שם המו"פ: מו"פ צפון

מספר מחקר: 91-101-21

שם התחום: נשירים

שם התכנית: בחינת עצי אגס ננסיים לשיפור פוריות ולחיסכון בהוצאות

חוקר ראשי: פרופ' רפי שטרן

סטטוס התכנית: נמשכת

מועד התחלה וסיום התכנית: 2020-2022

תקציר

האגס 'ספדונה' הינו הזן המרכזי והחשוב במדינת ישראל. למרות הצלחתו היחסית בשוק הפירות הוא מתאפיין ביבול סרוגי, באיכות פרי בינונית, ובעיקר בפרי קטן. מניסיונות שביצענו בעבר ומסיורים שערכנו בספרד לפני עשור, למדנו שכדי לקבל יבול גבוה עם פרי גדול יש לחזק את העצים. לאחר עשר שנות עבודה ב"שיטה הספרדית" קיבלנו עצים עם צימוח וגטטיבי חזק מדי, שמביא לגידול בנפח העץ. תופעות אלו נגרמות בעיקר בשל הצימוח הווגטטיבי הנמרץ של העץ, המתקבל לאחר השרשתו מעל אזור ההרכבה. כתוצאה מהצימוח העודף, שמביא לעץ גדול מדי, מושקעים ימי עבודה רבים בגיזום, בקשירה ובעיצוב, וכמובן גם בקטיף. בנוסף מביא הצימוח הנמרץ ככל הנראה להגברת הרגישות של העץ להתקפת החיידק *Erwinia amylovora* (ארווניה אמילובורה) מחולל החירכון כפי שארע בעונות 2010 ו-2014.

אחת הדרכים החשובות לצמצום עלויות הגידול (ובמיוחד ההוצאות הגבוהות על עבודת ידיים של גיזום וקטיף), להגדלת יבולים ולשיפור איכות הפרי היא ע"י שינוי שיטת העיצוב של העץ. במחקר הנוכחי אנו בוחנים צורות עיצוב שונות וצפופות יותר מצורת העיצוב המקובלת של ציר 4.5x2.0 מ'. שיטות אלו אמורות להקטין את נוף העצים, לחסוך ימי עבודה של גיזום, קשירות וקטיף, לשפר תאורה, ולהביא לשיפור ניכר של יבולים ואיכויות פרי. בקיץ 2011 ניטעה החלקה, ואנו עסוקים כל הזמן בטיפולים אגרוטכניים שונים לביסוס העצים בצורה האופטימלית לכל שיטת עיצוב.

תוצאות היקפי הגזע שהתקבלו בסוף עונת הגידול (12/2022) ומעידות על עוצמת הצימוח של העצים לפי שיטות העיצוב, הכנות ועומקי הנטיעה, מחזקות את היפותזת העבודה שלנו האומרת שלצפיפות הנטיעה קשר ישיר לעוצמת הצימוח – ככל שהצפיפות גבוהה יותר, עוצמת הצימוח חלשה יותר וללא הבדל משמעותי בין הכנות. נראה כי זה נובע מצימצום מערכת השורשים ושמירת היחס הקבוע של נוף:שורש. עם זאת, מהשוואת ביצועי שתי הכנות עולה שהחבוש A מחלישה את הרוכב יותר מה-BA-29. תופעה זו באה לידי ביטוי בזמינות מים נמוכה יותר של הספדונה המורכבת על חבוש A (כפי שראינו בעבר במדידות "פוטנציאל מים בגזע" שהיו שליליות יותר בכנת החבוש A).

לגובה ההרכבה מעל פני הקרקע (עומק הנטיעה) יש השפעה על עוצמת הצימוח ועל היבולים. בחבוש A נמצא כי ככל שגבוהה יותר (הרכבה מעל הקרקע) עוצמת הצימוח חלשה יותר אך היבולים גבוהים יותר. בכנת ה-BA29, החזקה מהחבוש A, לא נמצאה השפעה כזו על היבולים, והיא נתנה בד"כ יבולים נמוכים מהחבוש A. ב-2022, בה נקטף היבול המסחרי השמיני, היבול **לעץ** ירד עם עליית צפיפות הנטיעה, אך היעד של עליית היבול **לדונם**, ובעיקר יבול הפרי הגדול לדונם – הושג. לסיכום, הטיפול המצטיין עד היום הוא הטיפול הצפוף ביותר ("V" = 570 עצים/ד') עם כנת החבוש A הנטועה בגובה הרכבה גבוה.

חישוב הוצאות העבודה לדונם הראה שאין הבדלים, לא בין הכנות ולא בין שיטות העיצוב השונות.

מבוא ותאור הבעיה

הזן 'ספדונה' הינו זן האגס המרכזי והחשוב במדינת ישראל. מתוך כ-14 אלף דונם מטעי אגס, המניבים בממוצע שנתי כ-25 אלף טון, מהווה זן זה כ-70% מסך היבול. הזן השני הוא ה'קוסציה' שמשמש כמפרה.

