

פיתוח מודל השקיה לענבי מאכל בחממות, עונת 2016-2017

ישי נצר – אוניברסיטת אריאל
אפרים ציפליביץ', פיני סריג – מו"פ בקעת הירדן
מרק פרל – משרד החקלאות

מבוא

ענבי המאכל מהווים מקור כלכלי חשוב להכנסות של חקלאי ישראל, גידול מחוץ לעונה הינו ענף משמעותי עליו מתבססים חקלאי הבקעה. מחיר השוק של ענבי מאכל באיכות טובה בשיא הקיץ עומד על 8-10 ₪ לק"ג, בעוד מחיר הענבים בתקופת החורף עומד על 18-35 ₪ לק"ג. גידול של ענבי מאכל שלא בעונתם מצריך ממשק אגרוטכני מיוחד הכולל זמירת קיץ, ריסוס בחומצה ציאנאמידית ליצירת גל צימוח שני וגידול חוזר של שריגים ללא כיסוי

(Nir et al. 1986; Shulman et al. 1983).

באגרוטכניקה הרווחת בגידול גפן מאכל (*Vitis vinifera*) בחממות, מעוררים את הגפן מתרדמתה באמצע חודש נובמבר, בעיתוי שאינו מאפשר השלמת מחזור תרדמה נורמלי תקין. המשך הגידול המאוּלץ והתפתחות הפרי מבוססים על קיום טמפרטורה ממותנת בתוך מבנים מכוסים בפוליאתיילן. לאחר הבציר, בחודש אפריל, מוסר כיסוי החממה, הכרם נזמר ומרוסס בתכשיר חומצה ציאנאמידית להערת ניצני הסעיפים לאחר זמירתם. ביתרת הזמן, עד תחילת הכניסה הטבעית לתרדמה (חודשים אפריל – נובמבר), גדלים השריגים ולקראת הסתיו הם מתעצים, בתנאים טבעיים וללא כיסוי. בגל הצימוח הקיצי, מופיעים מעט אשכולות, חסרי ערך מסחרי, כאשר הדגש בגל זה הוא על יצירת צימוח מספק לקראת הזמירה החורפית.

האופוטורנספירציה (ET_c) של הצמח מוגדרת כצריכת המים של צמחים הגדלים בתנאי גידול אופטימלים ללא מגבלות דישון המניבים יבול מלא (Allen et al. 1998). במחקרי לזימטרים בענבי מאכל נמצא כי הגורמים העיקריים המשפיעים על ET_c הם א. נתוני האקלים המבוטאים כהתאדות פוטנציאלית (ET_0) ב. שטח העלווה המדיית (Williams and ayars 2005; Allen and Pereira, 2009; Netzer et al. 2009). ממצאים דומים מתקבלים במחקרים המתמקדים בענבי יין (Montoro et al, 2008; Picon-toro et al. ; Munitz et al. 2015). עם זאת יישום השקיה בפועל קטן בדרך כלל מ ET_c 100% בשל שיקולים כלכליים, אגרוטכניים ומגבלות במכסות מים (Williams et al. 2010; Netzer et al. 2009). ישנו מס' מצומצם של פרסומים בעולם של מחקרי צריכת מים בכרמים הגדלים תחת רשתות (Moratiel and Martinez-Cob, 2011; Suvočarev et al. 2013), ובארץ בוצע מחקר בזן סופריוור הגדל תחת רשת שקופה בלכיש (עידן בהט, עבודת מסטר). מתוצאות המחקר בלכיש עולה כי הרשת מפחיתה את הקרינה ואת הפוטואיבהציה, וכמו כן מגדילה את הלחות כך שגרעון לחץ האדים (VPD) יורד וצריכת המים אמורה לרדת. בפועל תנאי הגידול מתחת לרשת מאפשרים צימוח אגרסיבי יותר ושטח עלווה שמאדה יותר מים. המסקנה הנגזרת היא שגידול גפנים תחת רשתות מחייב אימוץ של ממשקי עלווה אינטנסיביים יותר. במחקר שנערך בבקעה (ציפליביץ' וחובריו) נראה בנתוני הטנסיומטרים כי מתחי המים בקרקע היו גדולים יותר בכרם הגדל תחת רשת בהשוואה לשטח פתוח. למיטב ידיעתנו עד כה לא פורסם שום מחקר העוסק בנושא צריכת מים של גפנים הגדלים בחממות משיחות עם חקלאים עולה, כי יש חוסר בהירות בנושא מנת המים להשקיה בחממות גפן כאשר הפערים במנות המים בין חקלאים עומד על 300%.

