

שם המו"פ: מו"פ צפון
מספר מחקר: 91-102-21
שם התחום: פטריות

שם התכנית: פיתוח גידול משולב חדש של פטריות כמהין שחורות קיציות ומטע אגוזי פקאן בגליל

חוקר ראשי: דר' עפר דנאי
חוקרים שותפים: נירית אזוב, דר' עידן פרמן, יובל עוגני
סטטוס התכנית: נמשכת
מועד התחלה וסיום התכנית: 2020-2022
דו"ח סופי

תקציר:

תיקון 27 הביא לעלייה במחירי המים בגליל העליון ולפגיעה קשה ברווחיות הגידול במגוון רחב של גידולים מסורתיים, משום כך החקלאים מחפשים גידולים חדשים.

במקביל למגמה העולמית של הרחבת נטיעת "מטעי כמהין", גם בישראל אנו עדים בשנים האחרונות להכנסת הגידול בהיקפים הולכים וגדלים בעיקר של הכמהה החורפית (*Tuber melanosporum*) באזור הגבוה (800-1200 מ') בצפון רמת הגולן שהיקפם יגיע השנה ל כ 1000 דונם.

במסגרת בחינת תנאי הגידול והתאמה של עצים "מארחים" לפטריות כמהין קיציות (*Tuber aestivum*) שקבוצת המחקר שלנו מפתחת בשנים האחרונות, התקבלו יכולי שיא של כמהין קיציות על עצי פקאן (*Carya illinoensis*) בוגרים שאינם מורכבים (ממוצע של כ 3 ק"ג לעץ), שמגודלים ללא תוספת דשן ועם השקיה מוגבלת. בשנים האחרונות אנחנו וקבוצות מחקר נוספות בוחנים את האפשרות לעבור למשטר הדשייה מבוקר שיאפשר התפתחות מהירה של העצים וכניסה מהירה לניבה תוך שמירת המיקוריזה. תוצאות של עבודה זו מלמדות כי ניתן להגביר קצב גידול של עצים המארחים את הכמהה הקיצית ע"י דישון בריכוז נמוך בדשן NK ללא זרחן.

לצורך הקמת משקי מודל לכמהה הקיצית, הכנו במהלך 6 השנים האחרונות מאות שתילים ומתוכם 195 שתילי פקאן מודבקים בכמהה הקיצית מזריעים ומכנות (לא מורכבים) ואלו נשתלו בשלוש חלקות מודל בגליל (ברעם, חוות מתתיהו ויפתח) בתחומי גובה (רום) של 300 עד 670 מעפ"י (מטר מעל פני הים). מעקב אחרי רמות התפתחות העצים ורמת ההדבקה בפטריות מראה שהעצים מתפתחים היטב תוך שמירה על רמת הדבקה גבוהה בפטריות. בשנת 2018 הורחבה חלקת הכמהין בקבוץ ברעם בכ 5 דונם, מחצית מהם שתילי פקאן, בשנת 2019 ניטעו 15 דונם בקבוץ דפנה, בשנת 2020 ניטעו 20 דונם בקיבוץ מירב (מתוכם 50% פקאן), בשנת 2019 בוצעה הדבקה עם כמהין קיציות ל 100 שתילי פקאן מסחריים שנטעו ב 10 דונם בקיבוץ מחנים בעמק החולה.

השימוש שיעשה בכנות הפקאן המורכבות יאפשר ישימות בטווח הקצר, מאחר ונוכל להתחיל לקבל יבול אגוזי פקאן החל מהשנה השנייה של המחקר.

בחודש 7.2021 בוצעה נטיעת 20 דונם של שתילי פקאן מודבקים בכמהה קיצית שהוכנו בחוות מתתיהו, במשק לוי במושב נטור, בדרום רמת הגולן, בגובה 423 מעפ"י שיורכבו בעוד כשנתיים.

מטרת המחקר לפתח ידע שיאפשר הכנסת ענף גידול חדש ורווחי והתאמתו לתנאי הגליל. גידול משולב של עצי פקאן המארחים פטריות כמהין קיציות, יאפשר את הרחבת השטחים החקלאיים בגליל, שהיקפם בסוף שלושת שנות מחקר זה עומד על כ 106 דונם מטעי כמהה קיצית בשבעה ישובים, באזורים אקלימים שונים (מרביתם על פקאן). אנו מניחים שניתן לגדל את הכמהה

הקיצית בממשק הדשייה חסכוני שיפחית את עלות הגידול של הפקאן, שבו הקשר צמח-פטרייה מאפשר ניצול טוב יותר של המים וחומרי ההזנה בקרקע ומקטין את הפגיעה הסביבתיות שנגרמת מעודפי דישון.

מהלך המחקר ושיטות העבודה : המחקר מבוצע בשלוש חלקות מודל באזורים שונים : חוות מתתיהו (אזור ההר הגבוה בגליל, 670 מטר מעפ"י נטיעה 2016), קיבוץ יפתח (300 מטר מעפ"י, במשטרי הדשייה שונים נטיעה 2017), וקיבוץ מחניים (מקבלת הדשייה במשק פקאן מסחרי בעמק החולה, 150 מטר מעפ"י, נטיעה 2019). בשלושת חלקות המודל הנטועות נבחן במקביל את התפתחות העצים תוך מעקב אחר התפתחות הכמהה בשורשים בשיטות מקרוסקופיות ומולקולריות.

בחלקות המודל בחוות מתתיהו וביפתח נשתלו שתילי פקאן לא מורכבים שהודבקו ונבדקו במעבדותינו בשלב הכנת השתילים בעוד שבחלקה במחניים נעשתה ההדבקה בשלב של נטיעת שתילי פקאן מורכבים (דלמס, ציוקטה) בחלקה מסחרית.

באוגוסט 2020 בוצעו הרכבות לעצים בחלקה במתתיהו, בזנים : דלמס ופאוני וכן בזנים מפרים : דיזירבל וקפפר. באביב 2021 התברר כי רק הרכבה אחת הצליחה. באוגוסט 2021 בוצעו הרכבות חוזרות לעצים בחלקת מתתיהו ולכל העצים בחלקת יפתח, בזנים : ציוקטה ודלמס ובזן המפרה דיזירבל. כשליש מההרכבות שנעשו בשנה זו הצליחו, נעשה גיזום של הענפים מעל ההרכבות וניקוי של יציאת ענפים חדשים מתחתן, בהנחיית זאביק פרקש מדריך פקאן בשה"מ. באוגוסט 2022 נעשתה השלמה של הרכבות בחלקות במתתיהו ויפתח, בכל העצים שבהם ההרכבות הקודמות לא הצליחו.

