פיתוח ממשק להתמודדות עם פגעי קרקע באננס

שותפים: ליאור אברהם (שה"מ), עירית דורי, שבתאי כהן, טלי אילני ומשה ברונר (מו"פ דרום), יעל מלר הראל (השירותים להגנת הצומח)

תקציר:

בישראל מגדלים מעל 2000 דונם אננס. משך הגידול משתילה לקטיף 14-24 חודשים. בגידול אינטנסיבי בבתי צמיחה, נפוצה תופעה של התנוונות וריקבון שורשים הנובעת מפגעי קרקע שונים, בשילוב גורמים מעודדים כגון ניקוז לקוי ועודפי מים. אלו עשויים לגרום לעיכוב בצימוח ותמותה של הצמח. שמירה על בריאות הקרקע ומערכת השורשים בגידול אננס הם המפתח להצלחת הגידול. מטרת המחקר: פיתוח ממשק לטיפול ולהתמודדות עם מחלות קרקע פטרייתיות בגידול אננס על מנת לשפר את האחידות בגידול, לקצר את משך זמן הגידול ולהעלות את היבול והרווחיות של החקלאי. אופיינו במעבדה פתוגנים פטרייתיים שוכני קרקע בגידול אננס ממספר מקומות בארץ, אשר גורמים למחלות אלו. שני ניסויים נשתלו בקיץ 2020: ניסוי הדברת מחלות קרקע, וניסוי השקיה בו בוחנים את צריכת המים של הצמחים בזנים: קווין ו- MD2. בקיץ 2021 נשתל ניסוי המשלב בין טיפולי הדברה המיטביים אגרוטכניים וכימים (מניסויי הדברה קודמים שבוצעו במו"פ) וטיפולי השקיה המבוססים על מקדמי השקיה שחושבו בניסוי ההשקיה. מתוצאות הניסוי ברור שלחיטוי קרקע יש חשיבות רבה בגידול אננס במונוקולטורה בעיקר כאשר מתחילים עם שתילי תרבית קטנים וידוע שמשך הגידול הוא קרוב לשנתיים. שילוב של השקיה נכונה, טיפולים אגרוטכניים כמו ערוגות מוגבהות, תעלות קומפוסט וטיפולי הגמעה כימיים יכולים לשפר משמעותית את היבול ואיכותו ולהעלות את הרווחיות של מגדלי האננס.

רקע קצר, תיאור הבעיה ומטרות המחקר:

האננס (*Ananas comosus*) הוא צמח טרופי מסוג CAM (מסלול פוטוסינתיזה ייחודי המאפשר חיסכון במים), ממשפחת הברומליים (*Brumeliaceae*), אשר מקורו בדרום ובמרכז אמריקה. בישראל מגדלים מעל 2000 דונם אננס וישנה הרחבה של שטחי הגידול. שטחי הגידול מפוזרים לאורך מישור החוף עד צפון מערב הנגב (חבל הבשור), ולאחרונה גם בבקעת הירדן, ברמת הנגב ובערבה. האננס הוא צמח רב-שנתי, המפתח צמח אם ראשי, שנושא עמוד פרי אחד ונצרים המשמשים כחומר ריבוי להמשך הגידול. מכל צמח אננס מתקבל פרי בודד, והמשך הגידול במשך 3 עד 6 חודשים לאחר הקטיף הוא לצורכי איסוף של חומר הריבוי (נצרים).

בתנאי הגידול בישראל, משך הגידול משתילה לקטיף נע בין 14-24 חודשים, כתלות בתנאי הגידול: גודל השתיל/נצר, סוג המבנה, תאריך השתילה, מועד ההפרחה ועוד. בניגוד לגידול אננס בשטח פתוח, כמקובל באזורי הגידול בעולם, בישראל מתבצע הגידול רק במבנים בשל תנאים אקלימיים תת-מיטביים: חורף קר (טמפרטורות נמוכות מ-7 מ"צ) וגשום וקיץ חם (טמפרטורות גבוהות מ-35 מ"צ), יבש ועם קרינה חזקה.

ככלל, אננס סביל יחסית למחלות ולמזיקים התוקפים את העלווה והפרי אולם, בגידול אינטנסיבי בבתי צמיחה בדומה לגידולים נוספים כגון עגבנייה, נפוצה מאד תופעה של התנוונות וריקבון שורשים הנובעת מפגעי קרקע שונים לעיתים בשילוב גורמים מעודדים כגון ניקוז לקוי, עודפי מים ועוד. אלו עשויים לגרום לעיכוב משמעותי בצימוח, להצהבה, ובמקרים חמורים להתמוטטות כללית ותמותה של הצמח. על כן, שמירה על בריאות הקרקע ומערכת השורשים בגידול אינטנסיבי

וממושך של אננס היא המפתח להצלחת הגידול. פגעי הקרקע שאובחנו בגידול אננס בישראל כוללים נמטודות, חיידקים ובעיקר פטריות מסוגים שונים.

הגורמים המעודדים את התפתחות מחלות הקרקע (פטריות) הם: עודפי מים, ניקוז לקוי, טמפ' קרקע גבוהה-מתונה, PH 7-8, אלו מתווספים לגידול אינטנסיבי של אננס במונוקולטורה. תמונת המצב בגידול אננס בישראל דומה למתרחש בגידול ירקות במבנים בממשק אינטנסיבי, גם בגידול אננס בשטח בו גדל אננס במחזורים הקודמים אנו עדים לבעיות קשות של חוסר אחידות בהתפתחות הצמחים, ריקבונות שורש ופגיעה משמעותית בפוטנציאל היבול והאיכות של הפרי. בשונה ממרבית גידולי הירקות במבנים, גידול האננס הינו ארוך מאד (18-27 חודשים) והסיכוי להתפתחות ולעלייה בנגיעות של פגעי קרקע במהלך הגידול עולה עם התקדמות הגידול. כמו כן, מרבית חומר הריבוי (פרט לשתילים שהוכנו מתרבית רקמה או שתילי גוש ממשתלה מוסמכת) המשמש את המגדלים לעונה החדשה נלקח בצורה עצמאית מנצרים שגדלו בשטחים ותיקים, דבר המגדיל את סיכויי האילוח החוזר של פגעי קרקע בחלקות חדשות. בנוסף לכך, נכון להיום אין ברשות המגדלים חומרי הדברה מורשים לשימוש במהלך הגידול פרט לחומרים המורשים לחיטוי הקרקע לפני השתילה. חיטוי הקרקע (כימי/סולרי) מאפשר הדברה טובה של מרבית פגעי הקרקע לפני השתילה, אולם מספר חודשים לאחר מכן ישנו אילוח מחודש של השטח ויעילות החיטוי פוחתת משמעותית. כמו כן לימוד ממשק ההשקיה המיטבי באננס יאפשר למגדלים להימנע ממצב של עודפי מים בגידול ויאפשר הפחתה ברמת הנגיעות בגורמי מחלה בשטחי הגידול.