בעיית המחקר וכלי מדידה להצלחתו:

ידע קיים : גידול כרם בחממות באזורי אקלים חמים, כדוגמת בקעת הירדן והערבה, ייחודי לישראל. הגידול המאולץ באזור מבכיר באופן טבעי ועם מנות צינור נמוכות מהמקובל גם ללא כיסוי יוצר בעיה קשה של העדר תרדמה אמתית עם קושי בהתמיינות של ניצנים. הפרקטיקה שפותחה להתמודדות עם תנאים קיצוניים אלה היא של גידול שני מחזורי צמיחה, כמקובל בכרמים הגדלים באזורי גידול משווניים. צריכת המים של הגפן בשני מחזורי הגידול לא נחקרה. גישות קוטביות בין צמצום השקיה בגידול תחת כיסוי פוליאתילן, כתוצאה מהקטנת האופוטורנספירציה, לבין הגדלת ההשקיה בגלל גידול מואץ ורצון להימצא בפוטנציאל מים משופר, משמשות בערבוביה. כך גם לגבי מחזור הגידול השני. בתנאים אלה ונוכח הרחבת היקף גידול הכרם תחת כיסוי גם לאזורי גידול אחרים, נדרש מחקר לכיול צורכי המים ומשטר ההשקיה בכל אחד משלבי הגידול, בכל אחד ממחזורי הגידול. אחד הקשיים הגדולים בהשקיה היא העובדה שששני גלי הגידול מצריכים התייחסות שונה בגלל התנאים השונים: גידול חורף עם עלווה מוכבלת, קרינה נמוכה וגידול עם חממה סגורה ואילו הקיץ מאופיין בגידול בחממה פתוחה (משטר איורור מוגבל) טמפי גבוהות מאוד ועלווה מפותחת מאוד. בשל כך הבנו שיש "סט מקדמי השקיה" שונים מאוד בין הקיץ לבין החורף. הלקח שעלה הוא שקיים צורך אמיתי למדוד את צריכת המים בתנאים האמיתיים ולכן נבנה מערך ליזמטרים של שקילה ושל שטיפה בתוך הכרם המסחרי.

יעדי המחקר : פיתוח ממשק השקיה לגפני מאכל הגדלות מחוץ לעונתם בחממות.

מטרות המחקר הייחודיות:

1. מדידת צריכת מים וחישוב מקדם הגידול בעזרת ליזמטרים (נבנו במהלך קיץ 2017 ויחלו לעבוד בקיץ 2018).
2. ייחוס מקדם הגידול למצב הפנולוגי ושטח העלווה.
3. בחינת ההתאדות הפוטנציאלית בתוך החממה לסביבה החיצונית.
4. בחינת מדדי פיסיוולוגיה של כרמי מאכל ביישום 4 מקדמי השקיה שונים.
5. השפעת מנת המים המיושמת על היבול, מרכיביו, איכותו ומועד הבציר.

המחקר יורכב מליזמטרים שיהוו את הבסיס לתחשיבי השקיה, וניסוי חממה שיערך בצמידות לליזמטרים, ניסוי השדה הוקם והופעל בשנתיים וחצי האחרונות בחממת גפן מאכל מזן "ארלי סוויט" הממוקם במושב בקעות. הכרם נטוע בגובה של 50 מ' מעל פני הים, באקלים מעט חם ומעט יבש יותר מאזור החוף, בגובה דומה. החממות בעלות גג מקושת במפתח של 9 מ' וגובה מרזב של 3.5 מ'. אורך שורה 60 מ'. הגפנים מודלות ע"ג מערכת הדליה סטנדרטית לגפן מאכל (Y).