טבלת משימות

שנה ומספר המשימה	המשימה בהצעה (ללא פירוט)
שנה א'	
1	הרכבות על כנות נטועות של עצי פקאן המארחים את הכמהה הקיצית בחוות מתתיהו ובחלקת המודל ביפתח. בוצע במתתיהו
2	בדיקות להתפתחות העצים, במשטרי השקיה שונים. בוצע - משטרי השקיה יתחילו לאחר ההרכבות
3	דגימת שורשי השתילים, בדיקה מיקרוסקופית והפקת דנ"א גנומי מהשורשים. בוצע
4	הפקת דנ"א גנומי מהקרקע בסביבה הרדיאלית של בית השורשים בביצוע
5	חיפוש פטריות כמהין בחלקות באמצעות כלב מאומן בוצע התגלו גופי פרי ראשונים במתתיהו, ארבע שנים לאחר נטיעה
6	בדיקות עלים שנתיות (סתיו) למיקרו־מקרו-אלמנטים בוצע

שנה ומספר המשימה	המשימה בהצעה (ללא פירוט)
שנה ב'	
1	בדיקת התפתחות העצים בטיפול ההדשיה השונים – בוצע בשלושת החלקות
2	איסוף ואנליזה של האגוזים מהעצים השונים – לא התקבל עדיין יבול אגוזים
3	דגימת שורשי השתילים, הפקת דנ"א ובחינת נוכחות הפטרייה – בוצע דיגום שורשים בשלושת החלקות
4	הפקת דנ"א מדוגמאות קרקע שמקורן בבית השורשים של השתילים – בוצע בחלקות במתניהו ויפתח
5	אנליזה "REAL-TIMR PCR" לבחינת כמות התפטיר באזור בית השורשים של השתילים. בוצע דיגום ו PCR נשלח לריצוף בתהליך ביצוע

שנה ומספר המשימה	המשימה בהצעה (ללא פירוט)
שנה ג'	
1	בדיקת התפתחות העצים בטיפול ההדשיה השונים – בוצע בשלושת החלקות
2	איסוף ואנליזה של האגוזים מהעצים השונים – נעשה בחלקת מחניים
3	דגימת שורשי השתילים, הפקת דנ"א ובחינת נוכחות הפטרייה – בוצע דיגום שורשים בשלושת החלקות
4	הפקת דנ"א מדוגמאות קרקע שמקורן בבית השורשים של השתילים – בוצע בחלקות במתניהו ויפתח
5	אנליזה "REAL-TIMR PCR" לבחינת כמות התפטיר באזור בית השורשים של השתילים. בוצע דיגום ו PCR
6	בדיקות עלים שנתיות (סתיו) למיקרו־מקרו-אלמנטים – בוצע בסתיו
7	חיפוש פטריות כמהין בחלקות באמצעות קלב מאומן – בוצע, לא נמצאו גופי פרי באף אחת מחלקות הכמהין הקיציות בשנה זו
8	הכנת תחשיב ופרוטוקול גידול על בסיס הנתונים שנאספו - יבוצע בסוף שנה זו

טבלה 1. פרטי החלקות:

מרווחי נטיעה	מועד שתילה	גיל השתיל בשתילה (שנים)	סוג השתילים	מס' שתילים	החלקה
8*8	5/2016	3	כנות מסחריות - ממשלת בני דרור	21	חוות מתניהו
		1	זריעים	9	
5*5	7/2017	1	זריעים	120	יפתח
5*5	7/2019	2	שתילים מורכבים	100	מחניים

תרשים החלקה במתניהו

צפון	צ'וקטה		צ'וקטה	דיזירבל	צ'וקטה	6
צפון	דלמס	דלמס	דלמס	דלמס	דלמס	5
				1	3	
צפון	דיזירבל	צ'וקטה	צ'וקטה	צ'וקטה	צ'וקטה	4
	2		3		1	
צפון	דלמס	דלמס	דלמס	דלמס	דלמס	3
		2			3	
צפון	צ'וקטה	צ'וקטה	צ'וקטה	דלמס	צ'וקטה	2
		1				
צפון		דיזירבל	דלמס	דלמס	דיזירבל	1
					2	
					כנות	זרע

המספרים בגוף הטבלה מציינים את מס' הפעמים שהוצאו דגימות שורשים מאותו עץ

תרשים החלקה ביפתח

[illegible]

המספרים בגוף הטבלה מציינים את מס' הפעמים שהוצאו דגימות שורשים מאותו עץ

מעקב טמפרטורה ולחות בקרקע

בחלקת יפתח הוצבו ב 18/3/21 מערכות למדידת טמפרטורה ולחות של חברת נטפים r-sense בסמוך ל 3 שתילים, ונערך איסוף נתונים רציף כל 15 דקות. למערכת מחוברים חיישני Netacap המודדים טמפרטורה ורטיבות בקרקע, שתי מערכות מודדות ב 6 עומקים שונים (10, 20, 30, 40, 60, 80 ס"מ) ומערכת אחת מודדת על פני הקרקע, במרחקים שונים מגזע העץ.

דישון והשקיה

בחלקת מתתיהו (נטיעה 8*8) בוצע באפריל ומאי 2021 דישון בדשן 8-0-8 (ללא זרחן) בריכוז N 10 ppm.

החלקה מושקית במתזים, בכמות של 1.5 קו"ב/דונם/שבוע (14 ליטר/עץ/יום), מחולק לשתי השקיות.

בחלקת יפתח (נטיעה 5*5) עדיין לא החל דישון, ההשקיה מתבצעת בשלושה אמצעי השקיה:

טיפול 1 (חלקה מערבית) - ממטירון רדיאלי

טיפול 2 (חלקה מרכזית) - ממטירון סטריפ

טיפול 3 (חלקה מזרחית) - בטיפטוף

החלקות מושקות אחת ל 3 ימים, ע"פ החישוב:

בממטירונים - 1 קו"ב/דונם/יום (25 ליטר/עץ/יום)

בטיפטוף - 1.6 קו"ב/דונם/יום (40 ליטר/עץ/יום)

חלקת מחניים מדושנת בדשן 8-0-8 בריכוז N 65 ppm, ההשקיה כל יום, 2.1 קו"ב/דונם (52.5 ליטר/עץ/יום).

מעקב התפתחות העצים

בכל אחת משנות המחקר בוצעו מדידות קוטר גזע בחלקות - לכל השתילים בחלקת מתתיהו ולמדגם של 30 שתילים ביפתח. במחניים נמדד קוטר הגזע למדגם של 10 שתילים מודבקים ו 10 שתילים לא מודבקים, מאותה נטיעה. (איור 7)

דיגום שורשים

מידי שנה נעשה דיגום שורשים בשלושת החלקות. דיגום השורשים נעשה ע"י חפירה עדינה מסביב לשתיל, חשיפת מספר שורשים והוצאה של כ 10 מקטעים של קצוות שורש, באורך 5-10 ס"מ מ 4 מקומות שונים מסביב לשתיל.