חסרונותיו הגדולים של הזן 'ספדונה' מתבטאים ביבול סירוגי, באיכות פרי בינונית, ובעיקר בפרי קטן. אחת הסיבות לכך הינה הצימוח הווגטטיבי הנמרץ שמתחרה בגידול הפרי של אותה העונה, ובמקביל פוגע קשה בהתמיינות לפריחה של השנה העוקבת. הצימוח העודף נובע מהרכבתו על כנת החבוש (A) המננסת, שאמורה לווסת את גודל העץ, אך בפועל, כתוצאה מההתאמה הגרועה בין אגס הספדונה לכנת החבוש שגורמת לניוון העצים, נהוג להשריש לאחר מספר שנים את הרוכב עצמו (ספדונה), ולכן מתקבל צימוח נמרץ מדי. כדי לפתור את הבעיה של עץ מנוון מחד ועץ חזק מאידך ולחפש כנה מתאימה לשני הזנים המרכזיים בישראל, הקמנו לפני 15 שנים שתי חלקות ניסוי לאיתור הכנה האופטימלית. בזן קוסציה, בעל הצמיחה החלשה מדי, אכן מצאנו כנות חזקות וטובות יותר מכנת החבוש כמו בטוליפוליה, BP1 ו-OHF97 (Stern et al., 2013; Stern and Doron, 2009; Stern et al., 2007). מרבית הנטיעות החדשות של הזן קוסציה מתבצעות היום על כנות אלו. לעומת זאת, בזן ספדונה לא הצלחנו לאתר את הכנה האופטימלית שתביא לריסון העץ ולאיזון נכון בין צמיחה לפוריות. כתוצאה מכך מושקעת במטעי האגס, ובמיוחד בזן ספדונה, עבודה רבה מאוד של גיזום, תוך מלחמה מתמדת עם הגידול הנמרץ של העץ. גודלם של העצים נקבע בין השאר מצורת העיצוב וצפיפות הנטיעה. העיצוב המקובל במטעים המסחריים של ישראל הוא "ציר" עם מרווחי נטיעה של 2.0 x 4.5 מ'. עיצוב זה בנוי על יצירת עץ גדול יחסית (110 עצים לדונם) וגבוה (3.5 עד 4.0 מ') הדורש עבודת גיזום רבה כדי להשיג תאורה מתאימה לכל ענפי העץ ופירותיו. שיטות עיצוב חדשות שפותחו באיטליה מבוססות על הגדלת צפיפות הנטיעה תוך הקטנה ניכרת של נוף העץ. כך ניתן להקדים את הכניסה לפוריות, להוזיל מאוד את עלויות הגיזום והקטיף, להגדיל את היבולים ליחידת שטח, לשפר באופן ניכר את איכות הפירות החשופים יותר לשמש, ולהקטין את הסרוגיות ע"י הקטנת הצימוח הווגטטיבי. כמו כן ראינו בקיץ 2010 שמטעי האגס בגליל אשר היו בצימוח וגטטיבי מוחלש נפגעו פחות מהחירכון בהשוואה לעצים שהיו עם צימוח נמרץ.

מטרות המחקר

יצירת עץ קומפקטי שיביא להוזלת עלויות הגיזום והקטיף, לביטול השימוש במעכבי צימוח למיניהם ולאיזון אופטימלי בין צמיחה לפוריות. כתוצאה מכך נשיג הקדמת ניבה, הגדלת יבולים, שיפור איכות הפרי (ובעיקר הגדלת יבול הפרי הגדול לדונם), הקטנת הסרוגיות בין השנים ואולי גם הקטנת הנגיעות בחירכון.

חומרים ושיטות

בקיץ 2011 ניטעה חלקת העיצוב בחוות המטעים שבעמק החולה. בחלקה נבחנות צורות עיצוב חדשות עבור האגס 'ספדונה', בהשוואה לסטנדרט המקובל כיום במטעים המסחריים. בכל שיטות העיצוב החדשות המרחק בין **השורות** הוא 3.5 מ', כשהמטרה היא להגיע לגובה של: 2.5 עד 2.8 מ'.

פירוט שיטות העיצוב שנבחנות עבור הספדונה:

1. ביקורת: ציר – 4.5x2.0 מ' (110 עצים/ד'): עיצוב ציר בצפיפות נמוכה ובגובה של 3.5 מ', כפי שמקובל בנטיעות המסחריות החדשות בישראל (= ביקורת לשיטות העיצוב החדשות).
2. ציר – 1.5 מ' בין העצים (190 עצים/ד'): בשיטת עיצוב זו העץ גדל זקוף, ויוצר מספר רב של ענפי פרי קצרים ופוריים. השיטה נמצאת לאחרונה בשימוש מסחרי בצפון איטליה ובספרד. היתרון העיקרי שלה – פשטות הגידול והאפשרות לטעת מספר רב של עצים ליחידת שטח.

3. <u>ציר צפון – 1.0 מ׳ בין העצים (286 עצים לדונם)</u>: שיטה דומה לציר 1.5 מ׳, בהבדל עיקרי אחד והוא צפיפות העצים. מאחר ואין לנו בישראל כל ניסיון עם עיצוב ציר במרחק קטן בין השורות (3.5 מ׳ בלבד) אנו בוחנים צפיפות נוספת, גבוהה יותר, שבצפון איטליה נראית אופטימלית. היתרון שלה – מאפשרת יותר עצים לדונם וענפי פרי רבים וקצרים יותר, שיוצרים פוריות גבוהה של העץ.
4. <u>V – 0.5 מ׳ בין העצים (570 עצים/ד׳)</u>: השיטה מבוססת על כך שנוטעים שתי שורות מקבילות, במרחק של 20 ס״מ אחת מהשניה, כאשר המרחק בין עץ משורה מס׳ 1 לעץ שבשורה מס׳ 2 הוא 0.5 מ׳. הנטיעה היא בזוית של 30 מעלות לציר השורה, כך שכל עץ גדל למעשה כציר יחיד נטוי. עצי שורה 1 נוטים לכיוון אחד ועצי שורה 2 נוטים לכיוון הנגדי. ענפי הפרי מופנים תמיד לכיוון המעבר בין השורות. מספר העצים הנטועים ליחידת שטח הוא גבוה מאוד – 570 עצים/ד׳. היתרון העיקרי בכך הוא מילוי מהיר של השטח בענפי צימוח קצרים ורבים עם פוטנציאל גבוה של פוריות. נוף העץ גדל למעשה בשני משטחים אלכסוניים, החשופים לתאורה אחידה יחסית. בשיטה זו מגיעים באיטליה עם הזנים שלהם ליבולים כבדים עם איכויות פרי מצוינות.

הכנות בניסוי הן החבוש A המקובלת במטעי האגס המסחריים בישראל והחבוש BA29, שהצביעה בניסוי הכנות הראשון שלנו (1999-2009) על יתרון קל בהשוואה לחבוש A הסטנדרטי.

