

הקטנת תשומות מים ודשן באמצעות בניית דייק (חייץ) ביו-הידראולי

ככלי התמודדות עם שינוי האקלים - דוח לשנת 2013/14

יורם קפולניק¹, חננית קולטאי¹, גיא לוי¹, שבתאי כהן², יורם צביאל², רבקה אופננבך², דורית חשמונאי², אבי אושרוביץ²
¹ מנהל המחקר החקלאי, ² מו"פ ערבה תיכונה וצפונית-תמר

כתובת המחבר: kapulnik@agri.gov.il

תקציר

במטרה לפתח טכנולוגיה וממשק שיאפשרו הגדלת נצילות המים בגידול לפל בערבה נעשה שימוש בפולימרים וגורמים ביולוגיים ליצירת חתך בית שורשים פעיל, ב"דייק" (חייץ) ביו-הידראולי ששיפר את הזנת הצמחים והעלה את נצילות המים בניסויים מבוקרים מקדימים. מערך הניסויים בתחנת יאיר בערבה כלל ניסוי אחד שבו יושם הפולימר WS לפני שנתיים (עונה שניה) וניסוי שבו יושם הפולימר Aquasorb3005KL בשלב ההכנה לעונה הנוכחית (2013/14), כאשר בשניהם שולב קומפוסט לקרקע. בתנאי ההשקיה גירעונית (70% ממנת המים המומלצת על בסיס התאדות מגיגית) לתוספת הפולימר WS הייתה השפעה מיטבית על מספר פירות למטר מרובע (עליה של 16.1%), באופן שמשווה את מספר הפירות לזה שמתקבל ברמת ההשקיה המלאה. תרומה זו שקולה כנגד 30% מכמות המים המיושמת. בנוסף, בחלקות בהן יושם הפולימר נמצאה בהשקיה גירעונית עליה במשקל היבול הכללי של ב-15.6% ועליה במשקל הפירות המתאימים ליצוא ב-17%. התרומה של הפולימר Aquasorb3005KL כטיפול נוסף שיושם במקביל לישום WS (לפני שנתיים) הייתה גם היא ניכרת אך התוצאות לא נבדלו סטטיסטית. בניסוי שני שהייתה לו זו העונה הראשונה (2013/14) לאחר יישום הפולימר – לא נמצא כל הבדל בין רמות ההשקיה המיושמות ועל כן תוצאותיו אינן רלוונטיות לעבודה זו. תוצאות אלו מציעות כי תוספת של פולימר מקבוצת WS לקרקע משפרת באופן ניכר את יבול הפלפ בתנאי השקיה גירעונית והשפעת פולימר זה אפקטיבית לפחות בשתי שנים עוקבות.

מבוא ותיאור הבעיה

תהליכי שינוי האקלים וההתחממות הגלובליים חוזים עלייה משמעותית של טמפרטורות היום והלילה באופן שיסכנו גידולים חקלאיים ברמות שונות; החל מירידה בהתפתחות וניבה ראויים ועד מחסור במים שייאבדו בתהליכי התאדות מוגברים. זאת ועוד, חלק מכמויות המים המיושמות בגידולים שונים כוללות גם כמויות המיועדות להדחת המלחים אל מתחת לעומק בית השורשים הפעיל. הפחתת מנות ההשקיה גורמת לעליה הדרגתית של מליחות בקרקע, להקטנת נפח הקרקע הנשטף ובהכרח לצמצום בית בשורשים.

המחקר הנוכחי עושה שימוש בגורמים ביולוגיים ופולימרים טבעיים שישולבו במצע זר ליצירת חתך בית שורשים פעיל, "דייק" (חייץ) ביו-הידראולי, שישפר את הזנת הצמחים ויעלה את נצילות המים. תוצאות ניסויי המעבדה הראו (קפולניק וחובי, 2013) כי תוספת פולימר סופח מים למצע מאפשרת הגדלה של תכולת הרטיבות וכמות המים הזמינים, תוך שמירה על מוליכות הידראולית רוויה גבוהה המאפשרת שטיפה וניקוז מהיר של המצע. כמו כן, בנוכחות הפולימר נשמרה מוליכות הידראולית לא רוויה הגבוהה בשני סדרי גודל מזו של טיפול הביקורת. בעבודה קודמת נמצא (קפולניק וחובי, 2013) כי תוספת של פולימרים ספחי מים ו/או תוספים ביולוגיים הייתה השפעה ניכרת בכל רמות ההשקיה על התפתחות צמחי תירס במצעי הגידול שנבחנו. בשימוש בחול כמצע גידול, בתנאי השקיה בחסר (70% או 40% מהשקיה מרבית), תוספת פולימר עם וללא תוסף ביולוגי תרמה לצבירת חומר יבש גבוהה יותר בהשוואה לטיפול ללא פולימר. בסמוך למועד הקציר נמצא הן בחול והן בטוף, כמצעי גידול, כי לטיפול הפולימר עדיפות במדדים הפיסיולוגיים של הצמח כגון: יעילות פוטוסינתזה ו-Photoinhibition, דבר המעיד על כך שהצמחים המטופלים היו במצב פיסיולוגי טוב יותר בהשוואה להיקש. בעונת 2013/13 נערך ניסוי ראשוני בתחנת יאיר וממנו הוסק (קפולניק וחובי, 2013) כי לנוכחות הפולימר השפעה בטיפול

ההשקיה הגירעונית באופן שמשווה את פוטנציאל היבול לזה המתקבל בצמחים שלא נחשפו להשקיה גירעונית. ממצאים אלו עודדו לבחינה נוספת של השפעת הפולימר, בעונה שניה לאחר היישום, ובדיקת תרומתו להתפתחות ויבול הצמח בתאי השקיה גרעונית.