דוגמאות השורשים נשטפו בעדינות במי ברז ונבדקו בסטריאו מיקרוסקופ בהגדלה x10-x40.

רמת ההדבקה (מיקוריזה) נקבעת לפי אחוז השורשונים דמויי "אלות" בדוגמה (Club-shape rootlet tips) ונוכחות תפטיר על שורשונים אלו (rootlet tips with hypha) (טבלה 2).

הסולם לקביעת רמות ההדבקה התבסס על מאמר סיכום והשוואה של שיטות דיגום שונות

המקובלות במשתלות ומכוני מחקר באירופה (Andres et al. (2014

טבלה 2. סולם לקביעת רמת ההדבקה של השורשים במיקוריזה של הפטרייה

Club-shape rootlet tips from all sampled rootlet tips (%)	Level	No. of rootlet tips with hypha
0	0	0
≤ 10	1	1
10-25	2	2-5
25-50	3	5-10
50-75	4	>10 (but not all the rootlet tips with hypha)
≥75	5	All the rootlet tips with hypha

בחלקת מתתיהו בוצעו עד כה במחקר 4 דיגומי שורשים במועדים שונים, בהם הוצאו דגימות שורשים מ 3-7 שתילים, מהכנות והזריעים (איור 4).
 בחלקת יפתח בוצעו 5 דיגומי שורשים במועדים שונים, בכל אחד מהם הוצאו דגימות שורשים מ 6-9 שתילים (איור 5). בחלקם נעשתה חזרה של הדיגום מאותם שתילים במטרה לעקוב אחר רמת המיקוריזה לאורך ציר הזמן ובחלקם נעשה דיגום רנדומלי משתילים שונים בכדי לנטר את מצב המיקוריזה בכלל החלקה.
 בחלקת מחניים התבצעו עד כה 3 דיגומי שורשים, בכל מועד הוצאו דגימות מ 6 שתילים (איור 6).

בדיקות מיקרוביום בקרקע

ב 2021 הוצאו דוגמאות קרקע לבדיקות מיקרוביום בחלקות במתתיהו וביפתח. בכל חלקה הוצאו דוגמאות בסמוך ל 6 שתילים רנדומליים, בעומקים 10, 25 ס"מ. כל דוגמה הייתה ערבוב של 3 חזרות מסביב לשתיל אחד (טבלה 5).
 מאותם שתילים נלקחו גם דוגמאות שורשים לבדיקה וויזואלית של רמת המיקוריזה (בבינקולר).

בדיקות עלים שנתיות (סתיו) למיקרו־מקרו־אלמנטים

נעשה דיגום עלים באוקטובר בכל אחת משנות המחקר איורים 8, 9)

יבול אגוזים

בחלקת מחניים היה בשנת 2022 יבול של אגוזים. נעשתה ספירת אגוזים ב 10 עצים שהודבקו בפטרייה לעומת 10 עצים שלא הודבקו (טבלה 3).

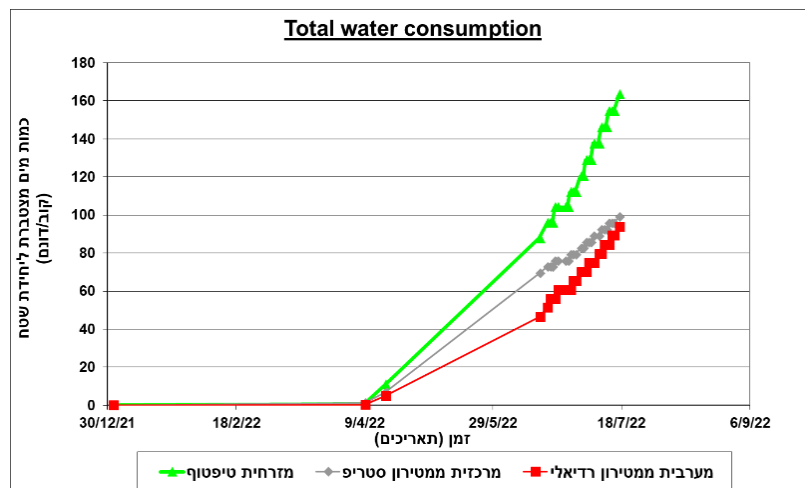
סטטיסטיקה - מובהקות התוצאות נבדקה בתוכנת JMP Pro 15 במבחן Tukey HSD Oneway

Analysis, Alpha=0.05

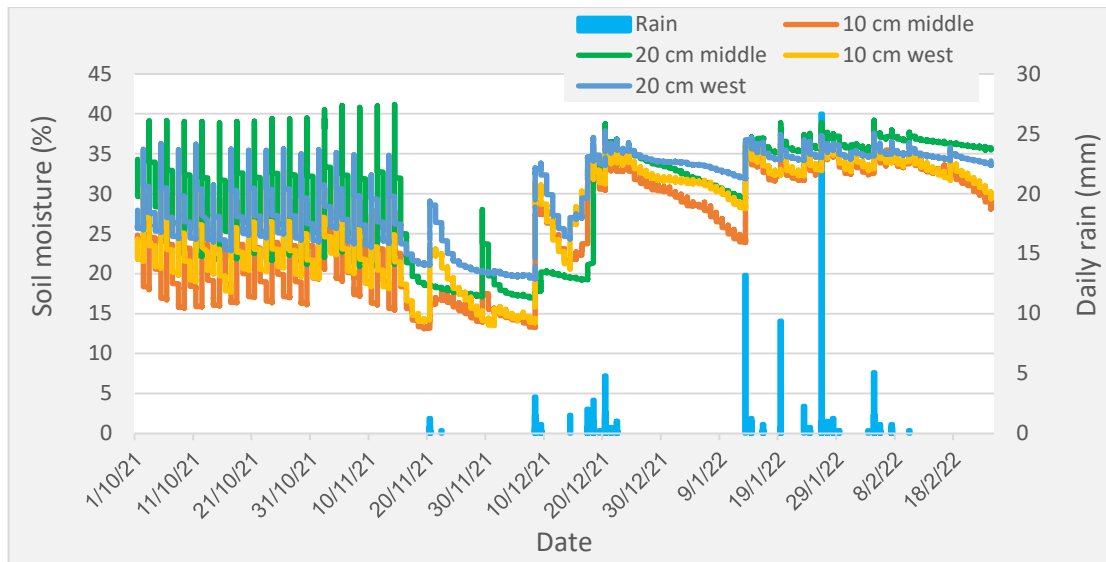
ובמבחן Student's t. Oneway Analysis, Alpha=0.05

תוצאות

תמונה 1 התעוררות הרכבת חליל באביב 2022 לאחר גיזום.