מאחר וגובה ההרכבה מעל פני הקרקע משפיע על עוצמת הצימוח של העץ (ככל שההרכבה גבוהה יותר העץ מוחלש יותר), אנו בוחנים כל כנה וכל עיצוב בשלושה עומקי נטיעה שונים:

1. ההרכבה בגובה 10 ס״מ מעל פני הקרקע – כמקובל במבחן כנות [עומק נטיעה ״גבוה״].
2. ההרכבה בגובה פני הקרקע [עומק נטיעה ״בינוני״].
3. ההרכבה טמונה 10 ס״מ מתחת לפני הקרקע (השרשה של הרוכב) [עומק נטיעה ״נמוך״].

סה״כ הטיפולים לספדונה: 4 שיטות עיצוב/צפיפות X 3 עומקי נטיעה X 2 כנות = 24 טיפולים.

קוסציה – הזן המפרה לספדונה הוא קוסציה BA29 X, שניטע כל שורה שלישית בציר ״רגיל״ (3.5x1.5 מ׳) או ״צפון״ (3.5x1.0מ׳) [190 עצים/ד׳ או 286 עצים/ד׳ בהתאמה], בעומק נטיעה אחיד – ההרכבה 10 ס״מ מתחת לפני הקרקע.

<u>מבנה הניסוי ומיקומו</u>

המבנה הבסיסי של חזרה אחת מתוך הארבע מורכב מ-13 שורות (2 ספדונה, אחת קוסציה וכן הלאה) בכיוון צפון-דרום, כשאורך השורה – 50 מ׳ (טבלה I). כל שורת ספדונה ניטעה על כנה אחת מתוך השתיים שנבדקות, בעיצוב מסוים אחד (מתוך 4) ועם 3 עומקי נטיעה. מספר העצים לכל עומק נטיעה בשורה מותנה בצפיפות הנטיעה, והוא נע מ-7 עצים לעומק נטיעה מסוים בצפיפות הנמוכה (סה״כ 21 עצים לשורה) ועד 33 עצים בצפיפות הכי גבוהה של שיטת ה-V (סה״כ 99 עצים לשורה). הזן המפרה ׳קוסציה׳ ניטע כאמור על הכנה המועדפת BA-29 בציר רגיל 3.5x1.5 מ׳ או צפון 3.5x1.0 מ׳ ובעומק נטיעה אחד – 10 ס״מ מתחת לפני הקרקע. ההשקיה מבוקרת ע״י מדידות שבועיות של פוטנציאל המים בגזע.

טבלה 1. תיאור של חזרה אחת מתוך הארבע

שורה	זן	מרחק במטרים		שיטת העיצוב	כנה	מספר העצים בכל עומק נטיעה*				שם הטיפול (ספדונה) *הערות (קוסציה)*
		בין השורות	בין העצים			נמוך	בינוני	גבוה	סה"כ עצים לטיפול	
1	קוסציה	3.5	1.5	ציר 1.5 מ'	BA29	33	0	0	33	*מפרה "רגיל"*
2	ספדונה	3.5	1.0	ציר 1.0 מ'	חבוש A	17	17	17	51	**ציר צפוף**
3	ספדונה	3.5	1.0	ציר 1.0 מ'	BA29	17	17	17	51	
4	קוסציה	3.5	1.0	ציר 1.0 מ'	BA29	51	0	0	51	*מפרה "צפוף"*
5	קוסציה	3.5	1.5	ציר 1.5 מ'	BA29	33	0	0	33	*מפרה "רגיל"*
6	ספדונה	3.5	1.5	ציר 1.5 מ'	חבוש A	11	11	11	33	**ציר**
7	ספדונה	3.5	1.5	ציר 1.5 מ'	BA29	11	11	11	33	
8	קוסציה	3.5	1.0	ציר 1.0 מ'	BA29	51	0	0	51	*מפרה "צפוף"*
9	ספדונה	3.5	0.5	V	חבוש A	33	33	33	99	V
10	ספדונה	3.5	0.5	V	BA29	33	33	33	99	
11	קוסציה	3.5	1.5	ציר 1.5 מ'	BA29	33	0	0	33	*מפרה "רגיל"*
12	ספדונה	4.5	2.0	ציר "ביקורת"	חבוש A	7	7	7	21	**ביקורת**
13	ספדונה	4.5	2.0	ציר "ביקורת"	BA29	7	7	7	21	

* עומקי הנטיעה:

נמוך – 10 ס"מ מתחת לפני הקרקע

בינוני – פני הקרקע

גבוה – 10 ס"מ מעל פני הקרקע

תוצאות

א. השפעת הכנה, צורת העיצוב ועומק הנטיעה על היקף הגזע

1. השפעת עומק הנטיעה על היקף הגזע של הרוכב (ספדונה)

בסוף שנת 2022 ניתן כבר לראות בבירור את ההשפעה המובהקת של עומק הנטיעה שהחלה להסתמן בסוף שנת 2014. בניתוח השפעת עומק הנטיעה על היקף הגזע, שלוקח בחשבון את כל 4 העיצובים יחד ואת שתי הכנות יחד, ניתן לראות שבהרכבה ה"גבוהה" (10 ס"מ מעל לקרקע) התקבל היקף הגזע הקטן ביותר – 43.4 ס"מ בהשוואה לעומק הנטיעה ה"נמוך" (הרכבה נמוכה = 10 ס"מ מתחת לקרקע = 47.1), כאשר ההרכבה ה"בינונית" (בגובה פני הקרקע) נתנה את תוצאת הביניים – 44.1 ס"מ – (טבלה 2). תוצאה זו היתה צפויה, כיוון שהשפעת הכנה לעיכוב צמיחת הרוכב חזקה יותר ככל שההרכבה גבוהה יותר, אך היא באה לידי ביטוי מובהק רק מסתיו 2015.

גם כשמסתכלים על השפעת עומק הנטיעה על היקף הגזע **בכל כנה בנפרד** (חבוש A או BA-29) ניתן לראות את אותה מגמה של הקטנה בהיקף הגזע ככל שההרכבה גבוהה יותר (44.0 לעומת 47.1 בכנת חבוש A וכן 42.8 לעומת 44.0 בכנת BA-29).

