

שם התכנית : הגמעת מעכב צימוח להעלאת היבול הרב שנתי וציפוף הנוף בעצי אבוקדו מהזנים 'האס' ו'פינקרטון'

מספר מחקר : 91-107-20

חוקר ראשי : ד"ר ליאור רובינוביץ'

סטטוס התוכנית (נמשכת/סופית) : נמשכת

מועד התחלה וסיום התוכנית : 2020-2022

תוכן עניינים

.....	תקציר
.....	רקע קצר, תיאור הבעיה ומטרות המחקר
.....	מהלך המחקר ושיטות העבודה
.....	תוצאות ביניים
.....	דיון
.....	ביבליוגרפיה

תקציר :

האבוקדו (*Persea americana*) הינו עץ פרי סובטרופי ירוק עד. בשנים האחרונות נהנה הענף מביקוש ומחירים גבוהים. למרות האטרקטיביות הגדולה שלו, יבול הזן 'האס' במטעי ישראל נמוך יחסית לזני אבוקדו אחרים. במצב עתידי בו ירד המחיר לקילוגרם הכדאיות הכלכלית לגידולו ברמות היבול הנוכחיות תהיה גבולית. על אף היתרונות הטמונים בגידול האבוקדו במסגרת מטע בצפיפות גבוהה, ממשק נטיעה זה אינו נפוץ כיום בארץ, בעיקר בשל אופי הצימוח האגרסיבי של הזנים העיקריים, בפרט ה'האס' וה'פינקרטון'. אחת האפשרויות להגדלת היבול ליחידת שטח באבוקדו ולציפוף הנוף היא טיפול במעכב גיברלין. השערת המחקר היא שהגמעת העצים במעכב הצימוח יכולה להביא לתוספת ביבול ולעיכוב בצימוח הווגטטיבי. מטרת המחקר המרכזית היא לשפר את רווחיות גידול האבוקדו בזנים 'האס' ו'פינקרטון' ע"י הגדלת היבול הרב שנתי במטע. מטרה נוספת היא להביא לציפוף נוף העצים לצורך פיתוח עתידי של מטע נמוך קומה. לשם כך, עצי 'האס' במטע יחיעם הוגמכו במאי בריכוזים שונים של 4.5, 6, 8, 10 סמ"ק/עץ של מעכב הצימוח מג'יק ונערכו סקרי פריחה, חנטה וקטיפים. התוצאות הראו כי לא נמצאו הבדלים מובהקים בעוצמת הפריחה או ביבול השנתי. כמו כן, ברוב השנים לא נמצא הבדל מובהק בפרמטר משקל הפרי הממוצע. בנוסף, לא נראה הבדל בקצב צימוח העצים. כמו כן, הוגמכו במטע דגניה ב' עצים מהזן 'פינקרטון' במינונים של 3, 4, 6, 8 סמ"ק/עץ מג'יק. גם במטע זה הראו התוצאות כי לא נמצאו הבדלים מובהקים בעוצמת הפריחה, ביבול או במשקל הפרי הממוצע בין הטיפולים השונים. בנוסף, לא נראה הבדל מובהק בקצב צימוח העצים. לאור תוצאות אלה, ומתוך הבנה כי יש להעלות את המינונים של מעכב הצימוח, הרחבנו במאי 2022 את הניסוי לחלקה נוספת ביראון בזן 'האס', בו הוגמכו עצים בהיקף רחב (שורות שלמות) במינוני מעכב צימוח גבוהים יחסית של 8, 12, 16 סמ"ק/עץ באמצעות מערכת ההשקיה. השפעת מעכב הצימוח בציפוף נוף העצים הייתה ברורה וניכרת לעין כבר לאחר מספר חודשים בודדים מההגמעה. לאור זאת, יש להמשיך ולעקוב אחר השפעת המעכב במינונים השונים בחלקה זו, זאת במסגרת תוכנית המשך לשנים הקרובות.

רקע קצר, תיאור הבעיה ומטרות המחקר :

האבוקדו (*Persea americana*) הינו עץ פרי סובטרופי ירוק עד השייך למשפחת העריים (Lauraceae) ומוצאו במרכז אמריקה ומקסיקו. ייצור האבוקדו העולמי ב-2017 עמד על כ-6 מיליון טונות ממטעים על פני שטח של כ-5.9 מיליון דונמים (www.faostat.org). רוב הפירות מיוצרים בארצות מרכז אמריקה, כאשר מקסיקו היא היצרנית הגדולה ביותר בעולם (כ-30% מהפירות). בארץ היקף מטעי האבוקדו עומד על כ-110,000 דונם ובשנים הקרובות, הצפי הוא לגידול בהיקף המטעים בקצב של כ-10,000 דונם נוספים בכל שנה (ידע אישי, מיקי נוי). הפרי משווק גם לייצוא וגם בשוק מקומי ובשנים האחרונות הוא פודה מחירים גבוהים. הזן 'האס' מרכיב מעל 90% מהיבול בקרב זני האבוקדו בעולם, כאשר המטעים מזן זה נטועים בישראל על שטח של כ-35,000 דונם בסה"כ. לעצי 'ההאס' צימוח חזק והפרי מתאפיין בטעם טוב ובקליפה עבה ונוחה לקילוף שצבעה מתחלף לשחור עם ההבשלה. למרות האטרקטיביות הגדולה שלו, יבול 'ההאס' במטעי ישראל נמוך יחסית לזני אבוקדו אחרים כמו 'אטינגר' ו'ריד' ועומד על כ-1.3-1.5 טון/דונם בלבד בממוצע רב שנתי והוא מאופיין בסירוגיות גבוהה. בשנים האחרונות מחיר פרי ההאס הינו גבוה (באזור 7-10 ש"ח לקילוגרם), אך יתכן מצב עתידי בו המחיר לקילוגרם ירד מ-4 ש"ח לקילוגרם, אז הכדאיות הכלכלית לגידולו ברמות היבול הנוכחיות תהיה גבולית. לאור זאת, ישנה חשיבות גדולה לפיתוח ממשק אגרוטכני להגדלת יבול 'ההאס'. על אף החשיבות הגדולה של זן זה, באזור הגליל העליון ועמק הירדן ישנה הגבלה בגידולו, מכיוון שגודל הפרי קטן מדי ביחס לדרישות השוק בייצוא. על כן באזורים אלה הזנים הנפוצים הינם זנים ירוקים בעלי פרי גדול כדוגמת 'הפינקרטון'. באזורים אלה, לזן זה חשיבות כלכלית רבה מכיוון שהוא מהווה תחליף מסחרי מוצלח לזן 'ההאס'. יבול 'הפינקרטון' עומד על כ-2.5 טון/דונם בהתאמה (מקור- ידע אישי הדר כהן) אך הפרי מזן זה פודה מחיר נמוך משמעותית מזה של זן 'ההאס' ועל כן גם עבורו ישנה חשיבות רבה בהגדלת היבול.

כמו כן, חשוב לציין כי על אף הביקוש הגובר לפרי האבוקדו והרווחיות הגדולה הטמונה בגידול זה, שטחי הנטיעות החדשים הפוטנציאליים עבור גידול זה באזור צפון הארץ הולכים וקטנים, זאת משתי סיבות עיקריות- האחת בשל תנאי האקלים במהלך עונת החורף, ובפרט הסכנה לקרה אשר יכולה לפגוע בצורה משמעותית בעצים אבוקדו צעירים ובוגרים כאחד; השנייה בשל הגבלה בכמויות המים הזמינות לשימוש במטעים (ידע אישי- מיקי נוי). בשל כך, כמעט ולא ניתן להגדיל את שטחי נטיעות האבוקדו באזור זה. לכן, ישנה חשיבות גדולה למיקסוס היבול במסגרות מגבלות הקרקע, האקלים והמשאבים. אחת האפשרויות לכך היא גידול האבוקדו בממשק מטע בצפיפות נטיעה גבוהה (83-67 עצים/דונם), כך שמתקבלות יותר יחידות ייצור ליחידת שטח ביחס למטע הנטוע בצפיפות סטנדרטית (55-42 עצים/דונם), בעוד כמות השקיה השנתית לדונם אינה משתנה, מה שמביא לחסכון במים ליחידת יצור. על אף היתרונות הטמונים בגידול האבוקדו במסגרת מטע בצפיפות גבוהה, ממשק נטיעה זה אינו נפוץ כיום בארץ, בעיקר בשל אופי הצימוח האגרסיבי של הזנים העיקריים, בפרט 'ההאס' ו'הפינקרטון'.

אחד מהגורמים המרכזיים המעורבים בצימוח הווגטטיבי והרפרודוקטיבי בצמחים הוא ההורמון ג'יברלין. ג'יברלינים (GAs) הינם הורמונים צמחיים ועד כה בודדו למעלה מ-130 ג'יברלינים שונים, אשר רק חלקם הקטן פעיל בצמח [1]. הג'יברלינים מעורבים בתהליכים רבים במהלך התפתחות הצמח החל מעידוד נביטה, דרך עידוד חלוקת תאים, התארכות תאים ורקמות, אינדוקציה לפריחה, התפתחות הפרח, בקרת המין בפרחים, התפתחות זרעים ופירות וכלה בבקרת ההזדקנות [2-6]. בפרקטיקה החקלאית קיימים תכשירים מסחריים שמטרתם לעכב את הצימוח הווגטטיבי של גידולים שונים והנפוצים בשימוש הם הטריאזולים, כגון פקלובוטריזול או יוניקונזול המעכבים את סינתזת ההורמון. מעבר למעורבות הג'יברלין בצימוח

הווגטטיבי, ההורמון ידוע גם כמעכב התמיינות לפריחה במספר רב של עצי פרי [7]. למשל, על סמך עבודות שנערכו בעבר בעצים סובטרופיים כגון המנגו, הוצע שגייברלינים מעורבים בבקרה שלילית על המעבר לפריחה. כך דווח לדוגמה שיישום גייברלין חיצוני (GA_3) במנגו הפחית את הפריחה והוריד את ביטוי הגן ההומולוג ל-FT (גן המקודד לחלבון מבקר הפריחה האוניברסלי = פלוריגן) בעלים מעצים ששהו בתנאי טמפ' מתאימים להשראת פריחה [8]. לעומת זאת, טיפול בפקלובוטרוזול נמצא כמעכב צימוח וגטטיבי ומשרה פריחה במינים רבים של עצי פרי, ביניהם גם במינים רבים של מנגו [9,10].