<u>מטרת המחקר</u>: פיתוח של ממשק לטיפול ולהתמודדות עם מחלות קרקע פטרייתיות בגידול אננס על מנת לשפר את האחידות בגידול, לקצר את משך זמן הגידול ולהעלות את היבול והרווחיות של החקלאי.

<u>מטרות ספציפיות</u>:

1. לימוד ממשק ההשקיה המיטבי בזנים קווין ו-MD2, פיתוח מקדמי השקיה מותאמים לגידול.
2. אפיון פגעי קרקע פטרייתיים לאורך הגידול
3. פיתוח ממשק הדברה משולב למחלות קרקע

מהלך המחקר ושיטות העבודה (תכנון לעומת ביצוע):

תוכנית המחקר כללה אפיון של פתוגנים פטרייתיים שוכני קרקע, אשר גורמים למחלות באננס שבוצע במעבדה של דר' סטנלי פרימן ו-3 ניסויים שבוצעו במו"פ דרום. במעבדה של סטנלי פרימן במכון וולקני בוצע אפיון של פתוגנים פטרייתיים שוכני קרקע בגידול אננס שבודד מצמחים שהראו סימפטומים מאזורים שונים בארץ. חלקי צמח נגועים הונחו על גבי מצעים שונים שחלקם מצעים סלקטיביים. בוצע אילוח של הצמחים בתבדידים נבחרים להשלמת מבחן קוך בשתי שיטות שונות וזאת על מנת להגיע ליעילות הדבקה גבוהה. בוצע Ap-PCR על מנת לסווג את הפטריות שבודדנו לקבוצות, ובחינת נציג הקבוצות.

במסגרת התוכנית נשתלו ב- 10/6/20 שני ניסויים: 1. ניסוי הדברת מחלות קרקע במנהרה עבירה בה גדל אננס בעבר. במסגרתו נבחנו 10 טיפולים אגרוטכנים וכימים ב- 4 חזרות. 2. ניסוי השקיה

בחממה בה גדל אננס בעבר במסגרתו נבחנים 9 טיפולי השקיה ב- 4 חזרות ובו נלמד על צריכת המים של הצמחים בזנים קווין ו- MD2 .

ניסוי הדברת מחלות קרקע - השתילה בוצעה בעומד של 5000 צמחים לדונם. בניסוי זה הזן שנבחן היה MD2 שנחשב רגיש יותר למחלות קרקע, ובמסגרתו נבחנו 10 טיפולי הדברה (טבלה 1): 5 טיפולים אגרוטכניים, 4 טיפולי הדברה כימית ואגרוטכנית (ערוגות מוגבהות) בהשוואה לטיפול ביקורת (A). טיפולי ההדברה הכימית נגד פוזריום, פיתיום ריזוקטוניה וטיפול משולב נגד שלוש המחלות.

טבלה 1: טיפולי ניסוי הדברת מחלות קרקע

טיפול	הדברה כימית	ערוגה	השקיה	תעלה
A	ללא	שטוחה	רגילה	
B	ללא	שטוחה	מופחתת	
C	ללא	מוגבהת	רגילה	
D	ללא	מוגבהת	מופחתת	
E	ללא	שטוחה	רגילה	טוף
F	ללא	שטוחה	רגילה	קומפוסט
G	פיתיום	מוגבהת	רגילה	
H	פוזריום	מוגבהת	רגילה	
I	ריזוקטוניה	מוגבהת	רגילה	
J	משולב	מוגבהת	רגילה	

בניסוי ההשקיה נבנו ליזימטרים עודפים למדידת נתוני צריכת המים של הצמחים לשני זנים: קווין ו- MD2 (איור 1). מכל זן 4 חזרות באורך 8 מ' כ"א. האננס נשתל במארז רציף במידות 40 ס"מ רוחב ו 20 ס"מ גובה. המארז הוצב ע"ג מגביה ("תבנית ביצים") בתוך מרזב ("מעטפת") שאוסף את הנקז אל מיכל איסוף. תערובת הגידול במארזים הייתה אודם 130 המורכבת מ: 60% טוף 0.8 ו- 4.8 (מנקז) ו- 40% כבול גס. מערכת זו מאפשרת הפעלת ממשק השקיה בעודף ("מערכת סלחנית") עקב הנקיזות הגבוהה שלה, מבלי לגרום לבעיות של עודפי מים בבית השורשים. מדידה עקבית של כמויות המים להשקיה וכמויות המים בנקז, מאפשרת קבלת מאזני מים מדויקים ואמינים ברמה עונתית, יומית ואף בתוך היום בעונות בהן יש יותר מהשקיה אחת.

