



משרד החקלאות
מחוז העמקים

חוות נסיונות בבננות
עמק הירדן



סיכום של ניסויים ותצפיות בבננות בעמק הירדן בשנים 2016-2017

צילום באמצעות רחפן:
רם חכמון;
סיוע: עידן אלינגולד



נבות גלפז, יאיר ישראלי

בהשתתפות:

יובל לוי, עידן אלינגולד, אבישי לונדנר, שיר ברונפמן, אמיר קינן, אנה לובין ארביטי

מאי 2017

תוכן העניינים

עמוד

2 מבוא

השקייה

1. בחינת ההשפעה של מים ברמות מליחות מופחתות על צימוח ויבול הבננה בתנאי מטע
2. השקיית בננות בבית רשת ובשטח פתוח בעמק הירדן תוך הסתייעות באופוטורנספירציה מחושבת. צמח, נטיעת קיץ 2015, תוצאות יבול א'
3. השקייה מתמשכת בטפטפות בספיקה נמוכה בהשקיית יום/לילה, שער הגולן, נטיעת קיץ 2013, סיכום יבול ג'

11

בתי רשת

4. בחינת רשתות תרמיות לצורך הגנה מפני נזקי קרה
5. "ירוק בעיניים" – בדיקת השימוש ברשת ירוקה בבתי רשת בבננות, נטיעת קיץ 2012, סיכום הניסוי

26

הזנה

6. הזנת בננות באשלגן ובחנקן בבית רשת, נטיעת קיץ 2014, סיכום יבול ב'

35

שיטות גידול

7. הנמכת המטע: בחינת השימוש במרסני צמיחה וקלונים נמוכים

41

מחלת פנמה

- נהלים והנחיות להתמודדות עם מחלת פנמה
- התמודדות עם מחלת פנמה: תובנות מסיוור מקצועי באוסטרליה

48

51

מבוא

השנה החולפת הייתה מאתגרת במיוחד לענף הבננות בארץ, בכלל, ולאזור עמק הירדן בפרט:

מחלת פנמה: ביולי 2016 התגלו בחלקה בשפיה צמחים נגועים בגורם המחלה, גזע TR4 של הפטרייה שוכנת הקרקע (*Fusarium oxysporum f. sp. Cubense*). במהלך הסתיו התגלו צמחים נגועים בחלקות הפרסי והשולחן בעין-גב. במטרה למנוע את התפשטות המחלה, הוטל סגר מוחלט על האזורים הנגועים בחלקות שפיה והשולחן, וחלקת הפרסי חוסלה, וגם היא נמצאת תחת הסגר. קיים חשש כבד, שהלוואי ויתבדה, שבמהלך החודשים הקרובים, עם התחדשות המטע ויציאת העלים החדשים, יתגלו צמחים נגועים בחלקות נוספות. יש (הרבה) מה לעשות: סקרים תקופתיים שכיחים לאיתור צמחים נגועים, וביצוע סגר מהיר ומוחלט, במקרה של איתור צמחים נגועים, ונקיטת אמצעים להגנה על החלקות הנקיות: הקמת אמצעים לחיטוי כלי-רכב ונעליים, נקיטת אמצעים להקטנת ביקורים במטע של בעלי-חיים ואנשים, ועוד. קובץ הנחיות ונהלים להתמודדות עם מחלת פנמה, שנכתב ע"י צוות המחקר וההדרכה של ענף הבננות בשיתוף עם השירותים להגנת הצומח, נכלל בחוברת. בנוסף, משלחת שכללה את יובל לוי, סטנלי פרימן ונבות גלפז יצאה בפברואר 2017 לסיור בפיליפינים ובאוסטרליה, ללימוד הצעדים הננקטים בתגובה למחלת פנמה, הן ברמת השטח והן ברמת המחקר. דיווח על רשמים מהסיור באוסטרליה מופיע גם הוא בחוברת.

באפריל 2017 התקבלה למימון תכנית המחקר למיזם בנושא מחלת פנמה, שבה שותפים חוקרים ממוסדות מחקר שונים בארץ, שמרוכזות על-ידי (נ.ג.). המיזם, בהיקף של 6 מיליון שקלים לשלוש שנים, ממומן שווה בשווה ע"י מגדלי הבננות ומשרד החקלאות, ומטרתו רכישת כלים שיאפשרו המשך קיום כלכלי של ענף הבננות בנוכחות מחלת פנמה בארץ. דיווח על העבודה, שנעשית כרגע בעיקר ב'צמח תרבות', יינתן בחוברת הבאה.

הרפורמה במחירי המים: במסגרת הרפורמה, צפויים מחירי המים לחקלאות בעמק הירדן לעלות בהדרגתיות בשנים הקרובות. מחיר המים הסופי לא ידוע, אולם נראה שהשינוי צפוי להעלות באופן משמעותי את הוצאות הגידול, ולנגוס ברווחים. ההתייקרות הצפויה במחירי המים מעלה מחדש את נושא יעול ההשקיה והפחתת מנות המים לסדר עדיפות גבוה, ועל המערכת המחקרית מוטלת המשימה לספק פתרונות. כרגע מתנהלים שני מחקרים שעשויים להביא לחסכון במנות ההשקיה: בחינה של השקיה מבוססת נוסחת פנמן-מונטית, ובחינה של השקיה במים ברמות מליחות נמוכות. כיוונים נוספים שאנו מתכוונים לבחון בקרוב: שינוי במשטר הדחת המלחים, המבוסס על ניסוי שיאיר ישראלי ביצע בעבר בשטח פתוח, ושהראה פוטנציאל לחסכון משמעותי במנות המים (סיכום תוצאות המחקר פורסמו ב'עלון הנוטע' במאי 2013), ושימוש ברשתות בעלות אחוזי הצללה גבוהים יותר מזו של רשת הקריסטל, המשמשת אותנו כיום. וברקע: האפשרות שבעתיד הנראה לעין מים מושבים, שיסופקו על-ידי המט"ש שהוקם באזור ביתניה לצורך זה, יהוו חלק ניכר מהמים שישמשו אותנו להשקיית הבננות.

קרות: זהו החורף הרביעי ברציפות שקרה משמעותית פוגעת במטעים בעמק הירדן. בכך נשבר השיא שנקבע בשנות ה-70 של המאה ה-20, של שלושה חורפים רצופים עם אירועי קרה. להישנות אירועי הקרה השלכות שונות: עלייה חדה במחירי הפרמיות, וסכנה לירידה בהיקף הכיסוי, מחסור עונתי בפרי, שגורר עליית מחירים משמעותית, שטובה למגדלים בטווח הקצר, אבל בטווח הארוך יכולה להיות זרז לייבוא בננות. בדצמבר 2016 החל ניסוי להגנה מקרה בחלקת המשולש בדגניה ב' באמצעות רשתות תרמיות. תוצאות ראשוניות מניסוי זה מדווחות בחוברת.

ומעבר לשלושת הנושאים הבודדים הנ"ל, אנו עורכים ניסיונות במגוון תחומים: **השקיה ודישון, עיצוב המטע, וסוגי רשתות.** תוצאות ניסויים אלה מדווחים גם הם בחוברת.

ובנימה אישית: שלוש שנים מכניסתי לתפקיד, ושנתיים כ'כותב אורח' זוהי השנה הראשונה שבה האחריות לכתיבת החוברת מוטלת על כתפיי. חובה נעימה להודות לעוסקים במלאכה: לצוות החווה המסור: עידן אלינגולד, שמנהל זו השנה השנייה את החווה, ומבצע את הניתוחים הסטטיסטיים של תוצאות הניסויים השונים, לאבישי לונדנר, שקיבל אחריות השנה על ניהול טכנאות החווה, ולשיר ברונפמן שמסייע לצידו, ולאמיר קינן שאחראי על תפעול מערכות המים בחווה. תודה גדולה ליאיר, שבמהלך העברת המקל ההדרגתית של ניהול המחקרים בחוות הבננות חולק איתי את הידע האין-סופי שלו בכל מה שקשור לבננה ומסייע רבות בחשיבה ותכנון הניסויים החדשים, ועל תרומתו הנכבדת גם לחוברת זו, וליובל, שמקשר בין צוות המחקר והמגדלים ותורם רבות לחיבור עם השטח, למגדלים במשקים המשתפים איתנו פעולה בשער-הגולן, בדגניה ב', בתל-קציר ובכנרת, בהם מתקיימים ניסויים. התרומה של הצוותים בהם לעבודת הניסיונות משמעותית ביותר. ולאנה לובין ארכיטי, על עזרתה שלא תסולא בפז בהפקת החוברת.

בברכת עונה רגועה וטובה,

נבות גלפז, מאי 2017

בחנינת ההשפעה של מים ברמות מליחות מופחתות על צימוח ויבול הבננה בתנאי מטע

(חוות בננות צמח, שתילת קיץ 2016)

רשם: נבות גלפז

רקע ותיאור הבעיה

הבננה הוא גידול רגיש במיוחד למליחות. כך, לדוגמא, בניסוי עבר שבוצע ע"י יאיר ישראלי, עמי להב וצוות החווה, נמצא שהעלאה של ה-EC במי ההשקיה, מ- 1.09 dS m^{-1} ל- 3.61 dS m^{-1} , הביאה לירידה של 31% במשקל האשכול. מי הכנרת, בהם מושקים מטעי הבננות בעמק הירדן, הם בעלי רמת מלחים גבוהה יחסית (250-300 מ"ג/ליטר כלורידים). איכותם הירודה של מי-ההשקיה גורמת לכך שכ-40% ממי ההשקיה משמשים להדחת המלחים, מאזור עומק בית השורשים לשכבה עמוקה יותר, לצורך מניעת נזקי המלחת הקרקע. כתוצאה מהצורך לבצע הדחת מלחים, ולמרות החיסכון הניכר שהושג בעקבות המעבר לבתי רשת, צריכת המים בחלקות הבננות בעמק הירדן עדיין גבוהה, ועומדת על 1650-2000 קוב/דונם לשנה.

הרפורמה המתוכננת במחירי המים, במסגרתה צפויים מחירי המים לחקלאות בעמק הירדן לעלות בשנים הקרובות, בהדרגה, בצורה משמעותית, מחייבת בחנינת אמצעים לחסכון במים, ולשיפור היחס בין משקל פרי משווק לכמות המים הנצרכת.

בניסוי ראשוני, מצומצם בהיקפו (ליזימטרים ומיקרופלוטס), שנערך בחוות הניסיונות בצמח בין השנים 2010-2014, בניצוחם של אבנר זילבר ויאיר ישראלי, נמצא שלהשקיה במים מותפלים פוטנציאל לחסכון של כ-30%-40% ממנות המים, ולהעלאת היבולים בכ-20%-25% (חוברת סיכום ניסויים בעמק הירדן לשנים 2013-2014). התוצאות המבטיחות שהושגו בניסוי הראשוני עודדו אותנו לבחון את הפוטנציאל של השקיה במים עם רמות מליחות מופחתות (מים מותפלים, מי-כנרת, ומיהול 1:1 של מים מותפלים ומי-כנרת) לחסכון במנות המים והעלאת היבול ואיכות הפרי, בתנאי מטע. לצורך כך נרכש, בסיוע יק"א, מתקן התפלה חדש, בעל נפח התפלה מקסימלי של 70 קוב ליממה, והניסוי יצא לדרך.

מטרת העבודה בחינה לטווח ארוך ובקנה מידה גדול יחסית, בתנאי מטע, של הפוטנציאל של מים ברמות מליחות מופחתות להביא לחסכון במים והעלאת רמת היבולים ואיכות הפרי.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

חלקת הניסוי: חלקה 15 בחווה, שגודלו בה בין השנים 2005-2015 אשכוליות אדומות. האשכוליות נעקרו בקיץ 2015, ולאחר מכן גודלה חיטה ונעשו עיבודי דיסקוס ומשתת. החלקה נשתלה ב-22.8.2016 בשתילי תרבות רקמה של הזן גרנד ניין בבית רשת (קריסטל, 12% הצללה ברשת נקיה), במרווחי נטיעה 3×4 מטר. 3 שתילים לבית, 249 צמחים לדונם. שטח חלקת הניסוי 12 דונם.

מבנה הניסוי: הניסוי מתנהל במתכונת של בלוקים באקראי, 6 חזרות לטיפול, 16 בתים נמדדים בחזרה, סה"כ 96 בתים נמדדים לטיפול.

הטיפולים: לצורך הניסוי נרכש מתקן התפלה בעל כושר התפלה של 70 קוב/יום. המים נאגרים במכלי אגירה ומשם הם נשלחים בעזרת משאבות משלוח מים לחלקה.

הניסוי מורכב ממים בשלוש רמות מליחות, להם הוגדרו טווחי ה-EC הבאים:

1. מים מותפלים; EC 0.15-0.25; 2. מי כנרת; EC 1-1.3; 3. מיהול מי-כנרת : מים מותפלים יחס 1:1; EC 0.6-0.8.

למים המותפלים מוספים 10% מי-כנרת, לצורך החזרת מיקרו-אלמנטים הדרושים לצמח, וסולקו מהמים בתהליך ההתפלה. ההשקיה והדישון ע"פ הממשק הנהוג בחווה.

מהלך המחקר: הניסוי נשתל כאמור באוגוסט 2016. לאחר השתילה, בשלב הביסוס הראשוני, הושקה כל שטח הניסוי במי כנרת. לאחר 5 ימים, החלה ההשקיה במים ברמות המליחות השונות, ע"פ תכנית הניסוי. הקרה שהתרחשה ב-2.2.17 גרמה נזקים ברמה בינונית לצמחים, אולם המטע משתקם, ואיסוף הנתונים הווגטיביים ונתוני הפריחה יחל בקיץ 2017, כשהחלקה תתחיל לפרות.

איסוף הנתונים: המעקב בניסוי יכלול את ההשפעה של רמות המליחות במים על תכונות צימוח (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועד הפריחה, ומדדי יבול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד ויבול מצטבר לדונם). בנוסף, בחודשים מאי-נובמבר, מתנהל מעקב חודשי אחר רמת מליחות המים והקרקע בכל אחד מסוגי המים.

השקיית בננות בבית רשת ובשטח פתוח בעמק הירדן

תוך הסתייעות באוּפּוּטְרַנְספִּירַצִּיה מְחוּשֶׁבֶת (חוות בננות צמח, נטיעת קיץ 2015)

רשם: יאיר ישראלי

(הערה: הניסוי מנוהל על-ידי ד"ר שבתאי כהן וחבריו ממנהל המחקר וד"ר רשמי על מהלכו יוגש על ידיו. דו"ח זה עוסק בהיבטים ההורטיקולטוריים בלבד ונרשם לצורך דיווח למגדלי הבננות).
שותפים מטעם צמח נסיונות ומו"פ צפון: נבות גלפז, עידן אלינגולד, אבישי לונדנר ויאיר ישראלי.

רקע

השקית בננות בעמק הירדן מתבצעת על-פי המלצות הניתנות למגדלים מידי חודש ובהן מפורטת המנה היומית המומלצת, המשתנה מידי 10 ימים (דקדה).

לוח ההשקיה הנהוג מתבסס על ההשתנות בתצרוכת המים של מטע הבננות במהלך העונה, ועל הצורך בתוספת מים להדחת מלחים, כפי שנלמדו בסדרת ניסויים בליזימטרים ובמטע במנות מים בהשקית בננות בין השנים 1980 ל-2014.

בניסויים אלה נמצא קשר הדוק בין תצרוכת המים היומית של הבננה לבין ההתאדות היומית מגיית ושטח העלווה. ההתאדות מגיית משתנה מ-2-3 מ"מ ליום בחודשי האביב המוקדמים ל-10-12 מ"מ ליום בחודשים יולי-אוגוסט; ושטח העלווה של בית של בננה משתנה בין כ-5 מ"ר באביב לבין כ-60 מ"ר בסתיו. היחס בין ההתאדות מגיית לתצרוכת הוא ישר, בעוד היחס לשטח העלווה מורכב יותר, משום שכאשר מתרבה מספר העלים ועולה צפיפותם נוצרת הצללה הדדית ומשתנים גורמים נוספים, כך שהתצרוכת עולה לפי שטח העלווה בחזקת 2/3 בלבד (ישראלי ונמרי, 1986).

התצרוכת כפי שנמדדה בניסויים הנ"ל אומתה עקרונית פעם נוספת בניסוי שנערך בניהולו של ד"ר אבנר זילבר בחוות הבננות בשנים 2011-2014; תוך שימוש בליזימטרים-שקילה משוכללים.

יש להדגיש, עם זאת, שמנת המים המומלצת להשקיה אינה זהה לתצרוכת המים נטו, אלא כוללת תוספת משמעותית לצורך הדחת מלחים. הכמות הניתנת להדחת המלחים היא כ-40% מסה"כ המנה ונחיצותה הוכחה בניסויים קודמים ושוב לאחרונה בניסוי ההשקיה במים מותפלים (בהנהלת ד"ר אבנר זילבר). למרות שמנות המים הניתנות לבננה בטפטוף בעמה"י הצטמצמו מ-3600 מ"מ לשנה בשנות ה-80 ל-2200 מ"מ בשטח פתוח ו-1750 מ"מ לשנה בבית רשת בימים אלה, עדיין קיים פוטנציאל לחסכון נוסף בשני תחומים: א) התאמת אספקת המים לשינויים היומיים באוּפּוּטְרַנְספִּירַצִּיה הפוטנציאלית (או, במילים אחרות: התאמת המנה לשינויים היומיים במזג האוויר המשפיעים על התצרוכת); ב) סילוק או הקטנת הצורך בהדחת מלחים ע"י שיפור איכות המים; או לפחות הקטנת המנה הנדרשת להדחה (ייעול ההדחה).

העבודה הנוכחית עוסקת בסעיף הראשון.

את האוּפּוּטְרַנְספִּירַצִּיה הפוטנציאלית ניתן לאמוד, בעמק הירדן, בצורה יעילה למדי באמצעות גיית התאדות סטנדרטית. במהלך השנים נלמד אצלנו היטב הקשר בין תצרוכת המים לבין ההתאדות מגיית; אולם למדידת ההתאדות מגיית יש מגבלה: היא דורשת תפעול ידני, ואינה נותנת באופן מהימן נתונים שעתיים מדויקים. כמו כן, קיים קושי בהצבת גיית התאדות בתנאים התקניים הנדרשים, כאשר המדידה מתבצעת בתוך מטע או בתוך בית רשת. השיטה המוסכמת כיום בעולם ובארץ היא מדידת האוּפּוּטְרַנְספִּירַצִּיה הפוטנציאלית בשיטת פנמן-מונטית'. חוקרים אלה פיתחו נוסחה לחישוב כלל ההתאדות הפוטנציאלית תוך הסתמכות על נתוני טמפרטורה, לחות יחסית, קרינה ורוח. המודל מניח התאדות משטח מכוסה צמחייה בגובה דשא, שאין לו הגבלה באספקת המים. משתנים אקלימיים אלה ניתנים למדידה אוטומטית רציפה, ולחיזוי, ויש לכך יתרון משמעותי.

המטרה שלנו בניסוי היא למדוד את ההתאדות הפוטנציאלית במטע מכוסה ברשת ובמטע פתוח, להשתמש בנתונים לחישוב האוּפּוּטְרַנְספִּירַצִּיה הפוטנציאלית ולבחון אם השקיה לפי משתנה זה (כאשר בכל יום אנחנו "מחזירים" את המים שנצרכו ביום הקודם, במקום להשתמש במנה קבועה המשתנה מידי עשרת) תביא לחסכון משמעותי לעומת משטר ההשקיה המקובל, מבלי לפגוע בייצור הבננה על כל היבטיו.

צוות החוקרים ממנהל המחקר הציב ותפעל את תחנות המדידה ובדק את תצרוכת המים בשיטות נוספות, אשר ידווחו על ידי בנפרד. הניסוי מתבצע בחלקה מחולקת לשלושה חלקים בתנאי-סביבה שונים: בית רשת עם רשת קריסטל ארוגה 10% צל; בית רשת עם רשת קריסטל 20% צל; ומטע פתוח (שאינו מכוסה ברשת). בכל אחד מהם נבחנה השקיה עפ"י לוח ההשקיה המקובל לעומת השקיה לפי מודל פנמן.

הניסוי מתבצע בחוות הבננות בצמח על שטח של 10.2 דונם. הבננות נטועות בשורות מצפון לדרום, במרווח 2.65 מ' בין הבתים ו-4.2 מ' בין השורות. החלקה פוצלה ל-3 גושים, הגוש הצפוני כוסה ברשת קריסטל ארוגה 10% צל (הצללה התחלתית, כאשר הרשת נקייה מאבק); הגוש השני (המרכזי) ברשת קריסטל ארוגה 20% צל והשלישי, הדרומי, נותר ללא רשת (אבל עם הגנת רוח מצד מערב). כל גוש מחולק ל-8 חלקות משנה, בכל אחת 4 שורות (אורך) 8 בתים בשורה; 2 שורות מרכזיות עם 6 בתים בכל אחת שימשו לאיסוף נתונים בניסוי והשאר גבולות. בין 8 החלקות שבכל גוש הוגרל הטיפול של השקיה לפי הטבלה המשקית לעומת השקיה לפי אוטומטנספירציה מחושבת (בקיצור, "פנמן"), וכך התקבלו 8 חזרות של השוואה בין שני משטרי ההשקיה בכל אחד מתנאי הסביבה. וסה"כ 24 השוואות. ההשוואה בין שני סוגי הרשתות והשטח הפתוח היא בגדר תצפית. במרכז כל גוש הוצבה עמדת מדידה מטאורולוגית המספקת את הנתונים לחישוב האוטומטנספירציה.

2. מהלך הניסוי

החלקה נטעה בבננות גרנד ניין מתרבית רקמה, 3 לבית, ב-17.8.2015. ההשקיה בטפטוף, 3 שלוחיות לשורה, טפטפות 2.3 ל"ש במרווח 40 ס"מ. הטיפול בחלקה מתבצע כמקובל.

מנת המים לטיפול ההשקיה המשקי נקבעת על-פי לוח ההשקיה המקובל. מנת המים לטיפול ה"פנמן" נקבעת מידי יום עפ"י ההתאיידות המחושבת ("פנמן") של היום הקודם מוכפלת במקדם הגידול ("Crop factor") המותאם ל"פנמן" כפי שהוסבר למעלה.

ההשקיה בקיץ הראשון הייתה שווה לכל הטיפולים (תקופת התבססות). השקיה לפי "פנמן" החלה במרץ 2016. מדידות קרינה בצהריים בסתיו בשנה השנייה (2016) ברגש Licor 190 בגובה הנוף (5 חזרות בכל אחד מהגושים) הראו שההצללה של שתי הרשתות בתוספת האבק שנצבר בקיץ היתה במועד זה דומה, 25% עד 26% (טבלה 1).

טבלה 1: ערכי קרינה פוטוסינתטית ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, PAR) שנמדדו בצהריים בסתיו בשנה השנייה (2016) ברגש Licor 190 בגובה הנוף (כל נתון הוא ממוצע 5 חזרות בכל אחד מהגושים)

קרינה בפועל ביום 19.11.16 בשעה 11:09			
ממוצע	שטח פתוח	רשת 10%	רשת 20%
1006	755	742	
ש"ת	8	3	3
%	100	75.1	73.8

3. קרה חורף 2015/16 ו 2016/17

בחורף 2015/16 התרחשו ארבעה אירועי קרה בהם הטמפרטורה בגובה דשא ירדה מתחת ל-0. אירוע חמור במיוחד התרחש ב-28.1.16 כאשר המינימום בגובה דשא ירד ל- -2.7°C , ובגובה 2 מ' ל- -0.3°C . הפגיעה בעלווה הייתה קשה, במיוחד בשטח הפתוח. על תוצאות הפגיעה אנו למדים מקטיפי היבול בשנה זו (2016/17). בחורף 2016/17 התרחשו שוב 6 אירועי קרה (29/1, 2-4/2 ו-17/18/2) אשר תוצאתם תהיה ניכרת ביבול השלישי (מרבית הפרי נקטף לפני הקרה). חומרת האירועים היתה נמוכה מהשנה שעברה ולא צפוי נזק להמשך הניסוי.

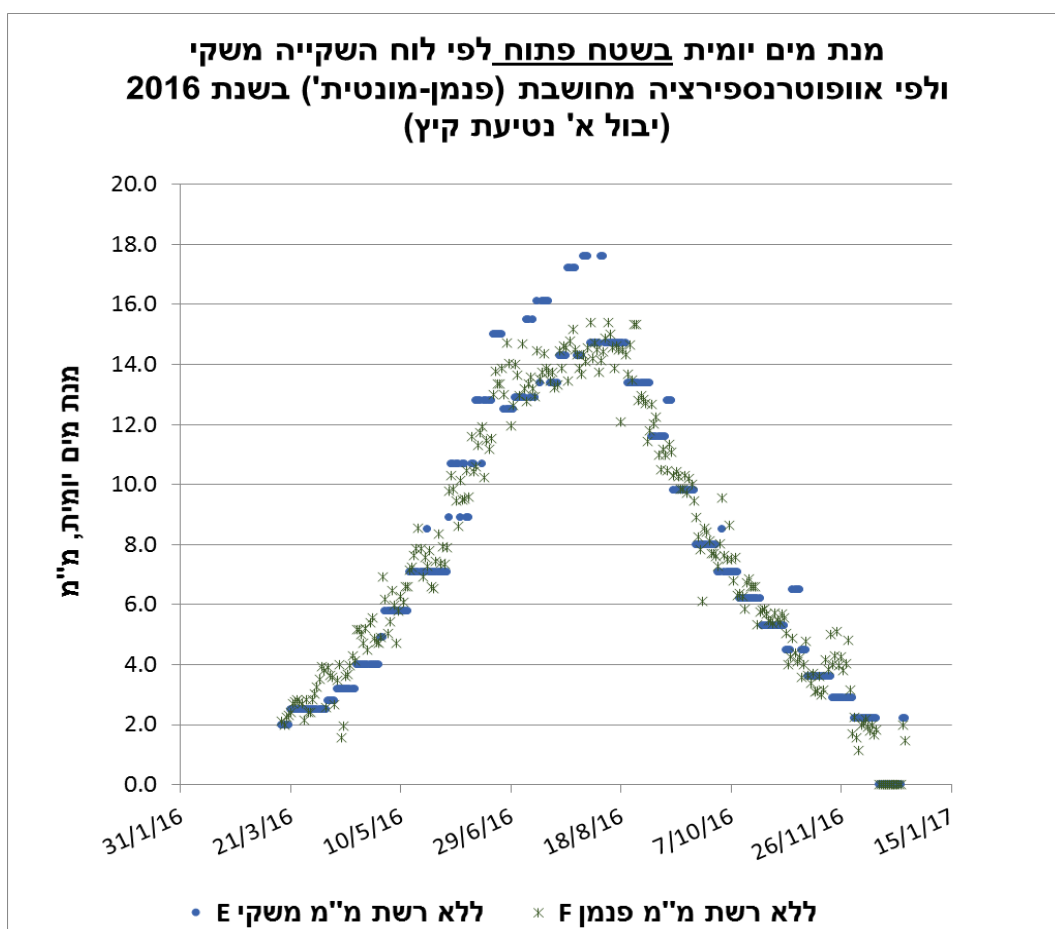
4. מעקב הורטיקולטורי ובדיקות קרקע ועלים

בחלקה מתבצע מעקב אחר מועד הפריחה, התכונות בפריחה (גובה, היקף הגזעול ומספר הכפות באשכול), מועד הקטיפה, משקל והיקף אצבע מייצגת בקטיפה ומשקל האשכול. כמו כן, נערך מעקב אחר הרכב הקרקע (כדי ללמוד על תהליכי המלחה אפשריים) בסתיו, במדגם שנלקח במרחק 40 ס"מ מהבית ו 10 ס"מ מטפטפת, לעומק 2-30 ס"מ, מדגם לכל חזרה ו 4 מנטלים למדגם. בשנה א' בדקנו את רמת המלחים בקרקע בטיפולי ההשקיה המשקית והשקיה לפי פנמן ברשת צל 10% בלבד. לבדיקת עלים נדגם טרף עלה 3 במרכז העלה מ-5 צמחים מייצגים לכל חזרה, מאמהות בפריחה בקיץ ומנצרים בסתיו בוגרים בסתיו, מכל הטיפולים והחזרות.

החלקה התאוששה מהקרה ונתנה תוצאות חקלאיות סבירות בשנת 2016/17 (ראה להלן).

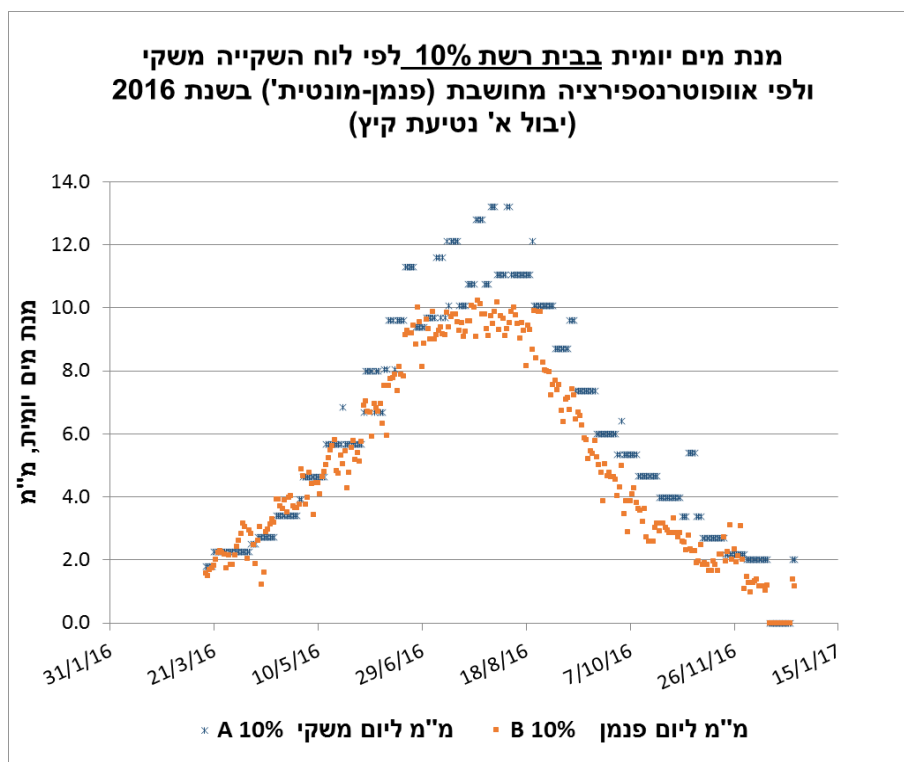
מנת המים:

מנת המים השנתית בשטח הפתוח הייתה מעט מעל 2200 מ"מ בשנת 2016 (טבלה 2); מנה מקובלת בשנת יבול ראשונה של נטיעת קיץ בעמק הירדן, ובעיקר כאשר האביב והסתיו של 2016 היו יבשים וההשקייה נמשכה מאמצע מרץ עד דצמבר. בשטח הפתוח לא נרשם הבדל בין השקייה לפי הטבלה המשקית והשקייה לפי פנמן. ההתאמה בין לוח ההשקייה המשקי ובין השקייה לפי פנמן במטע הפתוח הייתה טובה מאד בחודשים מאי עד אוקטובר, שהם עיקר עונת ההשקייה. חריגות לכאן ולכאן הופיעו בחודשי האביב והסתיו, אולם הן התאזנו והסה"כ השנתי בשתי השיטות היה זהה (איור 1).