אחת האפשרויות להגדלת היבול ליחידת שטח באבוקדו ולציפוף הנוף היא טיפול במעכב גייברלין. ריסוס במעכב הצימוח מגייק (יוניקונזול, מעכב ביוסינתזה של גייברלין) בתקופת שיא הפריחה מקובל בישראל כטיפול תקני להעלאת היבול ושיפור צורת הפרי בזנים 'האס' ו'אטינגר' וכן בזנים נוספים כדוגמת 'פינקרטון'. טיפול זה מעכב את גל הצמיחה האביבי הראשון, מפנה את משאבי העץ אל החנטים הצעירים ומשיג צמצום נשירת חנטים והגדלת הפירות. בנוסף לטיפול הריסוס המקובל, אפשרות מעניינת נוספת לצורך הגדלת יבול העץ היא יישום מעכב הצימוח בהגמעה לצורך עידוד האינדוקציה או ההתמיינות לפריחה. במספר מדינות בעולם, כמו למשל צ'ילה ודרום אפריקה, נפוצה הגמעה של עצי אבוקדו במעכב הצימוח יוניקונזול, אך עם זאת טכניקה זו אינה מקובלת במטעי ישראל (מידע אישי- מיקי נוי). מתוצאות של ניסיונות בהגמעת מעכב הצימוח מגייק בזן 'האס' אותם אנו עורכים בשנים האחרונות במטע יחיעם בגליל המערבי, ניתן לראות השפעה חיובית של הטיפולים על היבול. אפשרות מעניינת נוספת בהגמעת מעכב צימוח יכולה להיות ריסון משמעותי בצימוח הווגטטיבי של העצים אשר יכול להביא להנמכת קומתם ועל ידי כך לפשט את עבודת החקלאים במטע בגיזום ובקטיף. מעבר לכך, עיכוב הצימוח יכול אף להביא לאפשרות לגידול עצי אבוקדו בעלי צימוח אגרסיבי במסגרת של מטע בצפיפות גבוהה [11]. במחקר שנעשה בדרום אפריקה, טיפול במעכב צימוח (פקלובוטרוזול) בהגמעה קרקעית של עצי 'האס' צעירים שגדלו במסגרת מטע צפוף הצליחה לרסן את הצימוח הווגטטיבי של העצים באופן משמעותי ולהגדיל את כמות היבול ליחידת שטח בכ- 70% ביחס לעצים שגדלו במסגרת מטע מרווח ללא הטיפול [12]. בנוסף, כאשר משאבי הצמח אינם מופנים כלפי צימוח ווגטטיבי אינטנסיבי, אותם משאבים מופנים כלפי השקעה במנגנוני הגנה. כך, יש לשער כי עצים מנוסעים יהיו עמידים יותר למחלות שונות המתפתחות במשך עונת הגידול. כך למשל, נמצא בצמחי מודל כי מוטנט בחלבון Della אשר אינו מגיב לגייברלין נמצא כיותר עמיד לעקות שונות ולמחלות הנגרמות מפתוגנים נקרוטרופים [13].

אם כן, השערת המחקר היא שהגמעת העצים במעכב הצימוח מגייק יכולה להביא לתוספת ביבול באמצעות עיכוב הגייברלין, עידוד ההתמיינות לפריחה, הגדלת כמות התפרחות וכתוצאה מכך עליה במספר ומשקל הפירות לעץ. מעבר לכך, השערתנו היא שהגמעת המעכב תביא לעיכוב בצימוח הווגטטיבי ולריסון נוף העץ. כמפורט לעיל, ישנה כיום "תקרת זכוכית" להגדלת היבול ליחידת שטח באבוקדו מהזנים 'האס' ו'פינקרטון'. מטרת המחקר הכללית לטווח הארוך היא לשפר את רווחיות גידול האבוקדו מזנים אלה ע"י הגדלת היבול הרב שנתי במטע.

מהלך המחקר ושיטות העבודה :

הניסוי נערך במטע יחיעם על עצי 'האס' מנטיעת 2013, בחלקה בה התחלנו בטיפול ההגמעה במאי 2019. צפיפות המטע 6X4 (41.6 עצים לדונם). בניסוי נבחנו טיפולי הגמעה במגייק ב- 3 ריכוזים שונים (4.5, 6 ו- 8 סמ"ק מגייק לעץ השקולים ל- 0.1125 גרם, 0.15 ו- 0.2 גרם יוניקונזול בהתאמה) במועד היישום האופטימלי שנמצא עד היום בשנות הניסוי האחרונות שערכנו (מאי). לאור התוצאות שהתקבלו במהלך המחקר

ותוצאות ממחקרים נוספים שבוצעו לאחרונה (ע"י ד"ר לאו וינר), הוחלף במהלך 2021 טיפול 4.5 סמ"ק/עץ ב- 10 סמ"ק/עץ. מבנה הניסוי בלוקים באקראי, 4 טיפולים כולל ביקורת, 5 חזרות לכל טיפול, כל חזרה כוללת 4 עצים, סה"כ 80 עצים בניסוי. הוקפד על מרווח של עץ אחד לפחות בין עצי ניסוי מטיפולים השונים. בנוסף ניתן ריכוז גבוה של מגיך (15 סמ"ק לעץ) ל- 4 עצים בלבד ללא חזרות (ע"מ למנוע פגיעה בעצים). כמו כן, הניסוי הורחב גם לחלקה נוספת בעמק הירדן במטע דגניה ב' בזן 'פינקרטון' (צפיפות המטע 6X2, 83 עצים לדונם). את טיפולי ההגמעה התחלנו כבר בשנים הקודמות במינונים דומים. בתחילה, עצי הניסוי הוגמעו במגיך ב- 2 ריכוזים שונים (3 ו- 6 סמ"ק מגיך/עץ) בשלושה מועדי יישום (פברואר, מאי וספטמבר), סה"כ - 7 טיפולים כולל ביקורת. החל מ- 2021 הטיפולים של 3 ו- 6 סמ"ק הוחלפו במינונים גבוהים יותר של 4 ו- 8 סמ"ק/עץ מהסיבות שצוינו לעיל. מבנה הניסוי כולל 4 בלוקים באקראי, כל חזרה היא 5 עצים, מרווח של עץ אחד לפחות בין עצי הניסוי. סה"כ 140 עצים בניסוי. ריסוס במעכב צימוח במועד המקובל (שיא פריחה) בוצע בהתאם לפרוטוקול הגידול.

על מנת לבחון את השפעת הגמעת מעכב הצימוח על פוריות העץ, נערכו בעצי הניסוי תצפיות במועד שיא הפריחה (אפריל) לקביעת עצמת הפריחה בסולם של 0-5. סקר חנטה לאומדן היבול בוצע בחלקת הניסוי ביחיעם במהלך חודש יולי בכל שנה. קטיף מסחרי בוצע בחלקות במועד הקטיף המסחרי כמפורט בחלק התוצאות. על מנת לבחון את השפעת טיפולי ההגמעה על מבנה העץ וצפיפותו, סומנו בכל זן בתחילת האביב 10 ענפים צעירים ב- 5 עצים מכל טיפול כולל הביקורת. אורכם של הענפים שסומנו מראש נמדד במספר מועדים לאורך השנה ולפי נתונים אלה נקבע קצב הצימוח הממוצע לענף. כמו כן, לצורך קביעת קצב התעבות הגזע, בוצעה מדידה של קוטר הגזע בגובה אחיד מעל פני הקרקע במספר מועדים לאורך השנה.

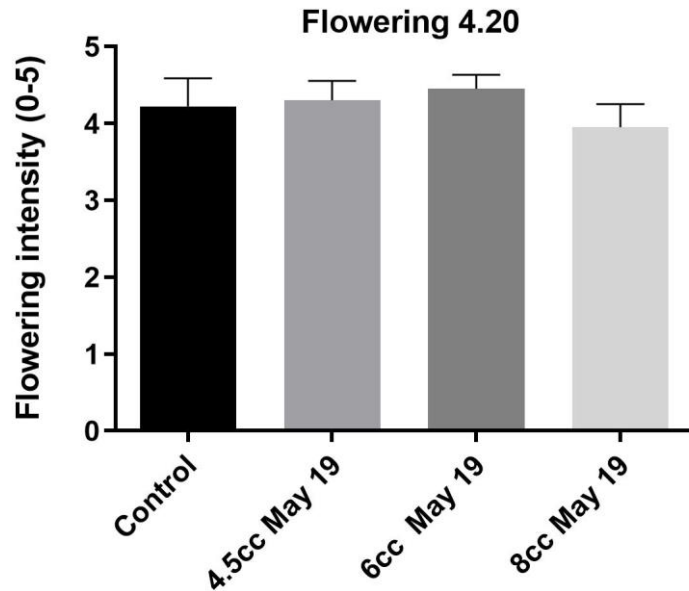
לצורך המבחנים הסטטיסטיים, השתמשנו בתוכנת ה- JMP, גרסה 11.

כמו כן, במהלך 2022 הרחבנו את הניסוי לחלקות נוספות ביראון ובגשר הזיו (זן האס, מפרה אטינגר). בחלקות אלה הגמענו במאי 2022 את העצים במינונים גבוהים יחסית של מגיך באמצעות מערכת ההשקיה, זאת בהיקף רחב. בחלקת יראון ארבעת הטיפולים הנבחנים בחלקה הם ביקורת (ללא הגמעה) 8, 12 ו- 16 סמ"ק/עץ מגנום (חומר פעיל יוניקונזול). מבנה הניסוי בלוקים באקראי, 4 חזרות לכל טיפול, בכל חזרה 27 עצים, סה"כ 108 עצים בכל טיפול. בחלקת גשר הזיו ארבעת הטיפולים הנבחנים בחלקה הם ביקורת (ללא הגמעה) 6, 12 ו- 18 סמ"ק/עץ מגנום. מבנה הניסוי בלוקים באקראי, 4 חזרות לכל טיפול, בכל חזרה כ- 25 עצים, סה"כ כ- 100 עצים בכל טיפול.