השתילה הייתה בעומד של 5000 צמחים לדונם. במסגרת הניסוי נבחנו טיפולי השקיה עם וללא חיפוי קרקע. ללא חיפוי קרקע נבחנו שני זנים: קווין ו- MD2 ובכל אחד מהזנים נבחנו שלושה טיפולי השקיה: 130% מליזימטר, 100% מליזימטר ו- 70% מליזימטר. עם חיפוי קרקע נבחנו בזן MD2 שלושה טיפולי השקיה: 100% מליזימטר, 70% מליזימטר ו- 50% מליזימטר (טבלה 2). כל 9 טיפולי ההשקיה בקרקע הם בגודל של 6 מ' רץ ערוגה ובוצעו בארבע חזרות. בכל חלקה 48 צמחים. בנוסף בוצעה שתילה באותו עומד גם בשמונה ליזימטרים, ארבעה לכל זן. סה"כ נשתלו בקרקע 36 חלקות ועוד 8 בליזימטרים. בחלקות הליזימטרים נשתלו 64 שתילים בכל חלקה. שתי השורות הקיצוניות במבנה מהוות שורות שוליים. חיפוי הקרקע מבוצע בפלסטיק שחור כסוף. בניסוי ההשקיה נמדדו כמות מי ההשקיה בכל הטיפולים ע"י מד מים באופן שוטף לאורך כל תקופת הניסוי. כמו כן, בחודש דצמבר 2020 הוצבה תחנה מטאורולוגית בתוך המבנה על מנת שנוכל לחשב את ההתאדות הפוטנציאלית לפי תנאי האקלים בתוך המבנה וכך נוכל למצוא את ההתאמה בין

צריכת המים של האננס, ההתאדות המחושבת במבנה וההתאדות המחושבת מחוץ למבנה. התחנה מודדת טמפ', לחות יחסית, קרינה ומהירות רוח.

מקדם הצריכה של האננס עבור האוופוטרנספירציה הפנימית והחיצונית, Kc, חושב לפי שיטת FAO למקדם לגידול יחיד (Allen et al., 1998): $K_C = \frac{ET}{ET_0}$ כאשר ET_0 הוא האוופוטרנספירציה המחושבת על פי נוסחאת פנמן מונטיס כפי שחושבה מהנתונים המטאורולוגיים של תחנה הממוקמת במו"פ דרום או כפי שחושבה מהנתונים המטאורולוגיים של תחנה הממוקמת בתוך בית הרשת.

טבלה 2: טיפולי ניסוי ההשקיה

טיפול	חיפוי קרקע	זן	% מליזימטר
A	ללא חיפוי	קווין	70
B	ללא חיפוי	קווין	100
C	ללא חיפוי	קווין	130
D	ללא חיפוי	MD2	70
E	ללא חיפוי	MD2	100
F	ללא חיפוי	MD2	130
G	עם חיפוי	MD2	50
H	עם חיפוי	MD2	70
I	עם חיפוי	MD2	100

<u>ניסוי משולב -</u> ב- 29/7/21 נשתל במסגרת התוכנית ניסוי 3 המשלב בין טיפולי ההדברה המיטביים, אגרוטכניים וכימים (מניסויי הדברה קודמים שבוצעו במו"פ) וטיפולי השקיה המבוססים על מקדמי השקיה שחושבו בניסוי ההשקיה. הניסוי נשתל בחממה בה גדל אננס בעבר ונבחנים בו 2 זנים: קווין ו- MD2. בכל זן נבחנים 10 טיפולים בארבע חזרות (טבלה 3). כל הניסוי נשתל על ערוגות מוגבהות ובכולו הקרקע מחופה. טיפולי ההדברה החלו ב- 26/10/21 והם ניתנים כל חודש (סה"כ בוצעו 9 טיפולים). בטיפולי האלטרנציה נגד פוזריום השתמשנו לחילופין בחומרים: טאצ'יגארן, סוויץ, עמיסטר ומיראז'. ב- 24/11/21 ביצענו הערכת מחלה בשטח הניסוי במסגרתה הערכנו את שכיחות המחלה (% הצמחים החולים) בכל חלקה וכן את חומרת המחלה- בכל חלקה הוערכו באקראי 10 צמחים. כל צמח קיבל ציון מ- 1 – צמח מעוכב מאד עד 5 – צמח בעל צימוח נמרץ מאד. לאחר מכן בכל חלקה חושב % הצמחים המעוכבים (ציון 2.5 ומטה), צימוח בינוני (ציון 3-3.5) וצימוח נמרץ (ציון 4-5) כאשר עוצמת הצימוח מהווה מדד לחומרת המחלה. ב- 15/12/21 וב- 18/5/22 נערכו בחלקת הניסוי בדיקות של משקל העלה הגדול ביותר בצמח אשר מהווה מדד לגודל הצמח. במסגרת זו נדגמו מכל חלקה 10 עלים מחלקה מצמחים שונים באופן אקראי ונשקלו. ב- 10/5/22 נספרו בזן קווין בכל חלקה הצמחים שהתמיינו לפריחה באופן טבעי וחושב אחוז הצמחים בכל חלקה. ב- 11/5/22 וב- 18/5/22 ניתנו בזן קווין ריסוסי הפרחה באתרל לכל הצמחים שלא התמיינו לפריחה באופן טבעי.

טבלה 3: טיפולי הניסוי המשולב שנשתל ב- 2021

קווין	MD2	חיטוי	טיפולים
K	A	ללא חיטוי קרקע	ביקורת ללא חיטוי קרקע (שוליים- ללא חזרות)
L	B	חיטוי קרקע	ללא טבילה או הגמעות
M	C	חיטוי קרקע	ללא טבילה או הגמעות - השקיה מופחתת
N	D	חיטוי קרקע	תעלות הזנה (קומפוסט)
O	E	חיטוי קרקע	טבילה לפני שתילה- כלורן
P	F	חיטוי קרקע	עמיסטר
Q	G	חיטוי קרקע	טיפולי אלטרנציה - פוזריום
R	H	חיטוי קרקע	הוליסטי (EM)
S	I	חיטוי קרקע	טבילה לפני שתילה+ טיפולי אלטרנציה פוזריום
T	J	חיטוי קרקע	מופחת השקיה+ טיפולי אלטרנציה פוזריום

תוצאות:

<u>אפיון של פתוגנים פטרייתיים שוכני קרקע</u>

מתוך 67 תבדידים שבודדו מצמחים שהראו סימפטומים מאזורים שונים בארץ עיקר הפטריות הן ממשפחת פוזריום. על מנת לאפיין את הפטריות שהתקבלו בבידודים השונים, נעשתה ריאקצית AP-PCR והתבדידים חולקו ל- 11 קבוצות שונות על פי מופע התבנית על גבי הג'ל. מתוצאות מבחן קוך ניתן היה להבחין שהיו מספר תבדידים שגרמו לסימפטומים בצמח (תבדידים J1, J2, J4, J5 ו- K3) בשתי שיטות האילוח לאחר כארבעה חודשים בהשוואה לביקורת. בוצע בידוד חוזר מאותם צמחים ונעשתה ריאקצית AP-PCR על מנת לאמת שהתבדידים שאולחו במקור אכן אלה שבודדו מצמחים עם תסמינים. בנוסף קביעת הרצף מלמדות שהתבדידים הראו הומולוגיה גבוהה למיני פוזריום, ועל פי הדיווחים הם עשויים לגרום למחלה בצמחי אננס.

