Vitic* 56:170–181
- Kliewer WM, Weaver RJ (1971) Effect of Crop Level and Leaf Area on Growth, Composition, and Coloration of Tokay’ Grapes. *Am J Enol Vitic* 22:172–177.
- Kriedemann P, Kliewer W, Harris J (1970) Leaf age and photosynthesis in *Vitis vinifera* L. *vitis-vea.de* 9:97–104
- Kriedemann PE, Smart RE (1971) Effects of irradiance, temperature, and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves.
- Martin SR, Dunn GM (2000) Effect of pruning time and hydrogen cyanamide on budburst and subsequent phenology of *Vitis vinifera* L . variety Cabernet Sauvignon in central Victoria. *Aust J Grape Wine Res* 6:31–39
- Medrano H, Escalona JM, Cifre J, et al (2003) A ten-year study on the physiology of two Spanish grapevine cultivars under field conditions: Effects of water availability from leaf photosynthesis to grape yield and quality. *Funct Plant Biol* 30:607–619.
- Moran MA (2017) Late pruning and carry-over effects on phenology , yield components and berry traits in Shiraz. 390–398.
- Munitz S (2019) Development of crop factor (Kc) using lysimeters and examination of the effect of irrigation outset timing on physiological and anatomical aspects in wine vineyards. Doctor of Philosophy. Hebrew University of Jerusalem.
- Naor A, Gal Y, Bravdo B (2002) Shoot and cluster thinning influence vegetative growth, fruit yield, and wine quality of “Sauvignon blanc” grapevines. *J Am Soc Hortic Sci* 127:628–634
- OIV (2018) OIV Statistical Report on World Vitiviniculture (<http://www.oiv.int/public/medias/6371/oiv-statistical-report-on-world-vitiviniculture-2018.pdf>)
- Olien WC (1990) *The Muscadine Grape : Botany , Viticulture , History , and Current Industry*. *HortScience* 25:732-739.
- Palliotti A, Cartechini A (2000) Cluster thinning effects on yield and grape composition in different grapevine cultivars. *Int. Hortic. Congr. Part 2 Miner. Nutr. Grape Wine Qual.* 512:111–119
- Petrie PR, Trought MCT, Howell GS (2000) Influence of leaf ageing , leaf area and crop load on photosynthesis, stomatal conductance and senescence of grapevine (*Vitis vinifera* L . cv .

- Pinot noir) leaves. *Vitis-Geil Weilerhof* 39:31–36.
- Poni S, Gatti M, Palliotti A, et al (2018) Grapevine quality: A multiple choice issue. *Sci Hortic (Amsterdam)* 234:445–462.
- Pratt C (1974) Vegetative anatomy of cultivated grapes--a review. *Am J Enol Vitic* 25:131–150
- Preszler T, Schmit TM, vanden Heuvel JE (2010) A model to establish economically sustainable cluster-thinning practices. *Am J Enol Vitic* 61:140–146
- Reynolds AG, Edwards CG, Wardle DA, et al (1994) Shoot Density Affects Riesling Grapevines I. Vine Performance. *J Am Soc Hortic Sci* 119:874–880.
- Ribéreau-Gayon P, Dubourdieu D, Donèche B (2006) Handbook of enology the microbiology of wine and vinifications. John Wiley
- Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdieu D (2006) Handbook of Enology Volume 2 The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments
- Romero P, Fernández-Fernández JI, Martínez-Cutillas A (2010) Physiological thresholds for efficient regulated deficit-irrigation management in winegrapes grown under semiarid conditions. *Am J Enol Vitic* 61:300–312
- Sarry JE, Sommerer N, Sauvage FX, et al (2004) Grape berry biochemistry revisited upon proteomic analysis of the mesocarp. *Proteomics* 4:201–215.
- Scafidi P, Pisciotta A, Patti D, et al (2013) Effect of artificial shading on the tannin accumulation and aromatic composition of the Grillo cultivar (*Vitis vinifera* L.). *BMC Plant Biol* 13:175.
- Silvestroni O, Lanari V, Lattanzi T, Palliotti A (2018) Delaying winter pruning , after pre-pruning , alters budburst , leaf area , photosynthesis , yield and berry composition in Sangiovese (*Vitis vinifera* L .). *Aust J Grape Wine Res* 24:478–486.
- Somers TC, Evans ME (1974) Wine Quality : Correlations with Colour Density and Anthocyanin Equilibria in a Group of Young Red Wines. *J Sci Food Agric* 25:1369–1379
- Styger G, Prior B, Bauer FF (2011) Wine flavor and aroma. *J Ind Microbiol Biotechnol* 38:1145–1159.
- Terral JF, Tabard E, Bouby L, et al (2010) Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. *Ann Bot* 105:443–455.
- Valdés ME, Moreno D, Gamero E, et al (2009) Effects of cluster thinning and irrigation amount on water relations, growth, yield and fruit and wine composition of tempranillo grapes in extremadura (Spain). *J Int des Sci la Vigne du Vin* 43:67–76
- van Es HM, Gomes CP, Sellmann M, van Es CL (2007) Spatially-Balanced Complete Block designs for field experiments. *Geoderma* 140:346–352.
- Weaver RJ, Amerine MA, Winkler AJ (1957) Preliminary Report on Effect of Level of Crop on Development of Color in Certain Red Wine Grapes. *Am J Enol Vitic* 8:157–166
- Weaver RJ, Pool RM (1968) Effect of various levels of cropping on *Vitis vinifera* grapevines. *Am J Enol Vitic* 19:185–193