תוצאות :

חלקת יחיעם - 'האס' 2020

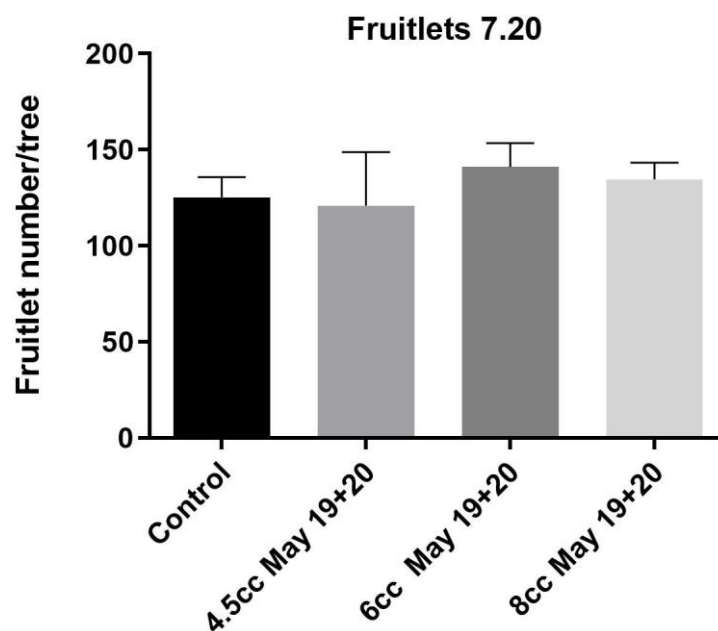
מתוצאות סקר הפריחה שנערך במהלך חודש אפריל 2020, נראה שעצמת הפריחה בכל עצי הטיפול והביקורת גבוהה ודומה, ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים (איור 1).



איור 1 : השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על עצמת הפריחה. העצים בניסוי הוגמנו במהלך חודש מאי 2019 במעכב הצימוח מגייק במינונים של 4.5, 6, 8 סמ"ק/עץ. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש אפריל 2020 בוצע סקר פריחה (סקלה של 0-5, פריחה גבוהה מאוד- 5, פריחה אפסית-0). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים.

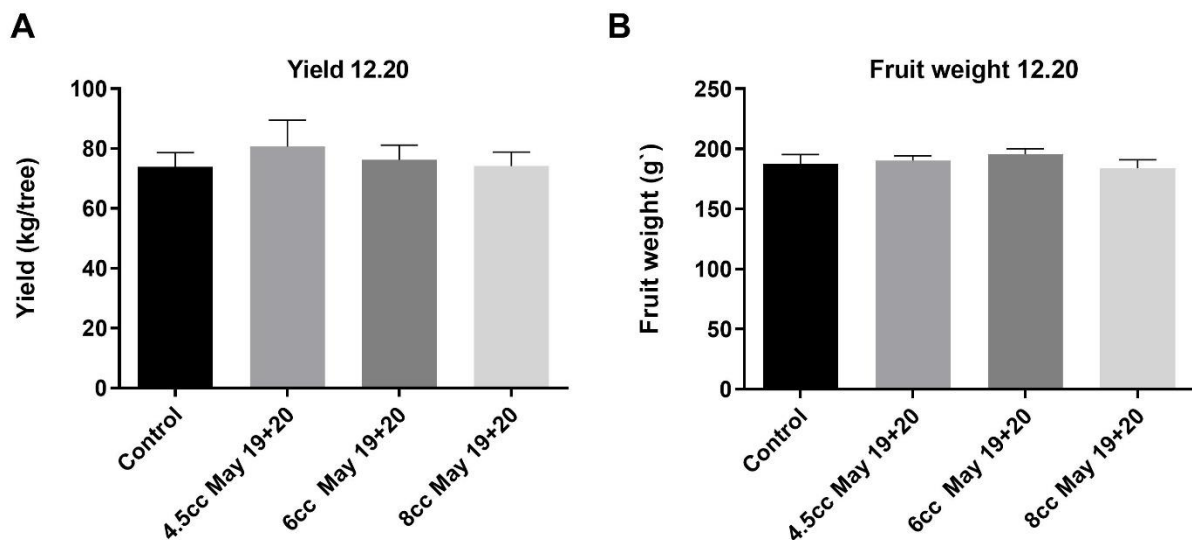
בחודש מאי 2020 הוגמנו עצי הניסוי פעם נוספת בריכוזי המגייק השונים. בנוסף, הוגמנו מספר עצים בודדים בריכוז גבוה יחסית של מגייק- 12 סמ"ק/עץ.

בחודש יולי 2020 נערך בחלקת הניסוי סקר חנטה. מתוצאות סקר זה נראה שבדומה לסקר הפריחה שבוצע באפריל, מספר החנטים דומה בכל הטיפולים, ללא הבדל מובהק. כמו כן, מהתרשמות כללית, לא נראית השפעה חיצונית משמעותית של טיפולי המגייק על העצים (איור 2).



איור 2 : השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על מספר החנטים לעץ. העצים בניסוי הוגמנו במהלך חודש מאי 2019 ו-2020 במעכב הצימוח מגייק במינונים של 4, 5, 6, 8 סמ"ק/עץ. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש יולי 2020 בוצע סקר חנטה ונאמד מספר החנטים בכל עץ. כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים.

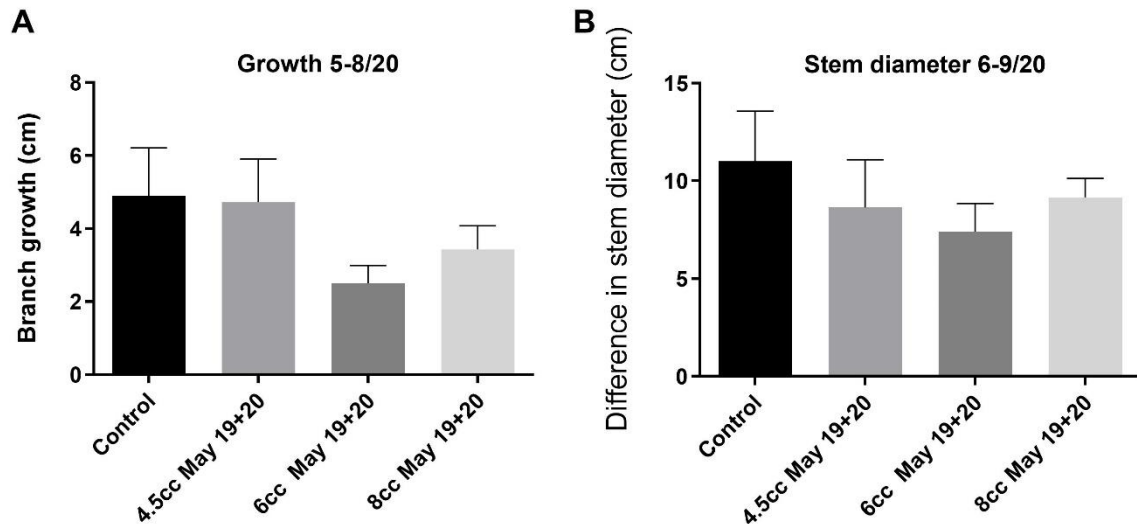
בחודש דצמבר 2020 בוצע קטיף מסחרי בחלקה. מתוצאות הקטיף נראה כי היבול גבוה מאוד בכל הטיפולים וכי אין הבדל ביבול בין הטיפולים השונים לבין הביקורת (איור 3A). כמו כן, אין הבדל במשקל הפרי הממוצע בין הטיפולים (איור 3B). דווקא בתצפית בה הגמנו מספר עצים בודדים ב 12 סמ"ק/עץ, נראה כי היבול עמד על כ- 43.6 ק"ג/עץ בממוצע, נתון נמוך ביחס לביקורת. משקל הפרי הממוצע בטיפול זה היה יחסית גבוה ועמד על כ- 248 גרם.



איור 3 : השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על היבול ומשקל הפרי הממוצע. העצים בניסוי הוגמנו במהלך חודש מאי 2019 ו-2020 במעכב הצימוח מגייק במינונים של 4, 5, 6, 8 סמ"ק/עץ. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש דצמבר 2020 בוצע קטיף בחלקה ונמדד היבול הכללי ומספר הפירות בכל עץ (A). מתוך נתונים אלה חושב גם המשקל הממוצע לפרי בכל טיפול (B). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים.

יש לציין כי בבדיקה של הפירות לאחר הקטיף לא נמצאה שארתיות של החומר הפעיל יוניקונזול.

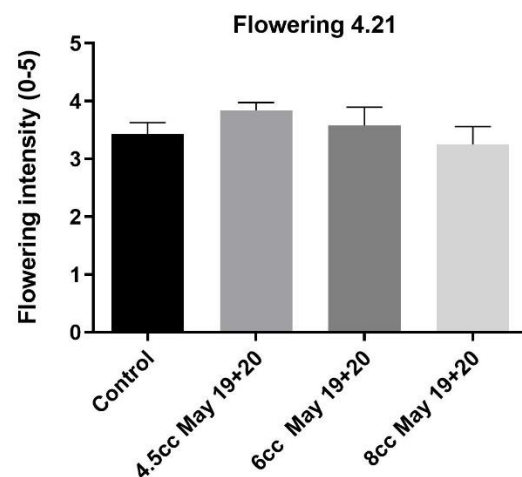
ממדידות לבחינת השפעת הגמעת המעכב על הצימוח הווגטיבי של העצים, נראה שישנה ירידה מסוימת בצימוח הענפים בטיפולי המגייק בריכוזים של 6 ו-8 סמ"ק ביחס לביקורת, אך הבדלים אלה אינם מובהקים סטטיסטית (איור 4A). מגמה דומה נצפתה גם במדידות קוטר הגזע, כאשר השינוי בקוטר הגזע בעצים שהוגמנו במגייק היה נמוך ביחס לעצי הביקורת, אך ללא הבדל מובהק (איור 4B).



איור 4 : השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על הצימוח הוגסטיבי של העצים. העצים בניסוי הוגמנו במהלך חודש מאי 2019 ו-2020 במעכב הצימוח מגייק במינונים של 4.5, 6, 8 סמ"ק/עץ. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודשים מאי ואוגוסט נמדד אורך הענפים שסומנו מראש וחושבה התארכות הענפים (A). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 10 ענפים. בחודשים יוני וספטמבר נמדד קוטר הגזע בעצים וחושבה התעבות הגזעים. (B). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים.