תוצאות שני הניסויים הראשונים, ניסוי הדברת מחלות קרקע וניסוי ההשקיה, הוצגו בדוחות מהשנים 2020, 2021. בדוח זה נציג את תוצאות הניסוי המשולב.

צריכת המים של האננס במהלך כל עונת הגידול עמדה על כ-600 מ"מ וכ-540 מ"מ עבור הזנים MD2 וקווין, בהתאמה. מקדם הצריכה (הצריכה בפועל חלקי האווופוטרנספירציה) שחושב עבור שני הזנים עבור האבפוטרנספירציה שחושבה מתחנה מחוץ למבנה ומתחנה בתוך המבנה מוצגים בטבלה 4. ניתן לראות כי ישנה התאמה טובה בין הצריכה להתאדות עבור MD2 אולם עבור הזן קווין ההתאמה בין הצריכה להתאדות הייתה פחות טובה מאחר וצריכת המים של האננס כמעט ולא השתנתה החל מחודשיים לאחר שתילה כאשר ההתאדות (חיצונית ופנימית) כן השתנתה.

טבלה 4: מקדמי הצריכה של שני זני האננס ביחס להתאדות המחושבת על פי פנמן מנתונים שנמדדו מחוץ ובתוך המבנה וסטיית התקן שלהם. ערך r2 עבור היחס בין הצריכה להתאדות.

	יחס לפנמן חיצוני		יחס לפנמן פנימי	
	MD2	קווין	MD2	קווין
מקדם הצריכה	0.26	0.24	0.56	0.59
סטיית תקן	0.04	0.08	0.20	0.09
ערך r^2 עבור היחס בין הצריכה להתאדות	0.7	0.2	0.6	0.05

בשני הזנים ראינו כי השקיה בכמות מים מופחתת מהצריכה לא הורידה בגודל הפרי אלא להיפך ולכן הוחלט בניסוי השלישי, הניסוי המשולב להשקות לפי מקדם הגידול המתואר בטבלה שחושב כ-70% ממקדם הצריכה שמופיע בטבלה 4. מקדם הגידול עבור טיפול ההשקיה המופחתת בניסוי זה חושב כ-70% מערכי Kc בטבלה 5.

טבלה 5: ערכי Kc של שני זני האננס ביחס להתאדות המחושבת על פי פנמן מנתונים שנמדדו מחוץ ובתוך המבנה.

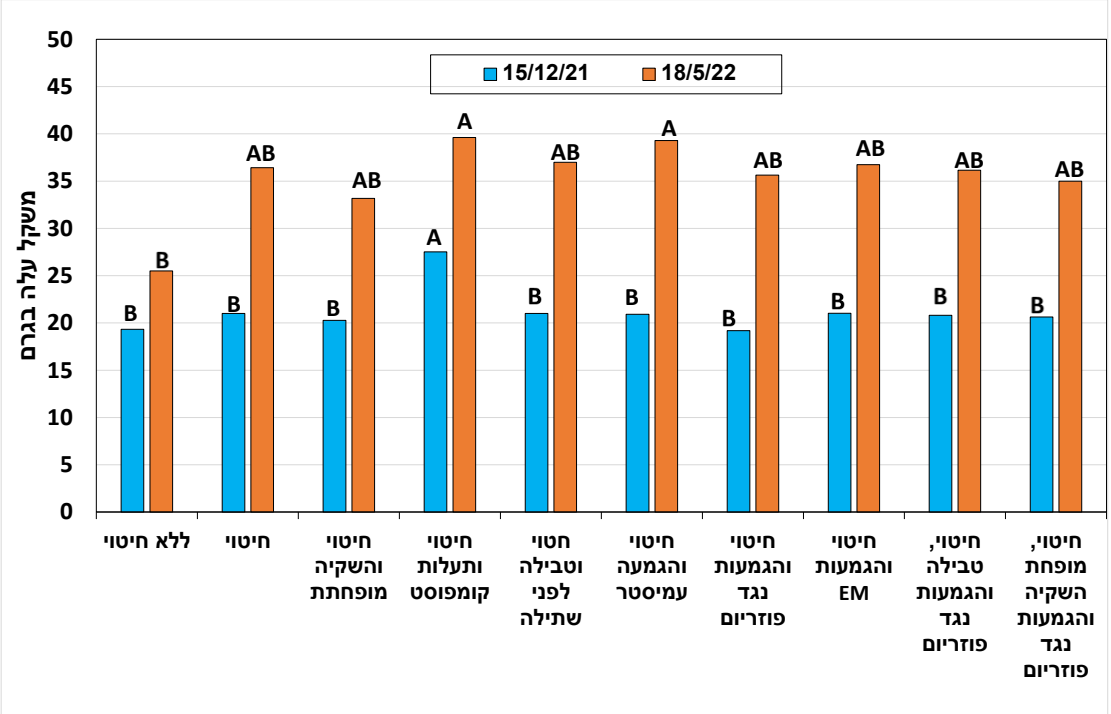
	יחס לפנמן חיצוני		יחס לפנמן פנימי	
	MD2	קווין	MD2	קווין
ערך Kc	0.18	0.17	0.39	0.41