חלקת ליזמטרים – ב-2017 התקבל מימון חד שנתי ממשרד המדע להקמה של הליזמטרים. במרכז החממה נבנו שני ליזמטרים של שקילה וארבעה ליזמטרים של שטיפה כאשר בכל ליזמטר ניטעה גפן בוגרת. העתקת הגפנים התבצעה באביב בתפר שבין הגידול הרפרדוקטיבי והגידול הווגטיבי (במאי 2017) בדומה להעתקה שביצענו בליזמטרים בשילה. שני מיכלי הליזמטרים הורכבו ממכל פלסטי מחוזק בנפח של 1.4 מ"ק, שמוקמו על במת שקילה (משקל מקסימלי 4 טון) בתוך קוביית בטון במימדים 1.5 מ' (גובה) X 1.80X3 מ'. גובה פני הקרקע בליזמטר הוא בגובה פני קרקע הכרם. במקביל מוקמו ארבעה ליזמטרים של שטיפה בסמיכות לליזמטרים הנשקלים. מתחת למיכל הותקנה אגנית השוקלת את מי הנקז ומשחררת את עודפי המים באופן אוטומטי אחת ליום. מערכת ההשקיה, שקילת הליזמטר ושקילת הנקז כמו גם מגופי ההשקיה ומגופי ריקון הנקז מפקדות ע"י בקר יונטרוניקס V-350. כל ליזמטר מושקה בנפרד, ומנת המים מבוקרת ע"י מד פולסים זעיר שעובר פרוצדורת



כיוול אחת לשבוע. המערכת חוברה לראוטר סלולרי, כך שכל הפיקוד והורדת הנתונים מתבצעים מרחוק. תוכנת הבקר תוכנתה באופן שניתן יהיה לקבל את מנת המים היומית (ET_c) כמו גם את מהלך צריכת המים לאורך היום. מי ההשקיה בשטח הם שפירים. גפני הליזמטרים הוצבו בתוך שורת הגפנים באופן שנוצרה רציפות בין גפני השורה לגפני הליזמטרים המודלות על מערכת ההדליה (דאבל וורנדה).

ניסוי ההשקיה בחממה : הניסוי החל ב-2015 ובו נבחנו ארבעה טיפולי השקיה בארבע חזרות במתכנת של בלוקים באקראי. כל חזרה כוללת 12 גפנים, וכן 2 שורות גבול, שמונה הגפנים במרכז השורה האמצעית משמשות כגפני המדידה.

בעתיד הטיפולים יושקו במקדמי השקיה שיהיו אחוז מצריכת המים היומית שתימדד בליזמטרים. בשלב הנוכחי ההשקיה מתבצעת על בסיס מודל ההשקיה שנבנה עבור ענבי מאכל בלכיש (Netzer et al., 2009), אחת התובנות שעלו במהלך המחקר היא שיש לתאם מקדמי השקיה שונים לעונת הקיץ ולעונת החורף. בקיץ 2016 המקדמים הועלו עקב התוצאות שהתקבלו בתא הלחץ. לאחר התיקון המקדמים עמדו על $ET_c 50\%, 75\%, 100\%, 125\%$. ואילו בעונת החורף שהחלה בדצמבר 2015 והסתיימה במאי 2016 המקדמים עמדו על $ET_c 30\%, 50\%, 70\%, 90\%$. תחשיבי ההשקיה התבצעו ויישמו על בסיס יומי.