חלקת יחיעם - 'האס' 2021

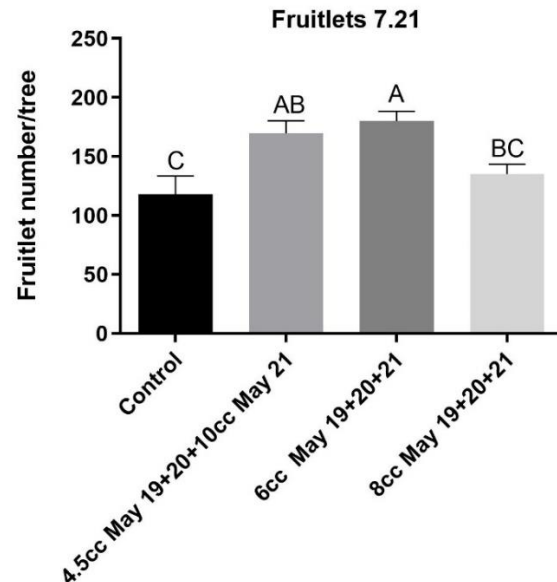
מתוצאות סקר הפריחה שנערך בחלקת הניסוי ביחיעם (זן 'האס') במהלך חודש אפריל 2021, נראה שעצמת הפריחה בכל עצי הטיפול והביקורת גבוהה ודומה, ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים (איור 5).



איור 5 : השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על עצמת הפריחה בעצי 'האס'. העצים בניסוי הוגמנו במהלך חודש מאי 2019 ו-2020 במעכב הצימוח מגייק במינונים של 4.5, 6, 8 סמ"ק/עץ. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש אפריל 2021 בוצע סקר פריחה (סקלה של 0-5, פריחה גבוהה מאוד - 5, פריחה אפסית - 0). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים.

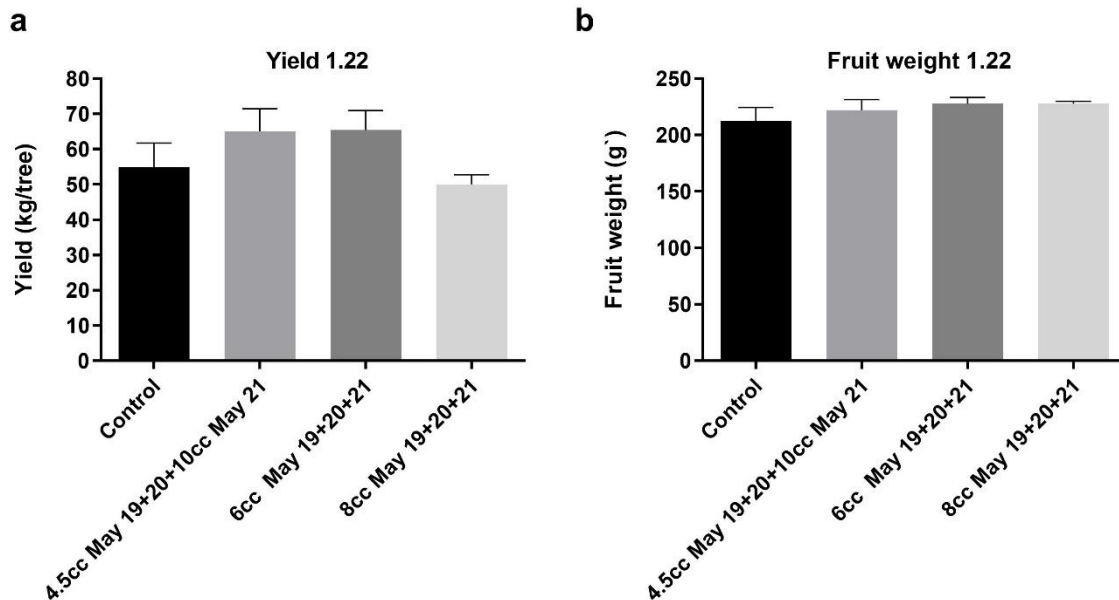
בחודש מאי 2021 הוגמנו עצי הניסוי פעם נוספת בריכוזי המגייק השונים. בנוסף, הוגמנו מספר עצים בודדים בריכוז גבוה יחסית של מגייק - 15 סמ"ק/עץ. בחודש יולי 2021 נערך בחלקת הניסוי סקר חנטה. מתוצאות סקר זה נראה שמספר החנטים לעץ בעצים שהוגמנו ב- 6 או 10 סמ"ק/עץ (החל ממאי 2021), מספר החנטים

לעץ היה גבוה באופן מובהק ביחס לביקורת (איור 6). מספר החנטים לעץ בעצים שהוגמנו ב- 8 סמ"ק לעץ היה דומה לזה של הביקורת. כאמור, הוגמנו גם מספר עצים בודדים במינון גבוה במיוחד של 15 סמ"ק/עץ, ללא חזרות, במסגרת תצפית מצומצמת. מספר החנטים לעץ היה גבוה בעצים אלה ועמד על 185 חנטים/עץ. כמו כן, מהתרשמות כללית, בכל המינונים לא נראית השפעה חיצונית משמעותית של טיפולי המגיק על העצים.



איור 6 : השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגיק על מספר החנטים לעץ בעצי 'האס'. העצים בניסוי הוגמנו במהלך חודש מאי 2019, 2020 ו- 2021 במעכב הצימוח מגיק במינונים הרשומים בציר ה- X של הגרף. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש יולי 2021 בוצע סקר חנטה ונאמד מספר החנטים בכל עץ. כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים. אותיות שונות מעל העמודות מראות על הבדל מובהק סטטיסטית בין הטיפולים השונים (Tukey-HSD, $P < 0.05$).

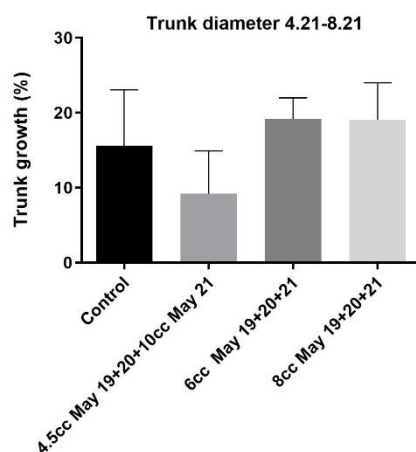
קטיפת מסחרי בוצע בחלקה במהלך ינואר 2022. מהתוצאות ניתן לראות כי בהתאם לסקר החנטה (מופיע בדוח קודם), התקבל יבול גבוה יותר בעצים שהוגמנו במינונים של 10 סמ"ק/עץ במאי האחרון (שנה קודמת מינון של 4.5 סמ"ק/עץ) ושל 6 סמ"ק/עץ, ביחס לביקורת. יחד עם זאת, הבדלים אלה אינם מובהקים סטטיסטית. במינון של 8 סמ"ק/עץ, יבול דומה לזה של הביקורת (איור 7a). כמו כן, אין הבדל משמעותי במשקל הפרי בין הטיפולים השונים (איור 7b). בנוסף, עצים בודדים הוגמנו במאי 2021 במינון גבוה של 15 סמ"ק/עץ (שנה קודמת מינון של 12 סמ"ק/עץ). בעצים אלה היבול הממוצע גבוה משמעותית מהביקורת ועומד על 80 ק"ג/עץ בממוצע.



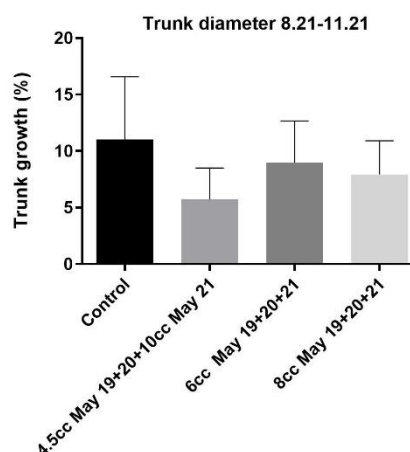
איור 7 : השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על יבול ומשקל פרי ממוצע בעצי 'האס'. העצים בניסוי הוגמנו במהלך חודש מאי 2019, 2020 ו-2021 במעכב הצימוח מגייק במינונים של 4.5, 6, 8, 10 סמ"ק/עץ. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש ינואר 2022 בוצע קטיף מסחרי בחלקה ונקבעו היבול הממוצע לעץ (a) ומשקל הפרי הממוצע (b). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים.

על מנת לבחון את השפעת טיפולי המעכב על מדדי צימוח, בוצעו לאורך עונת הגידול מדידות קוטר גזע והתארכות ענפים (איור 8). מהתוצאות נראה כי לא היו הבדלים מובהקים במדדי הצימוח בין הטיפולים השונים לבין הביקורת. יחד עם זאת, נצפתה מגמה כללית, בה נראה כי הטיפול במעכב בריכוז הגבוה של 10 סמ"ק/עץ הביא לירידה בהתעבות קוטר הגזע ביחס לביקורת בין החודשים אפריל לאוגוסט 2021 (איור 8a) וכן בין החודשים אוגוסט לנובמבר 2021 (איור 8b). בהתאמה לכך, בטיפול זה נצפתה ירידה בהתארכות הענפים ביחס לביקורת בין החודשים אפריל לאוגוסט 2021 (איור 8c) וכן בין החודשים אוגוסט לנובמבר 2021 (איור 8d).