איור 1

בבית רשת 10% המנה השנתית (בהשקיה משקית) הייתה 1720 מ"מ לשנה, המהווים 77% מהמנה המשקית בשטח הפתוח (טבלה 1); ואילו בהשקיה לפי אוופוטנספירציה מחושבת, המנה הייתה 1447 מ"מ לשנה, המהווים 64% מהמנה בביקורת המשקית בשטח פתוח; חסכון של 16% במנה לעומת ההשקיה המשקית באותו בית רשת (איור 2).

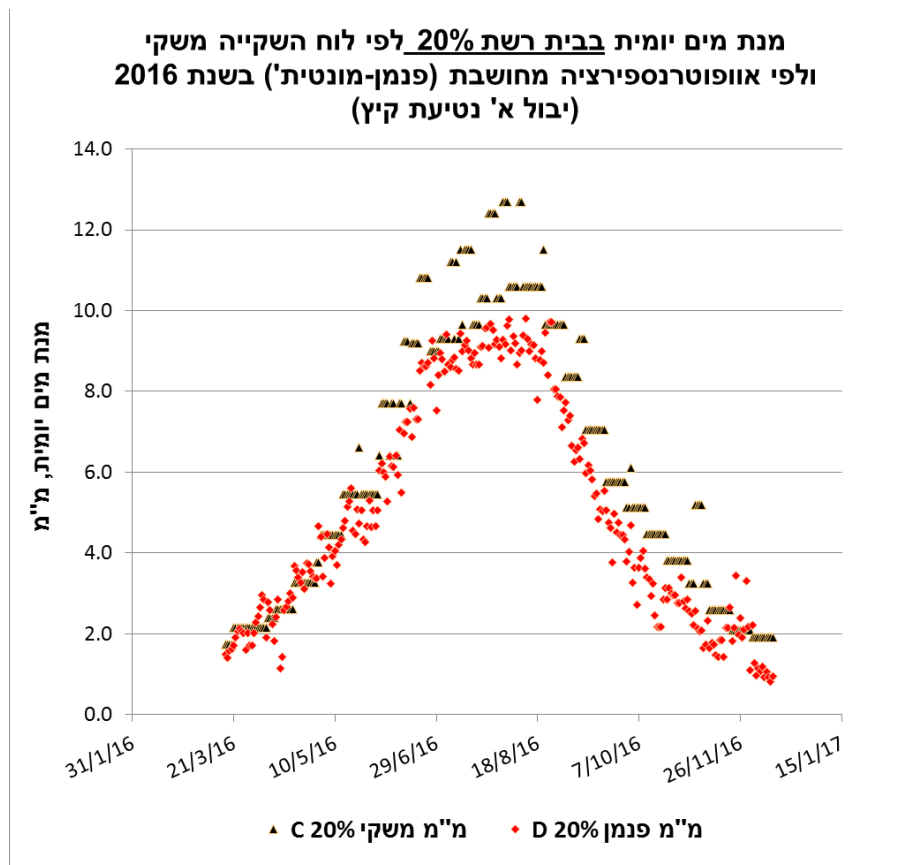


איור 2

בבית רשת של 20% המנה השנתית המשקית הייתה 1651 מ"מ המהווים 74% מהמנה בשטח הפתוח המקביל לעומת 77% בבית הרשת של 10%; הפרש קטן שהוא בתחום שגיאת הניסוי, שכן הטבלה המשקית זהה לשני סוגי הרשתות, ואילו בהשקיה לפי "פנמן" ברשת 20% ניתנה מנה של 1367 מ"מ, המהווה 61% מהמנה המשקית בשטח הפתוח, חסכון של 17% מהמנה המשקית ברשת זו (טבלה 2, איור 3).

טבלה 2: מנות המים בשנת 2016

מטע פתוח		בית רשת 20%		בית רשת 10%		טיפול סביבה
F	E	D	C	B	A	ציון הטיפול
פנמן	משקי	פנמן	משקי	פנמן	משקי	טיפול השקיה
2216	2246	1367	1651	1447	1720	מנה שנתית 2016 מ"מ
99	100	61	74	64	77	מנה שנתית 2016 % מביקורת פתוח
1		17		16		בכל סביבה, חסכון ב % בשימוש בפנמן לעומת המשקי
0	95.1	0	72.5	0	75.3	תוספת שניתנה להשקיית שרב
2216	2151	1367	1579	1447	1645	מנה שנתית ללא השקיית שרב
103	100	64	73	67	76	מנה שנתית ללא השקיית שרב % מביקורת פתוח
-3		13		12		בכל סביבה, חסכון ב % בשימוש בפנמן לעומת המשקי



איור 3

המהלך העונתי של ההשקיה בשטח הפתוח ובבית הרשת בהסתמך על ההתאיידות המחושבת לפי "פנמן" מתואר באיור 4. באיור מודגם ההבדל בין שטח פתוח לבית הרשת, וכן ה"פיזור" בין הימים הבודדים בכל אחד מהגושים, המעיד על השונות בין יום למשנהו, הנובעת מנתוני ה"פנמן".



איור 4

לסיכום- 1) ההשקיה לפי "פנמן" לא הביאה לחסכון במים בשטח הפתוח; 2) בית רשת הביא לחסכון של 23% ממנת המים בשטח פתוח ברשת 10% ו- 26% חסכון ברשת 20% (במנה המשקית); 3) בית הרשת הביא לחסכון מוגבר של 31% (רשת 10%) ו- 39% (רשת 20%), כאשר משקים לפי "פנמן"; 4) השתנות המנה במהלך העונה נראית מתאימה לתצרוכת, להוציא חודשי האביב והסתיו בהם נדרשים כנראה מעט תיקונים במקדם הגידול.

השפעת השקיה לפי "פנמן" על רמת המלחים בקרקע ועל ריכוז יסודות המזון בעלים

החסכון של 16% ממנת המים בבית הרשת לא הביא לשינויים ברמת המלחים בקרקע (טבלה 3). בעלים שנדגמו מאמהות בפריחה בקיץ נרשמה רמה גבוהה יותר של כלור בטרף העלה בטיפול רשת 20%, שבו נתנה מנת המים הנמוכה ביותר. ייתכן שיש כאן רמז להמלחה. נצטרך להמשיך במעקב זה בהמשך הניסוי. לא נרשמו הבדלים משמעותיים אחרים.

טבלה 3: השפעת השקיה לפי לוח משקי ולפי "פנמן" על מליחות הקרקע בסתיו בבית רשת 10.

טיפול	EC, dS m ⁻¹	Cl, meq l ⁻¹	Na, meq l ⁻¹
משקי 10%	1.40	6.7	7.5
פנמן 10%	1.43	6.8	7.74
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.

טבלה 4: ריכוז יסודות המזון בעלים באמהות בפריחה בקיץ ובנצרים בסתיו

סתיו 2016							קיץ 2016							
השפעת צפיפות הרשת				השפעת מנת המים			השפעת צפיפות הרשת				השפעת מנת המים			
מובה'	בקורת	רשת 20%	רשת 10%	מובה'	פנמן	משקי	מובה'	בקורת	רשת 20%	רשת 10%	מובה'	פנמן	משקי	
ל.מ.	2.83	3.01	2.81	ל.מ.	2.88	2.88	ל.מ.	2.55	2.56	2.54	ל.מ.	2.53	2.57	N
ל.מ.	0.19	0.19	0.19	ל.מ.	0.19	0.19	ל.מ.	0.16	0.17	0.17	ל.מ.	0.16	0.18	P
ל.מ.	3.38	3.25	3.31	ל.מ.	3.28	3.35	ל.מ.	3.61	3.76	3.62	ל.מ.	3.55	3.78	K
ל.מ.	0.03	0.03	0.03	ל.מ.	0.03	0.03	ל.מ.	0.03	0.03	0.03	ל.מ.	0.03	0.03	Na
ל.מ.	1.53	1.32	1.4	ל.מ.	1.39	1.45	0.001	1.62b	1.99a	1.72b	ל.מ.	1.83	1.72	Cl
							ל.מ.	1.2	1.26	1.23	ל.מ.	0.02	0.02	Ca
							0.001	197b	224b	608a	ל.מ.	282	404	NO ₃
							ל.מ.	39.8	34.3	40.3	ל.מ.	36.9	39.4	Mn

השפעת הטיפולים על הפריחה, התכונות הוגטיביות והיבול ב 2016/17

הפריחה בשטח הפתוח התאחרה במידה ניכרת לעומת בתי הרשת: 28 ימים מאוחר יותר מרשת 10% ו-23 ימים מרשת 20% (טבלה 5). ההפרש הזה אינו מפתיע, משום שהשטח הפתוח סבל מפיגור בגדילה כבר בקיץ שלאחר הנטיעה, ונפגע במיוחד בקרה. ברשת 20% נרשם איחור של 5 ימים לעומת רשת 10%, שאינו מובהק. חשוב לראות כיצד יושפע מועד הפריחה בשנים הבאות. בשטח הפתוח נרשמה נחיתות גם בשאר המדדים: במספר הכפות באשכול, בגובה בפריחה ובהיקף הגזעול, ובמשקל האשכול ומדדי האצבע המייצגת מכף 3. בין שני סוגי הרשתות לא נרשמו הבדלים מהותיים במדדים אלה, להוציא יתרון לרשת 10% מול 20% במשקל והיקף אצבע מייצגת (היינו: יתרון בהתמלאות הפרי). התרשמנו כאילו הגוש המרכזי של רשת 20% נפגע מהקרה יותר מהגוש הצפוני של רשת 10% אך אין לכך תימוכין בפריחה וביבול. בין טיפול ההשקיה לפי הלוח המשקי לבין טיפול ההשקיה לפי פנמן לא נרשם שום הבדל מובהק במדדי היבול (למרות ההבדל במנות המים).

טבלה 5: השפעת הטיפולים על הפריחה, התכונות הוגטטיביות והיכול הראשון בניסוי, ב- 2016/17

הכוונת השקיה					סוג הרשת				
יבול א'	2016/17	משקי	פנמן	מובהקות	יבול א'	2016/17	10%	20%	מובהקות
תאריך פריחה ממוצע	30/7/2016	27/7/2016	ל.מ.	0.001	תאריך פריחה ממוצע	18/7/2016b	23/7/2016b	15/8/2016a	0.001
מספר פרחים לד'	258	255	ל.מ.	0.001	מספר פרחים לד'	259	251	259	ל.מ.
מספר כפות באשכול	11.4	11.1	ל.מ.	0.001	מספר כפות באשכול	11.5a	11.7a	10.4b	0.001
גובה בפריחה, ס"מ	276	272	ל.מ.	0.001	גובה בפריחה, ס"מ	289a	288a	244b	0.001
היקף גזעול 1 מ', ס"מ	60.5	60.0	ל.מ.	0.001	היקף גזעול 1 מ', ס"מ	62.6a	63.1a	55.1b	0.001
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	31	30.3	ל.מ.	0.001	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	32.8a	33.6a	25.6b	0.001
משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	32	31.8	ל.מ.	0.001	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	35.8a	34.2a	25.7b	0.001
יבול מחושב לדונם, ק"ג	7961	7730	ל.מ.	0.001	יבול מחושב לדונם, ק"ג	8469a	8419a	6648b	0.001
תאריך קטיפ ממוצע	2/11/2016	28/10/2016	ל.מ.	0.001	תאריך קטיפ ממוצע	13/10/2016c	29/10/2016b	18/11/2016a	0.001
אחוז קטיפ עד:					אחוז קטיפ עד:				
22/02/2017	92	92	ל.מ.	0.001	22/02/2017	92a	92a	88b	0.001
אצבע מייצגת מכף 3:					אצבע מייצגת מכף 3:				
משקל, גר'	165	166	ל.מ.	0.001	משקל, גר'	195a	181b	121c	0.001
אורך חיצוני, ס"מ	22.2	22.1	ל.מ.	0.001	אורך חיצוני, ס"מ	23.0a	23.0a	20.4b	0.001
היקף, ס"מ	12.1	12.2	ל.מ.	0.001	היקף, ס"מ	12.9a	12.5b	11.1c	0.001

מסקנות:

לקראת סיום השנה הראשונה לניסוי (בטרם הסתיים הקטיפ, אולם לאחר קטיפ מרבית הפרי) מתברר שחיסכון של כ- 15% ממנת המים בבית הרשת עשוי אולי להתקבל על ידי הכוונת ההשקיה באמצעות מדידה רציפה של משתנים אקלימיים בתוך בית הרשת, חישוב האופוטורנספירציה הפוטנציאלית באמצעות מודל פנמן מונטית' וחישוב מנת המים בעזרת מקדם הגידול המותאם. עם זאת, תוצאה של שנה בודדת אינה יכולה כמובן להוות בסיס לשינוי בהמלצות, אלא עידוד רב להמשך המחקר.

ספרות:

1. ישראלי, י. ונמרי, נ., 1986. בחינת תצורות המים של הבננה בעמה"י באמצעות ליזימטר עודפים. עלון הנוטע 40: 817-826, 949-957.
2. זילבר, א. וחובריו, 2013. השקיית בננות במים מותפלים: פוטנציאל לחיסכון במים ולשיפור ביבול. עלון הנוטע 42-47: 69.

השקייה מתמשכת בטפטפות בספיקה נמוכה בהשקיית יום/לילה

(חלקה 15 "פרדס" שער הגולן, נטיעת קיץ 2013) - סיכום 3 שנים. נרשם פברואר 2017.

רשם: יאיר ישראלי

הניסוי מבוצע בעזרתו הפעילה של חיים זהר מצוות שעה"ג ובמימון חלקי והשתתפות של "נטפים".
הסיכום נרשם ע"י יאיר ישראלי, בעזרת עידן אלינגולד (ניתוחים סטטיסטיים) ואנה לובין ארביט.

רקע, תיאור הבעיה והגדרת מטרות:

המבנה המרחבי של קנה השורש בבננה והתרחקות נקודות הצמיחה זו מזו עם השנים, מחייבת הרטבה טובה של בית השרשים עם הזמן ועם המרחב. אחת הדרכים שיכולה להביא להרטבה כזו היא השקייה מתמשכת בשיעור נמוך. המגבלה לשימוש בשיטה זו עד כה היתה הסכנה בסתימת טפטפות בהשקייה בספיקה נמוכה. לאחרונה פותחו טפטפות משוכללות אשר לטענת היצרן יכולות לפעול לאורך ימים בספיקות של 0.5 או 0.7 ל"ש. תצפיות ראשונות הראו היתכנות של השיטה. על פי פנייה של "נטפים" ובמימוןם החלקי העמדנו ניסוי המיועד לבדוק את יעילות ההשקייה המתמשכת בספיקה נמוכה מהבחינה הטכנית ומבחינה אגרו-טכנית ופיסולוגית, כאשר המטרה היא להגיע לשיפור ההרטבה וזמינות המים לצמח במרחב ובזמן ללא תוספת בכמות. ראוי לציין שבחלקת תצפית בקיבוץ תל קציר השקייה בטפטפות 0.7 ל"ש מראה לכאורה תוצאות טובות כבר מספר שנים (אולם מאחר שהמגדר הזה נהנה מהגנת הברושים ייתכן שישנה השפעה המטה את התוצאות).

תכנית הניסוי:

הטיפולים:

א- 0.7 A ל"ש, בהשקייה בשעות היום

ב- 1.6 B ל"ש, בהשקייה בשעות היום

ג- 3.5 C ל"ש, בהשקייה בשעות היום

ד- 0.7 D ל"ש, בהשקייה בשעות הלילה

ה- 1.6 E ל"ש, בהשקייה בשעות הלילה

ו- 3.5 F ל"ש, בהשקייה בשעות הלילה

לכל שורה 3 שלוחיות, מרווח בין הטפטפות 40 ס"מ.

כל טיפול חוזר ב-5 חזרות בגושים באקראי, בכל חזרה 16 בתים נמדדים.

מרווח נטיעה: 4*2.5 מ', 3 שתילים לבית. גרנד ניין מתרבית רקמה.

מהלך הניסוי:

הנטיעה בוצעה בקיץ 2013 בבית רשת. יבול א' נקטף בחורף 2014/15 ויבול ב' ב- 2015/16. בעת כתיבת הדו"ח (ינואר 2017) נקטפו מעל 60% מהיבול השלישי.

מתבצע מעקב אחר מתח המים בקרקע (טנסיומטרים), אחר הרכב המינרלים בעלים, אחר ריכוז המלחים בקרקע וכמובן אחר הגדילה והיבול.

תוצאות:

יבול א' בחלקה היה גבוה, כמעט 10 טון לדונם עם משקל אשכול של 43 ק"ג ומשקל אצבע של מעל 200 גר', ללא השפעה לטיפול הניסוי (טבלה 1). הפריחה ליבול א' הייתה ב-27/7 והקטיף ב-15/11/14. גם במועדי הפריחה והתכונות בפריחה (גובה והיקף גזעול) לא נרשמו הבדלים בין הטיפולים ביבול א' (טבלה 1).

בפריחה ובתכונות ליבול ב' שוב לא נרשמו למעשה הבדלים מובהקים. אמנם במועד הקטיף נרשמה הקדמה של 6 ימים בטיפול של 3.5 ל"ש לעומת 1.6 ל"ש, אבל לפי ניסיונו ספק אם להפרש כזה יש משמעות. הדבר ייבחנו בהמשך הניסוי. במדדים אחרים של היבול שוב לא נמצאו הפרשים משמעותיים. היבול השקול בפועל עלה על 9 טון לדונם והיבול המחושב (מכפלת מספר האשכולות לדונם במשקל הממוצע לאשכול) עלה על 10 טון/ד והיה דומה בטיפולים השונים. משקל האצבע המייצגת 192 עד 199 גר', בהחלט משביע רצון וללא הבדל בין הטיפולים. גם על עיתוי הקטיף לא הייתה השפעה ולא נרשם כל הבדל בין השקיית יום להשקיית לילה (טבלה 2).

ביבול ג' כפי שסוכם באפריל 2017 (סוף הקטיף) נרשם כלהלן: הפריחה חזרה למועדים של 1/8-29/7 (הקדמה לעומת יבול ב') וזאת "בתמורה" לירידה מסויימת במספר הפרחים לדונם (טבלה 3). בשני מדדים אלה לא נרשם הפרש בין הטיפולים, אולם בגובה בפריחה ובהיקף הגזעול נרשמה נחיתות מובהקת לטיפול ההשקייה המתמשכת (0.7 ל"ש). השנה נרשמה, בתקופות מסוימות, הסתמות חלקית של טפטפות בטיפול זה וייתכן שההבדלים משקפים ליקויים אלה. במקביל נרשמה גם נחיתות מובהקת של כ-1 ק"ג לאשכול בהשקייה המתמשכת. ההפרש לא הגיע לכדי השפעה מובהקת על היבול לדונם (שהיה מרשים מאוד, כ-8.5 טון לדונם) או על תכונות האצבע המייצגת.

הבעיות בניקיון המערכת טופלו ויש לקוות שלא תהיה השפעה ארוכת טווח. חשוב כמו כן להדגיש, שלא נרשם כל הבדל בין השקיית יום להשקיית לילה גם בשנה זו, השנה השלישית.

טבלה 1: תוצאות יבול א' 2014/15

עיתוי השקייה				ספיקת טפטפות				
מובהקות	לילה	יום	יבול א' 2014/15	מובהקות	3.5	1.6	0.7	יבול א' 2014/15
ל.מ.	312	312	גובה בפריחה, ס"מ	ל.מ.	312	311	315	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	72.0	71.6	היקף גזעול, ס"מ	ל.מ.	71.1	71.2	72.6	היקף גזעול, ס"מ
ל.מ.	23/07/2014	22/07/2014	מועד פריחה	ל.מ.	22/07/2014	22/07/2014	22/07/2014	מועד פריחה
ל.מ.	17/11/2014	16/11/2014	תאריך קטיף	ל.מ.	16/11/2014	17/11/2014	15/11/2014	תאריך קטיף
ל.מ.	43.1	43.1	משקל אשכול, ק"ג	ל.מ.	43.2	43.0	43.2	משקל אשכול, ק"ג
ל.מ.	206	206	משקל אצבע	ל.מ.	207	206	206	משקל אצבע
ל.מ.	13.2	13.3	היקף אצבע	ל.מ.	13.2	13.3	13.3	היקף אצבע
ל.מ.	22.4	22.0	אורך אצבע	ל.מ.	22.3	22.3	22.1	אורך אצבע
ל.מ.	238	238	פרחים לדונם	ל.מ.	234	242	238	פרחים לדונם
ל.מ.	228	228	אשכולות לדונם	ל.מ.	223	232	229	אשכולות לדונם
ל.מ.	10247	10271	יבול מחושב לדונם	ל.מ.	10116	10407	10253	יבול מחושב לדונם
ל.מ.	9853	9822	יבול בפועל לדונם	ל.מ.	9644	9998	9871	יבול בפועל לדונם

טבלה 2: תוצאות יבול ב' 2015/16

עיתוי השקייה				ספיקת טפטפות			
מובה'	לילה	יום	2015/16 יבול ב'	מובה'	3.5	1.6	0.7
ל.מ.	321	318	גובה בפריחה, ס"מ	ל.מ.	319	321	319
ל.מ.	72.0	71.3	היקף גזעול, ס"מ	ל.מ.	71.8	71.8	71.3
ל.מ.	06/08/2015	06/08/2015	מועד פריחה	ל.מ.	05/08/2015	07/08/2015	06/08/2015
ל.מ.	22/11/2015	24/11/2015	תאריך קטיף	0.0222	20/11/2015b	26/11/2015a	23/11/2015ab
ל.מ.	34.0	33.2	משקל אשכול, ק"ג	ל.מ.	33.2	33.3	34.3
ל.מ.	196	193	משקל אצבע	ל.מ.	194	192	199
ל.מ.	12.8	12.8	היקף אצבע	ל.מ.	12.8	12.7	12.9
ל.מ.	23.4	23.3	אורך אצבע	ל.מ.	23.5	23.2	23.4
ל.מ.	303	300	פרחים לדונם	ל.מ.	306	296	302
ל.מ.	92%	90%	אחוז קטיף עד לתאריך 19.1.16	ל.מ.	91%	92%	91%
ל.מ.	277	272	אשכולות לדונם	ל.מ.	278	271	274
ל.מ.	10299	9943	יבול מחושב לדונם	ל.מ.	10160	9858	10354
ל.מ.	9453	9018	יבול בפועל לדונם	ל.מ.	9251	9061	9394

טבלה 3: תוצאות יבול ג' 2016/17 (פריחה ותכונות, ותוצאות חלקיות של יבול ג' עד 22 בינואר 2017, כ 62% קטיף)

עיתוי השקייה				ספיקת טפטפות			
מובה'	לילה	יום	2016/17 יבול ג'	מובה'	3.5	1.6	0.7
ל.מ.	295.0	298.9	גובה בפריחה, ס"מ	0.0194	305.8a	298.7ab	285.6b
ל.מ.	67.0	67.8	היקף גזעול, ס"מ	0.0461	68.2a	67.6ab	66.1b
ל.מ.	31/07/2016	31/07/2016	מועד פריחה	ל.מ.	29/07/2016	30/07/2016	01/08/2016
ל.מ.	9/12/2016	12/12/2016	תאריך קטיף	ל.מ.	10/12/2016	10/12/2016	11/12/2016
ל.מ.	33.5	34.3	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	0.011	34.4a	34.3a	33.1b
ל.מ.	32.0	32.4	משקל אשכול, ק"ג	0.0346	32.4ab	32.8a	31.5b
ל.מ.	189.3	187.3	משקל אצבע	ל.מ.	190.4	190.0	183.9
ל.מ.	12.9	12.9	היקף אצבע	ל.מ.	12.9	12.9	12.9
ל.מ.	22.7	22.4	אורך אצבע	ל.מ.	22.7	23.0	22.0
ל.מ.	282.1	285.8	פרחים לדונם	ל.מ.	291.9	276.9	283.1
			אחוז קטיף עד לתאריך				
ל.מ.	263.3	271.7	אשכולות לדונם	ל.מ.	273.1	260.6	268.8
ל.מ.	9012	9265	יבול מחושב לדונם	ל.מ.	9427	9089	8908
ל.מ.	8414	8800	יבול בפועל לדונם	ל.מ.	8814	8558	8449

השפעת הטיפול על מליחות הקרקע

לספיקת הטפטפות עשויה להיות השפעה על משטר המלחים בקרקע, ולכן לווה הניסוי בבדיקות קרקע בשנה השנייה, בסתיו. נלקחו מדגמי קרקע במרחק 30-40 ס"מ מהנצר, וכן כ-10 ס"מ מטפטפת, לעומק 2-30 ס"מ. כל מדגם הוא צרוף של 4-5 מנטלים.

טבלה 4: תוצאות בדיקות קרקע בסתיו 2015 וסתיו 2016. המדגמים נלקחו במרחק 10 ס"מ מהטפטפת בעומק 2-30 ס"מ.

סתיו 2016			סתיו 2015					טיפול
Na Meq l ⁻¹	Cl Meq l ⁻¹	EC dS m ⁻¹	K-CaCl ₂ Mg/1	P Mg/kg	Na Meq l ⁻¹	Cl Meq l ⁻¹	EC dS m ⁻¹	
7.91	6.63	1.23	4.84	34.01	10.75a	9.16a	1.62a	השקיה מתמשכת 0.7 ל"ש
-	-	-	4.63	34.82	9.52b	6.35b	1.31b	ביקורת 1.6 ל"ש
7.65	7.34	1.23	4.53	31.29	8.92b	5.79b	1.22b	ביקורת 3.5 ל"ש
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	0.0004	0.0004	0.0001	מובהקות

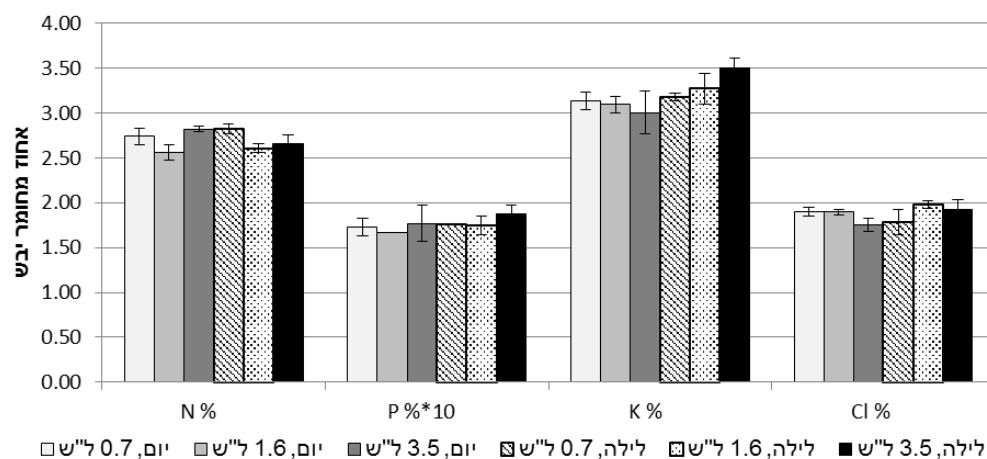
בבדיקות הקרקע שנערכו בסתיו 2015 נמצאה המלחה בטיפול ההשקיה המתמשכת בספיקה 0.7 ל"ש (טבלה 4) באופן בולט יותר מהרמז שנראה אולי בבדיקות העלים (טבלה 5) באוגוסט. ערכי ה-EC, הכלור והנתרן גבוהים באופן מובהק ביותר בהשקיה בטפטפת זו (טבלה 4); אולם בסתיו 2016 (ביבול השלישי) נעלם ההפרש לחלוטין (טבלה 4). למליחות לא הייתה השפעה על מדדי היבול ביבול ב' (משקל אשכול ואצבעות ומספר הפרחים לדונם, טבלאות 2 ו-3).

השפעת הטיפול על ההרכב המינרלי של העלים

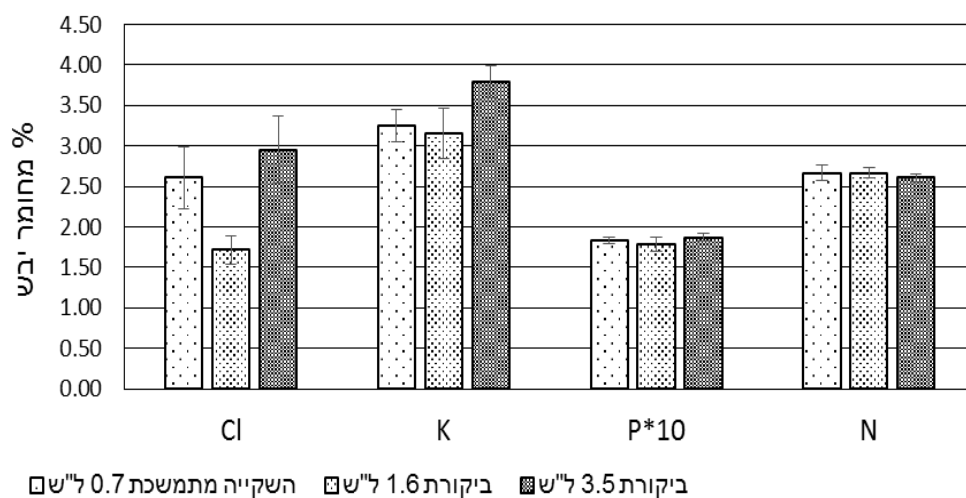
משטר המלחים בקרקע עלול כמובן להשפיע גם על ההרכב המינרלי של העלים. כדי להבהיר אם היתה השפעה כזו נערך דיגום עלים (טרף עלה 3 מאמהות בשיא הפריחה ומנצרים בוגרים בסתיו). ערכי הכלור בעלים בקיץ בכל הטיפולים וב-2 השנים היו גבוהים למדי (אפילו הערך של 1.72% בעלים בהשקיה בטפטפת 1.6 ל"ש נחשב גבוה יחסית, טבלה 5) אך לא נרשם הבדל בין הטיפולים. ערכי יסודות המזון P, N ו-K היו ברמה טובה (בכל הטיפולים, בשתי השנים (טבלה 5, איור 1) ללא הבדל בין הטיפולים. לא נרשם הבדל בין השקיית יום להשקיית לילה.

טבלה 5: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מאמהות בפריחה, בקיץ 2014 ובקיץ 2015. (בדיגום 16/8/15 נדגמו רק טיפולי ההשקיה ביום).