- Williams LE (2012) Effects of applied water amounts at various fractions of evapotranspiration (ET c) on leaf gas exchange of Thompson Seedless grapevines. *Aust J Grape Wine Res* 18:100–108.
- Xi X j, Zha Q, Jiang A., Tian Y. (2018) Stimulatory effect of bunch thinning on sugar accumulation and anthocyanin biosynthesis in Shenhua grape berry (*Vitis vinifera* × *V. labrusca*). *Aust J Grape Wine Res* 24:158–165.
- Zheng W, García J, Balda P, Toda FM De (2017) Effects of late winter pruning at different phenological stages on vine yield components and berry composition in La Rioja, north-central Spain. *OENO One* 51:363–372.
- המועצה לגפן היין בישראל (2015) המועצה לגפן היין בישראל - דוח בציר ארצי 2015 (http://www.wineboard.co.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/Batzir2015.pdf).
- http://www.wineboard.co.il/_Uploads/dbsAttachedFiles/Batzir2015.pdf. Accessed 10 Dec 2018
- הרכבי ע (2017) כרם יין : תמונת מצב 2017. עלון הנוטע 24: 25–71
- רבן אייל (2017) ענף הגפן : תמונת מצב 2017. עלון הנוטע 16: 17–71

6. נספחים

טבלה מס' 17. אינדקס שטח העלוה (מ"ר/מ"ר) בטיפולים השונים במדידות לאורך העונה. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של $\alpha=0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2016.

25/07/16	04/07/16	27/06/16	06/06/16	31/05/16	17/05/16	08/05/16	02/05/16	25/04/16	20/04/16	תאריך
206	185	178	157	151	137	128	122	115	110	Day of year
0.92 A	0.69 A	0.75 AB	0.88 A	0.82 AB	0.74 AB	0.63 B	0.38 B	0.28 C	0.21 C	LSP 1
0.79 A	0.57 A	0.63 B	0.64 C	0.69 B	0.56 BC	0.48 BC	0.25 B	0.23 C	0.19 C	LSP 2
1.05 A	0.62 A	0.68 B	0.65 BC	0.69 B	0.40 C	0.37 C	0.21 B	0.10 D	0.15 C	LSP 3
0.93 A	0.61 A	0.74 AB	0.81 AB	0.82 AB	0.82 A	0.92 A	0.73 A	0.64 B	0.60 B	WP+T
0.89 A	0.75 A	0.90 A	0.96 A	0.97 A	0.92 A	0.96 A	0.87 A	0.89 A	0.79 A	WP
N.S.	N.S.	0.0048	0.0001	0.0045	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	p value

טבלה מס' 18. אינדקס שטח העלוה (מ"ר/מ"ר) בטיפולים השונים במדידות לאורך העונה. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של $\alpha=0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2017.