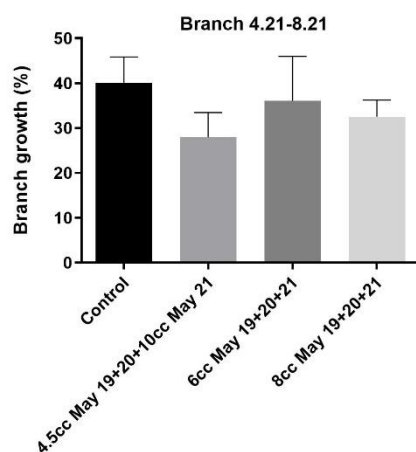
a)



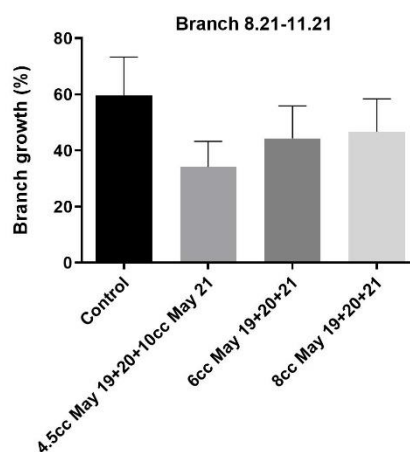
b)



c)



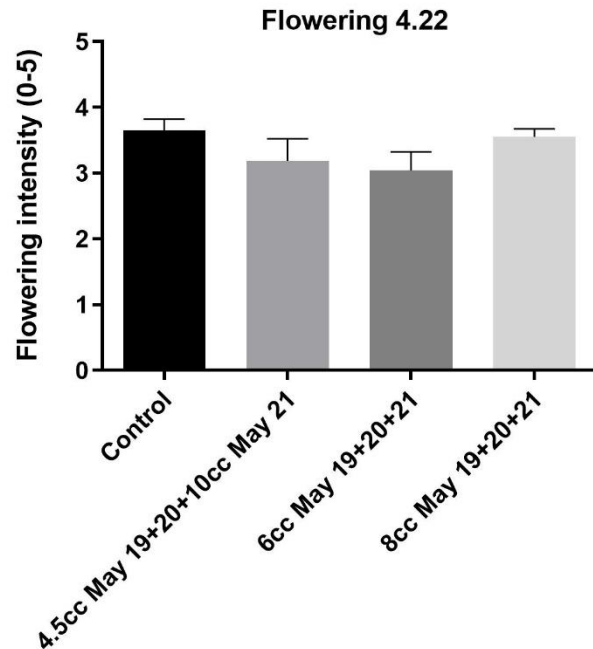
d)



איור 8: השפעת טיפולי מערב הצמח מגייק על הצמח הווגטטיבי של עצי 'האס'. העצים בניסוי הוגמנו במעבד הצמח מגייק במהלך חודש מאי במינונים שונים. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודשים מאי, אוגוסט ונובמבר נמדד קוטר הגזע של העצים וכן אורך הענפים שסומנו מראש. מתוך נתונים אלה חושבו התעבות הגזע (a,b) והתארכות הענפים (c,d). בנתוני קוטר הגזע כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים. בנתוני התארכות ענפים כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה שני עצים, בכל עץ 10 ענפים.

חלקת יחיעם - 'האס' 2022

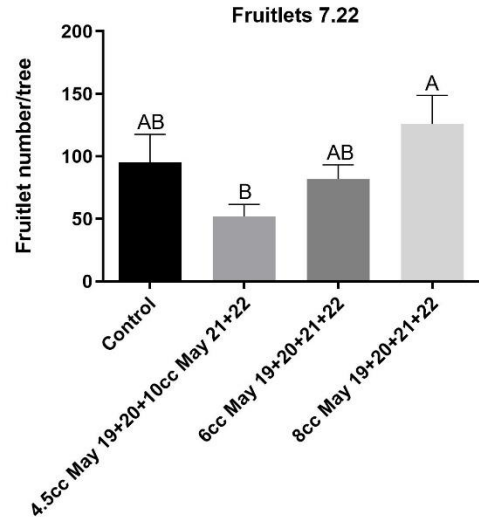
מתוצאות סקר הפריחה שנערך בחלקת הניסוי ביחיעם (זן 'האס') במהלך חודש אפריל 2022, נראה שעצמת הפריחה בכל עצי הטיפול והביקורת גבוהה ודומה, ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים (איור 9).



איור 9 : השפעת טיפולי מערב הצמח מגייק על עצמת הפריחה בעצי 'האס'. העצים בניסוי הוגמנו במהלך חודש מאי 2019, 2020 ו-2021 במעבד הצמח מגייק במינונים של 4.5, 6, 8, 10 סמ"ק/עץ. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש אפריל 2022 בוצע סקר פריחה (סקלה של 0-5, פריחה גבוהה מאוד - 5, פריחה אפסית - 0). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים.

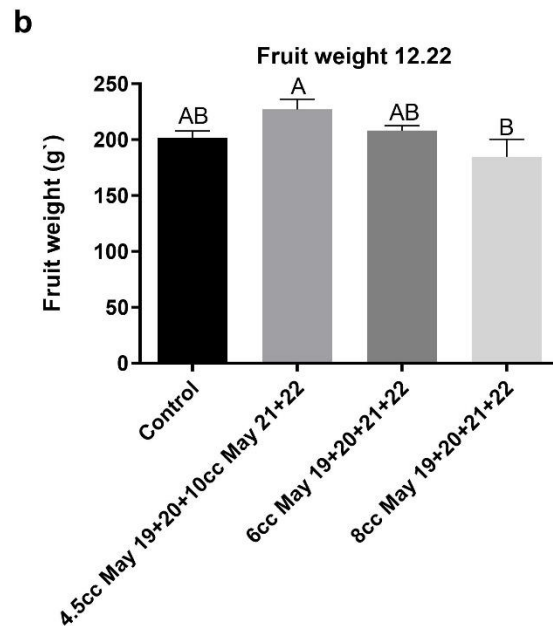
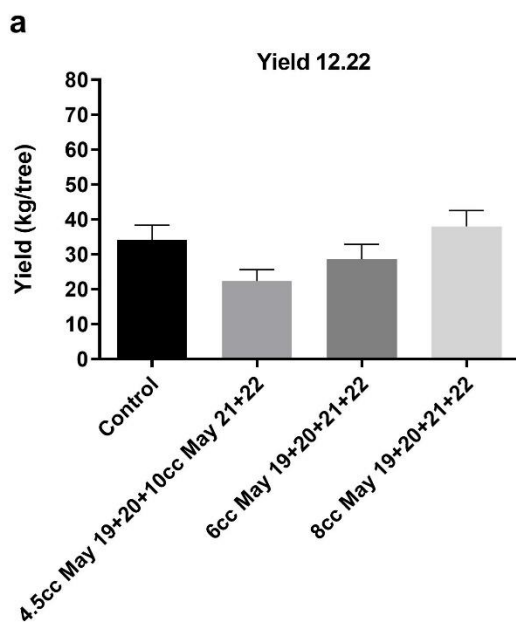
בחודש מאי 2022 הוגמנו עצי הניסוי ביחיעם פעם נוספת בריכוזי המגייק השונים. בנוסף, הוגמנו מספר עצים בודדים בריכוז גבוה יחסית של מגייק - 15 סמ"ק/עץ. בנוסף לכך, בהתאם להמלצות והניסיון משנות המחקר הקודמות, הרחבנו את הניסוי לחלקה נוספת ביראון בהיקף חצי מסחרי. בחלקה זו הגמנו במאי 2022 עצים מהזן 'האס' במינונים גבוהים יחסית של 8, 12 ו-16 סמ"ק/עץ מגנום (חומר המכיל את אותו החומר הפעיל כמו במגייק) באמצעות מערכת ההשקיה. בנוסף נבחן טיפול ביקורת, ללא הגמעה.

בחודש יולי 2022 נערך בחלקת הניסוי סקר חנטה. מתוצאות סקר זה ניתן לראות שמספר החנטים לעץ הגבוה ביותר התקבל בטיפול 8 סמ"ק, שהיה גבוה באופן מובהק ביחס לטיפול 10 סמ"ק (איור 10). לא היה הבדל מובהק במספר החנטים לעץ בין יתר הטיפולים. עם זאת, מספר החנטים לעץ בטיפול 8 סמ"ק היה גבוה בכ- 30% ביחס לטיפול הביקורת. כמו כן, לא נראה יתרון לטיפול 15 סמ"ק שניתן לעצים בודדים.



איור 10 : השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על מספר החנטים לעץ בעצי 'האס'. העצים בניסוי הוגמנו במהלך חודש מאי 2019, 2020, 2021 ו- 2022 במעכב הצימוח מגייק במינונים הרשומים בציר ה-X של הגרף. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש יולי 2022 בוצע סקר חנטה ונאמד מספר החנטים בכל עץ. כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים. אותיות שונות מעל העמודות מראות על הבדל מובהק סטטיסטית בין הטיפולים השונים (Tukey-HSD, $P < 0.05$).

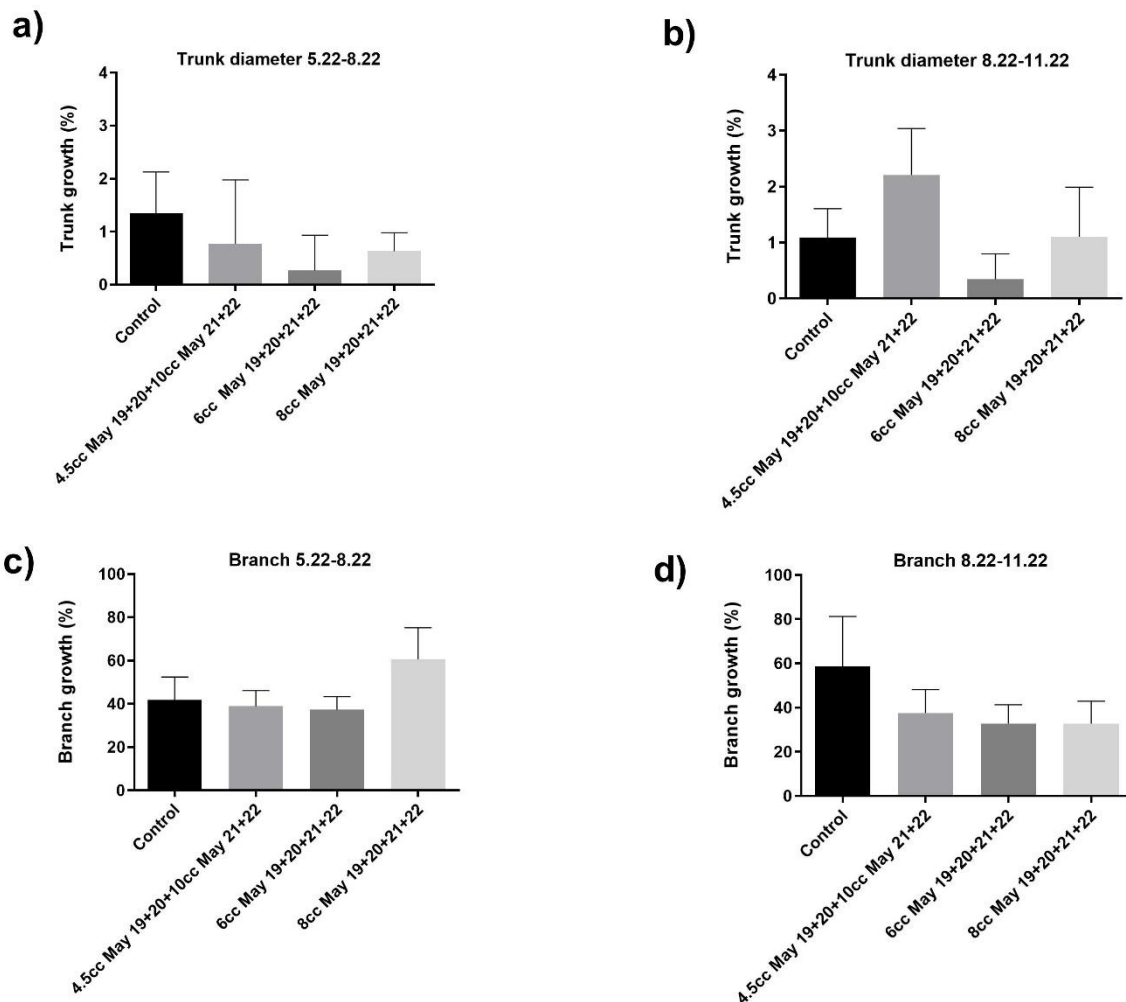
קטיף מסחרי בוצע בחלקה במהלך דצמבר 2022. בהתאם לסקר החנטה, היבול הגבוה ביותר התקבל בעצים שהוגמנו במינונים של 8 סמ"ק/עץ. עם זאת, ההבדלים ביבול בין הטיפולים השונים והביקורת אינם מובהקים סטטיסטית. כמו כן, לא נראה יתרון לטיפול 15 סמ"ק שניתן לעצים בודדים. משקל הפרי הממוצע הגדול ביותר התקבל בעצים שהוגמנו ב- 10 סמ"ק/עץ, גבוה באופן מובהק ביחס לעצים שהוגמנו ב- 8 סמ"ק/עץ (איור 11b). לא היו הבדלים מובהקים בפרמטר זה בין יתר הטיפולים.