קיץ 2015				קיץ 2014									
השקיית יום				השקיית לילה				השקיית יום					
מובה'	בקורת 3.5 ל"ש	בקורת 1.6 ל"ש	0.7 ל"ש	מובה'	בקורת 3.5 ל"ש	בקורת 1.6 ל"ש	0.7 ל"ש	מובה'	בקורת 3.5 ל"ש	בקורת 1.6 ל"ש	0.7 ל"ש	טיפול	מינרלים בעלה, אחוז מחומר יבש
ל.מ.	2.60	2.67	2.66	ל.מ.	2.66	2.61	2.82	ל.מ.	2.82	2.56	2.74	N	
ל.מ.	0.19	0.18	0.18	ל.מ.	0.19	0.17	0.17	ל.מ.	0.18	0.17	0.17	P	
ל.מ.	3.79	3.16	3.25	ל.מ.	3.50	3.27	3.18	ל.מ.	3.00	3.09	3.13	K	
ל.מ.	2.95	1.72	2.61	ל.מ.	1.93	1.98	1.78	ל.מ.	1.76	1.90	1.90	Cl	



איור 1: תוצאות בדיקות עלים מאמהות בפריחה קיץ 2014



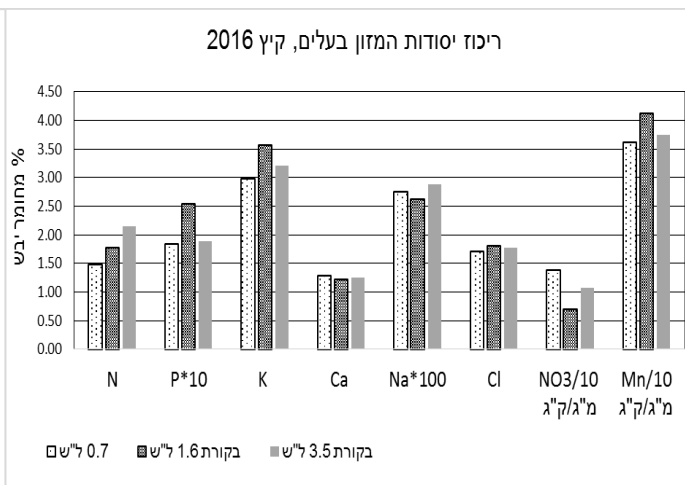
איור 2: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מאמהות בפריחה, דיגום 16.8.15

טבלה 6: ריכוז יסודות המזון בעלה, בשנה השלישית לניסוי, קיץ וסתיו 2016.

סתיו 2016				קיץ 2016					
השקיית יום				השקיית יום					
מובה'	בקורת 3.5 ל"ש	בקורת 1.6 ל"ש	0.7 ל"ש	מובה'	בקורת 3.5 ל"ש	בקורת 1.6 ל"ש	0.7 ל"ש	טיפול	מינרלים בעלה, אחוז מחומר יבש
ל.מ.	2.70	-	2.68	ל.מ.	2.14	1.77	1.48	N	
ל.מ.	0.21	-	0.24	ל.מ.	0.19	0.25	0.18	P	
ל.מ.	3.83	-	3.62	ל.מ.	3.20	3.56	2.99	K	
ל.מ.	1.08	-	1.18	ל.מ.	1.78	1.81	1.71	Cl	
ל.מ.	0.04	-	0.04	ל.מ.	0.03	0.03	0.03	Na	
				ל.מ.	1.26	1.22	1.28	Ca	
				ל.מ.	10.7	6.97	13.8	N חנקתי	
				ל.מ.	37.38	41.19	36.13	Mn	



איור 4: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מנצרים בסתיו, דיגום 2016.



איור 3: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מאמהות בפריחה, דיגום קיץ 2016.

ערכי החנקן בעלה באמהות בקיץ היו נמוכים מהרגיל בחלק מהטיפולים (הערך הרצוי הוא 2.4% עד 2.6%) וגם האשלגן היה נמוך באחד הטיפולים (הערך הרצוי 3.2%) אולם ההפרש לא היה מובהק (דבר המעיד על שונות רבה בתוצאות). על כל פנים, בנצרים בסתיו נרשמו ערכים רצויים וללא הבדל בין הטיפולים.

סיכום

ביבול השלישי, בשונה מהראשון והשני, נרשמה נחיתות מובהקת להשקיה מתמשכת בספיקה נמוכה מאוד בגובה פריחה ובהיקף הגזעול וכן נרשמה נחיתות מובהקת של 1.3-1 ק"ג במשקל האשכול בקטיפ בהשקיה המתמשכת. ההפרש לא הגיע לכדי השפעה מובהקת על היבול לדונם (שהיה מרשים מאוד, כ-8.5 טון לדונם בכל הטיפולים (טבלה 1)) או על תכונות האצבע המייצגת. בשנה זו נרשמה, בתקופות מסוימות, הסתמות חלקית של טפטפות בטיפול זה וייתכן שההבדלים משקפים ליקויים אלה. השקיה בספיקה נמוכה (השקיה מתמשכת) נראית אפשרית, אולם עד כה לא נרשם יתרון אגרונומי לשיטת השקיה זו וברור שהיא מחייבת ערנות וקפדנות רבה בשמירת ניקיון המים ומניעת סתימות. לא ניכר כל הבדל בין השקיית יום להשקיית לילה.

בחינת רשתות תרמיות לצורך הגנה מפני נזקי קרה (דגניה ב', שתילת אוגוסט 2016)

רשם: נבות גלפז

רקע ותיאור הבעיה

הבגנה היא גידול שמקורו באזורים טרופיים, בהם נשמרת טמפרטורה מינימום מתונה לאורך כל השנה, ולכן הוא רגיש במיוחד לנזקי קרה, המוגדרת כאירוע אקלימי בו יורדת הטמפרטורה אל מתחת לנקודת הקיפאון של המים ברקמות הצמח. נזקי הקרה בבגנה כוללים פגיעה באימהות ובנצרים, שמחייבת פעולות של שיקום המטע, ובמקרים של פגיעה קשה אף את חיסולו, ופגיעה בפרי, עד כדי נשירת האשכול וחוסר יכולת לשווקו. לנזקי הקרה השפעה משמעותית על ענף הבגנות: המחסור בפרי מביא לעליית מחירים לרמות שבטווח הארוך עשויות לגרום נזק לענף, עקב סכנת הייבוא, ועלייה משמעותית ברמת הפרמיות של הביטוח, וירידה ברמת הכיסוי. כך, לדוגמה, מחירי הפרמיות על נזקי טבע (מסלול ג') עלה בהדרגה מ-100 ש"ח/דונם לשנה בעונת 2013-4, ל-186 ש"ח/דונם לשנה בעונת 2016-7.

ב-54 שנות איסוף נתונים בחוות הניסיונות בצמח, ב-19 שנים התרחשו אירועי קרה, כך שבממוצע אחת לשלוש שנים מתרחשת שנת קרה, אולם בארבעת החורפים האחרונים (2013-4 עד 2016-7) חוונו אירועי קרה משמעותיים, שיא שלילי חדש של רצף אירועי קרה, והחשש הוא שעקב שינויי האקלים הגלובליים החורפים נעשים שחונים וקרים יותר, בין היתר עקב הפחיתה בעננות, שמהווה גורם ממתן לקרה קרינתית.

ניסיונות עבר להגנה על מטעי הבגנות כללו שימוש באמצעים שונים: חימום המטע באמצעות הבערת לבני דלק או צמיגים, הסעת החלפת אוויר קר באוויר חם משכבה עליונה באמצעות טורבינות רוח ומסוקים, והמטרה במתזים. האמצעי היחיד שנמצא יעיל הוא שימוש במסוקים, אולם הוא נפסל עקב העלויות הגבוהות.

בחורף 2015 התחלנו תצפית בקיבוץ יחיעם שבגליל המערבי, שמטרתה בחינת יכולתן של רשתות תרמיות מסוג אלומינט, שנמצאו בעבר כיעילות בהגנה מקרה בברי צמיחה, להגן על מטעי הבגנות מפני קרה. רשתות אלומינט הן רשתות פוליאתילן מצופות אלומיניום. ציפוי האלומיניום מונע את יציאת קרינת infra-red הנפלטת מעצמים חמים (קרקע וצמחים) לרקיע במהלך קרה קרינתית, ואף מחזיר את הקרינה כלפי מטה (רפלקציה), ובכך מעלה את הטמפרטורה במבנה יחסית לסביבה החיצונית, ושומר על חום הצמחים והקרקע. תוצאות השנה הראשונה של התצפית ביחיעם הצביעו על פוטנציאל גבוה של רשת אלומינט ברמת הצללה 50% בהגנה מפני נזקי קרה, ולכן החלטנו להתחיל בחורף 2016-7 ניסוי מקיף בנושא בחלקת המשולש של דגניה ב', אחת החלקות הקרות בעמק, שחוסלה בעקבות נזקי הקרה של ינואר 2016.

מטרת העבודה

בחינה לטווח ארוך של הפוטנציאל של רשתות תרמיות בהגנה על מטעי הבגנות מפני נזקי קרה, ולימוד השפעתן על הפיזיולוגיה של הבגנה, והיציאה של המטע מהחורף.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

חלקת הניסוי: חלקת המשולש של דגניה ב' חוסלה באביב 2016, לאחר שנת גידול אחת, בעקבות נזקי הקרה של ינואר 2016. השמדת הצמחים והעיקרים ששרדו את הקרה נעשתה ע"י הזרקת נפט ושימוש בדקרים. לא נעשו עיבודי קרקע כלשהם לקראת שתילת השנטוע. החלקה נשתלה מחדש ב-16.8.2016 בשתילי תרבות רקמה של הזן גרנד ניון בבית רשת (קריסטל, 12% הצללה ברשת נקיה). הבתים בשתילת השנטוע מוקמו בין הבתים של החלקה שחוסלה, הצבה בסגול, במרווחים של 3 X 3 מטר, זוגות או שלשות צמחים לבית, לסירוגין. 278 שתילים לדונם.

הטיפול ומבנה הניסוי: תוכננו 4 טיפולים, לאיתור הממשק שמשלב בצורה הטובה ביותר הגנה מקרה, מבלי להביא לנזקים הנובעים מהצללת יתר של הרשתות התרמיות. החלטנו לבחון רשתות אלומינט 50%, מכיוון שבתצפית יחיעם נמצא שהן מקנות הגנה טובה מפני נזקי הקרה, בעוד שרשתות אלומינט בדרגות הצללה 30%-40% לא הקנו הגנה מספקת. הרשתות נפרשו כמסך תרמי, מתחת לרשת הקריסטל 12%, על מנת להקל על הפרישה והגלילה. הטיפולים הבאים הוצבו:

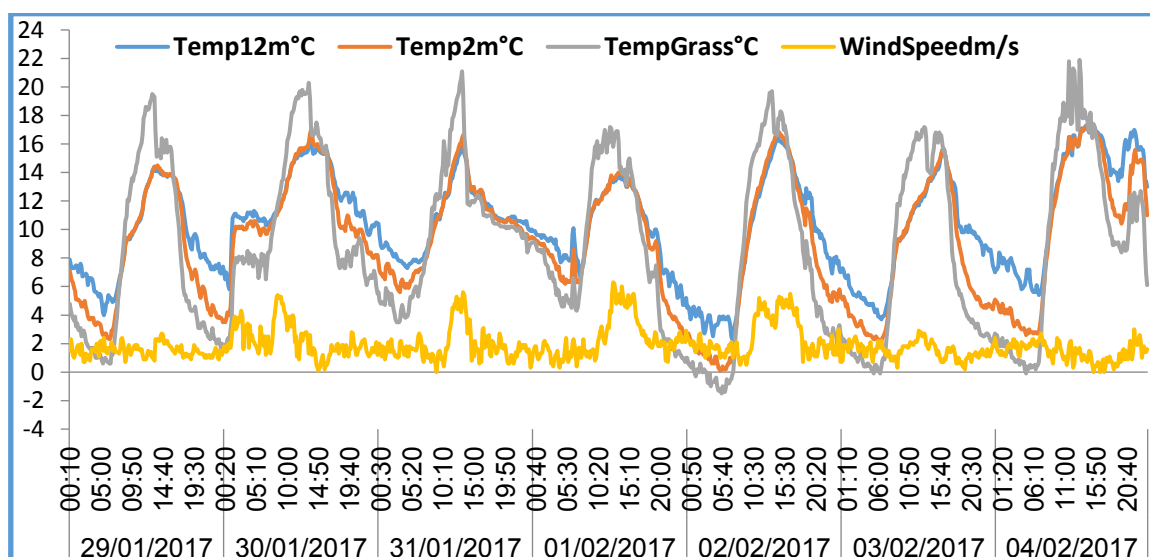
- 1) רשת אלומינט 50% בפרישה דינמית עונתית (פרישת הרשת תוכננה להתבצע בלילות בהם הטמפרטורה היא מתחת 5 מ"צ, ובכל שאר הזמן הרשת גלולה).
- 2) רשת תרמית 50% בפרישה דינמית יומית (הרשתות תוכננו להיגלל בכל בוקר ולהפרש בכל אחה"צ).
- 3) רשת אלומינט 50% בפרישה קבועה בתקופה המועדת לקרות (מתחילת דצמבר ועד לסוף מרץ).
- 4) רשת קריסטל 12% (טיפול הביקורת). זוהי הרשת המקורית של המבנה, כך שבטיפול זה יש רק רשת אחת.

כל אחד מהטיפולים בוצע ב-4 חזרות בנות דונם אחד כל אחת (סה"כ 16 דונם). בכל טיפול 4 חזרות, 16 בתים בחזרה, סה"כ 64 בתים במעקב בכל טיפול. כמו כן נפרשו רשתות נוספות, שבהתייעצות עם מומחים דווח שהן בעלות פוטנציאל להגנה מקרה. שטח כל אחת מהרשתות הנוספות הוא 1 דונם, והן נבחנו במסגרת תצפית בחלקת הניסוי: רשת כסופה, רשת אדומה, רשת פנינה ורשת שחורה. רמת ההצללה של כל אחת מהרשתות הנ"ל היא 50%. לקראת סוף נובמבר 2016 נפרשו הרשתות השונות, כמסך תרמי, מתחת לרשת הקריסטל 12%. התקנת המנגנונים לפרישה דינמית של רשתות האלומינט 50% (טיפולים 1 ו-2) התעכבה, והסתיימה רק ב-20.12.16. הרשתות התרמיות הוסרו בסוף מרץ, והמטע נותר מוגן ע"י רשת קריסטל 12%, כמקובל בעמק הירדן. הרשתות התרמיות תפרשנה מחדש בסוף נובמבר 2017.

איסוף הנתונים: המעקב בניסוי יכלול את ההשפעה של הרשתות השונות על תכונות וגטיביות (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועד הפריחה, ומדדי יבול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד ויבול מצטבר לדונם). בנוסף, כימות מדדים שונים של פוטוסינתזה ומשק המים בוצע באמצעות מכשיר LI-6400XT של חברת LI-COR.

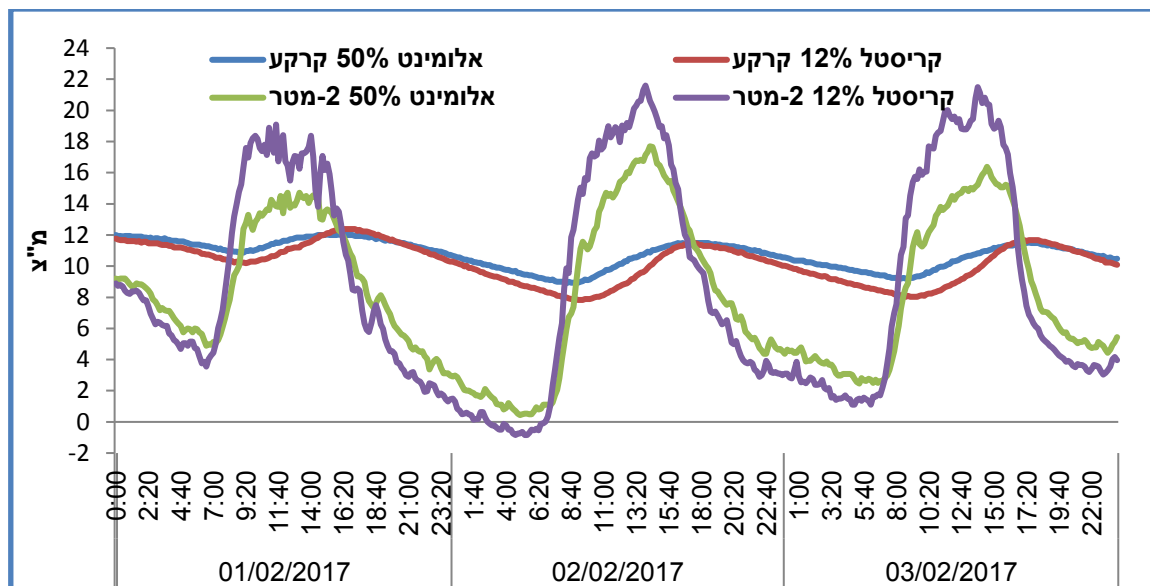
מדידות טמפ' וקרינה: מדידת טמפ' עלה נעשתה ידנית, באמצעות אקדח אינפרא אדום בין השעות 5:30-6:30 בבוקר, בשני סבבים. מדידות טמפ' אוויר וקרקע נעשו בעזרת מערכת r-sense משדרת של חברת נטפים (מדידה כל 10 דקות). בחלקת הניסוי הוצבו 6 מערכות r-sense, במרכז שטח החזרה: 3 מערכות תחת טיפול מספר 3 (רשת אלומינט 50% בפרישה קבועה בתקופה המועדת לקרות), ו-3 מערכות תחת טיפול 4 (רשת קריסטל 12%). החיישנים בכל תחנה מוקמו בגובה 0.5 ו-2 מטר (אוויר), ובעומק 10 ס"מ (קרקע). מדידת הקרינה תחת הרשתות השונות נעשתה בצהרי היום (בין 11:00 ל-12:00) של ימים בהירים, באמצעות מד קוואנטום של חברת LI-COR, המודד את הקרינה הפוטו אקטיבית הדרושה לתהליך הפוטוסינתזה.

תוצאות



איור 1: מהלך מהירות הרוח וטמפ' האוויר בשבוע הקרה כפי שנמדדו בתחנת המטראולוגית בצמח.

מדידת הטמפ' בתחנת הניסיונות בצמח נעשתה כל 10 דקות לאורך כל היממה. טמפ' האוויר בגובה גראס, שהוא הגובה המייצג את טמפ' הצמח, הייתה מעט מעל ל-0 מעלות צלסיוס בשלושה לילות (29.1.17, 3.2.17, 4.2.17). בלילה ובבוקר של ה-2.2.17 התרחש אירוע קרה משמעותי: בין השעות 07:10-1:20 שררה רוב הזמן טמפ' מתחת לאפס. טמפ' המינימום נמדדה ב-05:30: 1.5- מ"צ. חשוב לציין שהמדידה בגראס נעשתה באמצעות גולה חשופה, ולכן תוצאות מדידות הגראס תקפות רק בשעות הערב והלילה, כשאין קרינה. הטמפ' בחלקת המשולש בדגניה ב' נמוכה בד"כ מהטמפ' בחוות צמח. בבוקר ה-2.2.17 נמדדה, בעזרת מדחום מינימום, טמפ' של 2- מ"צ בגובה גראס בחלקה. חשיפה לזמן ממושך לטמפ' נמוכה כל כך גוררת, בהכרח, פגיעה בצמחי הבננה. בגרף ניתן לראות יפה את האינטנסיביות המתרחשת באירוע קרה: האוויר הקר יורד משכבה גבוהה (12 מ') לשכבה נמוכה (גראס), ונוצר היפוך: בעוד שבלילה מעונן הטמפ' בגבהים השונים דומה.

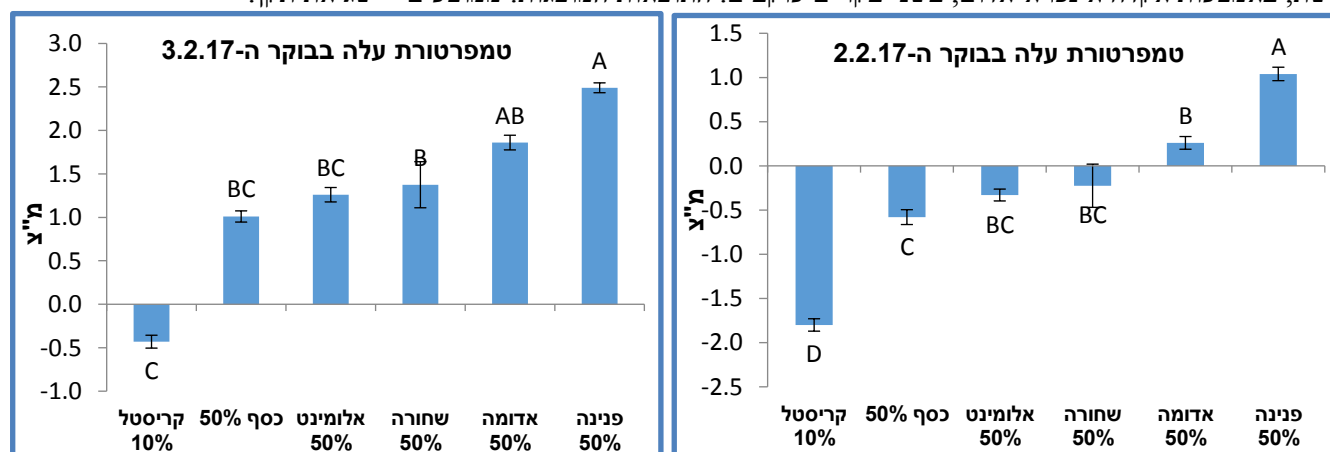


איור 2: מהלך טמפ' אויר וקרע בחלקת המשולש בדגניה ב' תחת רשתות קריסטל 12% ואלומינט 50% לפני, במהלך ואחרי אירוע הקרה. טמפ' האוויר נמדדה בגובה 2 מ', טמפ' הקרע בעומק של 10 ס"מ, בתחנות מדידת טמפ' בחזרות סמוכות ומייצגות, תחת רשתות קריסטל 12% ואלומינט 50%.

טמפ' אויר: בלילה ובבוקר של ה-2.2.17, תחת רשת הקריסטל 12%, שררה בגובה שני מטר טמפ' מתחת ל-0 מ"צ בין השעות 2:50 ל-6:40. טמפ' המינימום תועדה בשעה 04:40: -0.85 מ"צ. טמפ' האוויר במהלך אירוע הקרה תחת רשת האלומינט 50% לא ירדה מתחת ל-0, והייתה גבוהה ב-0.9-1.8 מ"צ יחסית לרשת הקריסטל 12%. כך, טמפ' המינימום שנמדדה תחת רשת זו הייתה 0.44 מ"צ, והיא גבוהה ב-1.3 מ"צ מטמפ' המינימום שנרשמה תחת רשת הקריסטל 12% באותה שעה. בבוקר שלאחר הקרה, לאחר שהשמש עלתה ועמה רמת הקרינה, חלה עלייה מהירה במידות החום. כך, כבר ב-10:10, שלוש שעות וחצי בלבד לאחר שהטמפ' עלתה וחצתה את קו ה-0 מ"צ תחת רשת הקריסטל 12%, תועדה תחת רשת זו טמפ' של 17.2 מ"צ, בעוד שהעלייה בטמפ' תחת רשת האלומינט 50% באותה השעה הייתה מתונה בהרבה, והטמפ' הגיעה ל-11.7 מ"צ בלבד. ייתכן שהעלייה המתונה במידות החום תחת רשת האלומינט 50% הקלה על שיקום המערכת הפוטוסינתטית בהשוואה לרשת הקריסטל 12%, והקלה על ההתמודדות עם נזקי הקרה.

טמפ' הקרע: נצפה מחזור יומי של טמפ' מינימום בסביבות השעה 09:00, וטמפ' מקסימום בסביבות השעה 17:00. בדומה לטמפ' האוויר, גם בטמפ' הקרע לרשת האלומינט 50% תפקיד ממתן: טמפ' המינימום בבוקר שלאחר ליל הקרה של ה-2.2.17, בשעה 09:10, הייתה גבוהה תחת רשת האלומינט 50% ב-1.1 מ"צ יחסית לרשת הקריסטל 12% (8.9 מ"צ לעומת 7.8 מ"צ). התחממות הקרע איטית יותר תחת רשת האלומינט 50%, אולם טמפ' המקסימום היומית, בסביבות 17:00, זהה תחת שתי הרשתות.

איור 3: טמפ' עלה תחת הרשתות השונות. התוצאות מבוססות על מדידת הטמפ' בצד העליון של ארבעים עלים תחת כל סוג רשת, באמצעות אקדח אינפרא-אדום, בשני בקרים עוקבים. התוצאות המוצגות: ממוצעים $\pm$ שגיאת תקן.



למדידה נבחרו עלים מייצגים: עלה מספר 4-5, אופקי וחשוף לרקיע. טמפ' העלה נמדדה בשעה הקרה ביותר ביממה, בין 05:30 ל-06:30. טמפ' העלה תחת כל הרשתות התרמיות גבוהה בכל הרשתות באופן משמעותי יחסית לרשת הקריסטל. במפתיע, טמפ' העלה תחת רשת האלומינט 50%, למרות היותה הרשת היחידה שמכילה תוסף חוסם קרינת IR, לא הייתה הגבוהה ביותר. בלטה לטובה רשת הפנינה 50%, שבכל הבקרים בהם התבצעו המדידות, נמדדה תחתיה טמפ' העלה הגבוהה ביותר, למרות שרשת זו הוצבה בחלק המזרחי והקר יותר של החלקה. כך, טמפ' העלה בבוקר של אירוע הקרה של ה-2.217 תחת רשת הפנינה 50% הייתה 1 מ"צ, בעוד הטמפ' תחת רשת האלומינט 50% הייתה 0.3- מ"צ, ותחת רשת הקריסטל 12% 1.8- מ"צ.

קריסטל 12%



אלומינט 50%



31.1.17



28.2.17

צילום:
עידן
אלינגולד

תמונה 1א: הערכה ויזואלית של הנזק שנגרם לצמחים תחת רשתות קריסטל 12% ואלומינט 50%. התמונות צולמו באמצעות מצלמת רשת, שמוקמה בגובה 4 מטר, 3 ימים לפני, ו-26 ימים אחרי, אירוע הקרה.

הנזק שנגרם לצמחים תחת רשת הקריסטל 12% לאחר אירוע הקרה ניכר: הצהבה והחמה בכל הצמחים, בעוד שבצמחים תחת רשת האלומינט 50% נגרם נזק קל מאד, שהתבטא בהצהבה קלה של עלים ספורים.

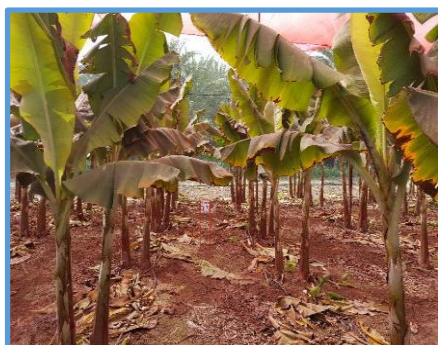
קריסטל 12%



אלומינט 50%



שחורה 50%



אדומה 50%



פנינה 50%



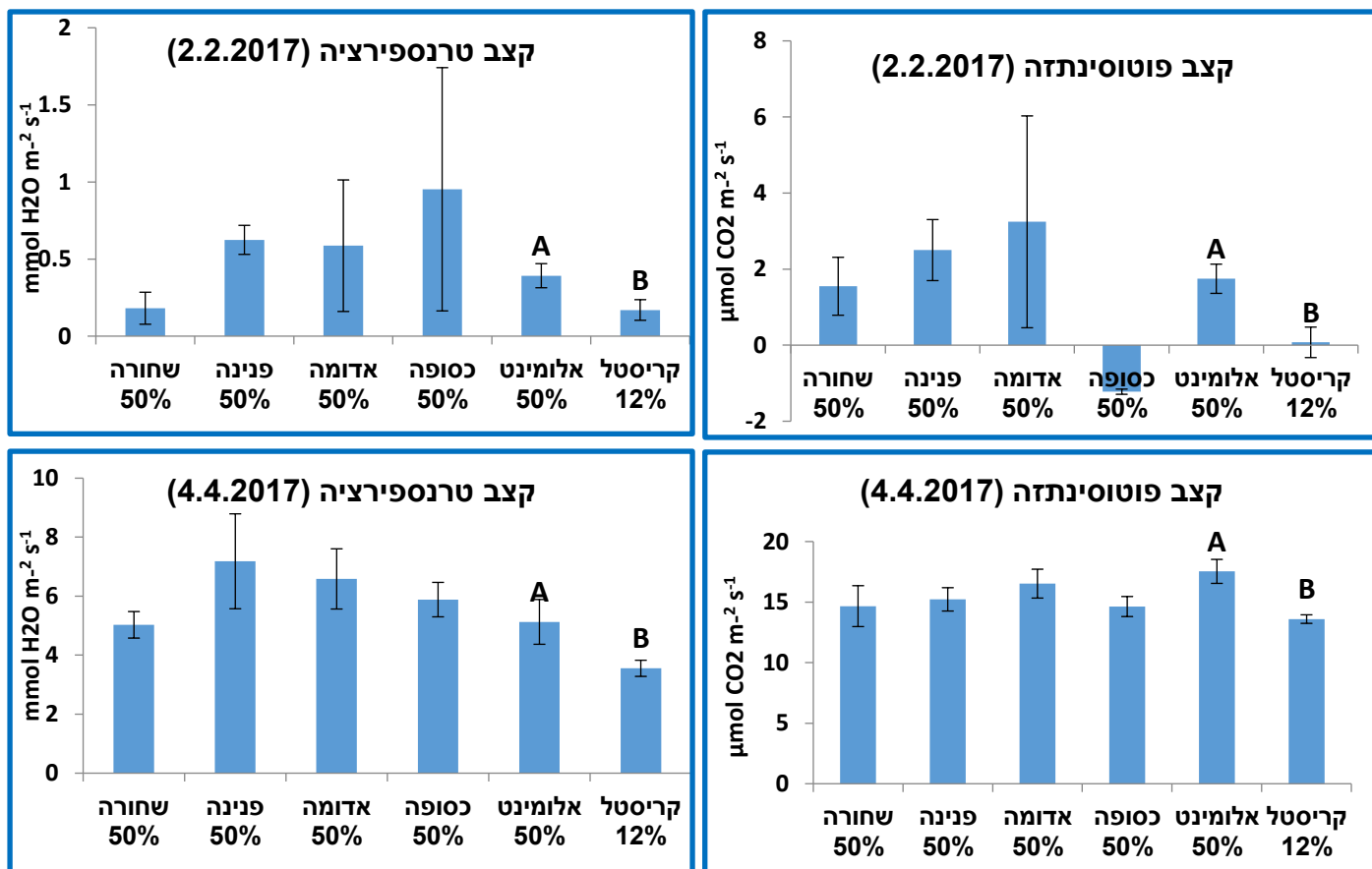
כסופה 50%

תמונה 1ב: הערכה ויזואלית של הנזק שנגרם לצמחים תחת הרשתות השונות. התמונות צולמו במרץ 2017, כחודש וחצי לאחר אירוע הקרה. צילום: אבישי לונדנר.