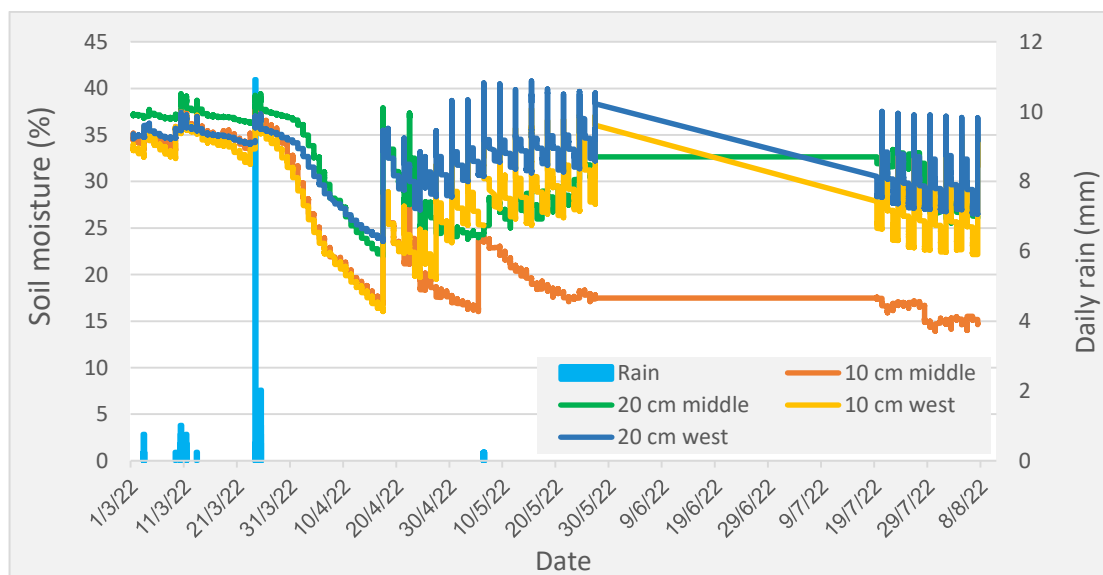


איור 1. כמות המים המצטברת בטיפול ההשקיה בחלקת המודל ביפתח
 ניתן לראות ששני הטיפולים שמושקים בהמטרה מקבלים כמויות מים אחידות (כ 1 מ"ק ליום לדונם) בעוד שטיפול הטפטוף מקבל כ 60% יותר



איור 2. כמות גשם יומית ולחות הקרקע בעומקים 10, 20 ס"מ, בשני טיפולי השקיה בחלקת יפתח, בסתיו וחורף 2021-22

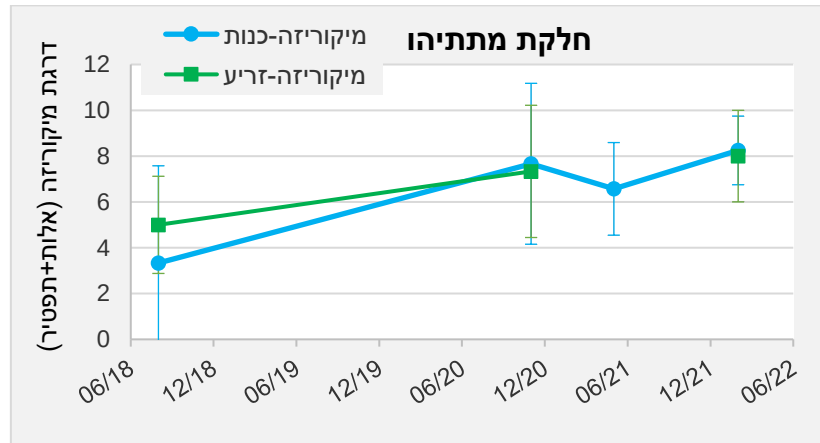
ניתן לראות שההשקיה בחלקה נמשכה עד 14/11/21, ועד תאריך זה רטיבות הקרקע בעומק 10 ס"מ נשמרה בין 16-25% בחלקה אמצעית ובין 18-27% בחלקה המערבית. בעומק 20 ס"מ רטיבות הקרקע בחלקה האמצעית עד 14/11/21 נעה בין 21-41% ובחלקה המערבית בין 23-36%. מסיום ההשקיה ועד 8/12/21 לחות הקרקע בשתי החלקות בעומק 10 ס"מ ירדה עד 13% ובעומק 20 ס"מ עד 17% בחלקה אמצעית ועד 19% במערבית.



איור 3. כמות גשם יומית ולחות הקרקע בעומקים 10, 20 ס"מ, בשני טיפולי השקיה בחלקת יפתח, באביב וקיץ 2022

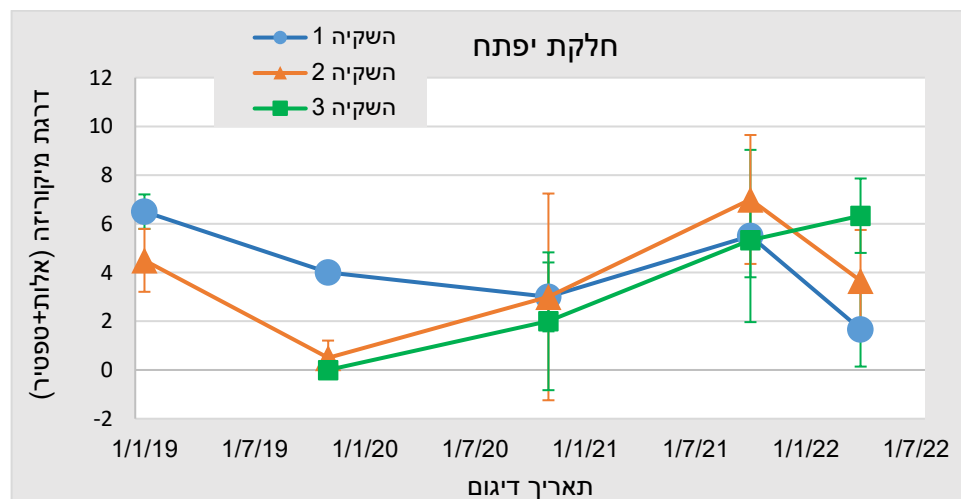
באיור זה ניתן לראות שהגשם המשמעותי האחרון ירד ביפתח ב 24/3/22 ומתאריך זה הקרקע התייבשה במהירות בשתי החלקות עד ל 16% רטיבות בעומק 10 ס"מ ו 24% בעומק 20 ס"מ. מתחילת ההשקיה הסדירה ב 17/4/22 נשמרה לחות הקרקע בעומק 10 ס"מ בחלקה המערבית

בתחום 19-34% אך בחלקה האמצעית ירדה רטיבות הקרקע לכ 16% מסיבה לא ברורה. בעומק 20 ס"מ בחלקה המערבית נשמרה לחות הקרקע בתחום 27-40% ובחלקה המרכזית בתחום 24-37%. בין 27/5/22 ועד 20/7/22 הייתה תקלה במערכת החיישנים ולא התקבלו נתונים.