איור 11 : השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על יבול ומשקל פרי ממוצע בעצי 'האס'. העצים בניסוי הוגמנו במהלך חודש מאי 2019, 2020, 2021 ו- 2022 במעכב הצימוח מגייק במינונים של 4.5, 6, 8, 10 סמ"ק/עץ. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת.

בחודש דצמבר 2022 בוצע קטיף מסחרי בחלקה ונקבעו היבול הממוצע לעץ (a) ומשקל הפרי הממוצע (b). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים. אותיות שונות מעל העמודות מראות על הבדל מובהק סטטיסטית בין הטיפולים השונים (Tukey-HSD, $P < 0.05$).

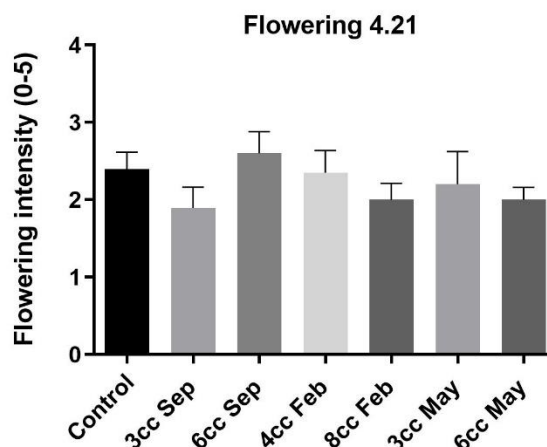
על מנת לבחון את השפעת טיפולי המעכב על מדדי צימוח, בוצעו לאורך עונת הגידול מדידות קוטר גזע והתארכות ענפים (איור 12). מהתוצאות נראה כי לא היו הבדלים מובהקים במדדי הצימוח בין הטיפולים השונים לבין הביקורת.



איור 12: השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על הצימוח הווגטטיבי של עצי 'האס'. העצים בניסוי הוגמנו במעכב הצימוח מגייק במהלך חודש מאי במינונים שונים. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודשים מאי, אוגוסט ונובמבר נמדד קוטר הגזע של העצים וכן אורך הענפים שסומנו מראש. מתוך נתונים אלה חושבו התעבות הגזע (a,b) והתארכות הענפים (c,d). בנתוני קוטר הגזע כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים. בנתוני התארכות ענפים כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה שני עצים, בכל עץ 10 ענפים.

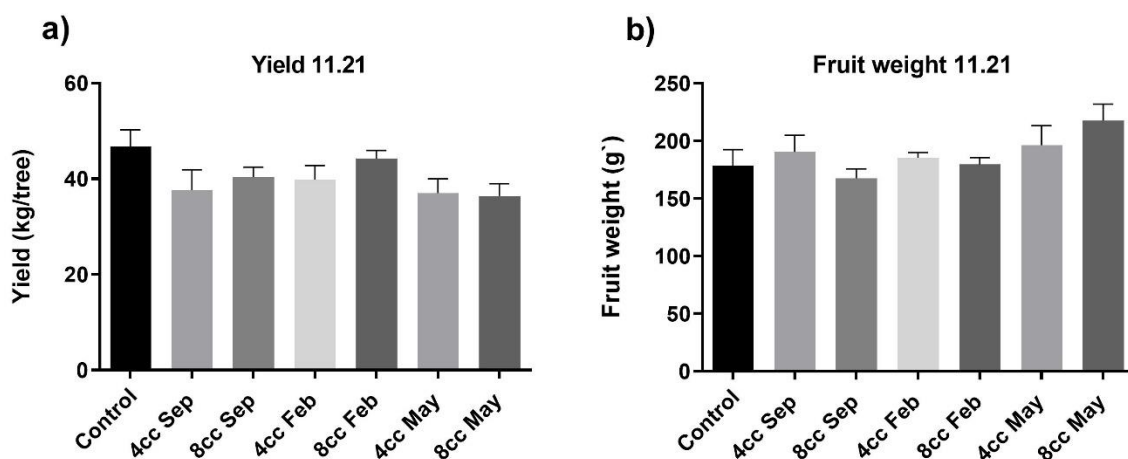
חלקת דגניה ב' - 'פינקרטון' 2021

מתוצאות סקר הפריחה שנערך בחלקת הניסוי בדגניה ב' (זן 'פינקרטון') במהלך חודש אפריל 2021, נראה שעצמת הפריחה בכל עצי הטיפול והביקורת גבוהה ודומה, ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים (איור 13).



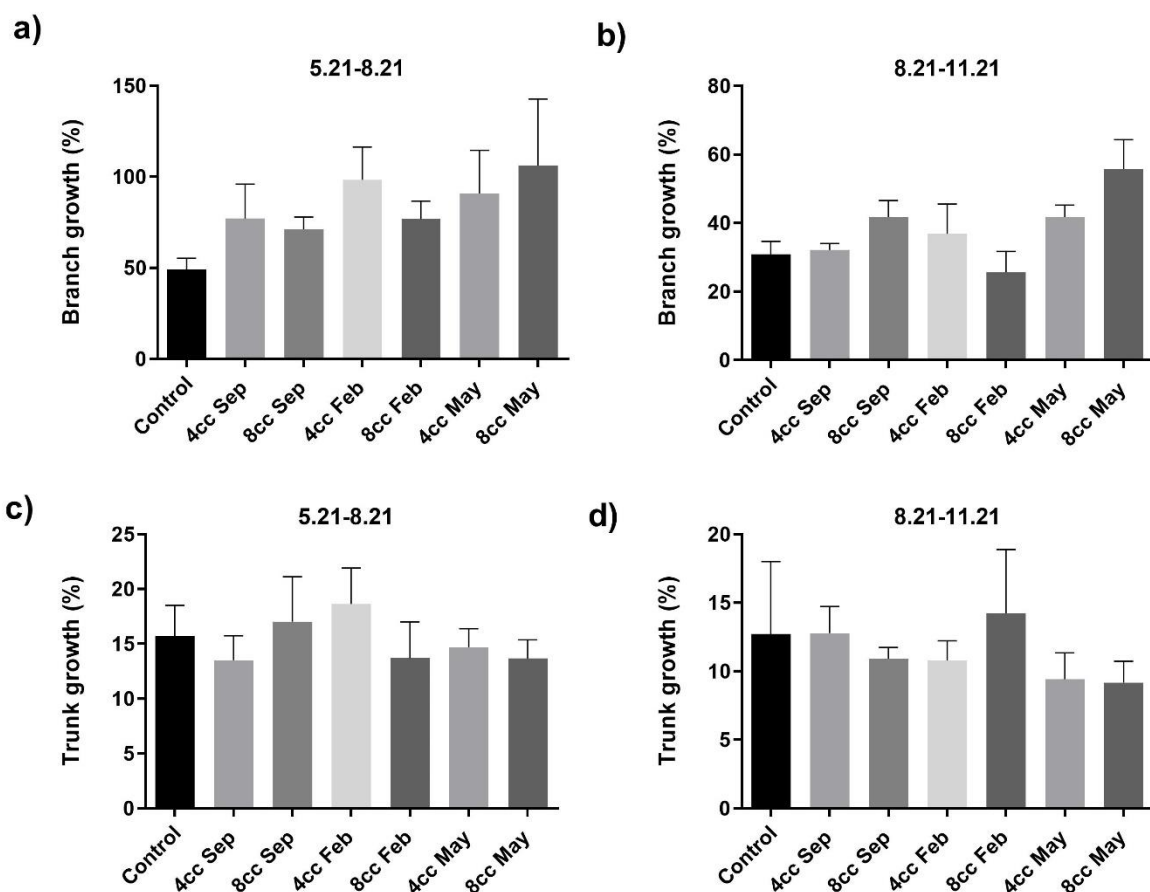
איור 13: השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על עצמת הפריחה בעצי 'פינקרטון'. העצים בניסוי הוגמנו במהלך החודשים מאי וספטמבר 2020 ופברואר 2021 במעכב הצימוח מגייק במינונים ובמועדים הרשומים בציר ה-X של הגרף. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש אפריל 2021 בוצע סקר פריחה (סקלה של 0-5, פריחה גבוהה מאוד-5, פריחה אפסית-0). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 4 חזרות, בכל חזרה 5 עצים.

קטיף מסחרי בוצע בחלקה במהלך נובמבר 2021. מהתוצאות נראה כי לא היו הבדלים מובהקים ביבול ובגודל הפרי הממוצע בין הטיפולים השונים לביקורת (איור 14).



איור 14: השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על היבול ומשקל הפרי הממוצע בעצי 'פינקרטון'. העצים בניסוי הוגמנו במהלך החודשים ספטמבר 2020 ופברואר 2021 במעכב הצימוח מגייק במינונים ובמועדים הרשומים בציר ה-X של הגרף. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש נובמבר 2021 בוצע קטיף מסחרי בחלקה ונקבעו היבול הממוצע לעץ (a) ומשקל הפרי הממוצע (b). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 4 חזרות, בכל חזרה 5 עצים.