לצמחים שגדלו תחת רשת קריסטל 12% נגרם נזק משמעותי: אחוז ניכר מהעלים ניזוק בקרה, התייבש והפך לחום. רשתות אלומינט 50%, כסופה 50% ופנינה 50% הקנו הגנה טובה לצמחים, והנזק בצמחים שגדלו תחתיהן היה קטן מאד. הרשתות שחורה 50% ואדומה 50% הקנו הגנה פחותה מפני הקרה. חשוב להזכיר שרשתות פנינה 50%, כסופה 50%, אדומה 50%, ושחורה 50%, נבחנו במתכונת תצפית (חזרה אחת בלבד מכל רשת), ושבחלקת המשולש מתקיים גרדיאנט טמפ' משמעותי (הטמפ' הולכת ויורדת עם התקדמות החלקה מזרחה), ולכן למיקום החזרה בחלקה תתכן השפעה רבה על התוצאות שהושגו תחת רשתות אלה.

טבלה 1: מדדים פיזיולוגיים: יעילות המערכת הפוטוסינתטית ומצב משק המים תחת הרשתות השונות, לאחר אירוע הקרה: טווח קצר ובינוני. התוצאות המוצגות: ממוצעים $\pm$ שגיאת תקן. המדידות נעשו על עלה מספר 4 או 3. מספר מדידות תחת כל סוג רשת: 13-3. המדידות נערכו בתאריכים 2.2.17 ו-4.4.17, שהם היום שלאחר אירוע הקרה וחודשיים לאחריה.

מדידות פיזיולוגיות 2.2.2017	קריסטל 12%	אלומינט 50%	שחורה 50%	פנינה 50%	כסופה 50%	אדומה 50%
קצב פוטוסינתזה ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0.07 $\pm$ 0.4	1.75 $\pm$ 0.38	1.55 $\pm$ 0.76	2.5 $\pm$ 0.8	1.22 $\pm$ 0.07	3.24 $\pm$ 2.78
מוליכות פיונית ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0.01 $\pm$ 0.00	0.02 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.01	0.04 $\pm$ 0.01	0.06 $\pm$ 0.05	0.03 $\pm$ 0.02
יעילות מערכת פוטוסינתטית 2 (ערך יחסי)	0.08 $\pm$ 0.01	0.14 $\pm$ 0.01	0.12 $\pm$ 0.02	0.19 $\pm$ 0.03	0.09 $\pm$ 0.01	0.14 $\pm$ 0.01
קצב העברת אלקטרונים ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	39.1 $\pm$ 7.32	72.2 $\pm$ 5.00	61.0 $\pm$ 7.9	97.5 $\pm$ 14.7	46.1 $\pm$ 4.11	69.7 $\pm$ 7.56
קצב טרנספירציה ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0.17 $\pm$ 0.07	0.40 $\pm$ 0.08	0.18 $\pm$ 0.1	0.62 $\pm$ 0.09	0.95 $\pm$ 0.79	0.59 $\pm$ 0.43
גרעון בלחץ אדים (kPa) (VPD)	1.64 $\pm$ 0.11	1.65 $\pm$ 0.08	1.89 $\pm$ 0.13	1.72 $\pm$ 0.04	1.61 $\pm$ 0.01	1.88 $\pm$ 0.05
טמפרטורת אויר ($^{\circ}\text{C}$)	20.9 $\pm$ 0.59	20.1 $\pm$ 0.82	21.8 $\pm$ 0.92	22.5 $\pm$ 0.02	20.6 $\pm$ 0.04	22.8 $\pm$ 0.13
טמפרטורת עלה ($^{\circ}\text{C}$)	21.7 $\pm$ 0.78	21.5 $\pm$ 0.69	23.4 $\pm$ 0.94	22.7 $\pm$ 0.21	21.8 $\pm$ 0.21	23.6 $\pm$ 0.2
קרינה פוטוסינתטית ($\mu\text{mol Photons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	973 $\pm$ 149	425 $\pm$ 109	538 $\pm$ 135	222 $\pm$ 60	451 $\pm$ 193	305 $\pm$ 125
מדידות פיזיולוגיות 4.4.2017	קריסטל 12%	אלומינט 50%	שחורה 50%	פנינה 50%	כסופה 50%	אדומה 50%
קצב פוטוסינתזה ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	13.6 $\pm$ 0.35	17.5 $\pm$ 0.99	14.7 $\pm$ 1.69	15.2 $\pm$ 0.96	14.6 $\pm$ 0.83	16.5 $\pm$ 1.19
מוליכות פיונית ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0.16 $\pm$ 0.01	0.28 $\pm$ 0.03	0.21 $\pm$ 0.02	0.32 $\pm$ 0.08	0.26 $\pm$ 0.03	0.29 $\pm$ 0.05
יעילות מערכת פוטוסינתטית 2 (ערך יחסי)	0.20 $\pm$ 0.02	0.25 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.1	0.23 $\pm$ 0.01	0.23 $\pm$ 0.02	0.24 $\pm$ 0.01
קצב העברת אלקטרונים ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	133 $\pm$ 10.2	156 $\pm$ 4.94	64.3 $\pm$ 62.5	145 $\pm$ 8.88	145 $\pm$ 13.5	155 $\pm$ 4.88
קצב טרנספירציה ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	3.56 $\pm$ 0.27	5.13 $\pm$ 0.76	5.03 $\pm$ 0.45	7.18 $\pm$ 1.61	5.88 $\pm$ 0.58	6.59 $\pm$ 1.02
גרעון בלחץ אדים (kPa) (VPD)	2.26 $\pm$ 0.09	2.01 $\pm$ 0.09	2.54 $\pm$ 0.02	2.41 $\pm$ 0.05	2.33 $\pm$ 0.02	2.38 $\pm$ 0.03
טמפרטורת אויר ($^{\circ}\text{C}$)			30.0 $\pm$ 0.02	30.0 $\pm$ 0.06	29.8 $\pm$ 0.04	30.0 $\pm$ 0.06
טמפרטורת עלה ($^{\circ}\text{C}$)	29.3 $\pm$ 1.12	28.1 $\pm$ 0.63	30.3 $\pm$ 0.01	30.3 $\pm$ 0.03	30.0 $\pm$ 0.01	30.2 $\pm$ 0.06
קרינה פוטוסינתטית ($\mu\text{mol Photons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	655	565	620 $\pm$ 0.66	428 $\pm$ 1.19	692 $\pm$ 1.41	547 $\pm$ 0.33
לחות יחסית	45.7 $\pm$ 0.31	48.5 $\pm$ 0.17	37.5 $\pm$ 0.05	38.1 $\pm$ 0.26	40.1 $\pm$ 0.11	39.2 $\pm$ 0.35



איור 4: קצב פוטוסינתזה וקצב טרנספירציה תחת הרשתות השונות. התוצאות המוצגות ממוצעים $\pm$ שגיאת תקן. המדידות נעשו על עלה מספר 4 או 3. מספר מדידות תחת כל סוג רשת: 13-3. המדידות נערכו בתאריכים 2.2.17 ו-4.4.17, שהם היום שלאחר אירוע הקרה וחודשיים לאחריה.

המדידות הפיזיולוגיות נעשו על עלה מספר 3 או 4 בעלי מראה חיוני וירוק, וללא סימני פגיעת קרה, ונערכו ביום שלאחר אירוע הקרה, וחודשיים לאחר מכן, מעידות על פגיעה קשה במדדים שונים שקשורים לתפקוד המערכת הפוטוסינתטית ומצב משק המים מיד לאחר אירוע הקרה. כך, קצב הפוטוסינתזה תחת רשת קריסטל 12%, שהיה $0.07 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ מיד לאחר הקרה, ומעיד על חוסר תפקוד מוחלט של המערכת הפוטוסינתטית, עלה פי 194, ל- $13.6 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, חודשיים לאחר הקרה, ומוליכות הפיוניות עלתה פי 16 במהלך תקופת ההתאוששות שלאחר אירוע הקרה. ההגנה הויזואלית שהקנו הרשתות התרמיות השונות מפני נזקי הקרה מתבטאת במדדים הפיזיולוגיים שנמדדו מיד לאחר אירוע הקרה: קצב הפוטוסינתזה של הצמחים תחת רשת אלומינט 50% היה גבוה פי 25 יחסית לנתון זה תחת רשת הקריסטל 12% (1.75 לעומת $0.07 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), וקצב הטרנספירציה, מדד מייצג למצב משק המים בצמח, היה גבוה פי 2.3 תחת רשת אלומינט 50% יחסית לרשת הקריסטל 12% ($0.39 \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ו- $0.17 \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, בהתאמה). מבין הרשתות התרמיות האחרות, בולטות רשת הפנינה 50%, שברוב המדדים הפיזיולוגיים שנמדדו הציגה את הביצועים הטובים ביותר, והרשת השחורה 50%, שמרבית המדדים הפיזיולוגיים שנמדדו תחתיה היו נחותים לעומת הרשתות האחרות. למרות ההתאוששות היחסית במדדים הקשורים לתפקוד המערכת הפוטוסינתטית ומשק המים תחת רשת קריסטל 12%, גם חודשיים לאחר אירוע הקרה לא נסגרו הפערים מהרשתות התרמיות: כך, קצב הפוטוסינתזה במדידה שנערכה חודשיים לאחר אירוע הקרה, היה $13.6 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ תחת רשת הקריסטל 12%, לעומת $17.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ברשת האלומינט 50%, וקצב הטרנספירציה היה $5.13 \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ו- $3.55 \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, בהתאמה.

טבלה 2: רמת הקרינה הסולארית, ואחוז ההצללה יחסית לחוץ, תחת הרשתות השונות. המדידות נעשו ב-5.3.17. התוצאות המוצגות: ממוצעים $\pm$ שגיאת תקן. מספר מדידות תחת כל סוג רשת: 12-3.

מובהק'	אדומה 50%	כסופה 50%	פנינה 50%	שחורה 50%	אלומינט 50%	קריסטל 12%	חוץ (ללא רשת)	
<.0001	481.7c	588.7c	580.3c	511.2c	523.1c	1100ab	1231a	קרינה פוטוסינתטית ($\mu\text{mol Photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
	60.9	52.2	52.9	48.5	47.5	10.7	0	% הצללה ביחס לחוץ

רמת ההצללה תחת רשת קריסטל 12% הייתה 10.7%, כמצופה. רמת ההצללה תחת הרשתות התרמיות השונות, שהוצבו כמסך תרמי תחת רשת קריסטל 12%, הייתה בטווח של 47.5%-52.2% יחסית לקרינה מחוץ לבית הרשת, מלבד הרשת האדומה, שבלטה עם אחוז הצללה גבוה במיוחד: 60.9.

דינו

בדומה לתצפית בגליל המערבי, שמתקיימת בקיבוץ יחיעם, גם הניסוי בדגניה ב' מדגים את הפוטנציאל החיובי של רשתות תרמיות בהגנה מפני נזקי קרה. בבחינה ויזואלית ניכר הנזק שנגרם לצמחים שגדלו תחת רשת קריסטל 12%, בעוד שצמחים שגדלו תחת רשתות אלומינט 50%, פנינה 50% וכסופה 50% כמעט ולא נפגעו מהקרה. כיצד מושגת ההגנה? נזקי קרה בבגנה נגרמים בעיקר עקב שני גורמים עיקריים: (1) קפיאת והפשרת הנוזל בתא, הגורמת לנזק מכני, עקב היווצרות גבישי קרח הפוגעים בממברנת התא, ו-2) תופעת ה"לילה קר-בוקר בהיר": קרינת השמש בבוקר שאחרי אירוע הקרה גורמת להצטברות אנרגיה עודפת במערכת הפוטוסינתטית וליצירת רדיקלים חופשיים הגורמים לנזק חמצוני לתאים. נראה שהרשתות התרמיות מקנות הגנה מפני שני סוגי הנזקים: כך, למשל, במהלך אירוע הקרה של ה-2.2.17, טמפ' העלה תחת רשת אלומינט 50% הייתה גבוהה ב-1.5 מ"צ לעומת טמפ' העלה תחת רשת קריסטל 12%. הגדילה לעשות רשת הפנינה 50%, בה נרשמה טמפ' גבוהה בכמעט 3 מ"צ לעומת טמפ' העלה תחת רשת קריסטל 12%, ורמת הקרינה בצהרי אותו היום הייתה נמוכה בכ-42% (רשת האלומינט 50%+רשת קריסטל 12%) ובכ-47% (רשת הפנינה 50%+רשת קריסטל 12%), בהתאמה, לעומת רשת קריסטל 12%. כך שנראה שהשילוב של טמפ' עלה גבוהה יותר במהלך אירוע הקרה, וקרינה מופחתת במהלך היום שאחרי אירוע הקרה תחת רשתות ה-50%, מביא להפחתה המשמעותית ברמת הפגיעה בצמחים שנצפתה תחת הרשתות התרמיות יחסית לרשת קריסטל 12%. ייתכן שגם העלייה ההדרגתית בטמפ' האוויר לאחר ליל-קרה תחת רשת אלומינט 50% בהשוואה לעליה המהירה בטמפ' תחת רשת קריסטל 12%, מקלה על השיקום של המערכת הפוטוסינתטית תחת רשת זו. אם כך הדבר, תכונה זו תורמת גם היא להגנה מפני נזקי קרה על ידי הרשת התרמית.

ניתוח תוצאות הנתונים הפיזיולוגיים שנמדדו ביום שלאחר אירוע הקרה, מעיד על פגיעה קשה מאד, שהביאה לחוסר תפקוד, של המערכת הפוטוסינתטית ומצב משק המים בעליהם של צמחים שגדלו תחת רשת קריסטל 12%. תחת הרשתות התרמיות נגרמה פגיעה פחותה, והתקיים תפקוד מסוים של המערכות הנ"ל, גם מיד לאחר אירוע הקרה. חודשיים לאחר אירוע הקרה נצפתה התאוששות בתפקוד המערכת הפוטוסינתטית ומצב משק המים תחת כל הרשות, אולם עדיין נצפה פער במדדים אלה בין רשת קריסטל 12% לרשתות התרמיות. בלטה לטובה רשת הפנינה 50%, בעוד שברשת השחורה 50%, בחלק ניכר מהפרמטרים הנמדדים, נצפתה נחיתות.

אחת ממטרות הניסוי הייתה לבחון ממשקים שונים של פרישת הרשת (קבועה בעונה הקרה, דינמית ע"פ התראת קרה, ודינמית יומית), במטרה לאתר את הממשק שנותן את השילוב הטוב ביותר בין הגנה מקרה, לרמת קרינה מיטבית במטע תחת הרשתות התרמיות, שהן בעלות רמת הצללה של 50%. במהלך הניסוי התחוויר לנו שכרגע הטכנולוגיה הקיימת לא בשלה לממשק פרישה דינמי: התקנת המנגנונים לפרישה הדינמית איטית ויקרה, ותהליך הפרישה והגלילה של הרשתות איטי ובזבזני בכח-אדם. לכן, למעשה, לא הופעלו טיפולים 1 ו-2, ורשתות האלומינט 50% בטיפולים אלה נשארו פרושות לאורך כל התקופה המועדת לקרה, בדומה לטיפול 3.

בשנת הניסוי הראשונה נבחנו מספר רשתות ברמת הצללה 50%: אלומינט (במבנה של ניסוי), ופנינה, כסופה, שחורה ואדומה, אף הן ברמת הצללה 50%, במבנה של תצפית. ניתוח התוצאות מרמז לכך שבנוסף לרשת האלומינט, גם לרשתות הפנינה והכסופה פוטנציאל גבוה להגנה מפני נזקי הקרה: ויזואלית, רמת הפגיעה מהקרה של הצמחים תחת רשתות הפנינה והכסופה דומה לזאת של הצמחים תחת רשת האלומינט, טמפ' העלה במהלך הקרה הייתה גבוהה יותר, ומרבית הפרמטרים הפיזיולוגיים השונים שמלמדים על תפקוד המערכת הפוטוסינתטית ומשק המים ביום שלאחר הקרה היו טובים יותר תחת רשת הפנינה יחסית לרשת האלומינט (אך לא הכסופה). רשת האלומינט 50% סובלת משני חסרונות בולטים: מחירה הגבוה (4.7 ש"ח/מטר), והיא נחשבת חלשה יחסית. לכן, העובדה שרשתות אחרות ברמת הצללה 50%, שהן חזקות וזולות יותר באופן משמעותי (2.1 ש"ח למטר), מראות פוטנציאל טוב להגנה מקרה, היא מעודדת מאד. לפיכך, בעונת 2017-8 אנו מתכננים לבחון, במתכונת ניסוי, את רשתות האלומינט 50%, פנינה 50%, וכסופה 50%, במקביל לרשת הביקורת (קריסטל 12%) בממשק של פרישה קבועה כמסך תרמי (מתחת לרשת קריסטל 12%) בתקופה המועדת לקרה: דצמבר-מרץ.

כיצד תשפיע רמת הקרינה הנמוכה תחת הרשתות התרמיות בתקופה בהן הן פרושות, דצמבר-מרץ, על מילוי הפרי התפתחות הנצרים, והיכול בשנה העוקבת? התשובה לשאלה זו תינתן בשנים הבאות. ניתוח תוצאות השנה השנייה של התצפית ביחיעם, מלמד שלפרישת רשתות האלומינט 50% במהלך העונה המועדת לקרה לא הייתה השפעה שלילית על המטע: לא נצפה איחור בפריחה או בקטיף, ומשקל האשכול היה גבוה משמעותית יחסית לרשת הקריסטל 12%.

תודות: לגיא גלעד, על שיתוף הפעולה בהעמדת הניסוי, וביצוע מדידות טמפ' העלים, יחד עם עידן, בבקרים הקפואים, **ליותם זית** מהפקולטה לחקלאות, שביצע את מדידות הפוטוסינתזה במומחיות גדולה, **לזרי גל** מחברת גניגר-פולישק, **ולדר' יוספה שחק** ממנהל המחקר החקלאי על ייעוץ בנושא רשתות, לצוות העובדים של **חברת פ.מרום** על התקנת הרשתות השונות.

"ירוק בעיניים"

בדיקת השימוש ברשת ירוקה בבתי רשת בבנות

רשם: יאיר ישראלי

רקע

הבנות בארץ עוברות במהירות לגידול בבתי רשת. היתרון של הקטנת תצורות המים והחסכון במים, הבולט במיוחד בעמק הירדן, והיתרון של הקטנת הפחת, הגדלת יכולים ופיזור על פני חודשי השנה, הבולט במיוחד במטעי הגליל המערבי ובחוף הכרמל, הביאו לזירוז המעבר לבתי רשת. יתרונות נוספים של בתי הרשת הם שיפור בניקיון הפרי ובאיכותו, שלמות העלווה וצמצום נזקי הרוח והגנה בפני עודפי קרינה בקיץ. בשנים האחרונות בהן נחשפנו לארבע עונות רצופות של קרה (2013/4, 2014/5, 2015/6 ו-2016/7) נוכחנו לדעת שבתי הרשת מעניקים גם שיעור מסויים של הגנה מפני קרה, אם באופן ישיר על ידי חסימה מסויימת של הקרינה ארוכת הגל היוצאת בליל קרה וחסימת קרינת השמש הנכנסת ביום בהיר שלאחר ליל קרה וגורמת הרס שארית הכלורופיל, ואם באופן עקיף על ידי הגדלת כושר ההתאוששות לאחר הקרה. השימוש בבתי הרשת מאפשר להכניס למחזור הגידול בבנות שטחי גידול שוליים, שבגלל מגבלות טופואקלימיות או מגבלות של טיב הקרקע לא היו ראויים לגידול בנות ואולם בתנאים המשופרים של בתי הרשת ניתן לקבל בהם יכולים סבירים. לבתי הרשת יש, כמובן, גם מגבלות ואפילו חסרונות. המגבלה הראשונה במעלה היא עלות ההקמה והאחזקה של בית הרשת. ההוצאה אומנם כבדה אך יש לציין ש"הברזלים" במבנה הרשת ניתנים למחזור, והניסיון המצטבר מביא להגדלת היעילות בהקמת בתי הרשת ותחזוקתם.

נעשים כבר ניסיונות לחידוש המטע בבית הרשת בלא לפרק את המבנה, ויש לשער שעם הזמן נגיע לפתרונות גם בתחום זה. מגבלה נוספת היא מגבלת המחלות והמזיקים הספציפיים המתגברים בתנאי הלחות הגבוהה וחוסר תנועת האוויר בבתי הרשת. הבעיות קיימות, אך ניתן להתמודד איתן.

בעיה שונה לחלוטין הנגרמת על ידי בתי הרשת, הוא המפגע הסביבתי.

גידולים חקלאיים בארץ כולה יוצרים כסות ירוקה נעימה לעין. כאלה הם (לדוגמא) משטחי החיטה, החמנית והתירס הנשקפים ממורדות הגלבע; או שטחי המטע המוריקים הנשקפים ממצפה אלומות ומרכס מבוא חמה וכפר חרוב או ממורדות הכרמל ומרכס ראש הנקרה.

דע עקא, במשטחים הירוקים הולכות וצומחות משבצות של לבן-בוהק, אלה הם בתי הרשת המכוסים ברשת קריסטל שקופה (כ-15% צל בלבד) ובהירה המחזירה את האור הנופל עליה כמראה. המראה איננו נעים לעין ופוגם בנוף. תלונות על "מפגע" נופי זה שהופנו אלינו מידי פעם הביאו אותנו לחשוב על פתרון אפשרי. דחיפה נוספת קיבלנו מפנייה של ראש המועצה האזורית עמק הירדן, יוסי ורדי.

הרעיון שעלה הוא לנסות להשתמש ברשתות ירוקות, שיתמזגו עם גידולים ירוקים שכנים ויקטינו מאוד את המפגע הנופי.

התנאי הוא שהתוצאה החקלאית המתקבלת תהייה שוות-ערך לתוצאה המתקבלת ברשתות השקופות.

פנינו בעניין זה לפרופ' יוספה שחק ממנהל המחקר, המתמחה בתחום השימוש ברשתות בחקלאות ואף חקרה בעבר שימוש ברשתות צבעוניות בבנות. יוספה נענתה ברצון, ואף הדגישה שהבעיה שאנחנו מעלים ידועה כבעיה עולמית ולפתרונות שנמצא יהיה בוודאי שימוש נרחב יותר מבנות בישראל בלבד.

יוספה מצידה פנתה למפעל "פולישק" (היום גניגר) אשר ייצר עבורנו שני סוגי רשתות ארוגות, בעלות מרקם דומה לרשת השקופה, עם שעור הצללה של כ-16%. צבע רשת אחת הוא ירוק-צהבהב, והרשת השנייה ירוק-כחלחל. יוספה בדקה את מעבר האור ברשתות ואת תכונותיהן הספקטרליות, ולדעתה הן מתאימות לתפקידן (לצרכי הניסוי). כך נסללה הדרך לתכנון ניסוי שדה ברשתות הירוקות. מאחר שניסויים כאלה נמשכים בד"כ זמן ממושך (לפחות 4-5 שנים) ולעיתים התשובה המתקבלת בחלקה מסוימת מושפעת מתנאים מקומיים ואין בטחון שהיא תקפה לשטחים נרחבים, העמדנו שני ניסויים דומים בחלקה של קיבוץ תל קציר הנמצאת בשולי גבעת תל קציר וניתן להשקיף עליה מלמעלה ובחלקה נוספת השייכת לחוות הבנות באזור ה"צינור הירוק" במרכז עמה"י. הצוות בראשות יוספה מלווה את הניסויים במדידות קרינה תקופתיות, אך תוצאות אלו אינן מוצגות כאן.

תכנית הניסוי

הניסוי בתל קציר מבוצע בחלקה שנשתלה ב- 22/8/2012. החלקה היא בשטח כולל של 42 דונם, אשר רובם נכללים בניסוי. מרווח הנטיעה היה 3 מ' X 4 מ', 3 שתילים לבית. הזן גרנד ניין, ההשקיה בטפטוף (3 שלוחות לשורה, טפטפות 1.6 ל"ש, כל 40 ס"מ). החלקה מחולקת למגדרים בכיוון צפון-דרום לרוחב המגדר 9 שורות (מגדר יחיד עם 11 שורות) ולאורכו כ- 60 בתים. כל מגדר מחולק לאורכו ל- 3 חלקים (כ-20 בתים) המכוסים ברשת שונה לכל רוחב המגדר ומהווים חזרה בניסוי. רוחב החזרה כ- 40 מ' ואורכה 60 מ' (שטח 2.4 דונם).

השטח הגדול של החזרות מבטיח שהשורות הפנימיות תקבלנה את האור העובר דרך הרשת הנבדקת גם בשעות בהן קרני השמש מגיעות בזווית נמוכה. השטח במרכז ממנו נאספים נתונים: שתי שורות, 12 בתים בשורה סה"כ $12 \times 24 = 288$ מ"ר לחזרה. בחוות הבננות (חלקת הצינור הירוק) נשתלה החלקה ב- 15/8/12 במרווח נטיעה זהה, ובזן זהה. מערכת ההשקיה דומה (אך הטפטפות כאן 2.5 ל"ש). החלקה קטנה יותר, כ-23 דונם, עם מגדרים ברוחב 7 שורות (28 מ') וחזרות לאורך 12 בתים כל אחת (36 מ') מהם נמדדים הבתים ב-3 השורות הפנימיות לאורך 9 בתים $12 \times 27 = 324$ מ"ר נמדדים לחזרה). בניסוי נבדקות 3 רשתות:

א – ירוק-צהוב

ב- ירוק-כחול

ג- שקוף (בקורת)

שלושת הטיפולים חוזרים בתל קציר ב- 5 חזרות, ובחוות הבננות ב-6 חזרות, בגושים באקראי. החלקות מקבלות טיפול מסחרי רגיל. צוות הניסיונות מבצע מידי פעם מדידות קרינה פוטוסינתטית (רגש Licor 190) וכן מבוצע מעקב מפורט אחר ההתפתחות וההנבה.

מדידות קרינה נוספות ומפורטות מבוצעות באופן תקופתי ע"י הצוות של פרופ' יוספה שחק, השותף למחקר, ותוצאותיהן יפורסמו בנפרד.

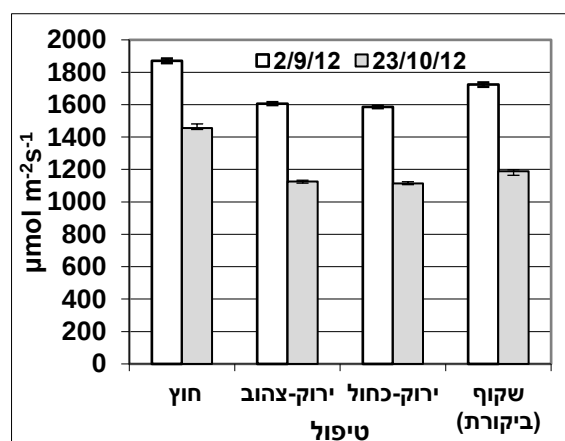
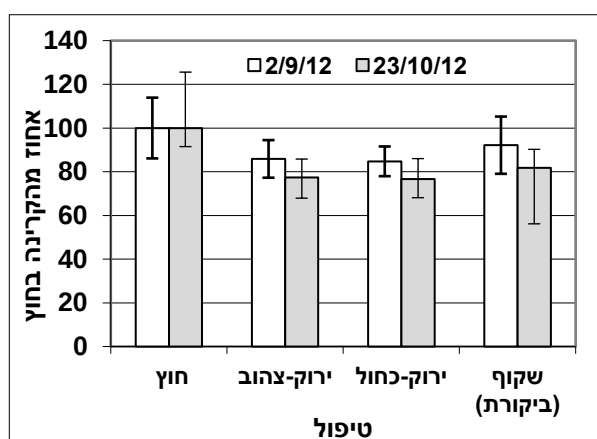
תוצאות

מדידות קרינה

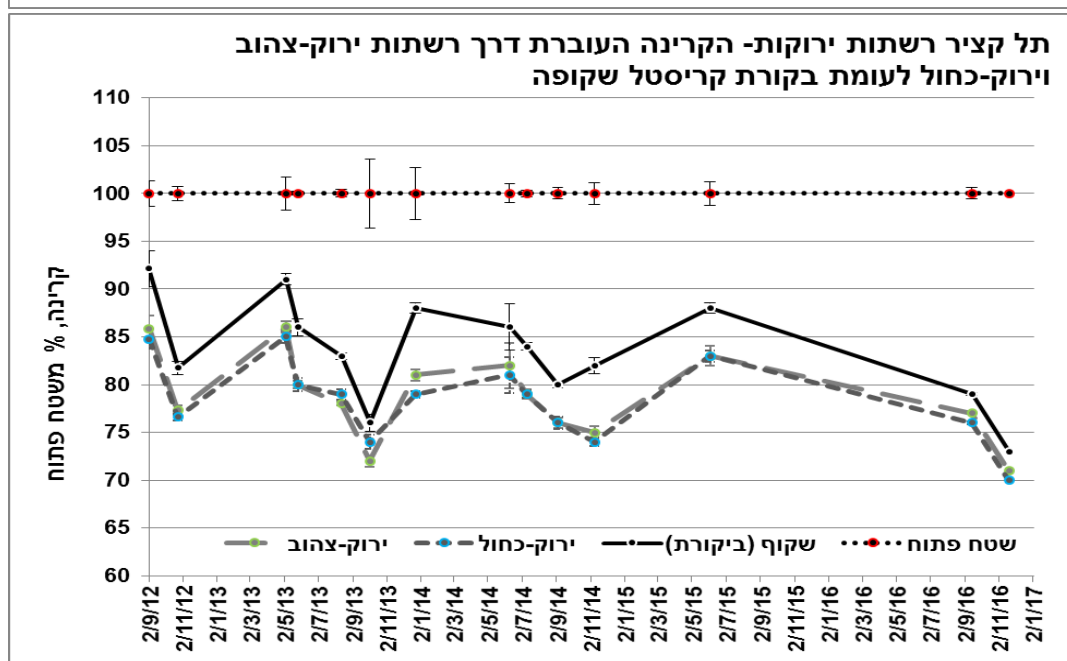
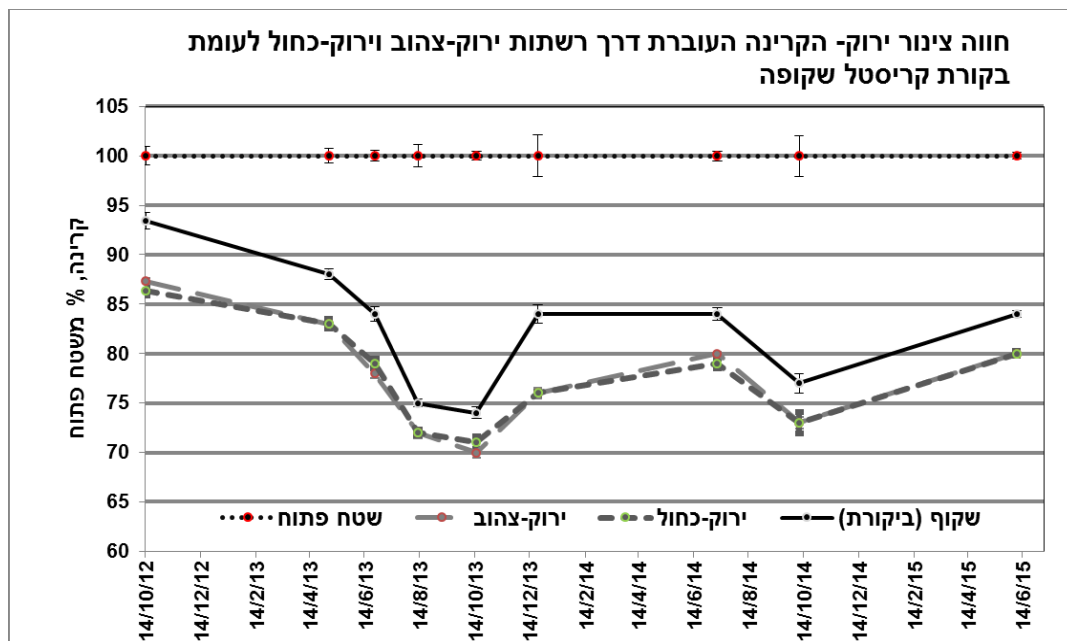
מדידות ראשוניות שנעשו בחלקת תל קציר ב- 2/9/12, 10 ימים לאחר הנטיעה (רשתות חדשות ונקיות מאבק) מוצגות באיור 1. הרשת השקופה במועד זה העבירה 92.1% מהקרינה (בשעות הצהריים); הרשת הירוקה-צהובה העבירה 85.9% והירוקה-כחולה 84.8%; הפרש של 5%-6%.