בחינת עומק הנטיעה **בכל אחת מארבע צורות העיצוב** השונות בנפרד מראה שוב אותה מגמה של הקטנת ההיקף בהרכבה הגבוהה. עם זאת, ההבדלים בשנה זו לא מובהקים כפי שהיו בשנה קודמת.

טבלה 2. השפעת עומק הנטיעה כגורם העיקרי (בכל העיצובים והכנות יחד, בכנות השונות בנפרד ובשיטות העיצוב בנפרד) על היקפי הגזע (ס״מ) בספדונה, דצמבר 2022.

עומק נטיעה	בכל העיצובים והכנות	בכנות השונות		בשיטות העיצוב השונות			
		חבוש A	BA-29	ביקורת	ציר	ציר צפוף	V
נמוך	45.5 a	47.1 a	44.0 a	55.0 a	50.4 a	42.3 a	34.4 a
בינוני	44.1 b	44.5 b	43.6 a	53.9 a	48.4 a	40.5 a	33.6 a
גבוה	43.4 b	44.0 b	42.8 a	52.6 a	48.0 a	40.9 a	31.9 a

תוצאות באותו הטור, המלוות באותיות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק, P=0.05, לפי מבחן Duncan

2. השפעת הכנה על היקף הגזע

כדי לבודד את השפעת הכנה מהשפעת העיצובים (=צפיפויות נטיעה) בחנו בשלב ראשון את היקפי הגזע של טיפול הביקורת בלבד, כלומר הטיפול הסטנדרטי המרווח ביותר.

נמצא שעל אף שבארבע השנים הראשונות מהנטיעה (2011-2014) כנת ה-BA29 הראתה צימוח חזק יותר (היקפי גזע גדולים יותר) בהשוואה לחבוש A, בשנים האחרונות (2015-2022) הפערים הצטמצמו וכבר לא ניכרו הבדלים משמעותיים ביניהם – לא בביקורת (איור 1) ולא בכל עיצוב בנפרד (תוצאות לא מוצגות). גם בבדיקת **הפרשי הגידול** משנה לשנה נמצא שכבר אין הבדל בין הכנות כפי שהיה בשנים הראשונות (איור 2). בבדיקת שאר העיצובים (תוצאות לא מוצגות) יש לציין שהפערים בין הכנות הולכים ומצטמצמים, בעיקר בטיפולים הצפופים יותר שגורמים להאטת הגידול של **שתי** הכנות.

3. השפעת שיטת העיצוב/ צפיפות הנטיעה על היקף הגזע

נראה כי לצורת העיצוב, הקובעת למעשה את צפיפות הנטיעה, השפעה משמעותית מאוד על חוזק העץ המתבטא בהיקף הגזע. ככל שצפיפות הנטיעה גבוהה יותר (ביקורת > ציר > ציר צפוף > V) – היקפי הגזע של הספדונה קטנים יותר (איורים 3+4), וללא הבדל משמעותי בין הכנות (איור 3 מול איור 4). מכאן שגדילת העץ מרוסנת יותר ככל שצפיפות הנטיעה עולה.

איור 1. השפעת הכנות (BA-29 וחבוש A) בטיפול ה"ביקורת" בלבד על היקפי הגזע מהנטיעה ועד 12/2022.

אותיות שונות בכל תאריך מדידה מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים, $P = 0.05$, לפי מבחן Duncan

איור 2. השפעת הכנות (BA-29 וחבוש A) בטיפול ה"ביקורת" בלבד על הפרשי הגידול בהיקפי הגזע בין אפריל 2011 לדצמבר 2022.

אותיות שונות על העמודות בכל תאריך מדידה מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים, $P = 0.05$, לפי מבחן Duncan

איור 3. השפעת שיטות העיצוב עם כנת **חבוש A** על היקפי הגזע (4/2011-12/2022).

אותיות שונות בכל תאריך מדידה מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים, $P = 0.05$, לפי מבחן Duncan

איור 4. השפעת שיטות העיצוב עם כנת **BA29** על היקפי הגזע (4/2011-12/2022).

אותיות שונות בכל תאריך מדידה מציינות הבדל מובהק בין הטיפולים, $P = 0.05$, לפי מבחן Duncan

ב. השפעת הכנה, שיטות העיצוב ועומק הנטיעה על היבול וגודל הפרי

שנת 2022 היתה השנה השמינית עם יבול מסחרי. במהלך יולי נקטפו הפירות ונמדדו היבול הכללי ומשקל הפרי הממוצע לעץ (טבלאות 5-3) [עד שנת 2020 מיינו את הפרי ל-3 גדלים: קטן, בינוני וגדול]. לאחר מכן חושב היבול לדונם לפי מספר העצים לדונם בכל שיטת עיצוב – ראה חומרים ושיטות (טבלה 1). שוב ניתן לראות את השפעת הכנה, שיטות העיצוב ועומק הנטיעה.

1. השפעת הכנות

בדומה לשנות היבול הקודמות התקבל בכל טיפולי העיצוב יבול **כללי** גבוה יותר בכנת חבוש A, הן בחישוב לעץ (טבלה 3) והן בחישוב לדונם (טבלה 4).

משקל הפרי הממוצע היה גבוה יותר בחבוש A, אך רק בצפיפויות הגבוהות – V וציר צפוף (טבלה 5).

סיכום מצטבר של כל היבולים המסחריים, כלומר פרי מעל גודל 60 מ״מ שנבדק בשנים 2015-2020, מצביע על יתרון מובהק לחבוש A ביבול הכללי לדונם (טבלה A בנספח) וביבול הפרי הגדול (טבלה B בנספח) והענק (טבלה C בנספח) לדונם אך רק בעיצוב V. הפער המצטבר בין הכנות ביבול הפרי הגדול (עד שנת 2020) היה כמעט 3 טון/ד׳ לטובת החבוש A (15.2 טון/ד׳ בחבוש A עם עיצוב V לעומת 12.1 טון/ד׳ בלבד בכנת BA29 עם אותו עיצוב (איורים B+A וטבלה B בנספח). נראה שהפער המצטבר בין העיצובים הולך וגדל לטובת עיצוב V (איורים B+A בנספח).