משקל העלה הגדול ביותר

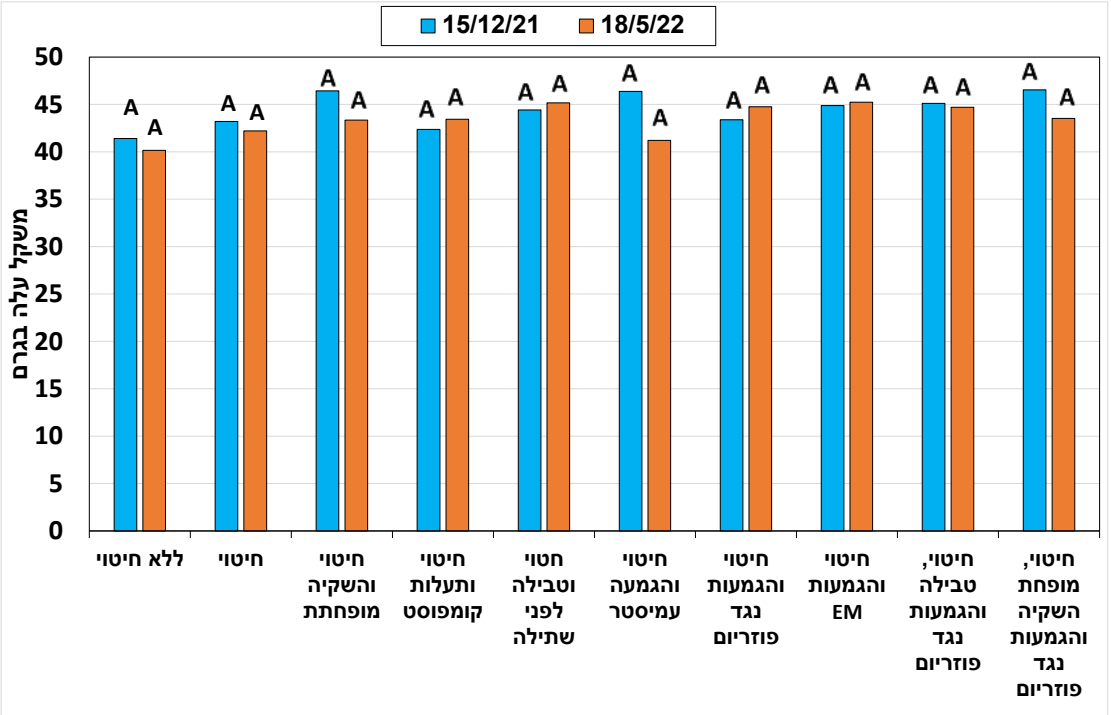
בזן MD2 בו נשתלו שתילים קטנים יחסית מתרבית רקמה, במועד הדגימה הראשון שהיה בדצמבר 2021, 4.5 חודשים לאחר השתילה, משקל העלה הגדול ביותר אשר מהווה מדד להתפתחות הצמח היה גבוה בטיפול D (תעלות קומפוסט) ביותר מ- 30% בהשוואה לכל הטיפולים האחרים ונבדל מהם סטטיסטית (תרשים 1). במועד הדגימה השני שהיה במאי 2022, 9.5 חודשים לאחר השתילה משקל העלה הגדול ביותר בטיפול של תעלות הקומפוסט היה עדיין הגבוה ביותר מבין כל הטיפולים, אך הוא נבדל סטטיסטית רק מטיפול A (ללא חיטוי קרקע). בזן קווין שבו חומר הריבוי היה נצרים לא ניכרו הבדלים בין הטיפולים במשקל העלה הגדול ביותר בשני מועדי הדגימה (תרשים 2).

עוצמת צימוח ושכיחות מחלה

בהערכת עוצמת הצימוח ושכיחות מחלה שנערכה ב- 18/5/22 בזן MD2 נמצא שלמרות שהיו הבדלים גדולים באחוז הצמחים המעוכבים (0-20%) לא נמצאו הבדלים סטטיסטים בין הטיפולים (טבלה 6). אחוז הצמחים בעלי צימוח בינוני היה הגבוה ביותר בטיפול A ללא חיטוי קרקע ובטיפול J, חיטוי, מופחת השקיה והגמעות נגד פוזריום, אך היה שונה באופן מובהק רק מטיפול D, חיטוי ותעלות קומפוסט. אחוז הצמחים בעלי צימוח נמרץ היה הגבוה ביותר בטיפולים : B,D,E,F ו-I , אך היה שונה מבחינה סטטיסטית רק מטיפול A ללא חיטוי קרקע. שכיחות המחלה הייתה הגבוהה ביותר בטיפול A לא חיטוי קרקע (14%), אך הייתה שונה באופן מובהק רק מטיפול F חיטוי והגמעה בעמיסטר (0.5%).



תרשים 1: השפעת טיפול ההדברה על משקל העלה הגדול ביותר בזן MD2 אותיות שונות מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05 על פי מבחן Tukey-kramer



תרשים 2: השפעת טיפול ההדברה על משקל העלה הגדול ביותר בזן קווין אותיות שונות מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05 על פי מבחן Tukey-kramer

בזן קווין בו חומר הריבוי היה מייחורים גדולים, הטיפולים לא השפיעו על עוצמת הצימוח (טבלה 7). שכיחות המחלה בטיפולים L, M, N ו- T הייתה נמוכה (0-1%) בהשוואה לטיפול K ללא חיטוי קרקע (9%).