לאחר 51 יום, ב- 24/10/12 (ולאחר הצטברות אבק) העבירה הרשת השקופה 81.7% מהאור; הירוקה-צהובה 77.3% והירוקה-כחולה 76.6% (ההפרש נשמר, כ-5%).

התנהגות שני סוגי הרשתות הירוקות הייתה, אם כן, דומה למדי ושעור ההצללה שלהן היה גבוה מהרשת השקופה ב-5% לערך. איור 1 מייצג את המצב ההתחלתי בחלקת תל קציר. באיור 2 מוצגות מדידות שנערכו לפרקים מהנטיעה ועד נובמבר 2016 בשתי חלקות הניסוי (חלקת תל קציר וחלקת חווה צינור ירוק).



איור 1 - מדידות הקרינה שנעשו בחלקת תל קציר בשעות צהריים ב- 2/9/12 וב- 23/10/12 באמצעות רגש קרינה Licor 190 המודד את הקרינה בתחום הקרינה הפוטוסינתטית. הרגש נישא על מוט בגובה 4 מ', ניצב מול פני הרקיע. כל נתון הוא ממוצע של 5 חזרות ± שגיאת התקן; בכל חזרה בוצעו 3 מדידות חוזרות, בסיום כל גוש בניסוי נמדדה הקרינה בשדה הפתוח.



איור 2: המהלך העונתי של הקרינה הפוטוסינתטית שנמדדה מתחת לרשתות הצל השונות מהשתילה בקיץ 2012 ועד סתיו 2016. (ראה איור 1 לגבי פרטי ביצוע המדידות).

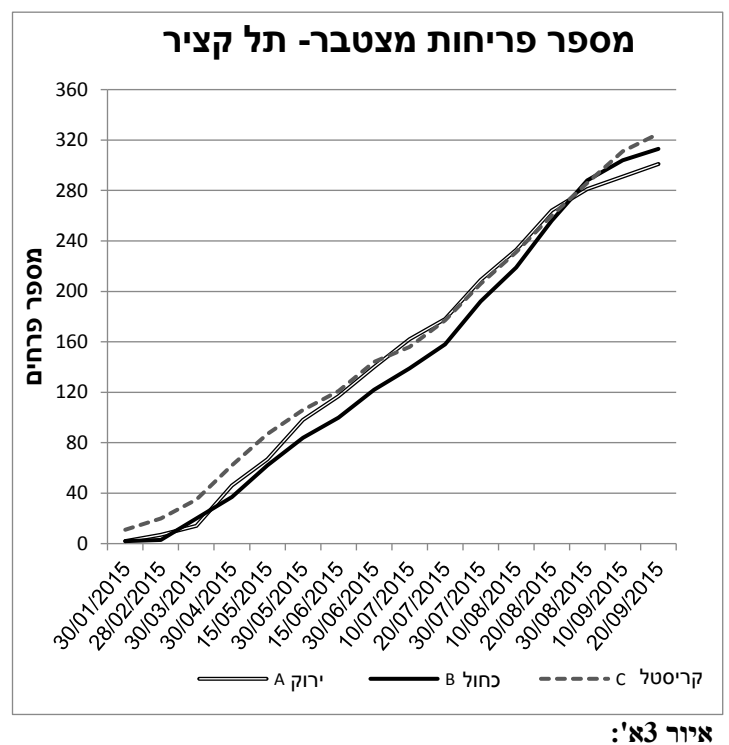
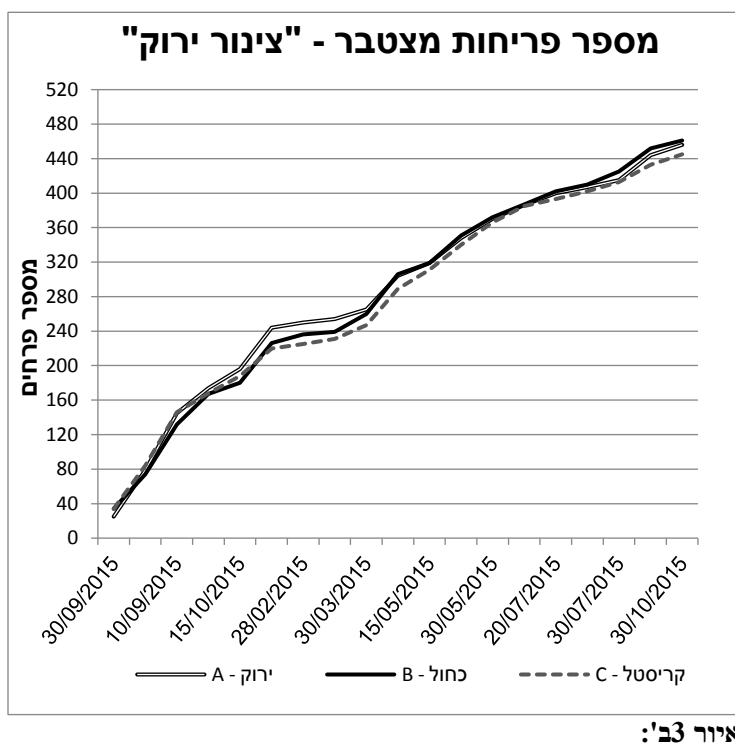
מעבר הקרינה דרך הרשתות בחלקה בתל קציר ובחוות הבנות היה דומה למדי (איור 2). הבדלים יכולים להגרם על ידי כמות האבק השונה מחלקה לחלקה, אבל אלה לא היו משמעותיים. הרשתות התכסו באבק בקיץ והקרינה העוברת ירדה בשיא הקיץ ל-71% 73% ברשתות הירוקות ו-74%-76% ברשת השקופה. ההפרש בין הרשתות היה גדול יותר בחורף (היינו: הרשתות הצבעוניות נשטפו, לכאורה, ביעילות פחותה בחורף). בכל אופן, יש להביא בחשבון שהרשתות הירוקות מקטינות את מעבר האור ב-4%-5% בחודשי הצמיחה העקריים בקיץ.

מראה הרשתות

בהסתכלות ממרומי גבעת תל קציר הסמוכה היה נראה שהרשת הירוקה-צהובה ממלאה טוב יותר את התפקיד של "ירוק בעיניים", בעיקר לאחר הצטברות האבק במהלך הקיץ. זו כמובן התרשמות סובייקטיבית. המעוניינים מוזמנים להתרשם.

השפעת צבע הרשת על פריחה, תכונות ויבול

בחלקה בתל קציר נרשם ברשתות הירוקות ביבול א' איחור בפריחה ב 7-8 ימים לעומת הביקורת ואיחור של 8-9 ימים בקטיפ (מובהק, טבלה 1). האיחור הצטמצם בהדרגה עם השנים ונעלם בשנה הרביעית. בחלקת הצינור הירוק לא נרשם פיגור בפריחה. נרשמה נטייה לתוספת של כ-1 ק"ג במשקל האשכול ברשת הקריסטל (הביקורת); תוספת של 300-500 ק"ג ביבול לדונם ותוספת 5 גר' במשקל האצבע המייצגת; אבל כל ההפרשים האלה לא היו מובהקים והם הצטמצמו ונעלמו לחלוטין בשנים הבאות. בחלקה בחווה (בצינור הירוק) לא נרשם פיגור בפריחה; אולם גם כאן נרשם הבדל של כ-1 ק"ג במשקל האשכול לטובת הביקורת ביבול הראשון; הפרש קטן ביבול לדונם; והפרש של 5 גר' במשקל האצבע (כל אלה אינם מובהקים, ויכולים להצביע על מגמה אפשרית בלבד). בין שני סוגי הרשתות הירוקות אין הבדל הורטיקולטורי מהותי. ככלל נקטף בבתי הרשת בשנה א' יבול מרשים, כ-9 טון לדונם בת"ק ו-8.5 בחלקת הצינור הירוק, באיכות פרי גבוהה. בשנה ב' 2014/15, שהייתה שנת קרה, עדיין נרשם בחלקות יבול נאה, מעל 7 טון לדונם, עם משקל אצבע מייצגת מעל 190 גר' בת"ק, וכ-180 גר' בחלקת הצינור הירוק. אף אחד מההבדלים בין הטיפולים לא היה מובהק, כולל תאריך הפריחה הממוצע, אבל נרשמה עדיין נטייה לפיגור קל בעיקר ברשת ירוק-כחול. ביבול ג', 2015/16, לא נרשם הבדל מובהק בין הרשתות במועד הפריחה הממוצע ובתכונות הווגטטיביות, אולם עיון בעקום קצב הפריחה המצטבר מצביע על פיגור קל בפריחה ליבול ג' ברשת ה "ירוק-כחול" (איור 3).



טבלה 1: השפעת שימוש ברשתות בגוון ירוק-צהוב וירוק-כחול בבית רשת במטע בננות, בהשוואה לרשת קריסטל ביבול א'-ד'

השפעת רשתות ירוקות חוות בננות					השפעת רשתות ירוקות תל קציר				
מובהקות	קריסטל	ירוק-כחול	ירוק-צהוב	2013/14 יבול א'	מובהקות	קריסטל	ירוק-כחול	ירוק-צהוב	2013/14 יבול א'
גובה נצרים 27/2/13	ל.מ. 194	192	192		גובה נצרים 3/1/13	ל.מ. 172	171	169	
תאריך פריחה ממוצע	ל.מ. 07/07/13	08/07/13	07/07/13		תאריך פריחה ממוצע	ל.מ. 0.0601	26/6/13b	3/7/13ab	4/7/13a
אחוז פריחה עד:					אחוז פריחה עד:				
15/06/2013	ל.מ. 10	8	10		15/06/2013	ל.מ. 35	23	23	
30/06/2013	ל.מ. 34	30	30		30/06/2013	0.0143	60a	41b	45b
10/07/2013	ל.מ. 55	47	52		10/07/2013	ל.מ. 80	75	69	
20/07/2013	ל.מ. 87	82	86		20/07/2013	ל.מ. 96	96	93	
30/07/2013	ל.מ. 97	95	97		30/07/2013	ל.מ. 98	99	98	
10/08/2013	ל.מ. 100	100	100						
מספר פרחים לד'	ל.מ. 236	233	234		מספר פרחים לד'	ל.מ. 220	217	217	
מספר כפות באשכול	ל.מ. 14.5	14.5	14.5		מספר כפות באשכול	ל.מ. 13.6	14	13.8	
גובה בפריחה, ס"מ	ל.מ. 320	321	320		גובה בפריחה, ס"מ	ל.מ. 307	309	310	
היקף גזעול 1 מ', ס"מ	ל.מ. 74.8	74.2	74.4		היקף גזעול 1 מ', ס"מ	ל.מ. 70.6	72.0	71.0	
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	0.0898	40.6a	40.3ab	39.8b	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	ל.מ. 43.2	42	42.7	
משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	ל.מ. 41.4	40.7	40.7		משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	ל.מ. 45.2	43.6	43.7	
מספר אשכולות משווקים לדונם	ל.מ. 209	209	211		מספר אשכולות משווקים לדונם	ל.מ. 216	214	212	
יבול לדונם שקול בפועל, ק"ג	ל.מ. 8494	8402	8415		יבול לדונם שקול בפועל, ק"ג	ל.מ. 9336	8970	9040	
יבול מחושב לדונם, ק"ג	ל.מ. 9588	9360	9297		יבול מחושב לדונם, ק"ג	ל.מ. 9514	9087	9240	
תאריך קטיף ממוצע	ל.מ. 11/10/13	13/10/13	11/10/13		תאריך קטיף ממוצע	0.0445	24/9/13b	2/10/13a	3/10/13a
אחוז קטיף עד:					אחוז קטיף עד:				
30 בספטמבר 2013	ל.מ. 34	29	29		30 בספטמבר 2013	0.0325	59a	41b	44b
31 באוקטובר 2013	ל.מ. 88	85	88		31 באוקטובר 2013	ל.מ. 97	96	96	
אצבע מייצגת מכף 3:					אצבע מייצגת מכף 3:				
משקל, גר'	ל.מ. 195	184	190		משקל, גר'	ל.מ. 200	192	195	
אורך חיצוני, ס"מ	ל.מ. 22.0	21.6	21.6		אורך חיצוני, ס"מ	ל.מ. 22.2	21.9	21.9	
היקף, ס"מ	ל.מ. 13.1	12.9	12.9		היקף, ס"מ	ל.מ. 13.3	13.2	13.2	

השפעת רשתות ירוקות חוות בנגות					השפעת רשתות ירוקות תל-קציר				
מובהקות	קריסטל	ירוק-כחול	ירוק-צהוב	2014/15 יבול ב'	מובהקות	קריסטל	ירוק-כחול	ירוק-צהוב	2014/15 יבול ב'
ל.מ.	1/8/14	31/7/14	2/8/14	תאריך פריחה ממוצע	ל.מ.	19/7/14	26/7/14	25/7/14	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	224	227	215	מספר פרחים לד'	ל.מ.	233	225	210	מספר פרחים לד'
ל.מ.	12.9	12.4	12.9	מספר כפות באשכול	ל.מ.	12.9	12.9	12.8	מספר כפות באשכול
ל.מ.	315	314	312	גובה בפריחה, ס"מ	ל.מ.	312	312	318	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	72.9	72.9	72.2	היקף גזעול 1 מ', ס"מ	ל.מ.	73.7	73.9	74.6	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
ל.מ.	32.8	32.5	33.3	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	ל.מ.	37.0	37.6	39.1	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
ל.מ.	34.2	33.5	34.6	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	ל.מ.	39.6	38.9	40.4	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג
ל.מ.	6739	6714	6371	יבול לדונם שקול בפועל, ק"ג	ל.מ.	7586	7159	7343	יבול לדונם שקול בפועל, ק"ג
ל.מ.	7337	7375	7147	יבול מחושב לדונם, ק"ג	ל.מ.	8632	8452	8185	יבול מחושב לדונם, ק"ג
ל.מ.	19/12/14	21/12/14	25/12/14	תאריך קטיפה ממוצע	ל.מ.	12/11/14	22/11/14	20/11/14	תאריך קטיפה ממוצע
				אצבע מייצגת מכף 3:					אצבע מייצגת מכף 3:
ל.מ.	180	185	179	משקל, גר'	ל.מ.	194	183	196	משקל, גר'
ל.מ.	21.3	21.3	21.1	אורך חיצוני, ס"מ	ל.מ.	22.0	21.6	22.0	אורך חיצוני, ס"מ
ל.מ.	12.8	12.9	12.8	היקף, ס"מ	ל.מ.	13.0	12.9	13.0	היקף, ס"מ

השפעת רשתות ירוקות חוות בנגות					השפעת רשתות ירוקות תל-קציר				
מובהקות	קריסטל	ירוק-כחול	ירוק-צהוב	2015/16 יבול ג'	מובהקות	קריסטל	ירוק-כחול	ירוק-צהוב	2015/16 יבול ג'
ל.מ.	26/7/15	23/7/15	27/7/15	תאריך פריחה ממוצע	ל.מ.	18/7/15	25/7/15	23/7/15	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	264	272	263	מספר פרחים לד'	ל.מ.	261	249	250	מספר פרחים לד'
				מספר כפות באשכול	ל.מ.	12.7	12.3	12.6	מספר כפות באשכול
ל.מ.	322.6	323.7	322.9	גובה בפריחה, ס"מ	ל.מ.	310.1	308.0	312.0	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	78.4	79.7	79.3	היקף גזעול 1 מ', ס"מ	0.0464	73.2ab	72.6b	74.6a	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
ל.מ.	27.1	27.4	28.6	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	ל.מ.	31.0	30.0	30.4	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
ל.מ.	218	212	214	מספר אשכולות משוקים לדונם	ל.מ.	228	233	233	מספר אשכולות משוקים לדונם
ל.מ.	5902	5818	6128	יבול לדונם שקול בפועל, ק"ג	ל.מ.	6873	6870	6893	יבול לדונם שקול בפועל, ק"ג
ל.מ.	7166	7442	7521	יבול מחושב לדונם, ק"ג	ל.מ.	8068	7468	7583	יבול מחושב לדונם, ק"ג
ל.מ.	6/10/15	15/10/15	22/10/15	תאריך קטיף ממוצע	ל.מ.	29/9/15	8/10/15	29/9/15	תאריך קטיף ממוצע
				אחוז קטיף עד:					אחוז קטיף עד:
	54%	53%	58%	ינואר 2016		63%	73%	70%	ינואר 2016
				אצבע מייצגת מכף 3:					אצבע מייצגת מכף 3:
ל.מ.	184	174	187	משקל, גר'	ל.מ.	176	172	182	משקל, גר'
ל.מ.	21.4	21.4	21.8	אורך חיצוני, ס"מ	ל.מ.	22.4	22.0	22.6	אורך חיצוני, ס"מ
ל.מ.	12.85	12.6	12.9	היקף, ס"מ	ל.מ.	12.5	12.5	12.6	היקף, ס"מ

השפעת רשתות ירוקות חוות בנגות					השפעת רשתות ירוקות תל-קציר				
מובה'	קריסטל	ירוק-כחול	ירוק-צהוב	2016/17 יבול ד'	מובה'	קריסטל	ירוק-כחול	ירוק-צהוב	2016/17 יבול ד'
ל.מ.	5/8/16	2/8/16	1/8/16	תאריך פריחה ממוצע	ל.מ.	27/7/16	28/7/16	28/7/16	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	247.4	261.3	260.3	מספר פרחים לד'	ל.מ.	235.4	232.6	230.6	מספר פרחים לד'
ל.מ.	13.5	13.2	13.7	מספר כפות באשכול	ל.מ.	12.7	12.6	12.7	מספר כפות באשכול
ל.מ.	317.1	317.0	321.0	גובה בפריחה, ס"מ	ל.מ.	304.9	301.2	305.8	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	76.4	75.7	77.0	היקף גזעול 1 מ', ס"מ	0.0225	71.8a	69.8b	71.9a	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
0.0876	29.1a	27.8b	28.9ab	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	ל.מ.	30.9	30.4	30.5	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
0.0093	32.3ab	31.7b	34.7a	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	ל.מ.	35.4	34.2	34.6	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג
ל.מ.	166	185	183	מס' אשכולות שנקטפו לד'	ל.מ.	214	220	212	מס' אשכולות שנקטפו לד'
ל.מ.	7192	7250	7510	יבול מחושב לדונם, ק"ג	ל.מ.	7249	7077	7029	יבול מחושב לדונם, ק"ג
ל.מ.	4825	5135	5269	יבול לדונם שקול בפועל, ק"ג	ל.מ.	6589	6686	6456	יבול לדונם שקול בפועל, ק"ג
ל.מ.	7/11/16	30/10/16	27/10/16	תאריך קטיפה ממוצע	ל.מ.	8/11/16	5/11/16	6/11/16	תאריך קטיפה ממוצע
				אצבע מייצגת מכף 3:					אצבע מייצגת מכף 3:
0.0134	196.3a	180.1b	188.2ab	משקל, גר'	ל.מ.	170.5	162.0	173.0	משקל, גר'
ל.מ.	22.5	22.3	21.8	אורך חיצוני, ס"מ	ל.מ.	20.9	20.8	20.9	אורך חיצוני, ס"מ
0.0453	13.1a	12.7b	13.0ab	היקף, ס"מ	0.0064	12.7a	12.4b	12.8a	היקף, ס"מ

בחלקת תל-קציר נרשם גם ביבול ג' פיגור קל, של 7 ימים במועד הפריחה בחלקות הירוק-כחול ו-5 ימים בחלקות הירוק-צהוב לעומת הביקורת השקופה (הבדלים שאינם מובהקים). ב"צינור ירוק" לא נרשם כל הבדל. משקל האשכול היה כ-32 ק"ג והיבול לדונם כ-6.8 טון. לא נרשמו הבדלים מובהקים בפרמטרים של יבול וגודל הפרי בין הרשתות. גם בחלקת הצינור הירוק (שנפגעה מעט יותר בקרה) לא היו הבדלים בין הרשתות.

תוצאות יבול ד' (2016/17) מראות שלרשתות הירוקות לא היתה בשנה הרביעית השפעה על מועד הפריחה, על מספר הפרחים לדונם, על הגובה בפריחה ועל מספר הכפות באשכול. נרשמה נחיתות קלה לרשת הירוקה/כחולה בהיקף הגזעול בחלקת תל קציר.

משקל האשכול היה נמוך במשהו ברשת הירוקה/כחולה (הפרש מובהק בחלקת הצינור הירוק) וכן נרשמה ברשת זו השפעה שלילית מובהקת על משקל והיקף האצבע המייצגת בקטיפ ביבול הרביעי, בשתי החלקות. לא נרשמו הבדלים בין הטיפולים ביבול לדונם (שהיה מרשים, בעיקר בתל קציר). יש לציין שבחלקת הצינור הירוק נשקלו רק כ- 60%-70% מהפרחים שפרחו. מרבית החסרים הם אשכולות של פריחה מוקדמת או מאוחרת שאבדו בגלל אירועי הקרה. לסיכום, לאחר כמעט 4 שנות מעקב, ניתן לקבוע ששימוש ברשת ירוקה/צהובה הוא אפשרי, ללא פגיעה ביבול ובפרי. ברשת הירוקה/כחולה התמונה מעט פחות ברורה ויש חשש לנחיתות מסויימת. אמנם, בשתי החלקות נרשמו גם ביבול ד', למרות החשיפה לשלוש שנות קרה, משקלי אשכולות טובים, פוטנציאל יכול לדונם העולה על 7 טון ואצבעות בגודל טוב, אך מן הראוי לנקוט בדרך שמרנית הלוקחת בחשבון גם חלקות חלשות יותר. לכן נוכל להמליץ ללא חשש על שימוש ברשת ירוקה/צהובה, ולא נמליץ בשלב זה על רשת ירוקה/כחולה.

כאמור, אנחנו מזמינים את הקהל בעמק הירדן ומבקרים מעוניינים לעלות לגבעת תל-קציר (נכנסים דרך שער הקיבוץ ולאחר ביתן השמירה, בדרך העולה, פונים ימינה בכביש צר), לצפות במראה הרשתות (רצוי בחודשי החורף והאביב) ולהביע דעה על התוצאה החזותית. השימוש בפועל ברשת ירוקה יתבצע רק אם תהיה דרישה אמיתית מצד הקהל המעוניין במראה נעים יותר לעין וידידותי לסביבה.

הבעת תודה

תודתנו מקרב לב לפסח יוסף, לגילי ולצוות הבננות בתל-קציר על שיתוף הפעולה בהעמדת ניסוי זה ובביצועו. הנכונות והמסירות של צוות זה מאפשרת לנו לבצע בשטחם ניסויים מורכבים רבי חשיבות. תודה גם לשלום ממעגן, על ניהול פרישת הרשתות ותפירתן, משימה לא פשוטה כלל. יישר כוחכם!

כאמור, פרופ' יוספה שחק וצוותה שותפים למחקר ודו"ח המכיל גם את תרומתם יוגש בנפרד.

הזנת בננות באשלגן ובחנקן בבית רשת נטיעת קיץ 2014

רשם: יאיר ישראלי

רקע

לוח הדישון של בננות בעמ"י מבוסס בעיקרו על ניסויים שנערכו בבננות שגדלו בשטחים פתוחים ועל מעקב מתמשך אחר תוצאות בדיקות עלים וקרקע הנערכות מידי שנה במטעים מסחריים ובשטחי ניסוי. אולם כרגע נמצא ענף הבננות לקראת סופו של מעבר לגידול בבתי רשת. הסביבה החדשה משפיעה על העומד, על קצב הגידול ועל היבול, כמו גם על צריכת המים והאופוטורנספירציה. יש לצפות, אם כן, גם להשפעה על קליטת יסודות מזון מהקרקע ועל צריכת המזונות. עלייה ביבול מביאה, כמובן, לעלייה בכמות יסודות המזון המוסעים מהמטע. בבתי הרשת שכיחה תופעה של הופעת צריבות בשולי עלים המתגברות במיוחד לקראת מועד קטיפת הפרי. בדיקות עלים מדגמיות שנעשו במקרים כאלה הצביעו על מחסור אפשרי באשלגן (מלווה, לעיתים, בהצטברות מלחים). בהוראת שעה הומלץ למגדלים להגביר את הדישון באשלגן לרמה של 45 ק"ג לשנה (במקום 30 ק"ג לשנה בעבר) אולם המלצה זו מצפה לאישור ניסויי.

בשנים 2009-2013 בוצע בחוות הבננות ניסוי הזנה בו נבחנו 4 רמות חנקן בשתי רמות זרחן (ואשלגן קבוע). הניסוי הצביע על הצורך להתמקד במנות חנקן שבין 20 ל- 30 ק"ג חנקן צרור לשנה ודישון ברמה מינימלית של זרחן (ישראלי וחוברין, 2014). השלב הבא אם כן צריך להיות בחינת מנות הדשן האשלגני.

מטרות הניסוי

בחינת מנת האשלגן הנדרשת לדישון בבית רשת במישור של עמ"י ויחסי גומלין אפשריים עם מנת החנקן.

שיטות

הניסוי מבוצע בחלקה ששטחה 10 ד' בחוות הבננות בצמח ונבחנו בו מנות אשלגן של 0, 20, 40 ו-60 ק"ג K_2O לדונם לשנה (ממקור של אשלגן כלורי) על רקע של דישון ב-20 או ב-30 ק"ג N (ממקור של אמון חנקתי) ומנת זרחן שנתית אחידה של 4 ק"ג P_2O_5 לדונם לשנה. הדישון ניתן לכל טיפול בנפרד במנה יומית משתנה לפי השתנות צרכי המטע במהלך השנה.

תכנית הניסוי בגושים באקראי בחלקות מפוצלות, כאשר שתי רמות החנקן תבואנה בטיפולים העיקריים ב-3 חזרות ו-4 רמות האשלגן בטיפולי המשנה ב-6 חזרות לכל רמה וסה"כ בניסוי 24 חלקות. בכל חלקה (חזרה) 5 שורות * 6 בתים, הבתים בהיקף משמשים גבולות ונמדדים 12 הבתים הפנימיים בכל חזרה. מרווח הנטיעה 4.2*2.85 מ' (11.13 מ"ר לבית) ובדונם 89.85 בתים. המעקב יכלול בדיקות קרקע ועלים אחת לשנה וכן מעקב מפורט אחר ההתפתחות, ההנבה ואיכות הפרי כמקובל בניסויי שדה בבננות.

מהלך הניסוי

החלקה נטעה כמתוכנן בשתילי תרבות רקמה מהזן גרנד ניין באוגוסט 2014. הדישון בקיץ הראשון ניתן באופן אחיד לכל הטיפולים כדי לאפשר התפתחות התחלתית אחידה. מתחילת 2015 הוחל בדישון דיפרנציאלי לפי הטיפולים המפורטים לעיל. יש לציין שהחלקה נחשפה לאירוע קרה משמעותי בחורף 2014/15, אירוע שהוא בעייתי במיוחד בנטיעות קיץ. ב-10/1/15 ירדה הטמפרטורה בסוכה המטאורולוגית ל- 0.3° ובמדחום חשוף גולה סמוך לפני הקרקע (Grass) ל- -1.5° . טמפרטורה מתחת ל-0 נרשמה במדחום זה למשך יותר מ-5 שעות. עלוות הצמחים נצרבה באופן קשה, אך צמיחת הלולבים התחדשה לאחר מכן והמטע אמנם ניזוק אבל התאושש. נראה שהרשת למרות היותה שקופה (12% צל) מספקת הגנה מסויימת. אירועי קרה חמורים התרחשו גם בחורף 2015/16, שני לילות קרה בדצמבר 2015 (באירועים מוקדמים כאלה הצמחים נפגעים במיוחד משום שטרם עברו תהליך של הקשחה) ושני לילות קרה נוספים בינואר 2016. גם משנת קרה שנייה זו המטע התאושש באופן סביר, אם כי ברור שהייתה לה השפעה מסויימת על היבול. למרבה הצער גם בחורף הנוכחי, 2016/17, בחודשים ינואר ופברואר נרשמו 3 לילות קרה (שנה שלישית ברציפות בחלקה זו ורביעית בעמק הירדן!).

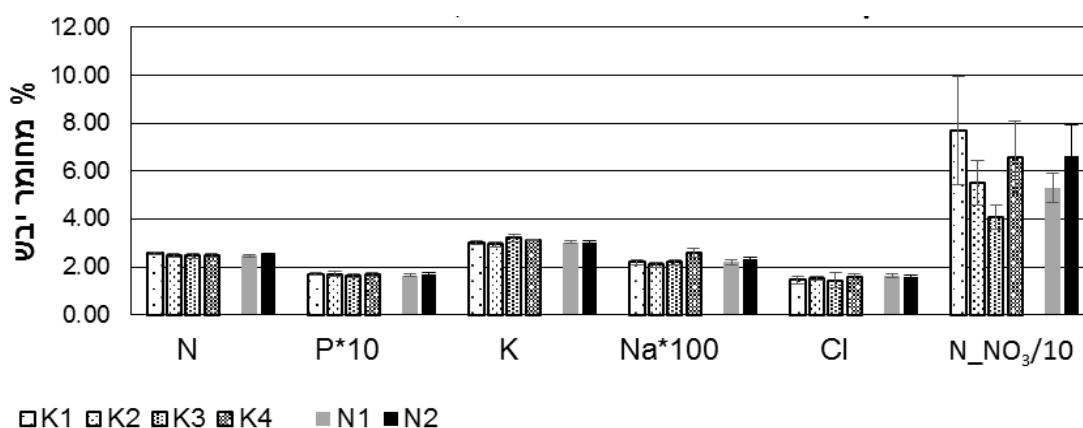
השפעת הטיפול על הרכב המזונות בעלים

החלקה אחרת בפריחה בקיץ 2015 (יבול א') ומדגמי עלים נלקחו מאמהות בפריחה באוגוסט. לא נרשמו הפרשים מובהקים באף אחד מיסודות המזון שנבדקו (טבלה 1, איור 1). רמת יסודות המזון בחלקה בכללה היתה בגבולות התקין אבל עם נטייה לערכים נמוכים מעט, בעיקר באשלגן. ההפרשים אינם מובהקים אבל ישנה נטייה לערכי אשלגן נמוכים יותר בטיפולים K^1 ו- K^2 (0 ו- 20 קג"ד K לשנה) לעומת המנות הגבוהות יותר. בנוסף היינו עדים בחלקה להופעה של סימני מחסור זמני באשלגן בתקופה של שיא פריחה, סימנים שנעלמו מאוחר יותר ועשויים להצביע על מחסור זמני ביסוד זה (בלא שניתן היה להצביע על הבדל בין הטיפולים).