מדדים פיסיולוגיים:

המדדים הפיסיולוגיים והצמחיים השבועיים שנבדקים בניסוי הם: פוטנציאל המים בגזע בצהרי היום באמצעות תא לחץ (MRC-3100), אינדקס שטח העלווה (LAI) נמדד באמצעות מכשיר SUNSCAN, מדדי חילוף גזים: קצב קיבוע פחמן ומוליכות הפיוניות נמדדו בעזרת מכשיר LI-COR 6400. קוטר גזע: אחת לשבוע נמדד קוטר הגזע במקום קבוע בעזרת קליבר דיגיטלי, כך שיהיה ניתן לקבל את תבנית ההתפתחות של קוטר הגזע בטיפולים השונים לאורך העונה.

תכולת מים בקרקע ושינויים בקוטר הגזע: תכולת המים בבית השורשים (עומק 30 ס"מ) והשינוי בקוטר הגזע בגפנים נבחרות יימדדו ברציפות לאורך כל העונה על ידי שימוש בדנדרומטרים ובגששי קרקע (פיטק), כך שיתקבל השינוי היומי בקוטר הגזע (TDC) לאורך עונת הגידול. חיישני הגזע (דנדרומטרים) מבוססים על טכנולוגיית LVDT (linear variable differential transformer), והם מאפשרים מדידת שינויים ברזולוציה של 0.01 מ"מ (10 מיקרון). חיישני הקרקע מודדים את תכולת הרטיבות הנפחית בקרקע, על בסיס קבוע דיאלקטרי (FDR).

מדדים אגרוטכניים:

לקראת הבציר התבצע מעקב שבועי אחרי מדדי תכולת הגרגר (סוכר, חומצה, TA) ומשקלו. בזמן הבציר תתבצע מדידה מלאה ברמת הגפן הבודדת של גובה היבול, מסי' אשכולות, משקל גרגר אחידותו ואיכותו.

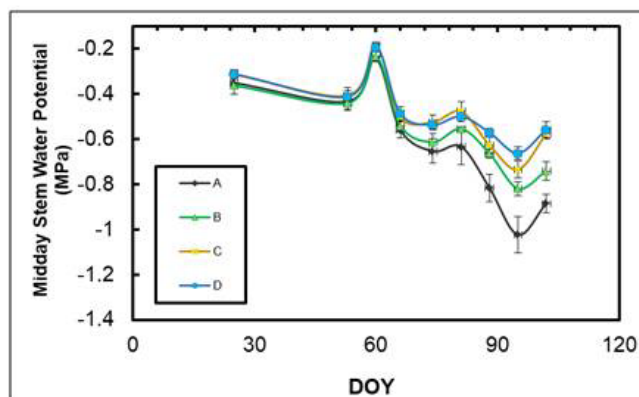
ניתן להתרשם מההבדל ביישום מנות המים בארבעת הטיפולים בעונת 2016-2015 (טבלה 1) ובעונת 2017-2016 (טבלה 2). כאמור כל סט המקדמים שונה באופן שמקדמי החורף שופרו מעט ומקדמי הקיץ שופרו באופן דרמטי כלפי מעלה. משק המים הושפע באופן דרמטי באופן ששני הטיפולים הנמוכים עברו ב2016 את הערכים הרצויים של עקת יובש המקובלת בענבי מאכל ועומד על 1- מגה פסקאל (איור 1). מקדמי ההשקיה שיושמו בתחילת קיץ 2016 נראו כלא מתאימים מכיוון שההתאדות המחושבת בתוך החממה לא "הרקיעה שחקים" כמצופה (כ6 מ"מ ביום), ככל הנראה בגלל הקטנה של מהירות הרוח בתוך החממה (שאמנם נמצאת ללא חיפוי פלסטי אבל עם קירות). בשל כל כך שופרו המקדמים כפי שהדבר בא לידי ביטוי בערכי פוטנציאל המים (איור 2). ב2016 לפחות שני טיפולים מתוך הארבע עברו את סף ה10 אט"מ (-1 מגה פסקאל) שהוא סף עקת יובש מתונה. מצב זה אינו רצוי כלל הגידול ענבי מאכל, ב2017 למעט מועד אחד בטיפול A כל הטיפול היו מעל הסף.