07/08/17	24/07/17	10/07/17	26/06/17	12/06/17	29/05/17	22/05/17	15/05/17	08/05/17	תאריך	
220	206	192	178	164	150	143	136	129	Day of year	
0.87 A	0.59 A	0.73 A	0.78 A	0.85 A	0.62 B	0.73 BC	0.47 B	0.41 B	LSP 1	
0.85 A	0.56 A	0.70 A	0.73 A	0.72 A	0.39 C	0.53 CD	0.26 C	0.26 BC	LSP 2	
0.93 A	0.63 A	0.74 A	0.77 A	0.83 A	0.36 C	0.45 D	0.18 C	0.14 C	LSP 3	
0.84 A	0.55 A	0.74 A	0.76 A	0.77 A	0.68 AB	0.93 AB	0.78 A	0.84 A	WP+T	
0.86 A	0.61 A	0.79 A	0.82 A	0.81 A	0.83 A	1.01 A	0.84 A	0.97 A	WP	
N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	p value

טבלה מס' 19. פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa) בכל הטיפולים במדידות לאורך העונה. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן-post hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של $\alpha=0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2016.

05/09/16	15/08/16	25/07/16	04/07/16	27/06/16	06/06/16	23/05/16	תאריך
248	227	206	185	178	157	143	Day of year
-1.27 A	-1.22 A	-1.04 A	-0.77 AB	-0.67 AB	-0.54 A	-0.34 AB	LSP 1
-1.25 A	-1.20 A	-1.03 A	-0.72 B	-0.65 AB	-0.56 A	-0.32 AB	LSP 2
-1.26 A	-1.15 A	-0.94 A	-0.68 B	-0.55 B	-0.45 B	-0.30 B	LSP 3
-1.18 A	-1.12 A	-1.01 A	0.78 AB	-0.67 AB	-0.60 A	-0.35 AB	WP+T
-1.16 A	-1.17 A	-1.11 A	-0.92 A	-0.73 A	-0.59 A	-0.37 A	WP
N.S.	N.S.	N.S.	0.0043	0.0231	0.0005	0.0488	p value

טבלה מס' 20. פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa) בכל הטיפולים במדידות לאורך העונה. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן-post hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של $\alpha=0.05$. מבוא חורון, מלבק, 2017.

21/08/17	14/08/17	07/08/17	24/07/17	10/07/17	26/06/17	12/06/17	29/05/17	22/05/17	תאריך
234	227	220	206	192	178	164	150	143	Day of year
-1.36 A	-1.41 A	-1.41 A	-1.17 AB	-1.12 A	-0.87 BC	-0.68 AB	-0.73 BC	-0.65 A	LSP 1
-1.33 A	-1.42 A	-1.35 A	-1.14 AB	-1.10 A	-0.91 ABC	-0.74 AB	-0.73 BC	-0.69 A	LSP 2
-1.28 A	-1.37 A	-1.32 A	-1.08 B	-1.08 A	-0.82 BC	-0.64 B	-0.62 C	-0.61 A	LSP 3
-1.29 A	1.37 A	-1.34 A	-1.26 A	-1.27 A	-1.05 A	-0.83 A	-0.81 AB	-0.76 A	WP+T
-1.22 A	-1.23 A	-1.35 A	-1.28 A	-1.21 A	-0.96 AB	-0.82 AB	-0.88 A	-0.76 A	WP
N.S.	N.S.	N.S.	0.0094	N.S.	0.0011	0.0214	0.0008	N.S.	p value

טבלה מס' 21. מהלכים יומיים של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa), קצב קיבוע פחמן ()
 $(\text{CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s})$ ומוליכות פיוניות $(\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2\cdot\text{s})$ בכל הטיפולים במדידות לאורך היום. אותיות שונות
 באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc
 TukeyHSD ברמת מובהקות של $\alpha=0.05$. מבוא חורון, מלבק, סוף שלב 1, 2017.