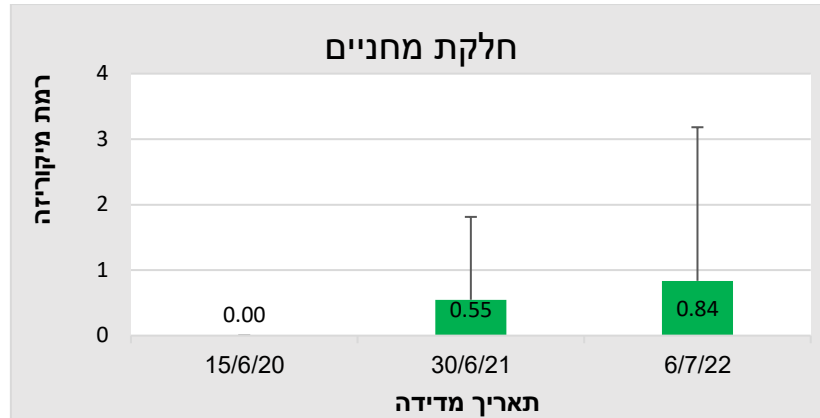
איור 4. השינוי ברמת המיקוריזה (אלות+תפטיר) בשתילים בחלקת מתתיהו.

ניתן לראות שבמהלך 4 השנים רמת המיקוריזה המשוקללת עלתה בשתילי הכנות מ 3.3 ל 8.3 ובשתילי הזריע מ 5.0 ל 8.0. גוף פרי ראשון (כמהה) נמצא בחלקת מתתיהו בתאריך 9/6/21 בעץ שנשתל ככנה מסחרית מודבקת ב 2016.



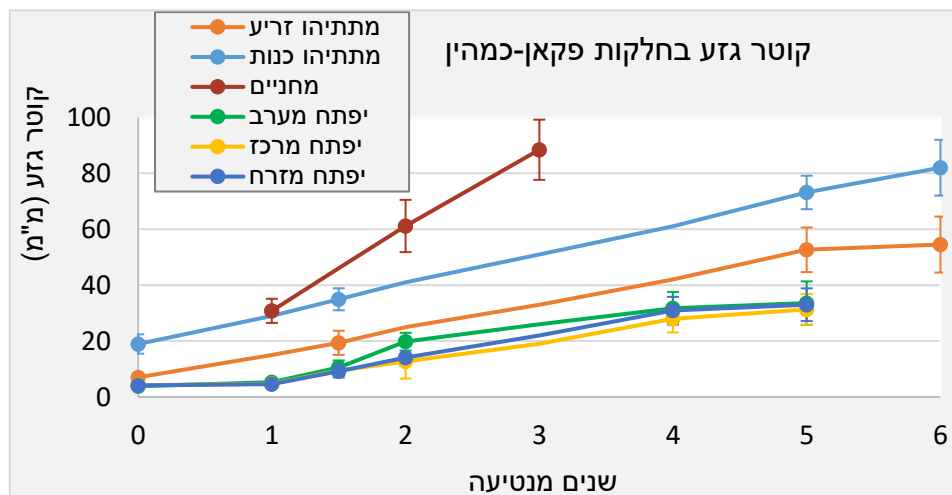
איור 5. השינוי ברמת המיקוריזה בשתילים בחלקת יפתח.

מנתוני בדיקת רמת המיקוריזה (ממוצע וסטיות תקן) בשתילים, ניתן לראות שבמהלך 4 השנים האחרונות, בממשקי ההשקיה השונים שנבדקים בחלקה זו, נצפתה שונות וחוסר יציבות ברמת המיקוריזה. בבדיקה האחרונה שנערכה בחודש יוני האחרון רמת המיקוריזה הגבוהה ביותר נמצאה בטיפול שהושק בטיפוף אולם ההבדלים אינם מובהקים.



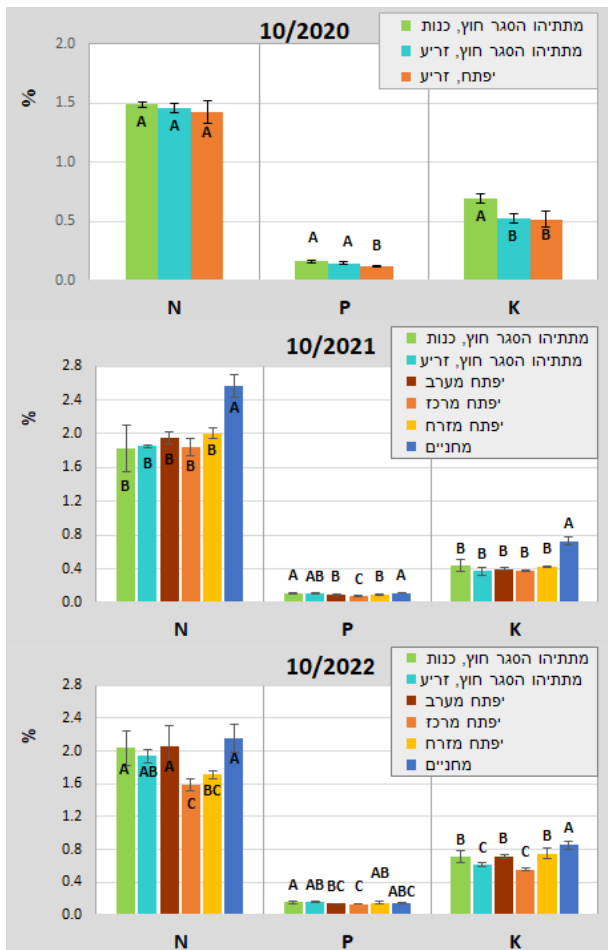
איור 6. השינוי ברמת המיקוריזה בשתילים בחלקת מחניים

מנתוני מעקב אחר רמת המיקוריזה, ניתן לראות שבמהלך שלוש השנים בממשק ההדשה המשמש בחלקה זו (ע"פ פרוטוקול פקאן מסחרי), רמת המיקוריזה עלתה בשיעור מתון בלבד. מתוך 6 שתילים שנדגמו בכל אחד ממועדי הבדיקה, נמצאו 0 שתילים מודבקים ב 15/6/20, 3 שתילים מודבקים ב 30/6/21, ורק שני שתילים מודבקים ב 6/7/22, עם רמת מיקוריזה מעט גבוהה יותר.