טבלה 1 : מנות מים בעונת חורף 2016-2015, ובקיץ 2016, ניסוי השקיה ארלי סוויט, בקעות.

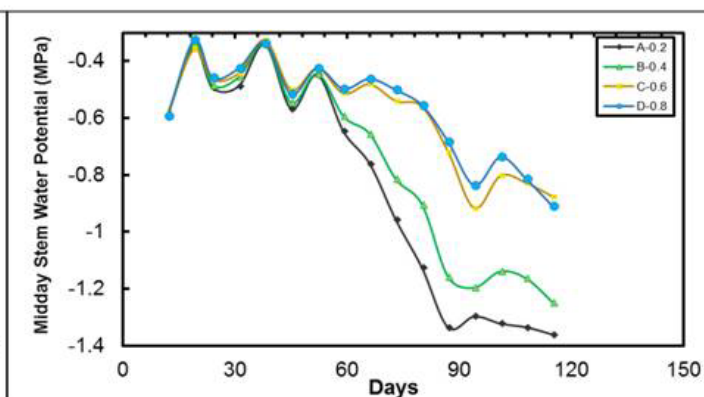
טיפול/ מקדם השקיה בחורף	מנת מים ממוצעת חורף (מ"מ ליום)	מנת מים עונתית חורף (מ"מ)	מנת מים ממוצעת קיץ (מ"מ ליום)	מנת מים עונתית קיץ (מ"מ)
2A-0.	0.82	54	1.97	266
4B-0.	1.48	97	2.53	342
6C-0.	2.14	141	4.25	574
8D-0.	2.88	184	4.49	606

טבלה 2 : מנות מים בעונת חורף 2017-2016, ובקיץ 2017, ניסוי השקיה ארלי סוויט, בקעות.

טיפול/ מקדם השקיה בחורף	מנת מים ממוצעת חורף (מ"מ ליום)	מנת מים עונתית חורף (מ"מ)	מנת מים ממוצעת קיץ (מ"מ ליום)	מנת מים עונתית קיץ (מ"מ)
A-0.4	1.09	62	2.10	308
B-0.7	1.95	113	3.15	463
C-1	2.80	163	4.20	616
D-1.3	3.65	213	5.25	771



איור 2 : מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע בעונת חורף, ארלי סוויט בקעות 2017.



איור 1 : מהלך עונתי של פוטנציאל המים בגזע בעונת חורף, ארלי סוויט בקעות 2016.

בבחינת היבולים בעונת 2017 ניכרת פחיתה בכל הטיפולים (טבלה 4) ובמיוחד ברמות הגבוהות עקב השימוש במקדמים "פחות מתאימים" בעונת 2017. כבר עתה ניתן לראות את השיפור בפריחה של עונת 2018 בעקבות השיפור במשק המים בעונת 2018. יחד עם זאת, לא נראה הבדל סטטיסטי מובהק בין הטיפולים בעונת 2017. מבחינת מועד הבציר היה יתרון מסויים לטובת הקדמה בטיפולים הנמוכים אולם אחוז גדול יותר של היבול סווג כניטרלי מה שמקטין את הרווח על ענבים אלו. מבחינת רמת הסוכר והחומצה כל הטיפולים הגיעו ליעדי הבציר הרצויים (טבלה 5). על רקע זאת מעניין לראות שדווקא בטיפול ההשקיה הגבוה ציבור הטועמים הלא מיומן זיהה ענבים אלו כיותר פציחים יותר חמוצים ופחות מתוקים (טבלה 6).

טבלה 3 : גובה היבול ומספר האשכולות לגפן בעונת חורף 2016.

מספר אשכולות	יבול (טון לדונם)	יבול לגפן (ק"ג)	טיפול
47.6 A	1.75 C	7.9 C	A
48.8 A	2.23 B	10 B	B
52.8 A	2.66 AB	12 AB	C
54.1 A	2.74 A	12.4 A	D

טבלה 4 : גובה היבול ומספר האשכולות לגפן בעונת חורף 2017.