טבלה 1: ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מאמהות דור ראשון בפריחה, אוגוסט 2015.

הנתונים ב-% בחומר יבש להוציא Na ו- N_{NO_3} הניתנים במ"ג לק"ג.

רמת דשן חנקני			רמת דשן אשלגני						
מובהקות	N ²	N ¹	מובהקות	K ⁴	K ³	K ²	K ¹	טיפול	
ל.מ.	2.52	2.47	ל.מ.	2.48	2.46	2.48	2.57	N	מינרלים
ל.מ.	0.17	0.16	ל.מ.	0.16	0.16	0.17	0.17	P	בעלה,
ל.מ.	3.01	3.02	ל.מ.	3.12	3.20	2.96	3.01	K	אחוז
ל.מ.	0.023	0.022	ל.מ.	0.026	0.022	0.021	0.022	Na	מחומר
ל.מ.	1.59	1.62	ל.מ.	1.58	1.43	1.54	1.45	Cl	יבש או
ל.מ.	66.0	53.2	ל.מ.	65.6	40.9	55.1	76.9	N_NO ₃	מ"ג לק"ג

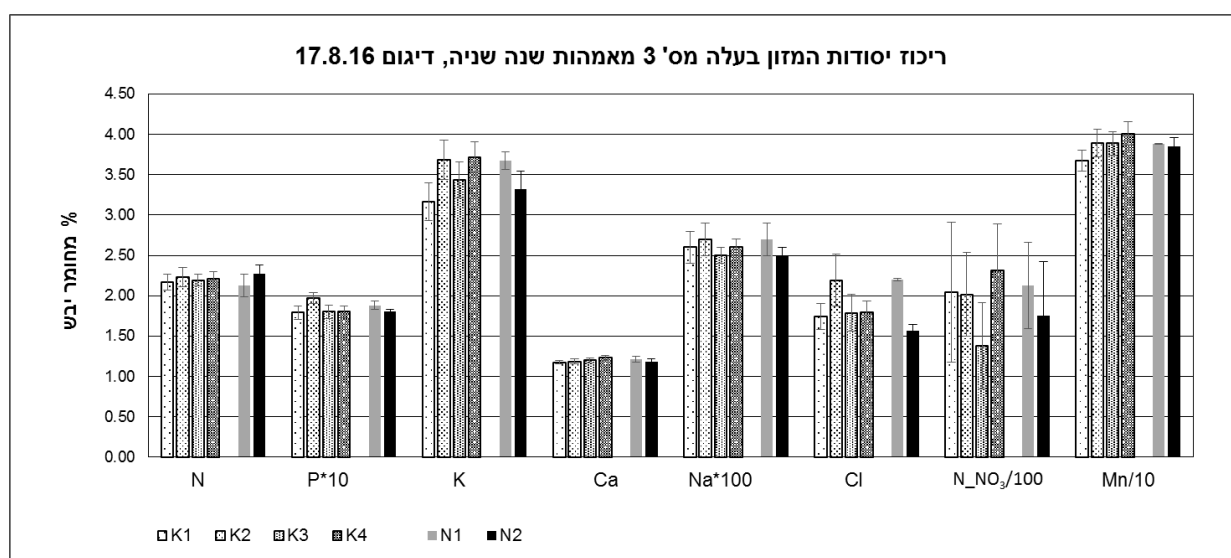


איור 1: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מאמהות בפריחה באחוז מחומר יבש (בנתרן וחנקן במ"ג לק"ג), זיגום 16.8.2015. ערכי הנתרן הוכפלו פי 100, ערכי הזרחן הוכפלו פי 10 וערכי החנקן חולקו ב-10 כדי לאפשר הצגה על ציר משותף.

טבלה 2: ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מאמהות שנה שניה, אוגוסט 2016.

הנתונים ב-% בחומר יבש להוציא Na, N_{NO_3} ו-Mn הניתנים במ"ג לק"ג.

רמת דשן חנקני			רמת דשן אשלגני						
מובהקות	N^2	N^1	מובהקות	K^4	K^3	K^2	K^1	טיפול	
ל.מ.	2.28	2.13	ל.מ.	2.21	2.19	2.23	2.17	N	מינרלים בעלה, אחוז מחומר יבש או מ"ג לק"ג
ל.מ.	0.18	0.19	ל.מ.	0.18	0.18	0.2	0.18	P	
ל.מ.	3.32	3.68	ל.מ.	3.72	3.43	3.68	3.17	K	
ל.מ.	1.19	1.21	ל.מ.	1.23	1.2	1.18	1.18	Ca	
ל.מ.	0.025	0.027	ל.מ.	0.026	0.025	0.027	0.026	Na	
ל.מ.	1.56	2.2	ל.מ.	1.8	1.8	2.2	1.7	Cl	
ל.מ.	174	212	ל.מ.	231	137	201	204	N_{NO_3}	
ל.מ.	38.5	38.8	ל.מ.	40.1	38.9	38.9	36.7	Mn	

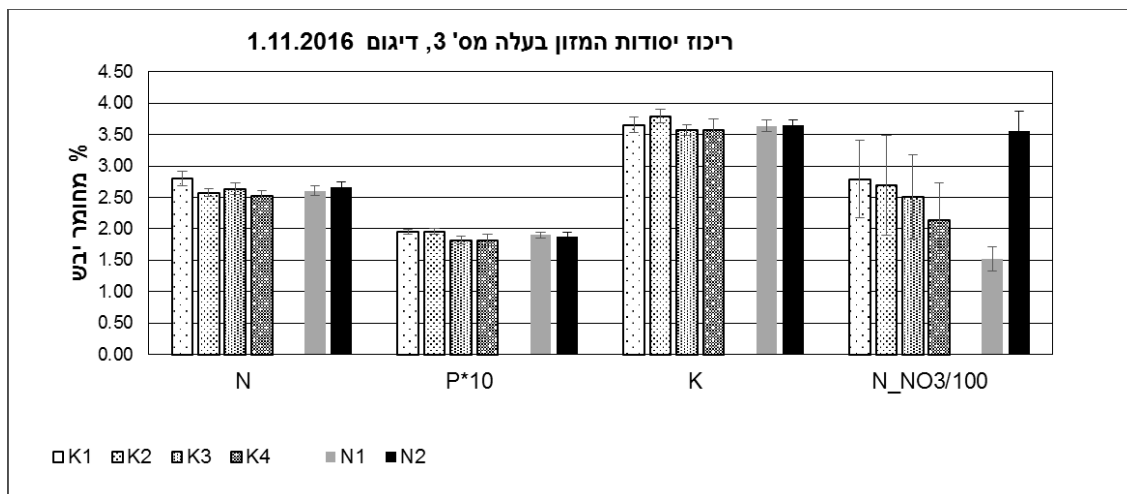


איור 2: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 מאמהות בפריחה שנה שניה (באחוז מחומר יבש, ובחנקן ומנגן מ"ג לק"ג), דיגום 17.8.16. ערכי הנתרן הוכפלו פי 100, ערכי הזרחן הוכפלו פי 10, ערכי החנקן חולקו ב-100 וערכי המנגן חולקו ב-10 כדי לאפשר הצגה על ציר משותף.

טבלה 3: ההרכב המינרלי של עלה מס' 3 מנצרים מפותחים בסתיו, נובמבר 2016.

הנתונים ב-% בחומר יבש להוציא N_{NO_3} הניתן במ"ג לק"ג.

רמת דשן חנקני			רמת דשן אשלגני						
מובהקות	N^2	N^1	מובהקות	K^4	K^3	K^2	K^1	טיפול	
ל.מ.	2.66	2.61	ל.מ.	2.53	2.64	2.58	2.80	N	מינרלים בעלה, אחוז מחומר יבש או מ"ג לק"ג
ל.מ.	0.19	0.19	ל.מ.	0.18	0.18	0.20	0/20	P	
ל.מ.	3.65	3.64	ל.מ.	3.57	3.57	3.79	3.65	K	
ל.מ.	355	152	ל.מ.	215	251	269	279	N_{NO_3}	



איור 3: ריכוז יסודות המזון בעלה מס' 3 בנצרים בסתיו (באחוז מחומר יבש, ובחנקה מ"ג לק"ג), דיגום 1.11.16. ערכי הזרחן הוכפלו פי 10 וערכי החנקה חולקו ב-10 כדי לאפשר הצגה על ציר משותף.

הרמז לרמת אשלגן נמוכה בעלי אמהות בפריחה ביבול א' בקיץ בטיפול ללא דישון באשלגן חזר על עצמו גם בקיץ השני, אולם כרמז בלבד ללא מובהקות. בנצרים בסתיו מופיעה רמת אשלגן גבוהה בעלים. הנצרים בסתיו מהווים מבלע חזק ליסודות המזון והם מראים סימני מחסור רק במצבים קיצוניים. החנקן הניטריטי נטה להיות נמוך יותר במנת החנקן הנמוכה אך ההפרש איננו מובהק, ויש לזכור שמשנתה זה נתון לשונות רבה. בחנקן הכללי לא נרשם הבדל.

השפעת הטיפולים על המליחות וריכוז יסודות המזון בקרקע

למשטר ההזנה לא היתה השפעה על הרכב המזונות בקרקע עם סיום העונה הראשונה בסתיו 2015. בסתיו 2016 נרשמה רמה נמוכה של אשלגן בקרקע בטיפול שלא דושן באשלגן, באופן מובהק וזאת בהתאמה לנטייה לאשלגן נמוך בעלי האמהות בקיץ בטיפול זה. ייתכן שיש בכך משום איתות על הבדלים צפויים בעתיד.

טבלה 2: תוצאות בדיקות קרקע בסתיו. הדיגום נעשה במרחק 20 ס"מ מהטפטפת בקרבת הבית, לעומק 2-30 ס"מ, 5 מינטלים לחזרה בכל החזרות בניסוי.

סתיו 2016						סתיו 2015					טיפול
Ca+Mg meq l ⁻¹	K-CaCl ₂ mg/1	P mg/kg	Na meq l ⁻¹	Cl meq l ⁻¹	EC dS m ⁻¹	K-CaCl ₂ mg/1	P mg/kg	Na meq l ⁻¹	Cl meq l ⁻¹	EC dS m ⁻¹	
6.35	6.51b	18.7	6.53	4.65	1.00	4.91	15.1	7.15	3.08	0.88	K ¹
6.90	7.89a	19.0	6.65	5.14	1.06	5.40	15.3	8.32	4.04	1.06	K ²
7.16	7.77a	19.8	7.31	5.57	1.14	5.77	17.1	7.96	3.90	1.02	K ³
6.90	8.14a	17.8	5.98	4.20	0.99	6.19	15.5	7.55	3.75	0.97	K ⁴
ל.מ.	0.0489	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובה'
6.96	7.58	19.1	6.73	5.00	1.05	5.47	16.3	7.56	3.66	0.95	N ¹
6.69	7.57	18.5	6.51	4.78	1.04	5.67	15.2	7.92	3.72	1.01	N ²
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובה'

השפעת משטר ההזנה על הפריחה, התכונות הוגטיביות והיבול

טבלה 3: השפעת הזנה באשלגן וחנקן על בננות בבית רשת, פריחה ותכונות

N			K					
								יבול א' - 2015
מובהקות	30	20	מובהקות	60	40	20	0	ק"ג לדונם לשנה
ל.מ.	273	272	0.0381	271ab	274ab	276a	269b	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	60.1	60.1	ל.מ.	59.7	60.0	61.5	59.4	היקף גזעול, ס"מ
ל.מ.	12/8/2015	12/8/2015	ל.מ.	12/8/2015	13/8/2015	12/8/2015	11/8/215	מועד פריחה
ל.מ.	19/12/2015	19/12/2015	ל.מ.	21/12/2015	18/12/2015	18/12/2015	18/12/2015	תאריך קטיף
ל.מ.	28.5	28.2	ל.מ.	28.2	28.3	28.9	28.1	משקל אשכול, ק"ג
ל.מ.	9.6	10.5	ל.מ.	10.3	10.2	9.5	10.0	מספר כפות
ל.מ.	194	193	ל.מ.	193	195	197	190	משקל אצבע, גר'
ל.מ.	12.9	12.8	ל.מ.	12.8	12.8	12.9	12.7	היקף אצבע, ס"מ
ל.מ.	22.8	22.9	ל.מ.	22.8	22.9	22.9	22.8	אורך אצבע, ס"מ
ל.מ.	264	263	ל.מ.	267	263	262	262	פרחים לדונם
ל.מ.	84%	90%	ל.מ.	90%	84%	87%	88%	אחוז קטיף
ל.מ.	222	238	ל.מ.	239	221	229	231	אשכולות לדונם
ל.מ.	7531	7434	ל.מ.	7550	7486	7600	7389	יבול מחושב לדונם
ל.מ.	6304	6696	ל.מ.	6738	6239	6623	6497	יבול בפועל לדונם
								יבול ב' - 2016
מובהקות	30	20	מובהקות	60	40	20	0	ק"ג לדונם לשנה
ל.מ.	297.1	299.7	ל.מ.	298.8	298.7	303.1	293.0	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	68.1	67.8	0.0024	67.9ab	67.2b	69.6a	67.0b	היקף גזעול, ס"מ
ל.מ.	2/8/2016	4/8/2016	ל.מ.	3/8/2016	2/8/2016	3/8/2016	4/8/2016	מועד פריחה
ל.מ.	11/11/2016	12/11/2016	ל.מ.	13/11/2016	11/11/2016	14/11/2016	12/11/2016	תאריך קטיף
ל.מ.	29.3	29.5	ל.מ.	30.0	29.4	29.8	28.6	משקל אשכול, ק"ג

ק"ג לדונם לשנה	0	20	40	60	מובהקות	20	30	מובהקות
מספר כפות	12.1	12.4	12.1	12.3	ל.מ.	12.2	12.3	ל.מ.
משקל אצבע, גר'	184.6	187.4	182.2	191.2	ל.מ.	188.8	183.9	ל.מ.
היקף אצבע, ס"מ	12.7	12.8	12.7	12.8	ל.מ.	12.8	12.7	ל.מ.
אורך אצבע, ס"מ	22.6	22.9	22.7	23.2	ל.מ.	23.1	22.6	ל.מ.
פרחים לדונם	276	263	269	271	ל.מ.	268	272	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	7900	7840	7906	8137	ל.מ.	7905	7979	ל.מ.

יבול א'-2015: עם סיום קטיפת היבול הראשון לא ניתן, בשלב זה, להצביע על הבדלים משמעותיים בין הטיפולים. ההפרש המובהק היחיד היתה תוספת קלה בגובה במנות האשלגן הבינוניות. משקלי האשכול שקבלנו היו סבירים בהתחשב באירוע הקרה של חורף 2015 ובחורף השנה, ומשקלי האצבעות היו טובים מאוד.

יבול ב'-2016: גם ביבול ב' ההבדלים היו מינוריים. בטיפולי החנקן לא ניכר אפילו רמז להבדל כלשהו. בטיפולי האשלגן נמצאה נחיתות מובהקת לביקורת ללא דישון אשלגני בהיקף הגזעול בפריחה ורמז לנחיתות בגובה בפריחה. רמז לנחיתות נרשם גם במשקל האשכול, אולם לא נרשם הבדל במדדים חשובים כמו מועד הפריחה, משקל ואורך אצבע מייצגת, מספר פרחים לדונם ויבול מחושב לדונם (טבלה 3).

סיכום ביניים עם קטיפת יבול ב': ניתן לסכם עם סיום קטיפת יבול ב' שבשלב זה של הניסוי למנות החנקן (20 ו-30 ק"ג חנקן צרור לדונם לשנה) אין השפעה ובמנות האשלגן (0, 20, 40, 60 ק"ג תחמוצת אשלגן לדונם לשנה) מסתמנים רמזים לנחיתות בטיפול הביקורת ללא תוספת אשלגן, אבל אין עדיין השפעה מובהקת, למרות שבבדיקות הקרקע כבר נמצא הבדל מובהק. יש להתאזר בסבלנות!

הנמכת המטע: בחינת השימוש במרסני צמיחה וקלונים נמוכים

רשם: נבות גלפז

רקע ותיאור הבעיה

בצד היתרונות הרבים, המעבר לבתי רשת הביא לתופעה לא רצויה: עלייה בשיעור של כ-40 ס"מ בגובה צמחי הזן המשקי, גרנד ניין. הגובה הרב של צמחי הבננה הגדלים בבתי רשת, כ-5.7-5 מטר, גורר תוספת עלויות למגדלים עקב: (1) הצורך להקים ולתחזק בתי רשת גבוהים יותר, (2) תוספת בעלויות כוח אדם הנגזרות מפעולות הדורשות הגעה פיזית לאשכול הגבוה, (3) הגברת ההצללה ההדדית מביאה להקטנת העומד, וכתוצאה מכך להקטנת מספר האשכולות ליחידת שטח. לפיכך, הנמכה משמעותית של מטע הבננות, מבלי לפגוע ברמת היבול ובאיכות הפרי, הוא יעד מרכזי של ענף הבננות. במסגרת התכנית נבחנו שני כיוונים: (1) בחינה של קלונים נמוכים מצטיינים המצויים בארץ. בעבר נבחנו קלונים נמוכים שונים בעמק הירדן: גל, עדי, זליג (חוברת סיכום הניסיונות 2013-2014). אולם למרות הפוטנציאל החיובי שנמצא לזנים אלה, הם לא נכנסו עד כה לשימוש נרחב בעמק, או באזורים אחרים בארץ. במסגרת המחקר נבחנו קלונים חדשים של זנים ידועים, שנבחנו כעת בפעם הראשונה, (2) שימוש בחומרים מרסני צמיחה, המעכבים את ייצור ההורמון הצמחי ג'יברלין. לג'יברילין תפקיד מרכזי בגדילת הצמח, באמצעות מעורבות בחלוקת תאים והתארכותם. הפחתת כמויות הג'יברילין בצמח מביאה להנמכת קומה. שימוש במרסני צמיחה נפוץ בגידולי מטע שונים: מיני נשירים שונים, אבוקדו, ולאחרונה גם תמר. במרבית הגידולים לשימוש במרסן הצמיחה יתרון נוסף: הגדלת הפרי, בזכות ההסטה של האנרגיה שמשקיע הצמח בגדילה, לייצור פרי.

חלק 1: קלונים נמוכים

מטרת התכנית: הנמכת המטע באמצעות שימוש בקלונים מקומיים נמוכים מצטיינים

מהלך המחקר ושיטות העבודה

חלקת הניסוי: הניסוי נשתל ב-18.8.15 בחלקת 'צמח' של קיבוץ כנרת שנחה מאז 2008, תחת רשת קריסטל 12%. מרווחי הנטיעה הם 3 מ' X 3.5 מטר או 2 או 3 צמחים לבית, לסירוגין (238 צמחים לדונם). ההשקיה מתבצעת באמצעות שלוש שלוחות לשורה, טפטפות 1.6 ליטר/שעה במרווח 50 ס"מ.

מבנה הניסוי: הניסוי כולל ארבעה זנים: גרנד ניין, גל, זליג, ועדי-9018. כל זן נבחן בשש חזרות, במבנה של בלוקים באקראי. כל חזרה כוללת ארבע שורות, ארבעה בתים בכל אחת משתי השורות הפנימיות במעקב, סה"כ 8 בתים לחזרה, ו-48 בתים לזן.

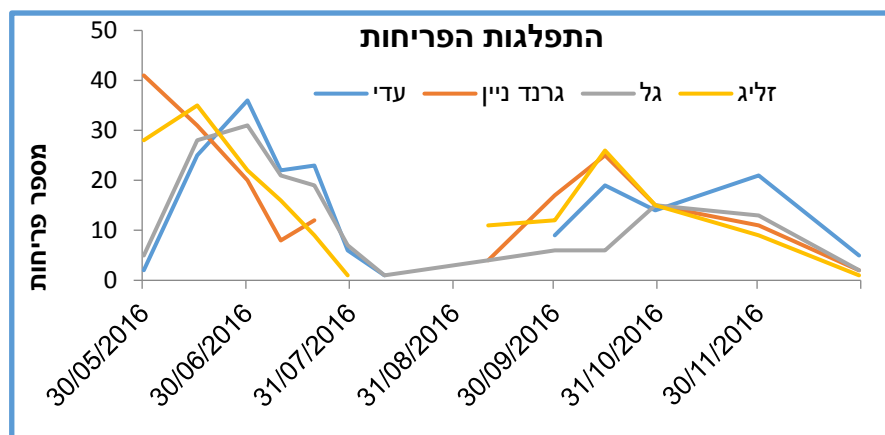
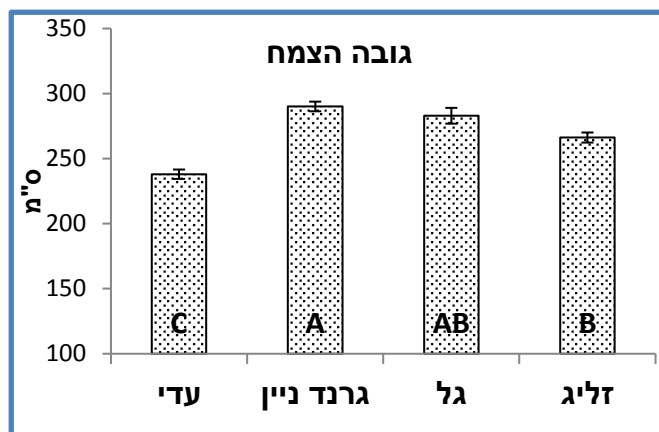
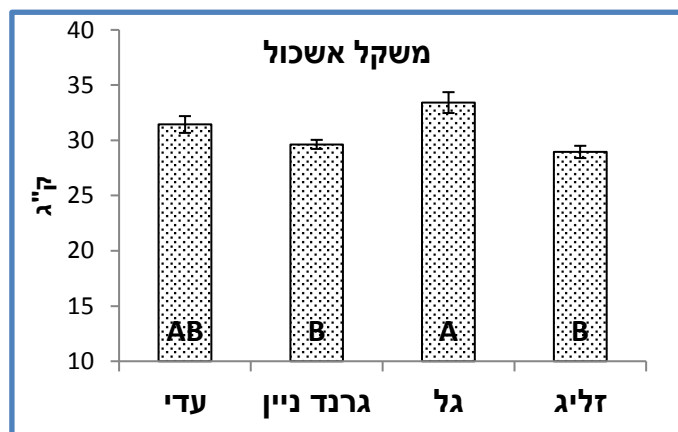
איסוף הנתונים: המעקב בניסוי כולל תכונות ווגטיביות (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועד הפריחה, ומדדי יבול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד ויבול מצטבר לדונם).

תוצאות

טבלה 1: נתוני תכונות ווגטיביות, פריחה, יבול, ואיכות פרי, יבול א'.

כנרת, זנים נמוכים					
2016/17, יבול א'	עדי	גרנד ניין	גל	זליג	מובהקות
תאריך פריחה ממוצע	18/8/2016a	6/8/2016b	6/8/2016b	7/8/2016b	0.0146
מספר פרחים לדונם	363.1a	369.1a	313.5b	367.1a	0.014
מספר כפות באשכול	12.1	12.3	11.8	11.9	ל.מ.
גובה בפריחה, ס"מ	238.02c	290.1a	282.97ab	266.22b	<.0001
היקף גזעול 1 מטר, ס"מ	66.3b	68.5ab	69.3ab	70.1a	0.0543
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	31.4ab	29.6b	33.4a	29.0b	0.0009

משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	28.0	29.1	29.9	27.4	ל.מ.
יבול לדונם שקול בפועל, ק"ג	7740	7948	7938	8008	ל.מ.
יבול מחושב לדונם, ק"ג	11408	10962	10483	10588	ל.מ.
תאריך קטיף ממוצע	25/9/2016a	29/8/2016c	19/9/2016ab	4/9/2016bc	0.0002
אצבע מייצגת מכף 3:					
משקל, גרם	136.3b	148.3a	158.2ab	147.0ab	0.0101
אורך חיצוני, ס"מ	20.3ab	20.3a	21.2ab	20.0b	0.0191
היקף, ס"מ	11.5b	11.8a	12.0ab	11.8ab	0.0216



איור 1: גובה הצמח, משקל האשכול והתפלגות הפריחה בזנים השונים.

גובה הצמח והיקף הגזעול: הזנים עדי וזליג נמוכים משמעותית מהזן גרנד ניין, ב-52 (238 ס"מ) ו-24 (266 ס"מ), בהתאמה. הזליג מסתמן כזן חסון ונמוך, עם גזעול רחב ב-4 ס"מ לעומת העדי. גובה הצמח והיקף הגזעול בזן גל אינם שונים באופן מובהק מאלה של גרנד ניין.

מועד פריחה וקטיף: בדור האמהות, נצפתה, כמצופה ביבול ראשון, אחידות גבוהה במועד הפריחה. בזנים גרנד ניין וזליג שיא הפריחה היה ב-30.5 וב-15.6, בהתאמה. הזנים עדי וגל פרחו מאוחר יותר, עם שיא פריחה ב-30.6. בחישוב תאריך הפריחה של כלל הפרחים, אמהות ודור החליפים, הזן עדי פרח 12 יום לאחר גרנד ניין, ותאריך הקטיף הממוצע היה כמעט 4 שבועות לאחר הגרנד ניין. הזן גל נקטף כ-20 יום לאחר הגרנד ניין, עקב האיחור הפריחה בדור האמהות.

פריחת לדונם: מספר פריחת החליפים בזן גל, מסיבה לא ידועה, היה נמוך במידה משמעותית משאר הזנים, וכתוצאה מכך מספר הפריחת הכולל לדונם היה נמוך משמעותית לעומת שאר הזנים: 313, לעומת 363-369 בשאר הזנים.

משקל אשכול ואצבע ויבול שקול בפועל: ביבול א' לא נמצא הבדל ברמת היבול השקול בפועל, שהייתה בסביבות ה-8 טון/דונם, בין הזנים השונים. הגל פיצה על מספר הפריחת הנמוך במשקל אשכול גבוה יחסית, 33.4 ק"ג, לעומת 29.6 בגרנד ניין. גם לעדי אשכול כבד יותר ב-1.8 ק"ג ביחס לאשכול הגרנד ניין (31.4 ק"ג, לא מובהק סטטיסטית). נראה שהמשקל הגבוה יחסית של אשכולות הגל והעדי נובע מהפריחה המאוחרת בדור האמהות, שבכל הזנים נפגעו באירוע הקרה של ינואר 2016. העיכוב בפריחה אפשר לצמצם עוד זמן התאוששות וגדילה, והתבטא באשכול גדול יותר. משקל האצבע בזן עדי היה נמוך ב-8% (מובהק), ובגל גבוה ב-6% (לא מובהק) יחסית למשקל האצבע של גרנד ניין.

דיון

החברות מייצרות שתילי תרבות הרקמה מבצעות סלקציות על החומר הצמחי שלהן, במטרה לפתח קלוני משופרים, ולכן יש חשיבות לבחינה, מידי מספר זנים, של קלוני חדשים בעלי פוטנציאל לתכונות בעלות עניין. במקרה של ניסוי זה: קומה נמוכה יותר.

נתוני יבול א' בחלקת הניסוי הושפעו מהעונה המיוחדת שקדמה לקטיפה: שתי קרות משמעותיות במהלך החורף, ואביב חם באופן מיוחד. גורמים אלה הביאו לפריחה מוקדמת של החלקה, כשהאמהות קטנות יחסית, והרצה מהירה של שתילים חליפים. הממצא הבולט הוא שקיים גרדיאנט גובה בקרב הזנים הנבחרים: גרנד ניין <גל <זליג <עדי. מגדיל לעשות הזן עדי, הנמוך ב-52 ס"מ לעומת הגרנד ניין, וזהו בהחלט ממצא חיובי. לעומת זאת, נמצא איחור משמעותי בתאריכי הפריחה והקטיפה בזן זה. היבול השקול בכל הזנים דומה, אולם לעדי נחיתות מסוימת באיכות (גודל) הפרי. בזן גל נמצאה ירידה משמעותית במספר פריחת החליפים, מסיבה לא מובנת לנו, אולם הוא פיצה על כך באשכולות כבדים בכ-4 ק"ג יחסית לגרנד ניין. ייתכן שהדבר נובע מאיחור מסוים במועד הפריחה בדור האמהות. ראוי לזכור שמדובר ביבול א' בלבד, ונדרש מעקב של מספר שנים, לאפיון מעמיק ואמין של תכונות הזנים הנבחרים.

תודות: לאלכס קפלן וצוות מטע כנרת על שיתוף הפעולה בניסוי.

חלק 2: חומרים מרסני צמיחה

מטרת התכנית: בחינת ההיתכנות להנמכת מטעי הבננה באמצעות יישום של חומרים מרסני צמיחה.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

בדו"ח זה מתוארים שני ניסויים, בהם נבחנה השפעת היישום בתנאי מטע של ריכוזים שונים, ושיטות יישום שונות, של החומר מרסן הצמיחה יוניקונזול (גימיק), על צימוח ונתוני היבול בבננה. בעונה החולפת בוצעו שני ניסויים, שנערכו בשני מועדי שתילה: קיץ 2015, ואביב 2016.

חלקת הניסוי: שני הניסויים נערכו באזור 'חוות המכלים', מערבית לליזימטרים, בחוות המחקר בצמח.

מבנה הניסוי: קיץ 2015: ב-24.8.15 נשתלו 4 שורות. בכל שורה 15 או 16 בתים, במרווחים של 1.6 מטר, שני צמחים לבית. 2 חזרות על כל טיפול, 5 בתים לחזרה, סה"כ 20 צמחים נמדדים בכל טיפול. השקיה ודישון כמקובל בחוות צמח.

אביב 2016: ב-20.4.16 נשתלו 2 שורות. בכל שורה 16 בתים, במרווחים של 1.6 מטר, שני צמחים לבית. 2 חזרות על כל טיפול, 5 בתים לחזרה, סה"כ 22-21 צמחים נמדדים בכל טיפול. השקיה ודישון כמקובל בחוות צמח.