2. השפעת שיטות העיצוב

בחישוב לפי **עץ** ניתן לראות שהביקורת נתנה בד״כ (בכל כנה בנפרד או בשתיהן יחד) יבול כללי גבוה יותר (טבלה 3). עם זאת, כאשר בוחנים את היבולים לפי **דונם** מתקבלת תמונה שונה לחלוטין (טבלה 4): בשתי הכנות הביקורת נותנת בד״כ יבול **הכללי** נמוך בהשוואה לשאר העיצובים, כאשר עיצוב V על חבוש A הוא המצטיין באופן מובהק בהשוואה לשאר העצובים. גם במשקל הפרי הממוצע הטיפולים הצפופים ביותר (V וציר צפוף) נתנו תוצאות טובות, למרות עומס יבול גבוה (טבלה 5).

סיכום מצטבר של כל היבולים המסחריים הראשונים (2015-2020, טבלאות A-C ואיורים B-A בנספח) מחזק את הנאמר לעיל ומצביע שוב, בעיקר עם כנת חבוש A, על עליית היבול הכללי ויבולי הפרי הגדול והענק **לדונם** עם עליית הצפיפות, כשעיצוב ה-V הוא המצטיין (ובעיקר בפרמטר של יבול פרי גדול >60 מ״מ). לעומת זאת בכנת ה-BA29 רואים בקושי את השפעת עליית הצפיפות (איורים A-B בנספח), למרות שגם בכנה זו העיצוב המצטיין הוא V (איור B בנספח).

הסיבה העיקרית ליבולים הגבוהים **לעץ** בביקורת היא שהעצים הרבה יותר גדולים (פחות עצים לדונם בהשוואה לעיצובים האחרים). חיזוק להשפעת הצפיפות על היבול **לעץ** אפשר לראות מנתוני היבולים בכל העיצובים (והכנות): ככל שצפיפות הנטיעה גבוהה יותר, היבול הכללי ויבול הפרי הגדול **לעץ** נמוכים יותר. הסדר היורד של היבולים **לעץ** הוא: ביקורת > ציר > ציר צפוף > V. עם זאת כאשר בוחנים את היבולים **לדונם** (טבלה 4) ובעיקר את יבול הפרי הגדול לדונם (עד שנת 2020), כלומר לוקחים בחשבון את מספר העצים לדונם בכל שיטת עיצוב, מתקבלת תמונה שונה המראה את הפוטנציאל שיש לשיטות העיצוב הצפופות – ציר צפוף ובעיקר V.

לסיכום היבול המצטבר – הכנה המצטיינת ביבול הפרי הגדול לדונם היא החבוש A. יתרונה עולה ככל שהצפיפות גבוהה יותר, ולכן עיצוב V הוא המצטיין.

טבלה 3. השפעת הכנה ושיטת העיצוב על היבול הכללי **לעץ** (ק״ג/עץ) של עצי ספדונה, קיץ 2022.

כנה	**שיטת עיצוב**				**השפעה עיקרית של הכנות בכל שיטות העיצוב והעומקים יחד**
	ביקורת	**ציר**	**ציר צפוף**	**V**	
חבוש A	24.9 aA	20.5 aA	7.1 aB	9.7 aB	15.5 a
BA-29	22.8 aA	14.9 bB	4.5 aC	4.7 aC	11.7 b
השפעה עיקרית של העיצובים בכל הכנות והעומקים יחד	23.8 A	17.7 B	5.8 C	7.2 C	

תוצאות באותו הטור המלוות באותיות קטנות שונות (הבדל בין כנות) ותוצאות באותה השורה המלוות באותיות גדולות שונות (הבדל בין עיצובים) – נבדלות זו מזו באופן מובהק, P< 0.05, לפי מבחן Duncan.

טבלה 4. השפעת הכנה ושיטת העיצוב על היבול הכללי **לדונם** (טון/ד׳) של עצי ספדונה, קיץ 2022.

כנה	**שיטת עיצוב**				**השפעה עיקרית של הכנות בכל שיטות העיצוב והעומקים יחד**
	ביקורת	**ציר**	**ציר צפוף**	**V**	
חבוש A	2.8 aBC	3.9 aB	2.0 aC	5.1 aA	3.5 a
BA-29	2.5 aA	2.8 aA	1.3 aA	2.7 bA	2.3 b
השפעה עיקרית של העיצובים בכל הכנות והעומקים יחד	2.6 B	3.4 AB	1.7 C	3.9 A	

תוצאות באותו הטור המלוות באותיות קטנות שונות (הבדל בין כנות) ותוצאות באותה השורה המלוות באותיות גדולות שונות (הבדל בין עיצובים) – נבדלות זו מזו באופן מובהק, P< 0.05, לפי מבחן Duncan.

טבלה 5. השפעת הכנה ושיטת העיצוב על משקל הפרי הממוצע לעץ (גר׳) בעצי ספדונה, קיץ 2022.

כנה	**שיטת עיצוב**				**השפעה עיקרית של הכנות בכל שיטות העיצוב והעומקים יחד**
	ביקורת	**ציר**	**ציר צפוף**	**V**	
חבוש A	102.5 aA	101.8 aA	109.3 aA	111.6aA	106.3 a
BA-29	112.5 aA	105.8 aA	93.5 aA	100.2 aA	103.0 a
השפעה עיקרית של העיצובים בכל הכנות והעומקים יחד	107.5 A	103.8 A	101.4 A	105.9 A	

תוצאות באותו הטור המלוות באותיות קטנות שונות (הבדל בין כנות) ותוצאות באותה השורה המלוות באותיות גדולות שונות (הבדל בין עיצובים) – נבדלות זו מזו באופן מובהק, P< 0.05, לפי מבחן Duncan.