מוליכות פיוניות $(\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s})$					קצב קיבוע פחמן $(\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{s})$					פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)					
17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	
109.93	154.70	176.63	164.47	161.88	9.35	12.72	14.17	14.55	14.22	-0.55	-0.70	-0.73	-0.74	-0.52	LSP 1
A	A	ABC	A	A	A	A	A	A	A	B	B	BC	A	A	
96.64	161.28	186.52	173.16	184.94	8.50	12.15	13.50	13.02	14.47	-0.55	-0.69	-0.73	-0.70	-0.58	LSP 2
A	A	AB	A	A	A	A	A	A	A	B	B	BC	A	A	
147.88	162.12	199.73	189.52	162.92	10.87	11.37	13.45	13.17	14.37	-0.54	-0.65	-0.62	-0.67	-0.50	LSP 3
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C	A	A	
90.31	126.81	141.40	114.54	158.47	8.15	11.37	12.42	11.97	12.90	-0.69	-0.82	-0.81	-0.82	-0.55	WP+T
A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	AB	A	A	
89.34	130.93	148.71	119.95	169.19	8.50	12.00	12.85	11.95	13.42	-0.72	-0.82	-0.88	-0.83	-0.59	WP
A	A	BC	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
N.S.	N.S.	0.0037	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	0.0003	0.0005	0.0008	N.S.	N.S.	p value

טבלה מס' 22. מהלכים יומיים של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa), קצב קיבוע פחמן ()
 $(\text{CO}_2/\text{m}^2\cdot\text{s})$ ומוליכות פיוניות $(\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2\cdot\text{s})$ בכל הטיפולים במדידות לאורך היום. אותיות שונות
 באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc
 TukeyHSD ברמת מובהקות של $\alpha=0.05$. מבוא חורון, מלבק, סוף שלב 2, 2017.

מוליכות פיוניות $(\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s})$					קצב קיבוע פחמן $(\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{s})$					פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)					
17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	
77.79	98.13	118.56	109.48	215.66	6.97	8.45	8.80	9.62	12.97	-1.02	-1.16	-1.12	-1.01	-0.87	LSP 1
A	A	A	AB	A	A	A	A	AB	A	B	AB	A	AB	A	
109.62	105.90	150.88	109.27	230.77	9.45	8.75	10.97	9.20	13.72	-1.02	-1.08	-1.10	-0.97	-0.84	LSP 2
A	A	A	AB	A	A	A	A	AB	A	B	B	A	AB	A	
116.29	103.84	168.20	135.05	236.72	9.35	8.60	11.32	10.52	13.42	-1.03	-1.06	-1.08	-0.94	-0.81	LSP 3
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	AB	B	A	B	A	
59.78	66.80	98.05	95.47	224.09	5.67	6.20	8.05	8.17	12.65	-1.18	-1.27	-1.27	-1.19	-0.97	WP+T
A	A	A	B	A	A	A	A	B	A	AB	A	A	A	A	
81.67	68.19	88.13	105.21	206.73	7.12	6.20	7.85	9.10	12.77	-1.25	-1.28	-1.21	-1.16	-0.96	WP
A	A	A	AB	A	A	A	A	AB	A	A	A	A	AB	A	
N.S.	N.S.	N.S.	0.0457	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	0.0537	N.S.	0.0139	0.0010	N.S.	0.0143	N.S.	p value

טבלה מס' 23. מהלכים יומיים של פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa), קצב קיבוע פחמן (CO₂/m²*s) ומוליכות פיוניות (H₂O/m²*s) בכל הטיפולים במדידות לאורך היום. אותיות שונות באנגלית מציינות את ההבדלים בין הממוצעים על פי one-way ANOVA ומבחן post-hoc TukeyHSD ברמת מובהקות של α=0.05. מבוא חורון, מלבק, סוף שלב 3, 2017.