מספר אשכולות	יבול (טון לדונם)	יבול לגפן (ק"ג)	טיפול
28.6	1.46	6.6	A
33.5	1.72	7.8	B
32.8	1.86	8.4	C
33.2	1.79	8.1	D

טבלה 5 : מרכיבי היבול, בציר 2017 ניסוי השקיה ארלי סוויט מושב בקעות.

טיפול	משקל 100 גרמים (גר')	BRIX	pH
A	384	17.1	3.51
B	348	16.4	3.51
C	380	17.1	3.50
D	406	17.4	3.56

טבלה 6 : ציון של טעימה של 27 טועמים "לא מקצועיים", בציר 2017 ניסוי השקיה ארלי סוויט מושב בקעות.

טיפול	מתיקות	חמיצות	פירותיות	פציחות	שאריות קליפה	עפיצות
A	5.88 AB	4.29 B	6.1	4.37	4.0	3.18 AB
B	6.18 AB	5.15 AB	6.5	5.1	3.1	2.74 B
C	6.41 A	4.77 AB	5.2	4.6	4.0	4.29 A
D	4.55 B	6.14 A	5.1	5.5	4.0	4.00 AB

בבחינת משקל הגזם הנותן אינדיקציה טובה לצימוח הווגטיבי (לצערנו לא ניתן למדוד שטח עלווה בחורף מכיוון שהפלסטיק של החממה מפזר את הקרינה ומכיוון שזווית השמש שטוחות מידי). בבחינה רב שנתית של משקל הגזם (טבלה 7) ניתן לראות את המגמות המובהקות שהתקבלו כל השנים ואת היריה במשקל הגזם בעיקר בטיפולים הנמוכים. אנו מניחים שמגמה זו תשתנה בתום 2018 עם שיפור המקדמים.

טבלה 7: משקל הגזם (ק"ג לעץ) של זמירת האביב (לאחר הבציר), עונות 2015-2017.

	2015	2016	2017	2015-2017
	ממוצע לעץ (ק"ג)	ממוצע לעץ (ק"ג)	ממוצע לעץ (ק"ג)	ממוצע רב שנתי
A	1.79 B	0.92 B	0.82 C	1.17 C
B	2.36 AB	1.23 B	1.26 BC	1.61 BC
C	3.05 A	1.98 A	1.68 AB	2.23 AB
D	3.41 A	2.19 A	2.12 A	2.57 A



מסקנות

כפי שלמדנו בקיץ האחרון השימוש במקדמי השקיה של המודל מצריך מעקב שבועי אחר פוטנציאל המים. שיעורי התאדות פנמן בקיץ נמוכים ממה שהערכנו (אולי בגלל הקירות של החממה שמקטינים את מהירות הרוח) ובשל כך יש צורך בהעלאת המקדמים. ללא כל ספק המקדמים בקיץ ובחורף צריכים להיות שונים. תא הלחץ הוכיח שוב את אמינותו בשיקוף המצב הפיזיולוגי, לעומת זאת הטנסיומטרים הגיבו לאט מידי ובקופצניות.

כחלק מהלקחים נערכה גם הערכה של היבול בטעימה של הציבור וגם דרך מערך הבקרה של ענבי טלי על מנת לקבל הערכה אמיתית של הפרי המשוק. אנו תקווה שעם כניסת מערך הליזמטרים לעבודה במהלך 2018-2019 תשופר גם יכולתנו להעריך נכונה את צריכת המים של הצמח.

תודות

אנו מעוניינים להוקיר תודה לחן ולאברהם סולמון על כל העזרה האינסופית שהם מגישים לנו. שיתוף הפעולה הפורה איתם הוא המנוע האמיתי שמחזיק ומחזק אותנו במחקר שדה מורכב זה. תודה אחורנה לוואספ וחמודי שעוזרים בכל תקלה בשטח. תודה רבה ! תודה לשולחן גפן מאכל ולקרן קיימת על השתתפותם במימון מחקר זה