3. עומק נטיעה (גובה ההרכבה)

בניגוד לשנים הראשונות, בהן נראה יתרון קל ולעתים מובהק לנטיעת חבוש A בעומק נמוך, נראה שבשנה זו, בדומה לשנתיים הקודמות אך בעוצמה גדולה יותר, המגמה מתהפכת, כלומר היתרון ביבול הכללי לעץ עובר לנטיעה בגובה גבוה (טבלאות 7+6). היתרון בולט בעיקר בחבוש A, אך במידה פחותה מעט גם ב-BA-29. גודל הפרי הממוצע הושפע בעיקר מעומס הפרי – בנטיעה ה"נמוכה" עם יבול נמוך התקבל פרי קטן יותר, אך זה התבטא רק בכנת חבוש A עם היבולים הגבוהים.

לאור שינוי המגמה בעומקי הנטיעה יש להמשיך ולעקוב אחר ביצועי העצים עוד מספר שנים, כדי לברר האם זה מסמן כיוון או שזו תופעה מקרית.

טבלה 6. ההשפעה העיקרית של עומק הנטיעה (גובה ההרכבה) על היבול הכללי ומשקל הפרי הממוצע (גר') לעץ בשנת 2022. ההשפעה העיקרית כוללת את שתי הכנות ואת כל ארבעת העיצובים יחד.

עומק נטיעה	יבול כללי לעץ	משקל פרי ממוצע לעץ (גר')
נמוך	8.9 b	106.5 a
בינוני	15.4 a	105.0 a
גבוה	16.5 a	102.4 a

תוצאות באותו הטור המלוות באותיות קטנות שונות נבדלות זו מזו באופן מובהק, P< 0.05, לפי מבחן Duncan

טבלה 7. ההשפעה העיקרית של עומק הנטיעה בכל כנה בנפרד אך בכל העיצובים יחד על היבול הכללי ומשקל הפרי הממוצע (גר') לעץ, 2022.

עומק הנטיעה	יבול כללי (ק"ג/עץ)		משקל פרי ממוצע לעץ (גר')	
	חבוש A	BA29	חבוש A	BA29
נמוך	10.1 c	7.7 b	117.1 a	95.9 a
בינוני	15.4 b	15.5 a	103.1 ab	107.0 a
גבוה	21.1 a	11.9 ab	98.7 b	106.1 a

תוצאות באותו הטור המלוות באותיות קטנות שונות נבדלות זו מזו באופן מובהק, P< 0.05, לפי מבחן Duncan

ג. השפעת הכנה כגורם עיקרי בכל עיצוב בנפרד ובכולם יחד והשפעת שיטות העיצוב בכל כנה בנפרד ובכולן יחד על הוצאות העבודה (ימי עבודה) לדונם

[עומק הנטיעה נבדק באופן אחיד לכל אורך השורה]

למרות צפיפות נטיעה גבוהה מאוד בשיטת ה-V, שהעלתה את ההוצאות על שתילים בשנה הראשונה, לא היו בהמשך השנים כל הבדלים בין הטיפולים (כנות, עיצובים, מרחקי נטיעה) בהוצאות העבודה לדונם (ראה טבלה 12 בדוח מפורט למדע"ר 2016).

<u>סיכום תוצאות המחקר (2011-2022)</u>

צפיפות הנטיעה –

להגברת צפיפות הנטיעה ע״י שיטות העיצוב השונות, וללא קשר ישיר לכנה זו או אחרת, השפעה משמעותית על האטת קצב הצימוח, שבאה לידי ביטוי בהיקף הגזע שהולך ויורד (איורים 3+4). הנטיעה הצפופה ביותר של 570 עצים לדונם בעיצוב V הצליחה לרסן את גידול העץ בצורה המשמעותית ביותר. כתוצאה מריסון העץ ומצמצום נפח השורשים שלו היבול הכללי **לעץ** אמנם ירד אך היבול **לדונם**, ובעיקר יבול הפרי הגדול (>60 מ״מ, איורים A+B בנספח) ולעתים גם הענק (>65 מ״מ) לדונם, עלו משמעותית (טבלאות 3-4 וטבלאות A-C בנספח). עם זאת גם בצפיפות של 286 עצים לדונם בעיצוב של ציר צפוף התקבל ריסון מוצלח של העץ שהביא לתוספת משמעותית של פרי גדול לדונם, אך לא כמו עיצוב V, שהיה המצטיין.

כנות –

על אף ההשפעה העיקרית של צפיפות הנטיעה עם שתי הכנות על האטת הצימוח (איורים 3+4) ההשפעה החזקה ביותר שהביאה כנראה לאיזון האופטימלי בין צמיחה לפוריות, וכתוצאה מכך ליבולים גבוהים ובעיקר של פרי גדול, התקבלה בעזרת כנת החבוש A. בעבר מצאנו כי כנה זו יצרה עקת מים קלה לעץ בהשוואה לכנת ה-BA29, מה שהביא ככל הנראה להחלשת הספדונה המורכבת עליה. כתוצאה מההחלשה ההתמיינות לפריחה בד״כ משתפרת, והסיכויים לקבלת יבול רב עם פרי גדול עולים, מה שאכן קרה (טבלאות 3-5 וטבלאות A-C בנספח). תוצאות 2022 חיזקו מאוד את הנאמר.

עומק הנטיעה –

בשנת 2019 נראה לראשונה יתרון משמעותי של נטיעת ספדונה על כנת חבוש A בגובה הרכבה גבוה. זאת לאחר 3 שנות יבול ראשונות בהן לא נראו הבדלים משמעותיים בעומק הנטיעה של ההרכבה, ולעתים היה אף יתרון קל, אך לא מובהק, דווקא לעומק הנטיעה הנמוך. היפוך המגמה המשיך גם ב-2020-2022, וביתר שאת. האם יש כאן שינוי מגמה הקשור לגיל העצים שמתחילים להגיע לבגרות מלאה או שזהו אירוע חד פעמי וחולף?