מוליכות פיוניות (H ₂ O/m ² /s)					קצב קיבוע פחמן (CO ₂ /m ² /s)					פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום (MPa)					
17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	17:30	15:00	12:00	9:30	7:00	
48.38 A	38.87 A	61.69 A	79.39 A	118.31 A	4.95 A	4.05 A	6.15 A	7.92 A	9.02 AB	-1.38 A	-1.54 A	-1.41 A	-1.36 A	-1.01 A	LSP 1
32.68 A	49.08 A	61.68 A	93.85 A	109.16 A	3.75 A	5.00 A	5.62 A	8.32 A	9.55 A	-1.32 A	-1.42 A	-1.42 A	-1.31 A	-1.00 A	LSP 2
55.36 A	56.00 A	70.95 A	104.49 A	124.46 A	5.12 A	5.05 A	6.42 A	8.52 A	9.60 A	-1.31 A	-1.45 A	-1.37 A	-1.30 A	-1.03 A	LSP 3
34.99 A	49.65 A	51.59 A	65.03 A	90.95 A	3.67 A	4.85 A	4.80 A	6.37 A	6.92 AB	-1.33 A	-1.47 A	-1.37 A	-1.31 A	-1.07 A	WP+T
45.80 A	48.44 A	56.57 A	77.34 A	72.48 A	3.52 A	3.70 A	4.85 A	5.82 A	5.35 B	-1.27 A	-1.42 A	-1.23 A	-1.16 A	-0.97 A	WP
N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	0.0142	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	p value

Abstract

Pruning is a viticulture technique widely used in grapevine management that directly affects the vegetative and reproductive development of the vine. Pruning determines to a large extent the harvest potential of the subsequent season. Pruning is usually carried out in winter, during the dormancy stage of the vine. The current study deals with a relatively new agrotechnological method of pruning, called delayed winter pruning or late shoot pruning (LSP). This pruning is done in spring (April) after vines budburst. This study aims to examine the effect of the timing of this pruning on the phenological processes, leaf area, gas exchange measures, and water consumption of the vine. In addition, short term implications of the various pruning treatments are examined for yield, and must and wine quality measures.

The research was carried out in a commercial vineyard, next to Mevo Horon, on *Vitis vinifera* L. cv. Malbec vine, during two consecutive seasons (2016-2017). Five treatments were analysed, at different times. Three late shoot pruning (LSP) treatments were carried out over three weeks, with a time interval of one week between each treatment. These were compared to the control treatments, WP and WP + T (pruned in winter, during vine dormancy), without cluster thinning and with cluster thinning, respectively. In order to analyse the influence of late shoot pruning, the following measures were used: vegetative measures, physiological variables, water consumption, yield components, ripening variables, and must and wine quality.

Findings indicate that late shoot pruning (LSP) significantly affects the phenological development of the vine. LSP leads to slowed phenological development at the beginning of budburst, expressed later as reduced leaf area, increased net photosynthesis and stomatal conductance at the leaf level, and reduced water consumption at the vine level. In addition, natural cluster thinning as a result of the implementation of the pruning technique directly affected yield components and indirectly, ripening measures. These effects brought about differences in additional parameters that determine wine quality, as expressed by higher wine scores for wines produced from the treatment vines.

The late shoot pruning technique seems to positively influence vine quality and the quality of the wine in comparison to standard pruning treatments (with and without cluster thinning) for *Vitis vinifera* L. cv. Malbec. Late shoot pruning affected the phenological development, leaf area, gas exchange measures of the vine in such a way as to improve the quality of the must and the wine produced from these vines. This study has important commercial implications for the wine industry, since by means of a simple and economical technique, at a later timing, it is possible to achieve a natural thinning and improvement of the quality of the final product.

**The Effect of Post Bud-Break Pruning on
Crop Yield, Components, Wine
Physiology and Quality in cv. Malbec**

M.Sc. Thesis

**Submitted to the Robert H. Smith Faculty of
Agricultural, Food and Environment of the
Hebrew University of Jerusalem**

**By
Yedidya Suued**

Rehovot

December 2019