הטיפולים:

קיץ 2015: ב-28.10.15, לאחר שהצמחים התבססו והחלו להוציא עלים, הופסקה ההשקיה, לצורך ייבוש חלקי של הקרקע, במטרה לשפר את קליטת החומר מרסן הצמיחה ע"י שורשי הבננה, וב-4.11.15 יושם מרסן הצמיחה יוניקונזול. הניסוי כולל את הטיפולים הבאים:

- A:** הגמעת 0.02 גרם חומר פעיל. **B:** הגמעת 0.08 גרם חומר פעיל. **C:** הגמעת מים (ביקורת).
 - D:** הזרקת 0.1 גרם חומר פעיל לעיקר. ההזרקה נעשתה בעזרת מזרק דילול, למרכז העיקר.
 - E:** הזרקת 0.1 גרם חומר פעיל לגזעול. ההזרקה נעשתה בעזרת מזרק דילול, למרכז הגזעול, בגובה כ-20 ס"מ מהקרקע.
 - F:** הזרקת מים (ביקורת) לעיקר. **G:** הזרקת מים (ביקורת) לגזעול.
- נפח הנוזל ביישום ההגמעה: 0.5 ליטר. ביישום ההזרקה: 2 סמ"ק חומר לא מהול, בריכוז 0.05%.

אביב 2016: ב-3.7.16, לאחר שהצמחים התבססו והחלו להוציא עלים, הופסקה ההשקיה, לצורך ייבוש חלקי של הקרקע, במטרה לשפר את קליטת החומר מרסן הצמיחה ע"י שורשי הבננה, וב-4.11.15 יושם מרסן הצמיחה יוניקונזול. הניסוי כולל את הטיפולים הבאים: **A:** 0.02 גרם חומר פעיל. **B:** 0.008 גרם חומר פעיל. **C:** הגמעת מים (ביקורת).

איסוף הנתונים: בשני הניסויים, המעקב כולל תכונות צימוח (גובה הצמח והיקף הגזעול בגובה 1 מטר אחרי פריחה), מועד הפריחה, ומדדי יבול ואיכות פרי (מספר כפות, משקל אשכול, תכונות פרי בודד). איסוף הנתונים ליבול א' בניסוי קיץ 2016 הסתיים. איסוף הנתונים ליבול א' בניסוי אביב 2016 נמצא בעיצומו, כך שנתוני היבול והפרי המוצגים בחוברת זו הם חלקיים.

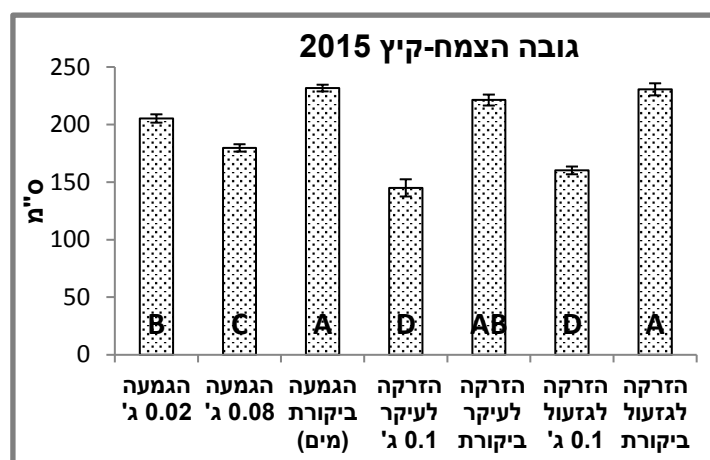
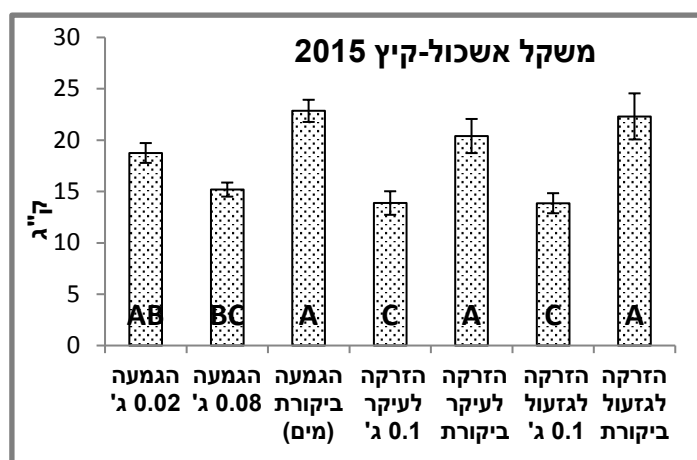
תוצאות

תמצית תוצאות עונת 2014-5: בעונה זו נערכה סדרה של ניסויים במכלים (יישום בהגמעה): נבחנו יעילותם של החומרים הבאים: גימיק (Uniconazole), קטלס (Flurprimodol), קומפקט (chloromequat chloride) ורגאליס (Prohexadione-Ca). יוניקונזול נמצא כמרסן הצמיחה היעיל ביותר. נבחנו ריכוזי ומועדי יישום שונים של גימיק. נמצא טווח הריכוזים האפקטיבי לריסון הצמיחה (0.016-0.4 גרם חומר פעיל). נמצא שיישום הן 48 והן 76 יום לאחר השתילה מביאים לריסון צמיחה אפקטיבי. נבחנו אופני יישום אלטרנטיביים להגמעה: נמצא שהזרקה לעיקר היא שיטת יישום אפקטיבית לריסון קומת הבננה, בעוד שבהזרקה לגזעול נמצאה מגמה חיובית, אולם לא מובהקת סטטיסטית. בעונת 2015-6, כמתואר למעלה, התחלנו ניסויים שמטרתם בחינה במטעי מטע של יעילותו של מרסן הצימוח יוניקונזול, וההשפעה על האשכול ואיכות הפרי. נבחנו שלושה אופני יישום (הגמעה בשני ריכוזים, הזרקה לעיקר, הזרקה לגזעול), ושני מועדי יישום (סתיו ואביב).

טבלה 2: נתוני תכונות וגטטיביות, פריחה, יבול, ואיכות פרי: יבול א', ניסוי קיץ 2015.

ריסון צמיחה בתנאי מטע, קיץ 2015								
2016-7 יבול א'	הגמעה 0.02 גרם	הגמעה 0.08 גרם	הגמעת מים (ביקורת)	הזרקת מים גרם לעיקר 0.1	הזרקת מים (ביקורת) לעיקר	הזרקת מים גרם לגזעול 0.1	הזרקת מים (ביקורת) לגזעול	מובהק'
תאריך פריחה ממוצע	25/8/2016	30/8/2016	1/9/2016	23/8/2016	14/8/2016	4/9/2016	17/8/2016	ל.מ.
מספר כפות באשכול	9.42a	8.07b	10.08a	7.50b	10.30a	7.63b	10.44a	<.0001
גובה בפריחה, ס"מ	205.3b	179.7c	231.7a	145.0d	221.3ab	160.2d	230.6a	<.0001
היקף גזעול 1 מ', ס"מ	52.58a	47.90b	55.16a	45.50b	57.30a	47.56b	57.10a	<.0001
משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	18.75ab	15.18bc	22.85a	13.88c	20.40a	13.86c	22.31a	<.0001
תאריך קטיפה ממוצע	25/11/2016	19/11/2016	21/11/2016	21/11/2016	6/12/2016	21/11/2016	27/11/2016	ל.מ.
זמן מפריחה לקטיפה, ימים	108.4	106.8	102.9	102.3	113.8	95.9	108.4	ל.מ.
אצבע מייצגת מכף 3:								
משקל, גרם	120.1bcd	99.42cde	144.3a	91.08e	127.0abc	95.9de	134.1ab	<.0001

אורך חיצוני, ס"מ	19.02b	17.31c	20.78a	16.1c	19.64ab	16.54c	19.28ab	<.0001
היקף, ס"מ	11.61ab	11.08b	11.94a	11.08ab	11.83ab	11.13ab	11.73ab	0.0035



איור 2: גובה הצמח ומשקל האשכול בטיפולים השונים-ניסוי קיץ 2015.

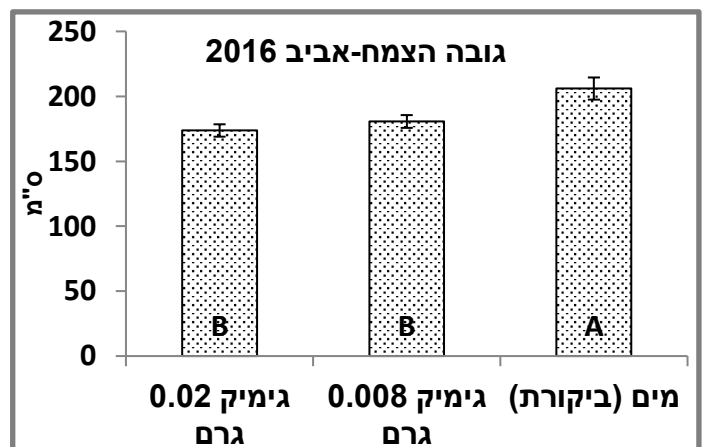
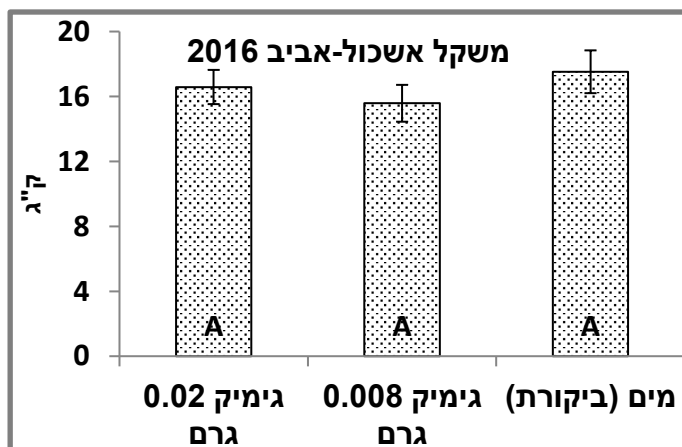
גובה הצמח והיקף הגזעול: בכל שלוש שיטות היישום, מרסן הצמיחה הביא להנמכה משמעותית בגובה הצמחים המטופלים ובהיקף הגזעול. ביישום ההגמעה, עלייה בריכוזים הביאה להעלאה של ריסון הצימוח: בריכוז של 0.02 גרם חומר פעיל גובה הצמח היה 205 ס"מ לעומת 179 ס"מ ב-0.08 גרם חומר פעיל, ו-231 ס"מ בטיפול הביקורת. להזרקה לעיקר, ולגזעול, הייתה השפעה דומה: ירידה של 66-70 ס"מ בגובה הצמח. מגמה דומה, של הקטנת רוחב הגזעול בעקבות יישום מרסן הצמיחה, נצפתה בכל היישומים.

מועד פריחה וקטיף: בדומה לניסויים המקדימים, שנעשו במכלים, גם בניסוי הנוכחי, שנעשה בתנאי מטע, יישום מרסן הצמיחה לא הביא לשינוי מובהק בזמן הפריחה והקטיף. אם זאת, ביישומי ההזרקה לגזעול ולעיקר, ישנה מגמה של איחור בפריחה בצמחים שטופלו במרסן הצמיחה, אולם הזמן מפריחה לקטיף בטיפולים אלה היה קצר יחסית לטיפולי הביקורת, וכתוצאה מכך חלה הקדמה במועד הצמחים המטופלים יחסית לצמחי הביקורת.

תכונות האשכול והפרי: בשלושת שיטות היישום, מרסן הצמיחה הביא לירידה משמעותית של 2-3 כפות באשכול, מלבד בהגמעה בריכוז 0.02 גרם חומר פעיל. בטיפול זה נצפתה ירידה לא מובהקת, של 0.6 כפות לאשכול. מגמה דומה התקבלה גם במשקל האשכול: בהזרקה לגזעול ולעיקר נמצאה ירידה חדה של 6.5-8.5 ק"ג, שהם 32%-ו-38%, בהתאמה, יחסית לאשכולות הביקורת. בטיפולי ההגמעה, נמצאה ירידה של 33% (7.5 קילו) בריכוז ה-0.08 גרם חומר פעיל, ו-18% (4 קילו) בריכוז 0.02 גרם חומר פעיל. בכל היישומים נמצאה ירידה משמעותית במשקל ואורך האצבע המייצגת, וירידה מתונה יותר בהיקף האצבע.

טבלה 3: נתוני תכונות וגטטיביות, פריחה, יבול, ואיכות פרי: יבול א', ניסוי אביב 2016.

ריסון צמיחה בתנאי מטע, אביב 2016				
מובהקות	הגמעה מים (ביקורת)	הגמעה 0.008 גרם	הגמעה 0.02 גרם	2016-7 יבול א'
ל.מ.	25/10/2016	11/9/2016	10/10/2016	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	8.91	8.46	8.87	מספר כפות באשכול
0.0016	206a	181b	174b	גובה בפריחה, ס"מ
ל.מ.	50.9	48.0	50.5	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
ל.מ.	17.5	15.6	16.6	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
ל.מ.	23/04/2017	21/04/2017	23/04/2017	תאריך קטיף ממוצע
				אצבע מייצגת מכף 3:
ל.מ.	115.3	104.1	100.3	משקל, גר'
ל.מ.	17.7	17.7	17.5	אורך חיצוני, ס"מ
ל.מ.	11.1	10.8	10.8	היקף, ס"מ



איור 3: גובה הצמח ומשקל האשכול בטיפולים השונים-ניסוי אביב 2016.

גובה הצמח והיקף הגזעול: ההגמעה במרסן הצמיחה הביא להנמכה משמעותית בגובה הצמחים: בריכוז 0.02 גרם חומר פעיל היה גובה הצמח 173 ס"מ, בריכוז 0.008 גרם חומר פעיל הייה גובה הצמח 180 ס"מ, הנמכה של 33 ו-26 ס"מ בהשוואה לצמחי הביקורת (206 ס"מ). בשונה מניסוי הקיץ, לא נמצאה בניסוי האביב השפעה של יישום מרסן הצמיחה על היקף הגזעול. מועד פריחה וקטיף: בדומה לניסויים קודמים, יישום מרסן הצמיחה לא הביא לשינוי מובהק בזמן הפריחה והקטיף.

תכונות האשכול והפרי: איסוף נתוני הפרי נמצא כעת בעיצומו, כך שהתוצאות המוצגות בחוברת זו הן חלקיות. האשכולות קטנים יותר מאלה של הניסוי המקביל שנשתל בקיץ, כצפוי, ומשקל האשכולות בטיפולים השונים נע בין 15.6 ק"ג ל-17.5 ק"ג. נמצאה מגמה (לא מובהקת) של ירידה של 5%-11% במשקל האשכול בריכוזים השונים של הצמחים שהוגמעה במרסן הצמיחה, יחסית לצמחי הביקורת. כמו כן, נמצאה ירידה בשיעור 13%-10% במשקל האצבע בריכוזים 0.02 ו-0.008 גרם חומר פעיל, בהתאמה, יחסית למשקל האצבע של צמחי הביקורת.

בניסוי ריסון צמיחה בתנאי מטע, קיץ 2015, מצאנו שבכל שיטות היישום והריכוזים השונים של מרסן הצמיחה יוניקוונזול (הגמעה של 0.02 ו-0.08 גרם חומר פעיל, והזרקה לעיקר ולגזעול של 0.2 גרם חומר פעיל) נגרם ריסון משמעותי של הצמיחה, שהתבטא בירידה משמעותית בגובה הצמח והיקף הגזעול. גם בניסוי אביב 2016, ההגמעה במרסן הצמיחה הביאה לירידה משמעותית בקומת הצמחים המטופלים.

להפתעתנו, בניסוי קיץ 2015, מצאנו השפעה שלילית חזקה של מרסן הצמיחה על גודל האשכול והפרי: מספר הכפות ירד במידה ניכרת כמו גם ממדי ומשקל האצבע. לירידה, הן במספר האצבעות הכולל באשכול, והן במשקל האצבע, הייתה השפעה מצטברת, ומשקל האשכול בטיפולים השונים ירד בצורה חדה לעומת אשכולות צמחי הביקורת, שיושמו במים. מגמה דומה, אם כי ללא מובהקות סטטיסטית, נמצאה בניסוי שהחל באביב 2016. תוצאה זו מרמזת לכך שלתזמון היישום השפעה על יעילות ריסון הצמיחה: בניסוי קיץ 2015, היישום נעשה בסתיו, והחומר הצטבר בצמח במשך חודשים ארוכים בתקופת החורף, בה לא מתקיים גידול, ואילו בניסוי האביב החומר יושם בתקופה שבה צמח הבננה נמצא בצמיחה מואצת, כך שיתכן שמסיבה זו במועד יישום זה הריסון היה מוגבל יחסית ליישום בסתיו. הירידה בגודל האשכול ומשקל הפרי והאשכול מפתיעה, מכיוון שבגידולי מטע שונים, ביניהם תמר, נשירים שונים ואבוקדו, השימוש במרסני צמיחה מביא דווקא להעלאת גודל הפרי והיבול הכולל. ייתכן שהקשר החזק הקיים בדרך-כלל בזני הקוונדיש בין עצמת הצמיחה לרמת היבול, הוא הסיבה לתוצאה הייחודית שמתקבלת בבננה בעקבות יישום מרסן הצמיחה.

מעקב אחר דור הבנות של הצמחים שעליהם יושם מרסן הצמיחה (יבול ב') יימשך, והתוצאות יפורסמו בדו"ח הבא.

הנחיות מפורטות להתמודדות עם מחלת פנמה ברמת השטח

נוהל זיהוי ותגובה: צמח חשוד במחלת פנמה

בעת גילוי צמח חשוד בנגיעות במחלת פנמה על ידי אחד מעובדי המטע (סימני הנגיעות מפורטים בדפון המידע 'דפי מידע למגדלי הבנות-מחלת פנמה', מאוגוסט 2016), יינקטו הצעדים הבאים:

1. סימון הצמח החשוד עם סרט סימון רחב או ספריי צבע. בנוסף, מומלץ לשלוח מיקום ותמונות מייצגות של הצמח החשוד באמצעות הטלפון החכם למדריך הגידול.
2. מומלץ שמזהה הצמח החשוד יישאר בחלקה עד הגעת מדריך הגידול או איש הגנת הצומח.
3. מדריך הגידול, או נציג מטעמו, יגיע בהקדם האפשרי לחלקה עם ערכת חיטוי ניידת, לצורך חיטוי נעלי ובגדי העובד שגילה את הצמח החשוד.
4. ערכת החיטוי הניידת כוללת: מרסס נייד שמכיל אלכוהול 70% לחיטוי בגדי וידי העובדים, ומרסס נוסף שמכיל תמיסת Sporekill 1% לחיטוי הנעליים. בנוסף, תכלול הערכה ערדליים, בגדים להחלפה וחליפות חד-פעמיות.
5. המוקד החשוד בנגיעות יסומן באמצעות סרט סימון רחב, ברדיוס של שלושה בתים מהצמח החשוד. במקרה של מוקד שמורכב מיותר מצמח חשוד אחד, יסומן רדיוס חיצוני של שלושה בתים מכל אחד מהצמחים הנגועים.
6. המדריך יערוך סריקה בחלקה לאיתור מוקדים אפשריים נוספים של נגיעות במחלה.
7. המדריך יבצע אבחון זיהוי סימנים חיצוניים ופנימיים של המחלה בצמח הנגוע. איתור הסימנים הפנימיים יעשה על-ידי סדרת חיתוכים בגזעול.
8. במידה והמדריך ימצא לנכון, ייאספו דגימות מהצמח לצורך זיהוי במעבדה מורשית. זיהוי סופי של המחלה יתקבל מספר ימים לאחר מכן.
9. עד קבלת תוצאות הזיהוי המעבדתי אסורה הכניסה למוקדים החשודים בנגיעות ולחצר/ארגז הנגוע, ורצוי להמעיט בכניסה לחלקה כולה.
10. בחלקה שבה התגלה חשד לנגיעות, יש להנחות את כל העובדים במטע להיות ערניים לגילוי של צמחים נוספים שנושאים את סימני המחלה. בדגש על איתור סימנים פנימיים לאחר חיתוך צמחים במטע (דילול וקטיפה).

נוהל לטיפול במוקד נגיעות במחלת פנמה

1. רדיוס של עשרה מטר מהצמחים החיצוניים במוקד הנגיעות יבודד באופן הבא: השטח יגודר ברשת מתכת צפופה (גובה 100 ס"מ ועומק 20 ס"מ לפחות) המתאימה למניעת כניסת בעלי חיים ואנשים. הגדר תסומן בסרט סימון אדום, ויוצב שלט שלשון: "הכניסה אסורה, מחלת צמחים" בעברית, אנגלית, ערבית ותאית. תעלה היקפית בעומק של 80 ס"מ ורוחב של 40 ס"מ לפחות, למניעת סחף מים וקרקע, תיחפר.
2. הכניסה למוקד הנגיעות תותר לצורך חיסול הצמחים ופעולות ניטור בלבד.
3. הזרמת אדיגן (מתאם סודיום): 100 ליטר/דונם 51% בנפח השקיה של 30 קוב/דונם מים, במטרה להשמיד את הצמחים במוקד הנגיעות וחלק ניכר מהפטריה בקרקע ובשורשים. יישקל יישום בהגמעה של קונפידור, כנגד נשאים אפשריים של הפטריה.
4. אם לאחר יישום האדיגן לא הושגה תמותה מלאה של הצמחים במוקד הנגיעות, הצמחים יוזרקו בתערובת של 10% נפט ו-10% ראוונדאפ (5-10 סמ"ק לנצר ואמא, בהתאמה).
5. לאחר תמותת הצמחים ינותק מוקד הנגיעות ממערכת ההשקיה.
6. כשבוע לאחר השמדת הצמחים במוקד הנגיעות באדיגן, חלקי הצמח יוכנסו לשקים עבים שקופים בתוספת אוראה, לצורך חיטוי ומניעת הפצת הנבגים. במקרה של נגיעות נרחבות, יכוסו הצמחים ביריעת פלריג עבה.
7. מוקד הנגיעות המגודר לא יעובד בשנים הבאות, עד שיוכח שהוא נקי מגורם המחלה או עד שימצא פתרון לגידול בננות בשטח המאולח/חיטוי הקרקע.
8. אם תתקבלנה הנחיות נוספות מהשירותים להגנת הצומח, יש לקיימן כלשונן.

הנחיות לפעולות בחלקה בה נמצאו מוקדי נגיעות במחלה

1. ביוזמת המדריך האזורי, בעונת הגידול (יוני עד נובמבר), ייערכו לפחות שני סקרים לאיתור מוקדי נגיעות נוספים בחלקה/התפשטות המחלה בחלקות נוספות. נבחנת האפשרות לשימוש באמצעי חישה מרחוק לצורך ביצוע סקרים.
2. מומלץ לעשות שימוש בכלי עבודה ייעודיים (סולמות, סכינים, בגדי ונעלי עבודה) בחלקות הנגועות.
3. נעלי העובדים, וכל בגד וחלק גוף נושאי קרקע/בוץ יחוטאו בעת הכניסה והיציאה ל/מ החלקה הנגועה. הסרת הבוץ תעשה בעזרת מתקנים ייעודיים.
4. לצורך העבודות בחלקות הנגועות יוקצו עובדים קבועים ומנוסים, שיתודרכו לגבי אופן העבודה בחלקות אלה.
5. הפרי הנקטף מחלקות נגועות יישלח מידית לשוק היעד, ללא מעבר באזורי גידול הבננות, וללא מעבר בבתי האריזה באזורי הגידול. יש למנוע באופן מוחלט העברת חומר צמחי אחר.
6. למניעת הפצת המחלה לחלקות נקיות, ייסגרו כל הכניסות לחלקה, למעט כניסה אחת שיותקן בה בור טבילה תקני ומדרך לחיטוי רגליים (פירוט לגבי אמצעי החיטוי-בנוהל נפרד). באזור בור הטבילה יוצב שלט, שלשונו "אין כניסה, מחלת צמחים" בעברית, אנגלית, ערבית ותאית.
7. יבוצעו גידור/סגירה הקפית של החלקה, להקטנת הסיכון של הפצת גורם המחלה ע"י אנשים ובעלי-חיים.
8. לאחר סיום הגידול, לא תשמש החלקה לגידול אחר מלבד בננות.
9. מוקדי הנגיעות המגודרים לא יעובדו במחזור הבננות הבא, עד שיוכח שהם נקיים מגורם המחלה או עד שימצא פתרון לגידול בננות בשטח הנגוע/חיטוי הקרקע מגורם המחלה.

הנחיות להקמה ותפעול של בורות ומדרכי טבילה לחיטוי, וגדרות

1. בצמידות לכל בור טבילה יוצב מתקן טבילה לחיטוי נעליים, ומתקן לניקוי/שטיפה מבוץ.
2. בורות הטבילה צריכים להיות מותאמים לסוג כלי הרכב שצפויים לעבור בהם (אוטובוסים, משאיות, כלי-עיבוד קרקע כבדים, טרקטורים, כלי-רכב פרטיים, וכו').
3. במיקומים מרכזיים בכל אחד מהאזורים, ובבתי האריזה, יש צורך לבנות בורות חיטוי הכוללים קשת שטיפה עליונה, לחיטוי מלמעלה של כלי עיבוד קרקע, מכלי קטיפ ריקים, ומשאיות.
4. דגמים של בורות טבילה שמורים אצל מנהלי האזורים והועדות החקלאיות.
5. מדרכי הרגל יהיו באורך של לפחות מטר וחצי, ע"מ שהולכי הרגל יבצעו מספר צעדים על המדרך, לצורך משך חשיפה מספק לקטילת גורם המחלה. במדרך הרגל יונח ספוג בעובי מינימלי של 2 ס"מ. הספוג יהיה רווי בתמיסת החיטוי.
6. חומר החיטוי המומלץ, הן בבורות הטבילה והן במדרכי הרגל הנו Sporekill בריכוז 1% או בתחליפים גנריים, זולים יותר, המבוססים על החומר הפעיל ב-Sporekill (Didecyldimethyl ammonium chloride), שיאושרו על-ידי הגנת הצומח.
7. חידוש התמיסה (תוספת חומר עד לגובה הדרוש) בבורות הטבילה ובמדרכי הרגל תעשה אחת לשבוע או מוקדם יותר, לפי הצורך. ריקון, ניקוי, ומילוי מחודש יעשו פעם בחודש.
8. יוגדר אחראי לתחזוקת כל אחד מבורות הטבילה.
9. לפני כניסת עובדים לגוש חלקות אחר, יש לבצע חיטוי של הנעליים באמצעות מדרכי טבילה ניידים.
10. התנועה לבור הטבילה ומדרכי הרגל תנותר באמצעות גידור ושילוט. בורות הטבילה ישולטו בנוסח הבא: "בור טבילה לפניכם, סעו לאט", מדרכי הרגל ישולטו בנוסח הבא: "מדרכי רגל לחיטוי הנעליים לפניך. נא לעבור דרכו".

נוהלי עבודה לכניסת עובדים ומבקרים לחלקות בנות

1. נוהל לכניסת עובדים קבועים ועובדי קבלן

- 1.1. יוגדר 'שטח התכנסות': נקודה מרכזית קבועה, שתחולק לשניים. שטח 'מלוכלך', שבו יושארו הנעליים וציוד אישי של העובדים, ושטח 'נקי'. בין השטחים יוצב מדרך לחיטוי נעליים. שטח ההתכנסות יהיה נקי מבוא, למשל באמצעות שימוש בבטון/שכבת חצץ וכו'.
- 1.2. העובדים יצוידו בנעליי עבודה גבוהות אטומות למים שניתן לחטא ביעילות (למשל-מגפיים אוסטרלים מסוג 'בלנדסטון').
- 1.3. בתחילת יום העבודה, ב'שטח ההתכנסות' יחליפו העובדים את נעליהם האישיות בנעלי העבודה. חשוב להקפיד שהנעליים האישיות יישארו בשטח ה'מלוכלך'. במעבר 'לשטח הנקי', נעלי העבודה יחוטאו במדרך הרגל, כמפורט בנוהל לעיל.
- 1.4. במהלך יום העבודה, במעבר מחלקה לחלקה, יוסר בוך מהנעליים והן תחוטאנה, באמצעות מתקני חיטוי ניידים, או קבועים, במידה וקיימים.
- 1.5. בסיום יום העבודה, ב'שטח ההתכנסות', יחוטאו נעלי העבודה, תוך הקפדה שהן יושארו ב'שטח הנקי', ויוחלפו בנעליים האישיות שהושארו ב'שטח המלוכלך'.
- 1.6. להבהרת שיטת החלוקה לאזור 'נקי' ואזור 'מלוכלך', מומלץ לצפות בסרטון הבא:
<https://www.youtube.com/watch?v=FlxbM4Zb6es>

2. נוהל לכניסת מבקרים

- 2.1. בתחילת הביקור, ב'שטח ההתכנסות', המבקרים יצוידו במגפיים/ערדליים אטומות למים שניתן לחטא ביעילות.
- 2.2. המגפיים/ערדליים יחוטאו במדרך הרגל, כמפורט בסעיף 1 לעיל.
- 2.3. בסיום הביקור, ב'שטח ההתכנסות', יחוטאו המגפיים/ערדליים, תוך הקפדה שהן יושארו ב'שטח הנקי'.
- 2.4. יש לצמצם ככל האפשר תנועת אנשים בקרבת המטע כולל הולכי רגל, רוכבי אופניים וכמובן כלי רכב ממונעים. מומלץ לבצע סגירה היקפית של החלקות הגובלות בנתיבי תחבורה.
- 2.5. יש לצמצם למינימום ביקורים של מדריכים, חוקרים, בעלי מקצוע שונים, אנשי חברות (דשנים, חומרי הדברה וכו') ומגדלים מאזורים אחרים. מומלץ שמבקרים על בסיס קבוע (מדריכים וחוקרים) יצטיידו בבגדים ונעליים ייעודיים לכל אזור.
- 2.6. ביקורים של מבקרים מחו"ל יצומצמו וייערכו תחת אמצעי הגנה קפדניים במיוחד.

התמודדות עם מחלת פנמה: תובנות מסיור מקצועי באוסטרליה

הדו"ח הופיע גם בגיליון מאי 2017 של עלון הנוטע

תקציר

ביולי 2016 התגלו לראשונה בישראל צמחי בננה בעלי סימפטומים של מחלת פנמה (*Fusarium Wilt*). בדיקה מולקולרית והשלמת מבחן קוך אישרו שאכן גורם המחלה הקטלנית הוא גזע TR4 של הפטריה שוכנת הקרקע *Fusarium oxysporum* f. *sp. cubense* (ס. פרימן, עדות אישית). כיום, 50 שנה לאחר שהתגלתה לראשונה, עדיין אין פתרונות מספקים למחלה. בפברואר 2017 יצא מישראל צוות של אנשי מקצוע לסיור באוסטרליה, המדינה המתקדמת ביותר בהתמודדות עם המחלה, במטרה ללמוד על דרכי ההתגוננות מפניה ברמת השטח ועל הפעילות המחקרית המתבצעת שם בנושא זה. רשימה זאת מביאה רשמי סיור ותובנות מומלצות ליישום במטעי הבננות ישראל.