לסיכום –

ההיפותזה של ריסון העץ בעזרת שילוב של שלוש השיטות הנ״ל, כדי לאזן נכון בין צמיחה לפוריות, מסתברת כנכונה. בשלב זה נראה כי נטיעה בגובה הרכבה גבוה מאטה את עוצמת הצימוח, ויחד עם הגברת צפיפות הנטיעה והשימוש בכנת החבוש A החלשה, ניתן להשיג את האיזון האופטימאלי בין צמיחה לפוריות וע״י כך להגיע ליבול המקסימאלי של יבול פרי גדול לדונם. יש להמשיך ולעקוב אחר ביצועי העצים לעוד מספר שנים נוספות, כדי לברר האם בתנאי ישראל החמה עדיין אפשר לטעת עץ ספדונה כשהכנה נמצאת ״בחוץ״ (גובה הרכבה גבוה) או שזה מסוכן מדי ועדיף לטעת בגובה הרכבה נמוך.

המסקנות המדעיות וההשלכות על יישום המחקר

1. התוצאות הוכיחו את היפותזת העבודה שלנו, האומרת שלצפיפות הנטיעה קשר ישיר לעוצמת הצימוח, כלומר – ככל שהצפיפות גבוהה יותר עוצמת הצימוח חלשה יותר ללא קשר לכנה זו או אחרת.עם זאת מהשוואת ביצועי שתי הכנות עולה שהחבוש A מחלישה את הרוכב יותר מ-BA29. תופעה זו נגרמת אולי מזמינות מים נמוכה יותר של הספדונה המורכבת על החבוש A (פוטנציאל מים בגזע שלילי יותר).
2. לגובה ההרכבה מעל פני הקרקע (עומק הנטיעה) יש השפעה על עוצמת הצימוח ועל היבולים. בחבוש A נמצא כי ככל שגבוהה יותר עוצמת הצימוח חלשה יותר והיבולים, ובעיקר יבול הפרי הגדול, גבוהים יותר. בכנת ה-BA29, החזקה מהחבוש A, התקבלה מגמה דומה אם כי פחות מורגשת, והיא נתנה בד"כ יבולים נמוכים מהחבוש A.
3. החלשת עוצמת הצימוח ע"י הגברת צפיפות הנטיעה, שימוש בכנת החבוש A ונטיעה בגובה הרכבה גבוה, מביאה לאיזון אופטימלי בין צמיחה לפוריות שמאפשרת התמיינות טובה יותר של פקעי פריחה, יבולים גבוהים של פרי גדול וחיסכון עתידי בימי עבודה בטיפולים השונים ובקטיף. הצפיפות המקובלת של טיפול הביקורת (110 עצים לדונם) עם כנת החבוש A הסטנדרטית הביאה ליבולים הנמוכים ביותר לדונם, הן יבול כללי והן יבול פרי גדול. עם זאת, כאשר הכנה בביקורת (בלבד) היתה BA29 החזקה יותר היבולים עלו. בונוס נוסף של הפחתת עוצמת הצימוח היה הקטנה משמעותית בנגיעות בחירכון.
4. לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים בהוצאות העבודה לדונם בין שתי הכנות או בין צפיפויות הנטיעה השונות. כמו כן, למרות צפיפות הנטיעה הגבוהה מאוד בשיטת ה-V, הוצאות העבודה בעיצוב זה לא היו גבוהות יותר (פרט להוצאות ההקמה – בעיקר של השתילים).

<u>לסיכום</u> –

הטיפול המצטיין עד שנת 2022 בהשגת יבול כללי ובעיקר יבול פרי גדול היה הטיפול הצפוף ביותר – עיצוב V עם 570 עצים לדונם על כנת חבוש A, כאשר ההרכבה גבוהה (מעל הקרקע).

שאלות סיכום

מטרות המחקר לתקופת הדוח

יצירת עץ קומפקטי שיביא להוזלת עלויות הגיזום והקטיף, לביטול השימוש במעכבי צימוח למיניהם ולאיזון אופטימלי בין צמיחה לפוריות. כתוצאה מכך נשיג הקדמת ניבה, הגדלת יבולים, שיפור איכות הפרי, הקטנת הסרוגיות בין השנים ואולי גם הקטנת הנגיעות בחירכון.

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח

החלקה ניטעה באביב 2011. העצים התפתחו יפה מאוד, בדיוק לפי תכנית העבודה. מלבד טיפולי העיצוב השונים הכוללים – קשירות, קיטומים וכדומה, בהתאם לצורות העיצוב, ביצענו מעקב אחר ההתפתחות הווגטטיבית של העצים בעזרת מדידות היקפי גזע. בשלב זה כבר ניתן לומר שהעיצובים השונים השפיעו על עוצמת הצימוח ועל היבולים : ככל שהעיצוב צפוף יותר – קצב גדילת העץ קטן יותר ויבול הפרי הגדול לדונם עולה.

המסקנות המדעיות וההשלכות על יישום המחקר

1. התוצאות הוכיחו את היפותזת העבודה שלנו, האומרת שלצפיפות הנטיעה קשר ישיר לעוצמת הצימוח, כלומר – ככל שהצפיפות גבוהה יותר עוצמת הצימוח חלשה יותר ללא קשר לכנה זו או אחרת.עם זאת מהשוואת ביצועי שתי הכנות עולה שהחבוש A מחלישה את הרוכב יותר מ-BA29.