טבלה 6: השפעת טיפולי ההדברה על עוצמת הצימוח ושכיחות המחלה בזן MD2 (אחוז צמחים)

אותיות שונות מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05 על פי מבחן Tukey-kramer

סימון	טיפול	צימוח מעוכב		צימוח בינוני		צימוח נמרץ		שכיחות מחלה	
A	ללא חיטוי	20	A	75	A	5	B	14	A
B	חיטוי	0	A	40	AB	60	A	2	AB
C	חיטוי והשקיה מופחתת	10	A	45	AB	45	AB	4.25	AB
D	חיטוי ותעלות קומפוסט	10	A	17.5	B	72.5	A	3.5	AB
E	חטוי וטבילה לפני שתילה	2.5	A	32.5	AB	65	A	1.5	AB
F	חיטוי והגמעה עמיסטר	2.5	A	32.5	AB	65	A	0.5	B
G	חיטוי והגמעות נגד פוזריום	2.5	A	42.5	AB	55	AB	1	AB
H	חיטוי והגמעות EM	2.5	A	45	AB	52.5	AB	5	AB
I	חיטוי, טבילה והגמעות נגד פוזריום	2.5	A	30	AB	67.5	A	1	AB
J	חיטוי, מופחת השקיה והגמעות נגד פוזריום	2.5	A	57.5	A	40	AB	1.5	AB

טבלה 7: השפעת טיפולי ההדברה על עוצמת הצימוח ושכיחות המחלה בזן קווין (אחוז צמחים)

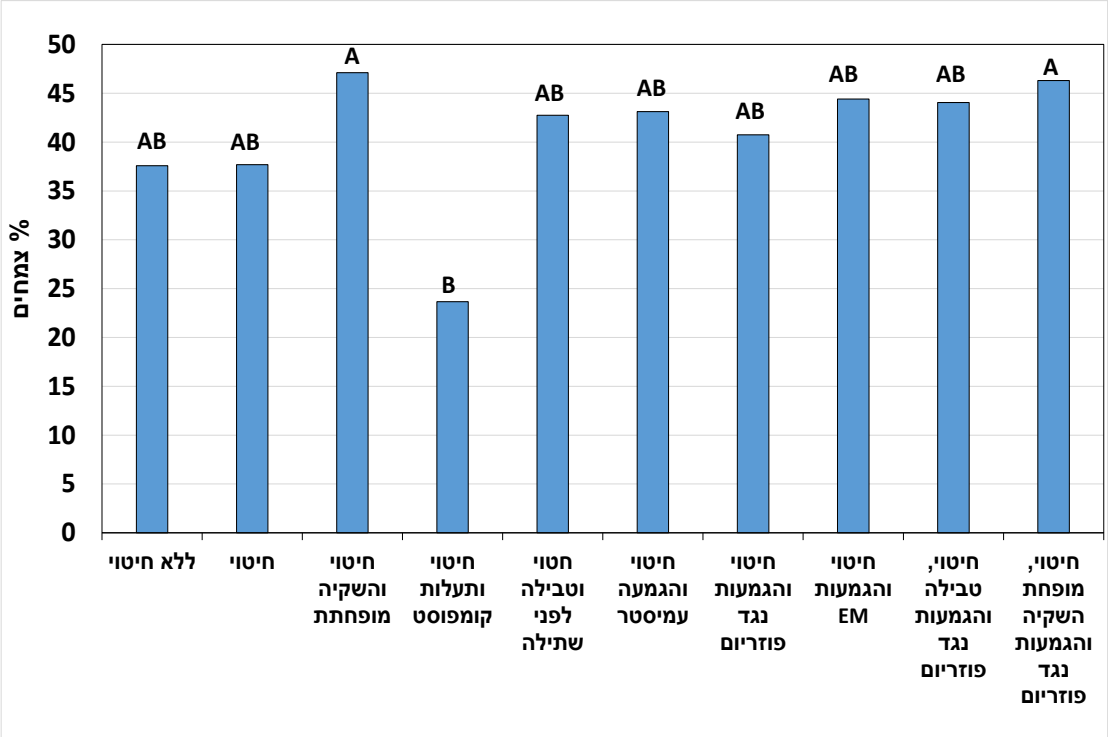
אותיות שונות מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05 על פי מבחן Tukey-kramer

סימון	טיפול	צימוח מעוכב		צימוח בינוני		צימוח נמרץ		שכיחות מחלה	
K	ללא חיטוי קרקע	10	A	65	A	25	A	9	A
L	חיטוי קרקע	5	A	65	A	30	A	0.5	B
M	חיטוי והשקיה מופחתת	5	A	57.5	A	37.5	A	1	B
N	חיטוי ותעלות קומפוסט	0	A	45	A	55	A	0	B
O	חטוי וטבילה לפני שתילה	5	A	62.5	A	32.5	A	1.75	AB
P	חיטוי והגמעה עמיסטר	2.5	A	62.5	A	35	A	1.5	AB
Q	חיטוי והגמעות נגד פוזריום	7.5	A	60	A	32.5	A	4.5	AB
R	חיטוי והגמעות EM	5	A	72.5	A	22.5	A	3.5	AB
S	חיטוי, טבילה והגמעות נגד פוזריום	5	A	60	A	35	A	4	AB
T	חיטוי, מופחת השקיה והגמעות נגד פוזריום	2.5	A	62.5	A	35	A	1	B

<u>התמיינות לפריחה</u>

בתחילת האביב נראו בזן קווין צמחים רבים שהתמיינו לפריחה טבעית ובספירה שנערכה ב-10/5/22 נמצא שבטיפול של חיטוי קרקע ותעלות קומפוסט אחוז הצמחים שהתמיינו לפריחה טבעית היה הנמוך ביותר, 24%, אך הוא היה שונה באופן מובהק רק מהטיפולים של חיטוי והשקיה מופחתת וחיטוי פלוס השקיה מופחתת והגמעות נגד פוזריום 46-47% (תרשים 3). צמחים שלא

התמיינו לפריחה טבעית קיבלו את טיפול ההפרחה באתרל במאי 2022. בזן MD2 שנשתל משתילי תרבית לא הייתה התמיינות טבעית לפריחה והוא קיבל את טיפול ההפרחה באוגוסט 2022.