איור 7. השפעת ממשק ההשקיה והדישון על השינויים בקוטר הגזע בחלקות המודל.

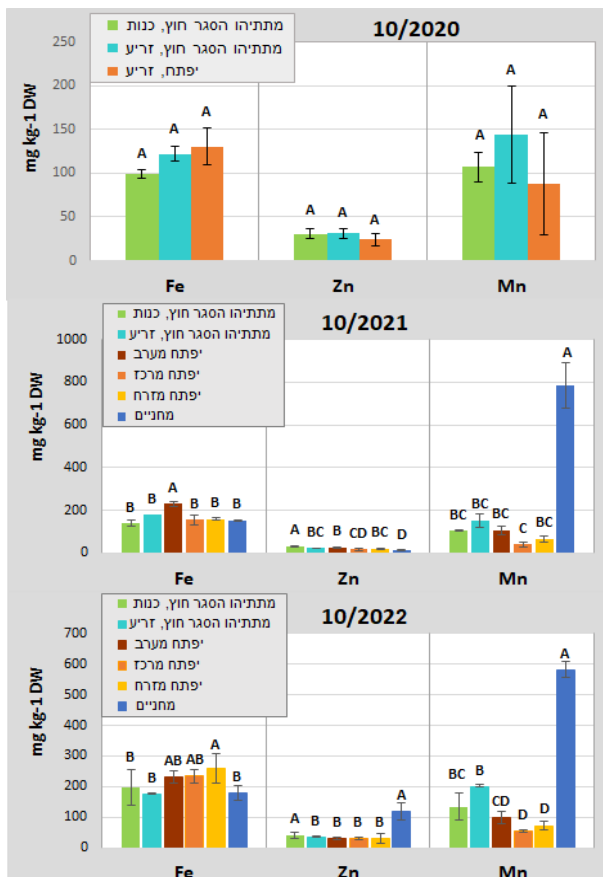
באיור 7 ניתן לראות השפעת ממשק ההשקיה והדישון על קצב התפתחות העצים ע"פ מדד קוטר הגזע (ממוצע וסטיות תקן). שתי החלקות במתתיהו ויפתח שאינן מדושנות (במתתיהו ניתן דישון בריכוז נמוך רק באפריל-מאי 2021) התפתחו בקצב דומה. במתתיהו שתילי הכנות ממשיכות להתפתח בקצב קבוע ואילו בשתילי הזריעים פחת קצב הגידול בשנה זו. ביפתח ניתן לראות שהחלקה המערבית שקיבלה בשנה הראשונה את כמות ההשקיה הגבוהה ביותר (23 ליטר/עץ/יום) גדלה במהלך השנה הראשונה לאחר הנטיעה בקצב מהיר יותר משני הטיפולים עם השקיה בכמויות נמוכות יותר אולם החל מהשנה השלישית לא ניתן להבחין בהבדל. ניתן לראות כי שתילי הפקאן במחניים המגודלים על פי ממשק ההדשה העשיר המומלץ לגידול פקאן, הכפילו את קוטר הגזע כמעט פי 3 בתוך שנתיים (מ 30.8 מ"מ ל 88.4 מ"מ).



איור 8. רמות NPK בבדיקות עלים בחלקות המודל

באיור זה ניתן לראות את תוצאות ריכוז NPK בבדיקות העלים שנערכו בשלושת שנות המחקר (ממוצע, סטיות תקן ומובהקות סטטיסטית). אותיות שונות מייצגות הבדלים מובהקים ברמת (Alpha=0.05)

תוצאות בדיקת העלים מלמדות שברמת המקרואלמנטים, הדשייה בריכוז נמוך ובדשן NK שניתנה בחלקת המודל במתתיהו באה לידי ביטוי בעליה בריכוז הזרחן בעלים עם שונות בתוך החלקה. מקור השונות יכול להיות מפיזור לא אחיד או משונות בהרכב הקרקע. ניתן לראות כי בחלקה המסחרית של הפקאן במחניים שמדושנת בממשק של גידול פקאן מסחרי רמת החנקן, זרחן והאשלגן היו גבוהים מבשאר החלקות.



איור 9. רמות Fe, Zn, Mn בבדיקות עלים בחלקות המודל

באיור 9 ניתן לראות את תוצאות ריכוז המיקרואלמנטים (Fe, Zn, Mn) בבדיקות העלים שנערכו בשלושת שנות המחקר. (ממוצע, סטיות תקן ומובהקות סטטיסטית). אותיות שונות מייצגות הבדלים מובהקים ברמת (Alpha=0.05)

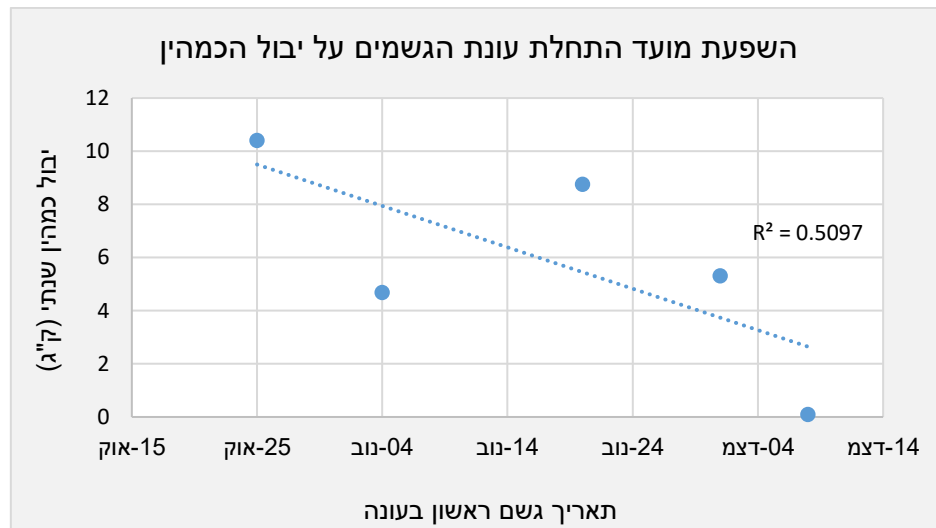
ניתן לראות שבחלקה במתתיהו שוב התקבלה שונות בריכוז ברזל, אבץ ומנגן. בחלקה המדושנת במחניים על פי ממשק פקאן מסחרי נמצא בשנת 2021 כי רמת האבץ נמוכה מזו שבמתתיהו אך רמת המנגן גבוהה בשיעור ניכר מהחלקות במתתיהו וביפתח. לאור תוצאות אלו התחילו בשנת 2022 להעלות את ריכוז האבץ בתמיסת הדשן בחלקה במחניים דבר שהביא להעלאת ריכוז האבץ בעלים בסתיו 2022.