   תופעה זו נגרמת אולי מזמינות מים נמוכה יותר של הספדונה המורכבת על החבוש A (פוטנציאל מים בגזע שלילי יותר).
2. לגובה ההרכבה מעל פני הקרקע (עומק הנטיעה) יש השפעה על עוצמת הצימוח ועל היבולים. בחבוש A נמצא כי ככל שגבוהה יותר עוצמת הצימוח חלשה יותר והיבולים, ובעיקר יבול הפרי הגדול, גבוהים יותר. בכנת ה-BA29, החזקה מהחבוש A, התקבלה מגמה דומה אם כי פחות מורגשת, והיא נתנה בד"כ יבולים נמוכים מהחבוש A.
3. החלשת עוצמת הצימוח ע"י הגברת צפיפות הנטיעה, שימוש בכנת החבוש A ונטיעה בגובה הרכבה גבוה, מביאה לאיזון אופטימלי בין צמיחה לפוריות שמאפשרת התמיינות טובה יותר של פקעי פריחה, יבולים גבוהים של פרי גדול וחיסכון עתידי בימי עבודה בטיפולים השונים ובקטיף. הצפיפות המקובלת של טיפול הביקורת (110 עצים לדונם) עם כנת החבוש A הסטנדרטית הביאה ליבולים הנמוכים ביותר לדונם, הן יבול כללי והן יבול פרי גדול. עם זאת, כאשר הכנה בביקורת (בלבד) היתה BA29 החזקה יותר היבולים עלו. בונוס נוסף של הפחתת עוצמת הצימוח היה הקטנה משמעותית בנגיעות בחירכון.
4. לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים בהוצאות העבודה לדונם בין שתי הכנות או בין צפיפויות הנטיעה השונות. כמו כן, למרות צפיפות הנטיעה הגבוהה מאוד בשיטת ה-V, הוצאות העבודה בעיצוב זה לא היו גבוהות יותר (פרט להוצאות ההקמה – בעיקר של השתילים).

<u>לסיכום</u> –

הטיפול המצטיין עד שנת 2022 בהשגת יבול כללי ובעיקר יבול פרי גדול היה הטיפול הצפוף ביותר – עיצוב V עם 570 עצים לדונם על כנת חבוש A, כאשר ההרכבה גבוהה (מעל הקרקע).

הבעיות שנותרו לפיתרון

- לבחון את שיטות העיצוב, הכנות וגובה הנטיעה בשנות המחקר הבאות לאחר שהעצים נכנסו לניבה מלאה רק ב-2015 (יבול מסחרי ראשון). יש לקבל מידע ברור יותר על רמת היבול הרב שנתי ואיכותו, השפעה על הסרוגיות, על התנוונות אפשרית של כנה זו או אחרת, ובעיקר חבוש A הנוטה לכך, השפעות של טיפולים אגרוטכניים כגון דילול, גיזום וכדומה.

- לבחון לאיזה רמת יבול לעץ רוצים להגיע בכל שיטת עיצוב/כנה/עומק נטיעה. לשם כך נצטרך לדלל חלק מהפירות בחלק מהטיפולים. בשלב זה לא עסקנו בזה כלל.

האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח

דיווח בכנס ראש פינה 15/12/15, 25/12/18

מאמר לעלון הנוטע – "עיצובים ואומדי נטיעה מתקדמים באגס ספדונה לשיפור יבול ואיכות", עלון הנוטע (2017) : 71 (9) : 34-30.

פרסום הדו"ח

ניתן לפרסמו ללא הגבלה

נספחים

טבלה A. השפעת הכנה ושיטת העיצוב על היבול הכללי המצטבר (2015-2022) **לדונם** (טון/ד') של עצי ספדונה, קיץ 2022.

כנה	**שיטת עיצוב**				**השפעה עיקרית של הכנות בכל שיטות העיצוב והעומקים יחד**
	ביקורת	**ציר**	**ציר צפוף**	**V**	
חבוש A	20.5 aB	24.9 aB	22.6 aB	30.9 aA	24.7 a
BA-29	18.1 aA	19.7 bA	18.5 aA	21.9 bA	19.6 b
השפעה עיקרית של העיצובים בכל הכנות והעומקים יחד	19.3 B	22.3 B	20.6 B	26.4 A	

תוצאות באותו הטור המלוות באותיות קטנות שונות (הבדל בין כנות) ותוצאות באותה השורה המלוות באותיות גדולות שונות (הבדל בין עיצובים) – נבדלות זו מזו באופן מובהק, $P< 0.05$, לפי מבחן Duncan.

טבלה B. השפעת הכנה ושיטת העיצוב על יבול פרי גדול (>60 מ"מ) מצטבר (2015-2020) **לדונם** (טון/ד') של עצי ספדונה, קיץ 2020.

כנה	**שיטת עיצוב**				**השפעה עיקרית של הכנות בכל שיטות העיצוב והעומקים יחד**
	ביקורת	**ציר**	**ציר צפוף**	**V**	
חבוש A	11.0 Ba	12.2 Ba	11.3 Ba	15.2 Aa	12.4 a
BA-29	10.8 Aa	11.2 Aa	10.7 Aa	12.1 Ab	11.2 b
השפעה עיקרית של העיצובים בכל הכנות והעומקים יחד	10.9 B	11.7 B	11.0 B	13.6 A	

תוצאות באותו הטור המלוות באותיות קטנות שונות (הבדל בין כנות) ותוצאות באותה השורה המלוות באותיות גדולות שונות (הבדל בין עיצובים) – נבדלות זו מזו באופן מובהק, $P< 0.05$, לפי מבחן Duncan.

טבלה C. השפעת הכנה ושיטת העיצוב על יבול פרי ענק (>65 מ"מ) מצטבר (2015-2020) **לדונם** (טון/ד') של עצי ספדונה, קיץ 2020.

כנה	**שיטת עיצוב**				**השפעה עיקרית של הכנות בכל שיטות העיצוב והעומקים יחד**
	ביקורת	**ציר**	**ציר צפוף**	**V**	
חבוש A	5.1 Ba	5.5 Ba	5.2 Ba	7.4 Aa	5.8 a
BA-29	5.7 Aa	6.0 Aa	5.4 Aa	6.1 Ab	5.8 a
השפעה עיקרית של העיצובים בכל הכנות והעומקים יחד	5.4 B	5.8 B	5.3 B	6.7 A	

תוצאות באותו הטור המלוות באותיות קטנות שונות (הבדל בין כנות) ותוצאות באותה השורה המלוות באותיות גדולות שונות (הבדל בין עיצובים) – נבדלות זו מזו באופן מובהק, $P< 0.05$, לפי מבחן Duncan.

איור A. השפעת שיטת העיצוב עם כנת חבוש A על יבול הפרי הגדול (>60 מ״מ) המצטבר בשנים 2015-2020.

איור B. השפעת שיטת העיצוב עם כנת BA29 על יבול הפרי הגדול (>60 מ״מ) המצטבר בשנים 2015-2020.