מבוא

מחלת פנמה (Panama disease, *Fusarium Wilt*) נגרמת מהפטריה שוכנת הקרקע *Fusarium oxysporum* f. *sp. Cubense* (Foc). נבגי ה-Foc נובטים וחודרים למערכת השורשים, הפטריה מתרבה, מתפתחת בצרורות ההובלה ומתקדמת לכיוון העיקר (פקעת הבננה) והגזעול תוך כדי שחרור הרעלן חומצה פוזרית (Fuzaric acid). בתגובה לחדירת הפטריה מייצר הצמח בצרורות ההובלה הנגועים ג'ל צמיג בצבע חום אדמדם הפוגע בתפקודם. הצמח הנגוע נובל ומתייבש בהדרגה ולבסוף מת (1, 2). הסימפטומים הבולטים של המחלה הם נבילה והתייבשות העלים (תמונה 1) והחמה של צרורות ההובלה (תמונה 2).



תמונה 2: החמה של צרורות ההובלה.



תמונה 1: נבילה והתייבשות עלים, מסימני המחלה.

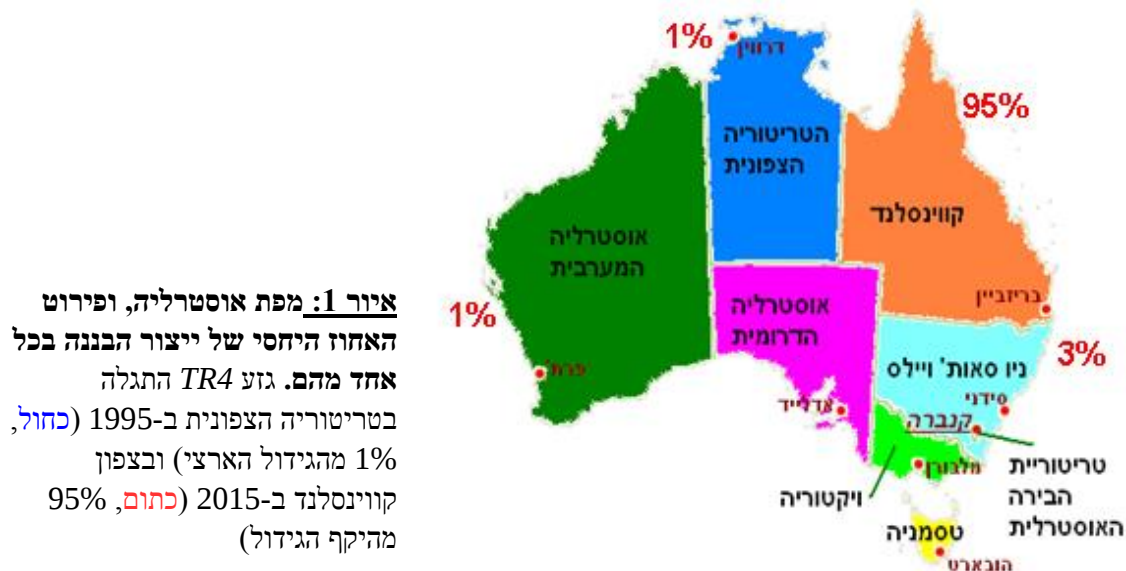
צילומים: יאיר ישראלי

נבגים ברי קיימא (Chlamydospores) של הפטריה שורדים בקרקע תקופה ארוכה ביותר גם ללא נוכחות צמחי הבננה, ותועדו קרקעות בהן שרדו אלה 40 שנה ויותר (3). המחלה מתפשטת במהירות באמצעות עפר מקרקע נגועה, מי השקיה ושטפונות, כלי עבודה, בגדים, נעליים וגלגלי רכב מאולחים בפטריה. עד היום טרם נמצא טיפול כימי, פיזיקלי או ביולוגי להדברת הפטריה או הנבגים בקרקע, עקב עמידותם הגבוהה והעומק הרב בו הם מצויים. כתוצאה מכך ננטשות קרקעות רבות המאולחות בפטריה, או שמתקיים מעבר לגידולים אלטרנטיביים לבננה (4). במהלך השנים זוהו ארבעה גזעים של *foc* בבננה. במחצית הראשונה של המאה ה-20 התפשט גזע *foc-1* של הפטריה באזורי גידול מרכזיים של הבננה והביא להשמדתם של שטחים נרחבים מזן הייצוא המרכזי באותה תקופה, 'Gros Michel'. מעבר לגידול זנים ממשפחת ה'קוונדיש', העמידים לגזע *Foc-1*, פתר את הבעיה (4). ב-1967 התגלה בטיוואן גזע חדש וקטלני של *Foc*, המכונה *Tropical Race 4 (Foc-TR4)* (5), שהתפשט במהירות למלזיה ואינדונזיה וגרם שם תוך חודשים להשמדת שטחי בננות נרחבים בסדרי גודל של מאות אלפים עד מיליוני דונמים.

משם התפשטה המחלה תוך שנים ספורות לפיליפינים, לסין, אוסטרליה, מוזמביק, עומאן ופקיסטן (6, 7). ב-2015 התקבלו דיווחים רשמיים על נוכחות *TR4* אצל שכנותינו ירדן ולבנון (6, 8) וב-2017 נמסר על נוכחותה בווייטנאם, לאוס, קמבודיה והודו (ס). פרימן ונ. גלפז, עדות אישית). חשוב לציין שגורם המחלה ספציפי לבננה ואינו תוקף גידולים אחרים, שעד כה טרם אותרה הפטריה בפרי הבננה ואין כל סכנה באכילתו גם אם מוצאו בחלקות נגועות.

תעשיית הבננות באוסטרליה

95% מתעשיית הבננות באוסטרליה, כ-130,000 דונם, מרוכזים כיום בצפון קווינסלנד (ראו מפה). היבול השנתי הממוצע נאמד ב-370,000 טון והיקף המכירות עומד על כ-600 מיליון דולר אוסטרלי בשער המטע. הזן המרכזי הינו 'וויליאמס' ('Williams') ('זיו', שבעבר גודל בישראל), המהווה כ-95% משטח הגידול. זני נישא מהווים כ-5% מהשטח הנטוע, בעיקר הזן 'ליידי פינגר', הממותג כ'זן טעם' ופודה מחירים גבוהים בהרבה מאלה של 'וויליאמס'. האקלים בצפון קווינסלנד טרופי. טווח הטמפרטורות לאורך השנה נע בין 15 ל-30 מ"צ וממוצע המשקעים כ-3,600 מ"מ. למרות זאת, בעונת החורף ישנם שבועות רצופים ללא משקעים והמטעים בתקופת יובש זו מושקים בהמטרה. האקלים הטרופי מעודד התפתחותן של מחלות עלים שונות, בעיקר *Yellow sigatoka*, *Bunchy top virus*, *Freckle*, *Banana streak virus* (שכר המינימום באוסטרליה שווה ערך לכ-60 ש"ח/שעה), המהוות 30-40% מהוצאות הייצור, מכון ממשק הגידול בקיצוניות להיסכון בכוח אדם: שימוש אינטנסיבי במיכון לפעולות המטע השונות (שתילה, עטיפה ותמיכת האשכול, חיסול המטע ואחרות) ולמחזורי גידול קצרים של שש-שבע שנים. כשסנכרון הפריחות בחלקה מתחיל להתערער, השורה מתחילה 'לנדוד' וקשה להיכנס עם כלים ממוכנים, החלקה מחוסלת ונעקרת.



מחלת פנמה באוסטרליה

מחלת פנמה, שנגרמה בראשיתה מגזע *Foc-1* של הפוזריום, דווחה לראשונה ב-1876 באוסטרליה (9) וגרמה נזקים כבדים לתעשייה המקומית. מעבר לזני 'קוונדיש' עמידים למחלה, בעיקר לזן 'וויליאמס', נתן פתרון הולם לבעיה, למרות שמרבית החלקות במדינה עדיין מאולחות בגורם המחלה. ב-1995 התגלו צמחי 'וויליאמס' נגועים בגזע *TR4* של פוזריום בטריטוריה הצפונית, בסביבות העיר Darwin (ראו מפה, אזור צבוע כחול). תגובה איטית ברמת השטח הביאה לכך שבתוך מספר שנים מרבית שטחי הבננה באזור זה אולחו בפטריה. המחלה הוגדרה כמחלת הסגר, אולם חוסר היכולת להשתלט עליה הביא לכך שב-2012 הכריזו רשויות הגנת הצומח בטריטוריה הצפונית על כישלון בהתמודדות מולה, ובהיעדר פתרונות מספקים חדלה תעשיית הבננות באזור זה למעשה להתקיים. במרץ 2015 התגלו צמחים נגועים במספר מוקדים בחוות משפחת Robson בעמק Tully שבצפון קווינסלנד (מפה, אזור צבוע כתום). החווה כולה, ששטחה כ-1,500 דונם, גודרה והושמה תחת הסגר חריף. אין יוצא ואין בא, מלבד צוות החווה ואנשי הגנת הצומח. באוקטובר 2016 נקנתה החווה מידי בעליה על ידי ממשלת אוסטרליה וארגון מגדלי הבננות בסכום המוערך בכ-4.5 מיליון דולר אוסטרליים. כל הצמחים בחווה הושמדו בהזרקת ראונדאפ (Glyphosate) (תמונה 3) ובמקום הוצבו מצלמות פיקוח. עד כה נראה שהתגובה המהירה נושאת פרי: שנתיים לאחר גילוי המחלה לא נמצאו צמחים סימפטומטיים ל-*TR4* בשטחים נוספים בצפון קווינסלנד.



תמונה 3: חלקת בננות נגועה ב-TR4 בחוות Robson שבצפון Tully בצפון קווינסלנד, אוסטרליה, לאחר השמדת כל הצמחים באמצעות הזרקת ראונדאפ וקונפידור. צילום: סטנלי פרימן.

ההתמודדות בשטח עם מחלת פנמה

הנחת העבודה בשירותים להגנת הצומח בצפון קווינסלנד היא שגורם המחלה היה נוכח בקרקע בחוות משפחת Robson בעמק Tully זמן לא ידוע לפני שסימניה התגלו בצמחים הנגועים, וקיים על כן חשד סביר שהפטריה התפשטה לחוות נוספות באמצעות בני אדם, בעלי חיים, כלי עבודה או רכבים שביקרו בחווה ועברו ממנה לחוות אחרות. המאמצים כיום מכוונים למניעת הפצת גורם המחלה, והגנה על החלקות הנקיות. לצורך כך ננקטים הצעדים הבאים:

* **מודעות ותקשורת:** השירותים להגנת הצמח בקווינסלנד ומועצת מגדלי הבננות באוסטרליה מקדישים תשומת לב ומאמצים רבים לקשר עם מגדלי הבננות. לאחר איתור ואימות הימצאות גורם המחלה בחוות Robson נוצר קשר טלפוני עם כל בעלי החוות בצפון קווינסלנד. המגדלים עודכנו לגבי איתור המחלה, פורטו אמצעים מומלצים להתגוננות בפניה והוצע להם ביקור של מדריכים וייעוץ ביישום המלצות ההתגוננות בשטח. ביום עיון שעסק במחלת פנמה נכחו נציגים מ-77% מהחוות בצפון קווינסלנד. דפי מידע וסרטוני הדרכה מצוינים העוסקים באספקטים שונים של המחלה וההתמודדות איתה הועלו לרשת. פרסומים נבחרים:

<http://www.appsnet.org/publications/potm/pdf/May09.pdf> - דפון מידע תמציתי על גורם המחלה;

<https://publications.qld.gov.au/dataset/panama-disease-tropical-race-4-grower-kit> - סדרת דפי מידע למגדלים העוסקים בפירוט באלמנטים שונים של מחלת פנמה, ביניהם זיהוי הסימפטומים של המחלה, חיטוי, גידור, פיקוח ואבחון;

<http://www.planthealthaustralia.com.au/wp-content/uploads/2013/03/Panama-disease-FS.pdf> - דף הכולל מידע רב על גורם המחלה והאפידמיולוגיה של הפטריה, זיהוי הסימפטומים של צמחים נגועים ודרכי התגוננות;

<https://www.youtube.com/watch?v=onPpPeTGESE> - סרטון המתאר את הסימפטומים של המחלה ואת דרכי ההתגוננות.

* **הגנה פיזית:** מרבית החוות גודרו, למניעת כניסה של עוברי אורח ובעלי חיים. שיתוף כלים חקלאיים בין החוות נפסק ולכל חווה יש כיום את כל המיכון וכלי העבודה הדרושים לתפעולה. כלי הרכב היחידים המורשים להיכנס הם משאיות להובלת הפרי, לאחר חיטוי יסודי, ולאזורים מורשים בלבד (שטח בית האריזה).

* **חומרי חיטוי:** חומר החיטוי העיקרי במדרכי הרגל ובבורות החיטוי לכלי רכב באוסטרליה הוא Sporekill. במחקר שנערך בעניין זה נבחנו חומרי חיטוי שונים מבוססים על מגוון חומרים פעילים, וה-Sporekill נמצא כתכשיר היעיל ביותר בקטילת הנבגים של TR4 בתנאי שדה, לאחר 30 שניות מגע בלבד, בריכוז של 1% חומר פעיל (10). עם זאת, מחירו הגבוה יחסית הביא לבחינה ומעבר לשימוש בתחליפים גנריים, בהם Taypen, Path-x, שמחירם נמוך יותר והם מבוססים על החומר הפעיל ב-Sporekill (Didcylidimethyl ammonium chloride).

* **הפרדה לתת-אזורים (Zoning):** שטח החווה מחולק לשלושה אזורים: אזור מניעה (Exclusion), אזור הפרדה (Separation) ושטח המטעים (Farming). המבקרים וצוות העובדים חולצים נעליים בכניסה לאזור המניעה ומחליפים למגפיים שמסופקים על ידי בעלי החווה (תמונה 4). בעברם לאזור ההפרדה, בדרך כלל שטח בית האריזה, הם עוברים דרך בור טבילה המכיל חומר חיטוי. בעברם לאזור המטעים הם מחליפים שוב מגפיים, ייעודיים לשטח זה, ועוברים דרך בור חיטוי נוסף.

בשובם משטח המטעים לשטח ההפרדה הם מנקים היטב את הבוץ (המונע קטילה יעילה של גורם המחלה על ידי חומרי חיטוי) ומחליפים למגפיים הייעודיים לשטח ההפרדה. בעזבם את החווה הם נוטלים חזרה את הנעליים האישיות שלהם. באמצעות שיטה זו, של חלוקת שטח החווה לשלושה אזורים, שימוש במגפיים ייעודיים לכל אזור, חיטויים במעבר מאזור לאזור וניקוי שאריות הבוץ מהם, פותח למינימום הסיכון להכנסת גורם המחלה מבחוץ באמצעות בני אדם. סרטון המחשה לשיטת ה-Zoning:

<https://www.youtube.com/watch?v=FlxbM4Zb6es>



תמונה 4: שיטת ה-Zoning. Jeff Daniells, חוקר בננות בתחנת המחקר דרום-ג'והנסבורג, חולץ את נעליו באזור המניעה, יחליף למגפיים ייעודיות לשטח החווה המסופקות לכל המבקרים והעובדים בחווה, ויעבור דרך בור חיטוי. בדרך זו פותח בצורה דרסטית הסיכון להפצת גורם המחלה ע"י בני אדם. צילום: יובל לוי.

* **טיפול במקדי נגיעות:** במהלך השנים פיתחו השירותים להגנת הצומח בקווינסלנד פרוטוקול לטיפול במקדים בהם התגלו צמחים נגועים ב-TR4. תמצית הפרוטוקול:

1. גידור שטח ברדיוס של כ-10 מטרים מסביב לצמחים הנגועים. הכניסה לשטח זה מותרת רק למעורבים בטיפול בשטח הנגוע;
2. הזרקת כל הצמחים בשטח הנגוע בראונדאפ (Glyphosate) וקונפידור (Imidacloprid), לקטילת הצמחים ואורגניזמים שעלולים לשמש וקטור להפצת הפטריה, למשל החיפושית Weevil borer, לצורך האטת קצב ההתרבות;
3. לאחר השמדת הצמחים הם מועברים לחיטוי סולארי בשקי פלסטיק עבים, למניעת הפצה של נבגים ברוח;
4. אוריאה (1 ק"ג/מ"ר) מוטמעת בקרקע, להפחתת האינזוקולום של גורם המחלה, TR4.

* **פיקוח:** גילוי מהיר של שטחים מאולחים בגורם המחלה הינו קריטי להתמודדות יעילה מולה, ולשם כך הוקמה יחידת פיקוח המונה 14 פקחים, שתפקידה לסרוק תקופתית את מטעי הבננות בצפון קווינסלנד ולאתר שטחים נגועים. נקבעו סדרי עדיפויות לסריקה של החוות השונות, על סמך המרחק הפיזי וקשרי הגומלין עם החווה הנגועה. אם וכאשר מתגלים צמחים חשודים מועברות דגימות מהצמח לאבחון מעבדה. עד כה נסרקו כ-75% (כ-100,000 ד') מסך שטחי הבננות בצפון קווינסלנד, ועד סוף 2017 צפויות להיסרק החלקות כולן. עד כה לא נמצאו צמחים נגועים ב-TR4, מלבד בחוות Robson.

* **זנים:** כאמור, לאחר התפשטות מחלת פנמה בשטחים נרחבים בטרטוריה הצפונית, תעשיית הבננות באזור זה למעשה נמחקה, להוציא כמה חוות בודדות. בחוות Matt Finney, בה הקרקע מאולחת ברמות גבוהות של TR4, מגדלים את זן המכלוא 'Gold finger' ('FHIA-01'), זן גבוה בעל אשכולות גדולים שפותח במכון המחקר FHIA שבהונדורס. קיים קושי להחזירו לשוק האוסטרלי עקב טעמו, השונה במקצת מטעמם של הפירות ממשפחת ה'קוונדיש' להם מורגל החך המערבי. למרות רמת האילוח הגבוהה בשטח מראים צמחי הזן 'Gold finger' עמידות יפה, לא נצפו צמחים סימפטומטיים, היבולים גבוהים והפרי בהחלט ערב לחכנו.

בהיעדר פתרונות מספקים למחלה - זנים עמידים או אמצעים לדיכוי גורם המחלה בקרקע, מתקיימת בשנים האחרונות באוסטרליה פעילות מחקר רחבת היקף בנושא. המחקר מתרכז בשלושה תחומים עיקריים:

בחניה ופיתוח של זנים עמידים לגזע *TR4*, אבחון מהיר של גורם המחלה בצמח, במים ובקרקע וכן פיתוח תכשירי חיטוי ותנאים מדכאים לגורם המחלה.

* **פיתוח זנים עמידים:** הפעילות המחקרית מתחלקת בין אינטרודוקציה ובחניה של עמידות ל-*TR4* וביצועים חקלאיים בתנאים המקומיים של זנים מיובאים, וכן פיתוח זנים עמידים.

* **בחניה של זנים מיובאים:** עד כה טרם דווח על זנים המשלבים עמידות מלאה ל-*TR4*, ביצועים חקלאיים טובים ואיכות פרי מספקת. במסגרת תוכנית המחקר האוסטרלית יובאו זנים שפותחו בעולם ודווחו כעמידים למחלה. בחוות מחקר בטריטוריה הצפונית, בה רמת האילוח גבוהה ואחידה, מתקיים זו השנה הראשונה מבחן זנים, במסגרתו נבחנו 27 זנים לעמידות לגורם המחלה, ביצועים חקלאיים ואיכות פרי בתנאים המקומיים. בין הזנים הנבחים:

- קלונים עמידים חלקית שפותחו בטייוואן, מסדרת GCTCV (Giant Cavendish Tissue-Culture Variant). לחלק מקלונים אלה, מלבד העובדה שהם אינם בעלי עמידות מלאה, חסרונות נוספים: גובה רב, איכות פרי לא מספקת ורגישות לעקות סביבתיות וביטיות. למרות זאת אחד הקלונים, GCTCV-218, הוא כיום הזן היחיד המגודל בהצלחה בהיקף נרחב בשטחים מאולחים ב-*TR4* בפיליפינים ובמדינות נוספות, ואף מיוצא לשוק היפני, המהווה סמן ימני לאיכות פרי בזכות הסטנדרטים הגבוהים שהוא מציב;

- זני מכלוא שפותחו במכון המחקר FHIA בהונדורס. לחלק מזנים אלה עמידות גבוהה ל-*TR4*, אולם למרביתם חסרונות בולטים: גובה רב, איכות פרי לא מספקת וטעם שונה מזה של זני 'קונדיש' אליהם הורגל החך המערבי. המבחן נמצא כעת בשנתו הראשונה, וטרם ניתן לזהות קלונים עמידים.

* **הנדסה גנטית והשראת מוטציות:** מכיוון שרובם המוחלט של זני התרבות בבננה הינם עקרים, והשבחה קלאסית באמצעות הכלאות הינה יקרה, איטית, מסובכת ועד כה לא הניבה תוצרים שהתקבלו מסחרית במערב, נעשה באוסטרליה שימוש בשתי גישות אלטרנטיביות לפיתוח זנים עמידים: הנדסה גנטית והשראת מוטציות.

קבוצת המחקר של פרופ' James Dale מאוניברסיטת קווינסלנד היא המובילה את תחום ההנדסה הגנטית. באמצעות השוואת הרצף הגנומי של קווים עמידים ורגישים ל-*TR4* של מין הבר *Musa acuminata subsp. malaccensis*, אותרו גנים מקני עמידות (R-genes) המעורבים בתגובה לחדירת פתוגן לתאי הצמח. R-genes שונים בוטאו ביתר, בשיטות של הנדסה גנטית, בזנים מסחריים שונים כמון 'וויליאמס', 'ליידי פינגר', 'גרנד נייך' וגרו מישל', הרגישים ל-*TR4*. מבחן שדה בטריטוריה הצפונית, לאפיון רמת העמידות והביצועים החקלאיים של קווים אלה, החל בשטח מאולח ב-2012, נקטע ב-2016 עקב מחלת ה-*Freckle* שפגעה בצמחים בחלקה, וצפוי להתחדש במהלך 2017. לדברי פרופ' Dale, חלק מהקווים המהונדסים גנטית הראו פוטנציאל גבוה. ראוי לציין שטרם התקבל דיווח רשמי על תוצאות מבחן השדה של הקווים הנ"ל, ושמבחניה רגולטורית באוסטרליה, בדומה לישראל, חל איסור לגדל צמחים מהונדסים גנטית שלא למטרות מחקר.

בקבוצתה של ד"ר Sharon Hamill, אף היא מאוניברסיטת קווינסלנד, החל לאחרונה פרויקט השראת מוטציות באמצעות קרינת גמא, במטרה לקבל מוטנטים עמידים ל-*TR4* בעלי תכונות חקלאיות טובות. הצמחים שעברו את טיפול המוטגנזה ייסרקו לעמידות בחלקה מאולחת, המוטנטים השורדים ירובו ויעברו סריקה נוספת לאפיון רמת העמידות למחלה ואיכות הביצועים החקלאיים. הזנים בהם נעשה שימוש בפרויקט, FHIA-01, GCTCV-119, GCTCV-105 והזן 'נתן גמדי' (מוטנט נמוך של הקלון 'נתן', שהתגלה בקיבוץ אפיקים), הם בעלי עמידות מוכחת ל-*TR4* אך יש צורך לשפר את ביצועיהם החקלאיים ואת איכות הפרי שלהם.

* **אבחון:** ליכולת לזהות בצורה אמינה את *TR4* ברקמה צמחית, במים ובקרקע (שני האחרונים הם המדיומים בהם מועבר גורם המחלה) חשיבות רבה במסגרת פיתוח המדיניות להתנהלות מולה. ב-2010 פורסם פרוטוקול לזיהוי מולקולרי איכותי בלבד (הגברה באמצעות PCR של מקטע בגן IGS) של גזע *TR4* מרקמה נגועה (11), אולם קיימים דיווחים על מגבלות ביכולת הזיהוי הספציפי של גזעי פוזרונים השונים באמצעות פרוטוקול זה. צוות מחקר, בראשותה של ד"ר Juliane Henderson מאוניברסיטת קווינסלנד, איתר משפחת גנים המבוטאים על ידי הפטריה בעצה, ששימשו לפיתוח פרוטוקול לאבחון ספציפי של *TR4*. בנוסף מתבצע מחקר שמטרתו פיתוח פרוטוקולים לזיהוי כמותי של *TR4* בדגימות קרקע. לצורך זיהוי הפטריה במים מפותח פרוטוקול המבוסס על סינון, המסה והשקעה. טווח הנפחים בדגימה הוא 20-3,000 ליטר.

כיוון נוסף שנחקר הוא אבחון מוקדם ומהיר של צמחים נגועים בחלקה באמצעות אינדיקטורים שונים, ביניהם כימות רמת הפעילות הפוטוסינתטית, קביעת רמות פרולין (חומצת אמינו המשמשת אינדיקטור לעקה) וכן שימוש בכלי טיס לצורך אבחון-על מהיר באמצעות חישה תרמית של טמפרטורת העלה בצמחים נגועים בחלקה.

נושא נוסף שנבחן הוא זיהוי פונדקאים ל-*TR4* במטעי הבננה: מיני צמחים שונים שגדלים במטע, שהפטריה יכולה לחדור ולהתרבות בתוכם ובכך הם מסייעים לתחזוקה וריבוי של גורם המחלה בשטח, גם בהיעדר צמחי הבננה.

* **חיטוי ודיכוי המחלה:** נבחנים היבטים שונים בפעולתם של חומרי חיטוי מבוססי החומר הפעיל Didecylidimethyl ammonium chloride: Path-x, Taypen, Sporekill. נמצא שחומרי החיטוי השונים שנבחנו אינם גורמים להחלדת מתכות, כך שהשימוש בהם בבורות הטבילה אינו מזיק לכלי הרכב, הם שומרים על יציבות גבוהה וגם 16 שבועות לאחר חשיפה לתנאי שדה ריכוז החומר הפעיל בהם נשאר קבוע (1%). במחקר נוכחי נבחנת יעילות חומרי החיטוי בנוכחות ריכוזים שונים של נגיעות בקרקע. למחקר זה חשיבות רבה מכיוון שרמת נגיעות גבוהה בקרקע עלולה לפגוע ביעילותם של חומרי החיטוי.

בחוות מחקר בטריטוריה הצפונית מתקיים ניסוי שמטרתו בחינת יכולתם של גידולי מחזור שונים להפחית את ריכוז גורם המחלה: בקרקע מאולחת בריכוז גבוה של *TR4* נשתלו גידולים כמו סורגוס, קטניות, כרשה סינית ודגנים. אלה גידולים אלה יעקרו לאחר 150 ימי גידול ובמקומם ישתלו צמחי בננה מהזן 'וויליאמס'. במסגרת הניסוי מתבצעת הערכה של ריכוזי ה-*TR4* בקרקע, ונבדק שיעור הצמחים הסימפטומטיים, במטרה לאתר גידולים המדכאים את המחלה. נבחנת אוריאה, המוטמעת בקרקע במינון של 1 ק"ג/מ"ר, להפחתת גורם המחלה. נמצא קשר לינארי בין רמות אמוניום (NH_4) וריכוז *TR4*: בנוכחות 1,000 ח"מ של NH_4 נרשם דיכוי מוחלט של גורם המחלה. כן נבחנים גורמים ביולוגיים מדכאי *TR4*, בודדו כ-200 מיני חיידקים אנדופיטיים (החיים בתוך צמח הבננה) בעלי יכולת דיכוי של *TR4* בתנאי מעבדה (*in-vitro*) ותיבחן יכולתם לדכא את הפטריה גם בקרקע בתנאי שדה.

סיכום

הסיטואציה בישראל ובצפון-קווינסלנד שבאוסטרליה בנוגע למחלת פנמה, דומה: גורם המחלה אותר במספר מצומצם של חלקות (שלוש בישראל, חלקה אחת באוסטרליה). ברמת השטח ננקטו פעולות הסגר מהירות על מנת למנוע את התפשטות המחלה לחלקות נוספות. עם זאת, קיים חשש כבד שבמהלך פרק הזמן שחלף בין אילוח הקרקע בפטריה, ואיתור הצמחים הסימפטומטיים (פרק זמן שיכול לארוך שנים), המחלה התפשטה לחלקות נוספות, כך שיתכן שהיקף התפשטות המחלה בארצות אלו גדול בהרבה מזה הידוע לנו כרגע. צעדי מניעה פשוטים וזולים, למשל שימוש במגפיים ייעודיים לשטח החווה וחיטויים במעבר מאזור לאזור בחווה, מצמצם למינימום את הסיכון להעברת גורם המחלה באמצעות בני אדם. ברמת המחקר, הדעה הרווחת היא שהכיוון היחיד שייתן פתרון מלא לבעיה הוא פיתוח זנים המשלבים עמידות מלאה לפטריה עם ביצועים חקלאיים ואיכות פרי טובים. פיתוח זנים כאלה יאריך שנים. במהלך תקופה זו יש צורך בפיתוח והטמעה בשטח של פתרונות ביניים: מניעה של התפשטות המחלה לחלקות נקיות, חיטוי ודיכוי גורם המחלה בקרקע וזיהוי מהיר של הפטריה ברקמת הצמח, במים ובקרקע.

תודות

תודה לשולחן הבננות במועצת הצמחים ולשה"מ במשרד החקלאות, על מימון הסיוע.

רשימת מקורות

1. ישראלי י. (2010): מחלת הפוזריום (*Fusarium*) מאיימת על הבננות בעולם. עלון הנוטע 64: 19-24.
2. Ghag S.B., Shekhawat U.K., Ganapathi T.R. (2015): *Fusarium wilt of banana: biology, epidemiology and management*. International Journal of Pest Management 61: 250-263.
3. Buddenhagen I.W. (2007): Understanding strain diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense and history of introduction of 'tropical race 4' to better manage banana production. Acta Horticulturae 828: 193-204.
4. Ploetz R.C. (2015): *Fusarium wilt of banana*. Phytopathology 105: 1512-1521.
5. Su H.J., Chuang T.Y., Kong W.S. (1977): Physiological race of *Fusarial wilt* fungus attacking Cavendish banana of Taiwan. Taiwan Banana Res. Inst. Special Pub 2: 1-21.
6. Butler D. (2013): Fungus threatens top banana. Nature 504: 195-196.

7. Ploetz R.C., Freeman S., Konkol J., Al-Abed A., Naser Z., Shalan K., Barakat R., Israeli Y. (2015): *Tropical race 4* of Panama disease in the Middle East. *Phytoparasitica* 43: 283-293.
8. Ordonez N., Garcia F., Laghari H., Akkary M., Harfouche E., Al Awar., Kema G. (2015): First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense *tropical race 4* causing Panama disease in Cavendish bananas in Pakistan and Lebanon. *Plant Disease* 100: 209.
9. Shivas R.G., Wood P.M., Darcey M.W., Peg K.G. (1995): First record of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense on Cavendish bananas in Western Australia. *Australasian Plant Pathology* 24: 38-43.
10. Meldrum R.A., Daly A.M., Tran-Nguyen L.T.T., Aitken E.A.B. (2013): The effect of surface sterilants on spore germination of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense *tropical race 4*. *Crop Protection* 54: 194-198.
11. Dita M.A., Waalwijkb C., Buddenhagen I.W., Souza M.T., Kema G.H.J. (2010): molecular diagnostic for *tropical race 4* of the banana *fusarium wilt* pathogen. *Plant Pathology* 59: 348-357.