טבלה 3. ספירת אגוזים בעצים שהודבקו בפטריה לעומת עצים שלא הודבקו, בחלקת מחניים 2022:

מס' אגוזים לעץ	
45.1±30.52	שתילים שהודבקו בכמהין
49.9±43.89	שתילים שלא הודבקו

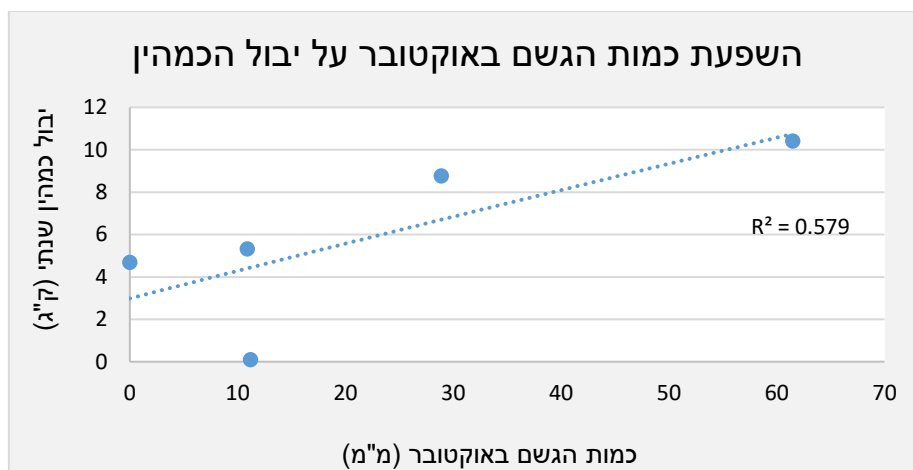
ניתן לראות שהיה יתרון קטן לעצים שלא הודבקו, אך סטיות התקן גדולות מאוד וההבדל אינו מובהק. (במבחן Student's t. Oneway Analysis, Alpha=0.05)

בשנת 2022 שהיא השנה הרביעית לאחר הנטיעה כמות היבול הכללית בחלקה לא הצדיקה ניעור (איסוף מסחרי)



איור 10. השפעת מועד התחלת עונת הגשמים על יבול הכמהין בחלקת פקאן בוגר בחוות מתתיהו במהלך 5 השנים האחרונות

באיור 10 ניתן לראות שהיבול הגבוה ביותר התקבל בשנה שבה עונת הגשמים החלה ב 25 באוקטובר והנמוך ביותר בשנה שהגשם המשמעותי הראשון (מעל 15 מ"מ ביממה) היה ב 8 בדצמבר.



איור 11. השפעת כמות הגשמים שירדו בחודש אוקטובר על יבול הכמהין בחלקת פקאן בוגר

בחוות מתתיהו במהלך 5 השנים האחרונות

באיור זה ניתן לראות שככל שכמות הגשם בחודש אוקטובר גדולה יותר כך עולה יבול הכמהין

טבלה 4. תוצאות ריצוף מיקוביום מדוגמאות קרקע

(o=order, f=family, g=genus, s=species)

	יפתח				מתתיהו הסגר חוץ			
	חלקת כמהין		שטח בר		חלקת כמהין		שטח בר	
עומק דיגום (ס"מ)	25	10	25	10	25	10	25	10
הפטירות שזוהו								
unidentified	1100	336	185	283	1072	95	39	225
s__Exobasidium_sp	0	0	0	0	0	3346	0	0
s__Lepiota_forquignonii	0	0	0	0	0	0	0	1
f__Trichomeriaceae	0	0	38	1648	0	0	0	0
s__Trichomeriaceae_sp	0	0	34	1455	0	0	0	0
s__Verrucocladosporium_visseri	0	0	0	3	0	0	0	0
s__Malasseziaceae_sp	0	0	0	0	495	0	0	0
s__Xylariaceae_sp	0	0	584	1	0	0	0	0
g__Gibberella	0	0	269	173	0	0	0	0
f__Mycosphaerellaceae	216	33	58	158	7	0	0	11
f__Chaetomiaceae	0	0	393	87	0	0	0	0
s__Acremonium_alternatum	0	0	462	2	0	0	0	0
o__Pezizales	1	0	94	281	6	4	0	2
s__Sporormiaceae_sp	0	0	136	260	0	0	0	0
g__Saccharomyces	0	0	0	1	0	0	0	0
s__Thelebolus_ellipsoideus	0	0	335	66	0	0	0	0
g__Inocybe	0	0	14	5	0	3	0	0
s__Aspergillus_awamori	0	0	6	44	0	325	0	0
s__Malasseziales_sp	0	0	0	0	308	0	0	0
f__Cordycipitaceae	0	0	32	17	315	0	0	0
o__Onygenales	119	11	48	114	0	0	0	0
s__Chaetothyriales_sp	0	0	6	341	0	0	0	0
g__Purpureocillium	0	0	38	44	0	0	0	0

בחינה ראשונית של תוצאות הריצוף העמוק מלמדת על שונות באוכלוסיית פטריות הקרקע כתלות באזור הגידול, הרכב הקרקע ועומק הדגימה (כאשר דגימת פטריית הכמהה הקיצית מתבצעת בנפרד ונלקחת מהשורשים עצמם – ר' נספח 1). בהמשך ינותחו התוצאות בכדי לקשור בין הרכב פטריות הקרקע ובין ממשק הדישון וקצב התפתחות פטריית הכמהה. אפיון קשר זה יאפשר ניטור מושכל של התנאים האופטימליים (ממשק הדשייה) לגידול פטריית הכמהה במטעים.