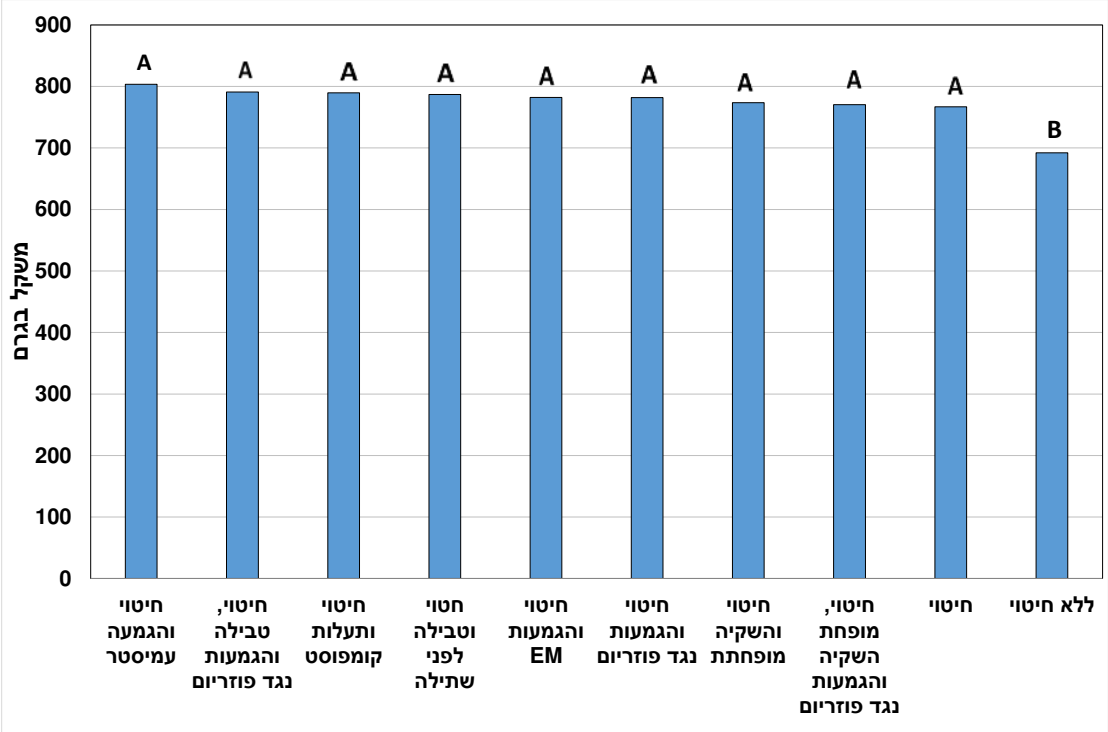


תרשים 3: השפעת טיפולי הדברה על אחוז הצמחים שהתמיינו לפריחה טבעית בזן קווין.

אותיות שונות מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05 על פי מבחן Tukey-kramer

<u>משקל פרי ממוצע</u>

ברב הטיפולים משקל הפרי הממוצע היה גבוה יחסית 770-800 גרם חוץ מטיפול ללא חיטוי קרקע שבו משקל הפרי הממוצע היה נמוך באופן מובהק 690 גרם (תרשים 4).



תרשים 4: השפעת טיפולי ההדברה על משקל הפרי הממוצע בזן קווין

אותיות שונות מציינות הבדל סטטיסטי מובהק ברמת מובהקות של 0.05 על פי מבחן Tukey-kramer

דיון:

מחלות קרקע שונות גורמות לפגיעה משמעותית בגידול אננס בישראל במיוחד לאור העובדה שמדובר בגידול ארוך ואינטנסיבי ובמונוקולטורה בבתי צמיחה. כחלק ממחקר זה נמצא שהגורמים העיקריים למחלות הקרקע השונות שגרמו לרקבון ולניוון שורשים וכתוצאה מכך לעיכוב צימוח ולפגיעה ביבול, הינם פטריות מסוג פוזריום, פתיום וריזוקטוניה. בהמשך התוכנית אופיינו במעבדה פתוגנים פטרייתיים שוכני קרקע הגורמים למחלות באננס ממספר מקומות בארץ. נמצא שעיקר הפטריות הן ממשפחת פוזריום. ביצענו אילוח של הצמחים בתבדידים נבחרים להשלמת מבחן קוך. מתוצאות מבחן קוך ניתן היה להבחין שהיו מספר תבדידים שגרמו לסימפטומים בצמח.

בניסוי הדברת מחלות שנשתל בקיץ 2020 בלטו בצימוח נמרץ ובאחוזים נמוכים של צימוח מעוכב טיפולים אגרוטכניים של ערוגות מוגבהות ותעלות טוף, אשר גרמו לניקוז טוב של המים ולכן שמרו על בריאות מערכת השורשים והצמח כולו והפחיתו נגיעות במחלות קרקע. גם טיפולי הגמעה כימיים כנגד ריזוקטוניה ופוזריום הפחיתו את אחוז הצמחים המעוכבים. למרות ההבדלים בעוצמת הצימוח, לא ניכרו הבדלים גדולים במשקל הפרי בין טיפולי ההדברה. סימני מחלה ועיכוב בצימוח הופיעו בשלב מאוחר יחסית של הגידול. משקל הפרי הממוצע בכל הטיפולים היה נמוך יחסית בגלל שאחוז גבוה מהצמחים עבר התמיינות טבעית מוקדמת שהניבה פירות קטנים ולא יפים. פרי שנקטף מצמחים שקיבלו טיפול הפרחה באתרל היה ברובו גדול יחסית ויפה. הפיזור של המחלה בשטח גם היה לא אחיד וזה גרם לשונות מאד גדולה בין החזרות של אותו טיפול.

צמח האננס הינו צמח CAM שסוגר את הפיוניות במשך היום ופותח אותן בלילה ולכן כמות המים שהוא מאדה בתהליך הטרנספירציה נמוכה מאוד. לכן, מקורה של רב האבפוטרנספירציה בגידול

אננס הוא בהתאדות מפני הקרקע. לפי ה-FAO (Pineapple, 2023) ערכי ה-KC עבור אננס הגדל בהוואי בשטח פתוח עם כיסוי קרקע בהשקיה בהמטרה הוא 0.3-0.5. בהשקיה בטפטוף הערכים יורדים בכ-0.1. בברזיל, בגידול אננס בשטח פתוח חושבו ערכי Kc של 0.88 (de Azevedo et al., 2007). הערכים שחושבו בניסוי זה נמוכים יותר, כצפוי, מאחר והאננס גדל בבית צמיחה תחת רשת צל בקיץ ופוליאתילן בחורף כך שהקרינה נמוכה יותר והפנמן המחשוב כמו שראינו נמוך משמעותית ומכאן שגם הטרנספירציה של הצמחים נמוכה יותר. מצאנו בניסוי זה כי ישנה התאמה בין ערכי ההתאדות המחושבת לפי נתוני האקלים שנאספו בתוך המבנה לאלו שנאספו מחוץ למבנה. מכאן, במידה ואין תחנת מדידה קרובה, ניתן להשתמש בנתונים הנאספים כיום בתוך המבנים על מנת לחשב את מנת ההשקיה אותה צריך לתת.