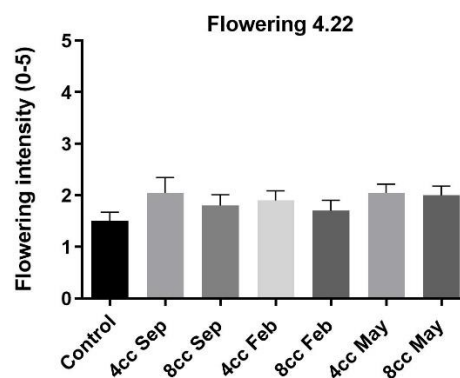
על מנת לבחון את השפעת טיפולי המעכב על מדדי צימוח, בוצעו לאורך עונת הגידול מדידות קוטר גזע והתארכות ענפים (איור 15). מהתוצאות נראה כי לא היו הבדלים מובהקים במדדי הצימוח בין הטיפולים השונים לבין הביקורת.



איור 15: השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על הצימוח הווגטטיבי של עצי 'פינקרטון'. העצים בניסוי הוגמנו במעכב הצימוח מגייק במינונים ובמועדים הרשומים בציר ה-X של הגרף. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודשים מאי, אוגוסט ונובמבר נמדד קוטר הגזע של העצים וכן אורך הענפים שסומנו מראש. מתוך נתונים אלה חושבו התעבות הגזע (a,b) והתארכות הענפים (c,d). בנתוני קוטר הגזע כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים. בנתוני התארכות ענפים כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה שני עצים, בכל עץ 10 ענפים.

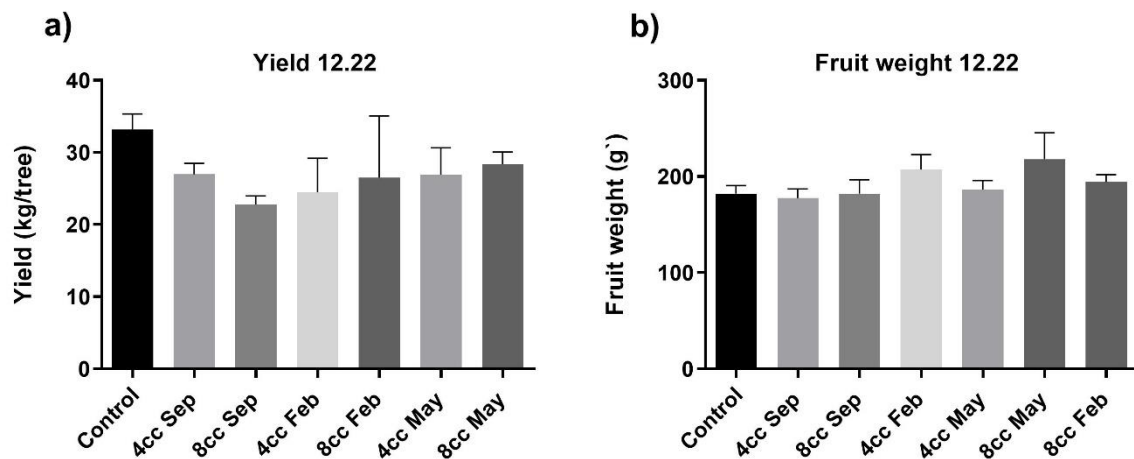
חלקת דגניה ב' - 'פינקרטון' 2022

מתוצאות סקר הפריחה שנערך בחלקת הניסוי בדגניה ב' (זן 'פינקרטון') במהלך חודש אפריל 2022, נראה שעצמת הפריחה בכל עצי הטיפול והביקורת נמוכה-בינונית ודומה, ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים (איור 16).



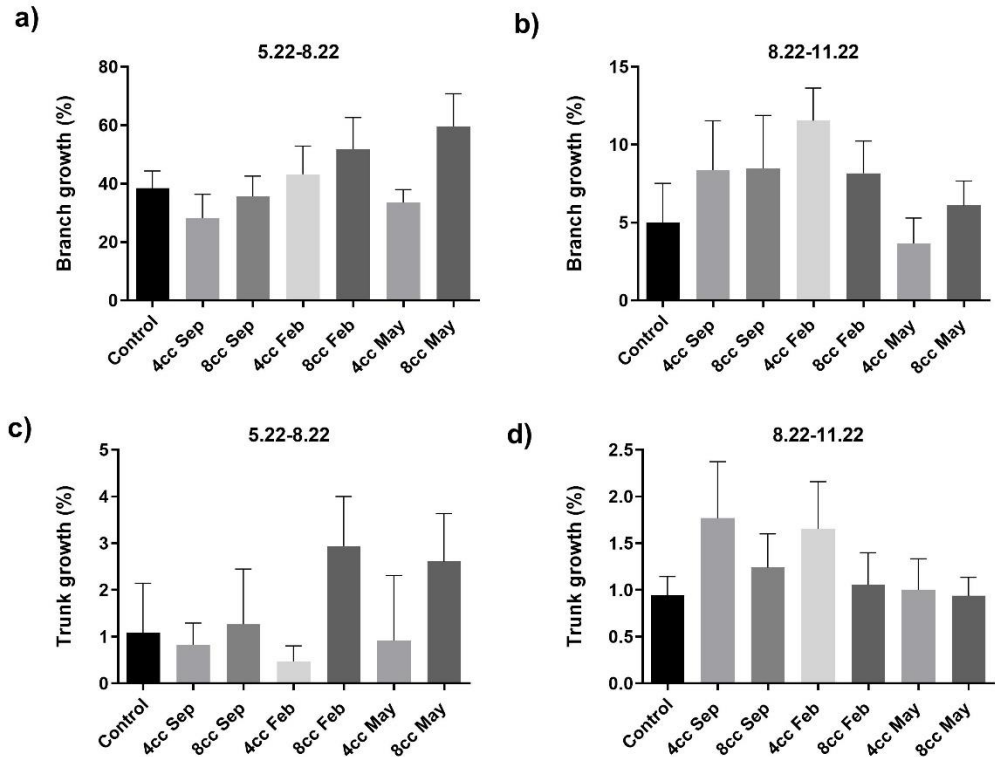
איור 16 : השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על עצמות הפריחה בעצי 'פינקרטון'. העצים בניסוי הוגמנו במהלך החודשים מאי וספטמבר 2021 ופברואר 2022 במעכב הצימוח מגייק במינונים הרשומים בציר ה-X של הגרף. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש אפריל 2022 בוצע סקר פריחה (סקלה של 0-5, פריחה גבוהה מאוד- 5, פריחה אפסית-0). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 4 חזרות, בכל חזרה 5 עצים.

קטיף מסחרי בחלקה בוצע בסוף דצמבר 2022. מהתוצאות נראה כי היבול הגבוה ביותר התקבל בעצי הביקורת שלא הוגמנו, אך הבדל זה אינו מובהק. למעשה, לא היו הבדלים מובהקים ביבול ובגודל הפרי הממוצע בין הטיפולים השונים לביקורת (איור 17).



איור 17 : השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על היבול ומשקל הפרי הממוצע בעצי 'פינקרטון'. העצים בניסוי הוגמנו במהלך החודשים ספטמבר 2021 ופברואר ומאי 2022 במעכב הצימוח מגייק במינונים ובמועדים הרשומים בציר ה-X של הגרף. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודש דצמבר 2022 בוצע קטיף מסחרי בחלקה ונקבעו היבול הממוצע לעץ (a) ומשקל הפרי הממוצע (b). כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 4 חזרות, בכל חזרה 5 עצים.

על מנת לבחון את השפעת טיפולי המעכב על מדדי צימוח, בוצעו לאורך עונת הגידול מדידות קוטר גזע והתארכות ענפים (איור 18). מהתוצאות נראה כי לא היו הבדלים מובהקים במדדי הצימוח בין הטיפולים השונים לבין הביקורת.



איור 18: השפעת טיפולי מעכב הצימוח מגייק על הצימוח הווגטטיבי של עצי 'פינקרטון'. העצים בניסוי הוגמנו במעכב הצימוח מגייק במינונים ובמועדים הרשומים בציר ה-X של הגרף. עצים שלא הוגמנו שימשו כעצי הביקורת. בחודשים מאי, אוגוסט ונובמבר נמדד קוטר הגזע של העצים וכן אורך הענפים שסומנו מראש. מתוך נתונים אלה חושבו התעבות הגזע (a,b) והתארכות הענפים (c,d). בנתוני קוטר הגזע כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה 4 עצים. בנתוני התארכות ענפים כל עמודה מייצגת ממוצע + שגיאת תקן של 5 חזרות, בכל חזרה שני עצים, בכל עץ 10 ענפים.

חלקות יראון וגשר הזיו- 'האס' 2022

במאי 2022 ביצענו הגמעות של מעכב הצימוח במינונים גבוהים מאלה שנבחנו עד כה באמצעות מערכת ההשקיה בחלקות 'האס' במטע יראון ובמטע גשר הזיו. כאמור, מכיוון שאף טיפול לא השפיע באופן חיובי על רמת היבול של העצים או על ציפוף נוף העץ, בחרנו לבצע את ההגמעות במספר מינונים שונים ולא מינון אחד בלבד - 8,12,16 סמ"ק/עץ. מידע לגבי מינונים ומבנה הניסוי מפורט בחלק שיטות המחקר לעיל. כבר במועד כתיבת שורות אלה, בחלקת הניסוי ביראון ניתן לראות השפעה ברורה של המעכב בציפוף נוף העצים, ביחס לטיפול הביקורת (איור 19). טרם התקבלו תוצאות מחלקת הניסוי בגשר הזיו. את השפעת המעכב על הפריחה והיבול ניתן יהיה לראות רק בעונת הגידול 23-24, שלא במסגרת תוכנית מחקר זה.



ביקורת

מגנום 16
סמ"ק/עץ

איור 19: השפעת מינון גבוה של מעכב הצימוח על צימוח וגטטיבי ב'האס'. יוניקונזול (מגנום) במינון גבוה של 16 סמ"ק/עץ ניתן לעצי אבוקדו באמצעות מערכת ההשקיה במטע מסחרי בצפון הארץ (יראון) במאי 2022. התמונה צולמה בנייתן לראות את המבנה הקומפקטי של העץ בעקבות השפעת המעכב.