דיון

תוצאות בחינת התפתחות השתילים והשינויים ברמת המיקוריזה עם פטריית הכמהה השחורה הקייצית (*Tuber aestivum*), מלמדות כצפוי שקצב גידול העצים מושפע מממשק ההשקיה והדישון. בחלקה במחניים המקבלת הדשייה בממשק פקאן מסחרי, בדשן NPK התקבל קצב הגידול המירבי ורק בשנה השנייה לאחר הנטיעה התחלנו לזהות מיקוריזה ברמה נמוכה, כנראה בגלל שילוב בין שיטת ההדבקה המאוחרת (בזמן הנטיעה) ודישון בריכוז דשן גבוה. בבחינת רמת המיקוראלמנטים, נמצא במחניים 2021 ריכוז אבץ נמוך וריכוז מנגן מאוד גבוה בהשוואה לשאר החלקות. מאחר והפקאן רגיש למחסור באבץ, המגדל היתחיל להוסיף אבץ בריסוס עלוותי באביב 2022 מה שהביא לעלית ריכוזו בעלים בבדיקות סתיו 2022. בחלקת מתתיהו שקיבלה דישון במשך חודשיים במהלך אביב 2021 וב 2022, התפתחות העצים הייתה איטית יותר בהשוואה לחלקת מחניים שמדושנת על פי פרוטוקול הגידול המסחרי של פקאן, אך מהירה יותר מחלקת יפתח שלא התחילו בה לדשן בגלל בעיות טכניות. ניתן לראות שקצב ההתפתחות של הזריעים שהונבטו והודבקו בחוות מתתיהו היה נמוך מזה של הכנות המסחריות שהתקבלו ממשלת בני דרור. בחלקה במתתיהו נמצאה עלייה מתמשכת ברמת המיקוריזה. בחלקת יפתח לא ניתן דישון בגלל בעיות טכניות שטרם נפתרו. התפתחות העצים בשלושת טיפולי ההשקיה הייתה איטית יותר משתי החלקות האחרות, רמת המיקוריזה בטיפולים שהושקו במתזים ירדה בהשוואה לשנה הקודמת בעוד שבטיפול שהושקה בטיפוטף השתפרה המיקוריזה בשנה זו (איור 5).

בבחינת השפעת מועד תחילת עונת הגשמים וכמות הגשם בחודש אוקטובר בחמשת השנים האחרונות, ניתן לראות שככל שמקדימה עונת הגשמים וגדלה כמות הגשם באוקטובר כך גדל יבול הכמהה שנסאף בחלקות הבוגרות. לאור השינויים האקלימיים שאנו חווים בשנים האחרונות שבאים לידי ביטוי בהתחלה מאוחרת יותר של עונת הגשמים, יש חשיבות לשמור על רטיבות קרקע בעומקים שבין 0-30 ס"מ בטווח של רטיבות משקלית 16%-20% על מנת להבטיח תנאים נאותים להיווצרות הפרימורדיות שמתחילות להתפתח בחודש אוקטובר ושבמהמשך מתפתחות לגופי הרבייה שנאספים (הכמהה).

בבחינת אחוזי הצלחת הרכבות החליל שבוצעו בחלקה בחוות מתתיהו בשנה האחרונה, נמצא שאחוזי ההצלחה הממוצעים עומדים על 38%. אחוז זה מהווה שיפור לעומת שנה קודמת אולם עדיין נמוך ומחייב בחינה האם ניתן לבצע את ההרכבות בשלבים מוקדמים יותר.

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

ההתקדמות המשמעותית חלה בתחומים עיקריים אלו:

1. נמצא שקצב הגידול של כנות מסחריות שהודבקו, טוב יותר מהזריעים שהוכנו במתניהו, דבר שמחייב התאמות בשתלנות.
2. נמצא שניתן להגביר צימוח של השתילים ע"י דישון מבוקר מבלי לפגוע בהתפתחות הכמהין
3. מערכות ניתור רטיבות הקרקע שהותקנו אפשרו לנו להבין את החשיבות השמירה על רטיבות קרקע בתחומים הנדרשים, כדי לאפשר היווצרות הפרימורדיות שיתפתחו לגופי הפרי באביב. שמירת רטיבות הקרקע תעשה בעזרת השקיה בסתיו, במידה ולא ירד גשם באוקטובר.
4. הצלחנו לשפר את אחוז ההצלחה של ההרכבות הקיציות של הפקאן, המפתח הינו כנראה בעיתוי נכון שבו קליפת העץ ניתקת בקלות ובגיוס מעל ההרכבה בסוף החורף. יש לעקוב אחרי שלב זה בכל חלקה על מנת לבצע את ההרכבות בעיתוי המתאים שיבטיח הצלחה.

פעילויות שנעשו בדו"ח במהלך תקופה (סיורים, ביקורים, הרצאות, כינוסים, פיתוחים חדשים

וכו'):

במהלך השנה האחרונה :

1. ניתנה הרצאה במסגרת כנס מגדלי פקאן שהתקיים במועדון החבר בקיבוץ הגושרים
2. היו מספר סיורים וביקורים של חקלאים ושל סגנית ראש המינהל דר. עינת צחורי פין.

מסקנות, בעיות שהתעוררו, והמלצות להמשך המחקר או שינוי במחקר :

המסקנה העיקרית היא חשיבות של שמירה על רטיבות קרקע בחודשי אוקטובר נובמבר ע"י השקיה סתוית.

לאור הקשיים בהצלחת ההרכבות שבוצעו, התחלת הניבה של האגוזים תתעכב .

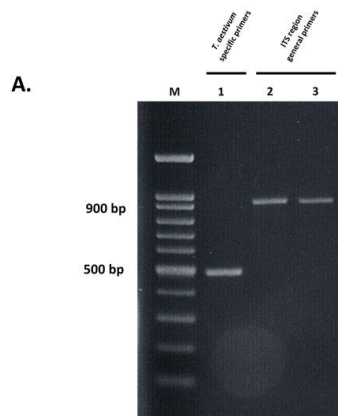
מאחר ובגידול הכמהין יש חשיבות לשמור על אוורור הקרקע יש לבחון כיצד ניתן למנוע הידוק הקרקע בגידול משולב.

הקף העניין בגידול זה וכמות החלקות (7 חלקות בהיקף של 106 דונם) שניטעו בשנים האחרונות מחייבות המשך מו"פ שיאפשר לפתח את הממשק בגידול מורכב זה.

מצורף תחשיב גידול שהוכן ע"י אבי סלומון ממשרד החקלאות מחוז הצפון.

פרוטוקול גידול יוכן בהמשך עם מדריך גידול פקאן משה"מ - זאביק פרקש

IV. נספחים (אופציונלי)



A. Amplification products obtained with general and specific primers for *Tuber aestivum* ITS rDNA region.

B. Scanning electron microscopy (SEM) images showing the mycorrhizal interaction of *Tuber aestivum* with *Carya illinoensis*.

**Tuber aestivum* samples for gDNA extraction and SEM imaging were obtained from A mature pecan orchard research-plot located at Matityahu research station.