בניסוי המשולב שנשתל בקיץ 2021 יישמנו בשטח הניסוי טיפול אגרוטכני של שתילה בערוגות מוגבהות עם חיפוי קרקע ושילבנו בין טיפולי הדברה מיטביים (אגרוטכניים וכימיים) וטיפולי השקיה המבוססים על מקדמי השקיה. בהתאם לממצאים שקיבלנו במעבדה בטיפולים הכימיים התמקדנו בטיפולים נגד פוזריום.

בניסוי זה, בזן MD2 בו נשתלו שתילים קטנים יחסית מתרבית רקמה, ראינו שטיפול של שתילה בתעלות קומפוסט זירז את הצימוח בחודשים הראשונים של הגידול. זה התבטא במשקל העלה הגדול ביותר שהיה גבוה ביותר מ- 30% בהשוואה לכל הטיפולים האחרים ואילו טיפול ללא חיטוי קרקע גרם לעיכוב בצימוח שהתבטא במשקל עלה נמוך כבר 10 חודשים לאחר השתילה. בזן קווין שבו חומר הריבוי היה נצרים גדולים יחסית, לא ניכרו הבדלים בין הטיפולים במשקל העלה הגדול.

בניסוי המשולב שנשתל בקיץ 2021 בהערכה של עוצמת הצימוח ושכיחות מחלה שנערכה בזן MD2 כ- 10 חודשים לאחר השתילה נמצא שטיפול ללא חיטוי קרקע בלט לרעה באחוזים גבוהים יחסית של צמחים מעוכבים ואחוזים נמוכים של צמחים בעלי צימוח נמרץ וכן שכיחות המחלה הייתה גבוהה יחסית בטיפול זה. בזן קווין בו חומר הריבוי היה מייחורים גדולים הטיפולים לא השפיעו על עוצמת הצימוח, אך גם בזן זה בטיפול ללא חיטוי קרקע שכיחות המחלה הייתה הגבוהה ביותר והיא השפיעה גם על גודל הפרי שהיה קטן יותר באופן מובהק בטיפול ללא חיטוי קרקע. לאור תוצאות אלו ברור שלחיטוי קרקע יש חשיבות רבה בגידול אננס במונוקולטורה בעיקר כאשר מתחילים עם שתילי תרבית קטנים וידוע שמשך הגידול הוא קרוב לשנתיים.

בתחילת האביב נראו בזן קווין צמחים רבים שהתמיינו לפריחה טבעית ובספירה שנערכה בחלקת הניסוי נמצא שבטיפול של חיטוי קרקע ותעלות קומפוסט אחוז הצמחים שהתמיינו לפריחה טבעית היה הנמוך ביותר (24%) ובשני הטיפולים שכללו השקיה מופחתת אחוז הצמחים שהתמיינו לפריחה טבעית היה הגבוה ביותר (46-47%). המגדלים מעדיפים לבצע הפרחות מלאכותיות באתרל שמאפשרות אחידות בקטיף ורצף של קטיף במשך כל חדשי השנה. פרי שנקטף מהתמיינות טבעית בחודשים יולי- ספטמבר מקבל מחירים נמוכים יותר מיתר חודשי השנה. ולעיתים ההתמיינות הטבעית יכולה לגרום לפירות מעוותים, קטנים ולנזק משמעותי ברווחיות הגידול. לכן לטיפולים שמקטינים את ההתמיינות הטבעית יש חשיבות רבה בכדאיות הגידול.

התמיינות לפריחה טבעית בארץ מתרחשת בעיקר במהלך החורף כתוצאה מעקת קור וניתן להבחין בה בתחילת האביב בחודשים מרץ ואפריל. הגורמים שידועים כמשפיעים על ההתמיינות הטבעית הם : הזן, גודל השתיל בזמן השתילה ומועד השתילה, צפיפות השתילה, גיל פיזיולוגי, מצב הצימוח

ותנאי עקה בגידול. בניסוי זה למדנו שטיפול של תעלות קומפוסט הפחית באופן משמעותי את ההתמיינות הטבעית.

בניסוי המשולב ניתנו כמויות מים שהראו תוצאות מבטיחות כבר בניסוי ההשקיה (70% מצריכה) וניכר כי ממשק השקיה מיטבי באננס יאפשר למגדלים להימנע ממצב של עודפי מים בגידול ומאפשר הפחתה ברמת הנגיעות בגורמי מחלה בשטחי הגידול. ירידה לרמת השקיה השווה ל-50% מצריכה לא הביאה לשיפור בתוצאות ואף הובילה לפריחה טבעית מוגברת בזן קווין כך שלא נראה שכדאי להקטין את כמויות המים לרמות אלו. שילוב של השקיה נכונה, טיפולים אגרוטכניים שמשפרים את הניקוז בקרקע וטיפולי הדברה כימיים יכולים לשפר את האחידות בגידול, לקצר את משך זמן הגידול ולהעלות את היבול והרווחיות של החקלאי.

רשימת ספרות

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration guideline for computing crop water requirements. FAO. Irrigation and Drained Paper 56. Rome. Italy, p 299.

De Azevedo, P.D., de Souza, C.b., da Silva, B.B., da Silva, V.P.R., 2007. Water requirements of pineapple crop grown in a tropical environment, Brazil. Agricultural water management. 88: 201-208.

Ekern, P.C. 1967. Soil Moisture and Soil Temperature Changes with the Use of Black Vapor-Barrier Mulch and Their Influence on Pineapple (Ananas comosus (L.) Merr.) Growth in Hawaii. Soil Science Society of America Journal. 31(2): 270-275.

Pineapple. 2023. FAO.org. Food and Agriculture Organization of the united State. www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/pineapple/