דיון:

מתוצאות הניסוי ניתן לראות כי לטיפול הגמעת מעכב הצימוח במרבית המינונים שנבחנו לא הייתה השפעה מובהקת על עצמת הפריחה של העצים, בשני זני האבוקדו שנבחנו ביחיעם ובדגניה ב'. כמו כן, לא ניכרה השפעה מובהקת על יבול העצים וכן לא נראה בעין או במדידות קוטר הגזע והתארכות הענפים אפקט משמעותי של נינוס העצים. עם זאת, בתצפית שערנו לבחינת השפעת מינון גבוה (15 סמ"ק/עץ) של מגייק על עצי 'האס' ביחיעם, נראה כי בחלק מהשנים היבול גבוה במיוחד ביחס לביקורת. לאור תוצאות אלה ולאור תוצאות שהתקבלו בניסיונות שערך ד"ר ליאו וינר בהגמעה סתוית במעכב הצימוח יוניקונזול בריכוזים גבוהים של עד 25 סמ"ק/עץ באמצעות מערכת ההשקיה, במהלך תוכנית מחקר זו הסקנו כי יש מקום להעלות את מינון הטיפול בצורה זהירה ומבוקרת. ואכן, במהלך המחקר, חלק מהטיפולים הוחלפו במינונים גבוהים יותר. כך למשל הטיפול במינון הנמוך ביותר ביחיעם (4.5 סמ"ק/עץ) הוחלף במינון גבוה יותר של 10 סמ"ק/עץ. בנוסף, הטיפולים 3 ו-6 סמ"ק/עץ בדגניה ב' הוחלפו במינונים גבוהים יותר של 4 ו-8 סמ"ק/עץ. מעבר לכך, אפשרות נוספת שהתחלנו לבחון היא יישום המעכב באמצעות מערכת ההשקיה, כך שפיזור נעשה באופן אחיד יותר, כפי שבוצע לאחרונה במחקר אחר בהובלתו של ד"ר ליאו וינר, בו ניתן היה לראות השפעה ברורה של המעכב על עצי אבוקדו מהזן 'האס' [14]. בהתאם לכך, הרחבנו השנה את הניסוי גם למטע יראון (זן 'האס'), שם נבדקת הגמעה באמצעות מערכת ההשקיה במינונים גבוהים ובהיקף רחב (חצי מסחרי). כפי שזכר בחלק התוצאות, השפעת המעכב ברורה וניכרת לעין כבר לאחר מספר חודשים בודדים מההגמעה. על כן, יש להמשיך ולעקוב אחר השפעת המעכב במינונים השונים בחלקה זו, זאת

במסגרת תוכנית המשך לשנים הקרובות. המידע שיצטבר יוכל להוות בסיס להמשך מחקר מעמיק יותר להבנת מעורבותו של ההורמון במנגנון בקרת הפריחה של האבוקדו וכן לפיתוח פרוטוקולים יישומיים להגדלת היבול בזני אבוקדו נוספים בהיקפים גדולים. מעבר לתועלת האפשרית בטווח הקצר בהגדלת היבול ב'האס' וב'פינקרטון' במטעים במבנה סטנדרטי, תוצאות מחקר זה יהוו בסיס להמשך בחינת יישום מעכבי צימוח במטעים במבנה צפוף יותר, לצורך ריסון הצימוח הווגטיבי והעלאת היבול ליחידת שטח, כאשר אפשרות מעניינת היא להביא לאפקט סינרגיסטי, בו בעזרת הטיפול במעכבי צימוח ניתן יהיה להגדיל את משקל הפירות לעץ במטע בעל צפיפות גבוהה [11]. כמו כן, מעבר ליתרון הברור בהגדלת היבול, הנמכת קומת עצי האבוקדו יכולה להקטין את הצורך בגיזום ידני במטע, לחסכון בעלויות ובמשאבים, וכן לאפשר להביא לאפשרות לפיתוח ממשק לגידול עצי אבוקדו תחת פאנלים סולאריים במסגרת דו-שימוש אגריוולטאי [15,16]. ואכן, בעצים שהוגמנו במעכב בחלקת יראון נחסכה פעולת הגיזום העונתית בשנה זו. חשוב לציין כי למרות היתרונות הגלומים ביישום מעכב הצימוח בהגמעה, הוא טומן בחובו גם סיכונים מסוימים. בניגוד לטיפול בריסוס בו השפעת המעכב הינה קצרת טווח, ניסיונות הגמעה שנעשו בעבר במעכב צימוח אחר (קולטאר-פקלובוטרוזול) גרמו לניווים של העצים, כנראה בשל שימוש לא נכון בתכשיר, הן מבחינת המינונים והן מבחינת מועדי הטיפול (ידע אישי: הדר כהן). על כן, נבצע את הטיפולים בזהירות תוך מעקב צמוד על מנת למנוע מצב של ניוון העצים.

ביבליוגרפיה:

1. Hedden, P. Recent Advances in Gibberellin Biosynthesis. *J Exp Bot* **1999**, *50*, 553–563, doi:10.1093/jxb/50.334.553.
2. Swain, S.M.; Singh, D.P. Tall Tales from Sly Dwarves: Novel Functions of Gibberellins in Plant Development. *Trends Plant Sci* **2005**, *10*, 123–129, doi:10.1016/j.tplants.2005.01.007.
3. Fleet, C.M.; Sun, T. A DELLAcate Balance: The Role of Gibberellin in Plant Morphogenesis. *Curr Opin Plant Biol* **2005**, *8*, 77–85, doi:10.1016/j.pbi.2004.11.015.
4. Davière, J.-M.; Achard, P. Gibberellin Signaling in Plants. *Development* **2013**, *140*, 1147–1151, doi:10.1242/dev.087650.
5. Achard, P.; Genschik, P. Releasing the Brakes of Plant Growth: How GAs Shutdown DELLA Proteins. *J Exp Bot* **2009**, *60*, 1085–1092, doi:10.1093/jxb/ern301.
6. Harberd, N.P.; Belfield, E.; Yasumura, Y. The Angiosperm Gibberellin-GID1-DELLA Growth Regulatory Mechanism: How an "Inhibitor of an Inhibitor" Enables Flexible Response to Fluctuating Environments. *Plant Cell* **2009**, *21*, 1328–1339, doi:10.1105/tpc.109.066969.
7. Samach, A.; Smith, H.M. Constraints to Obtaining Consistent Annual Yields in Perennials. II: Environment and Fruit Load Affect Induction of Flowering. *Plant Science* **2013**, *207*, 168–176, doi:10.1016/j.plantsci.2013.02.006.
8. Tomer, E. Inhibition of Flowering in Mango by Gibberellic Acid. *Sci Hortic* **1984**, *24*, 299–303, doi:10.1016/0304-4238(84)90114-6.

9. Yadav, R.K.; Rai, N.; Yadav, D.S.; Asati, B.S. Use of Paclobutrazol in Horticultural Crops – A Review. *Agricultural Reviews* **2005**, *26*, 124–132.
10. Upreti, K.K.; Reddy, Y.T.N.; Prasad, S.R.S.; Bindu, G. V.; Jayaram, H.L.; Rajan, S. Hormonal Changes in Response to Paclobutrazol Induced Early Flowering in Mango Cv. Totapuri. *Sci Hortic* **2013**, *150*, 414–418, doi:10.1016/j.scienta.2012.11.030.
11. Menzel, C.M.; le Lagadec, M.D. Increasing the Productivity of Avocado Orchards Using High-Density Plantings: A Review. *Sci Hortic* **2014**, *177*, 21–36, doi:10.1016/j.scienta.2014.07.013.
12. Kohne, J.S.; Kremer-Kohne, S. Results of a High Density Avocado Planting. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* **1990**, *13*, 31–32.
13. Navarro, L.; Bari, R.; Achard, P.; Lisón, P.; Nemri, A.; Harberd, N.P.; Jones, J.D.G. DELLAs Control Plant Immune Responses by Modulating the Balance of Jasmonic Acid and Salicylic Acid Signaling. *Current Biology* **2008**, *18*, 650–655, doi:10.1016/j.cub.2008.03.060.
14. הגמעת מעכב הצימוח מגיק והשפעתו על התפתחות אבוקדו. א. יואל; ג. קוזק; א. קרכטמן; ל. וינר. *האס עלון הנוטע* **2020**, *26*–31.
15. Barron-Gafford, G.A.; Pavao-Zuckerman, M.A.; Minor, R.L.; Sutter, L.F.; Barnett-Moreno, I.; Blackett, D.T.; Thompson, M.; Dimond, K.; Gerlak, A.K.; Nabhan, G.P.; et al. Agrivoltaics Provide Mutual Benefits across the Food–Energy–Water Nexus in Drylands. *Nat Sustain* **2019**, *2*, 848–855, doi:10.1038/s41893-019-0364-5.
16. Trommsdorff, M.; Dhal, I.S.; Özdemir, Ö.E.; Ketzer, D.; Weinberger, N.; Rösch, C. Agrivoltaics: Solar Power Generation and Food Production. In *Solar Energy Advancements in Agriculture and Food Production Systems*; Elsevier, 2022; pp. 159–210 ISBN 9780323898669.

סיכום שאלות מנחות:

-ההתקדמות במחקר שחלה ממועד כתיבת הדו"ח האחרון (כולל דו"ח חצי שנתי):

במהלך החודשים האחרונים המשכנו בביצוע המחקר. השלמנו את ביצוע הקטיפה ביחיעם במהלך ינואר 2022, זאת בהתאם למועד הקטיפה המסחרי בחלקה. בוצעו סקרי פריחה ומדידות קצב צימוח ענפים ועובי גזע נמצאות בעיצומן. בנוסף, בהתאם להמלצתנו מהשנה הקודמת, הרחבנו את הניסוי לחלקות נוספות ביראון ובגשר הזיו בון 'האס', בו הוגמנו עצים בהיקף רחב (שורות שלמות) במינוני מעכב צימוח גבוהים יחסית באמצעות מערכת ההשקיה.

-פעילויות שנעשו במו"פ במהלך תקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים וכו'):

טרם בוצעו.

-פרסומים:

טרם בוצעו.

-המלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר :

כרגע ללא שינוי, בהינתן התקציב המתאים, יש להמשיך ולבצע מעקב אחר החלקות החדשות ביראון ובגשר הזיו.