שיטות וחומרים

ניסוי 1:

בעונת 2012/13 הוצבה תשתית ניסוי על ידי חפירת תעלה (ידנית). ממדי התעלה היו 40 ס"מ עומק ו- 40 ס"מ רוחב. התעלה לא הכילה בתחתיתה כל תווך ומולאה בחול קוורץ שעורבב בצורה מכאנית (על ידי משתלת גן וירק) והובאה לשטח הניסוי לשם מילוי התעלות. בתהליך הערבוב הוכנסו טיפולי הפולימר בריכוז סופי של 0.5% תוך שימוש בפולימר WS. כל טיפולי הניסוי הכילו 2% קומפוסט (נפחי) וטיפול אחד בחן פולימר חלופי (תוצרת AQUASORBE). בניסוי בוצעו 6 טיפולים הכוללים 2 מנות מים (70%-100% מהמנה המומלצת), טיפול מיקוריזה (שיושמה בשלב המשתלה) וטיפול פולימרים (רגיל וחלופי). כל אחד מהטיפולים נערך בחמש חזרות, סה"כ 30 חלקות.

כהכנה לעונת 2013/14 ולאחר שהוחלט כי טיפול המיקוריזה אינו תורם ליבול הסופי במערך הניסוי, טופלה כל החלקה באדיגן כטיפול להשמדת מזיקי קרקע (ויחידות ריבוי של מיקוריזה בקרקע). לאחר אוורור הקרקע נבדק קיבול המים בקרקע בניסויי מעבדה בבית דגן והשוותה לקיבול המתקבל ללא יישום אדיגן – לא נמצאו הבדלים. מאחר ובשנת הניסויים הראשונה לא נמצאו הבדלים בולטים בין שני הפולימרים שנבחנו – הוחלט להמשיך ולבחון את הפולימר AQUASORB שנמצא בניסויי המעבדה כיעיל יותר מפולימר WS (קפולניק וחוב', 2013). בחלקה נשתלו צמחי פלפל מזן 3703. הניסוי נערך במתכונת זהה למפורט למעלה, ונבדקו שתי רמות השקיה, השקיה מלאה והשקיה גרעונית של 70% מהמומלץ על פי מבחן התאיידות מניגית. לאורך העונה נבדקו מדדי יבול ואיכותו בכל אחד מהקטיפים שבוצעו על פי רמת ההבשלה של הפרי בכל טיפול וטיפול.

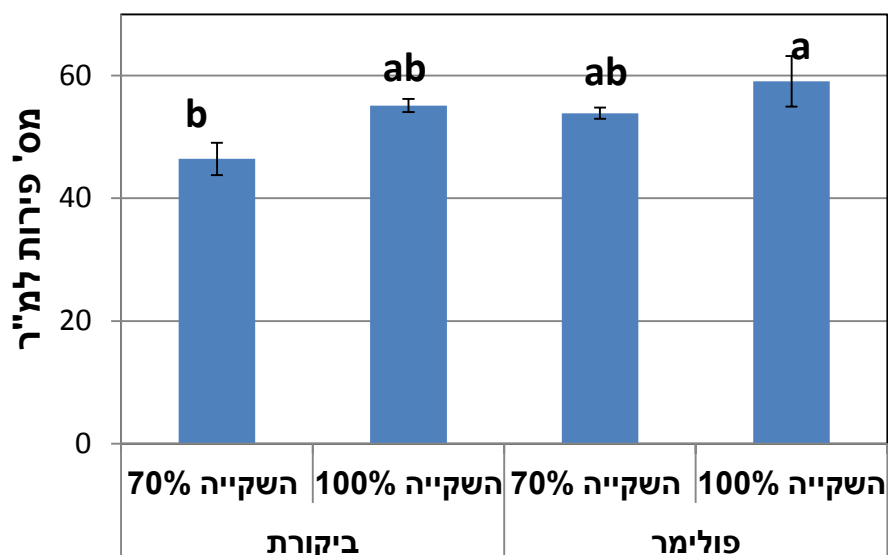
ניסוי 2:

בעונת 2013/14 הוצבה תשתית חדשה לניסוי נוסף. תשתית הניסוי הוצבה על ידי תיחוח של פולימר AQUASORB לתוך השכבה העליונה של הקרקע (עומק כ-30 ס"מ ורוחב של 40 ס"מ) בריכוז של 0.5%. במטרה לקדם את הנושא לפרקטיקה חקלאית - אופן ההחדרה של הפולימר והקומפוסט היו שונים בהשוואה לניסוי המקדים מעונת 2012/13. כל טיפולי הניסוי הכילו 2% קומפוסט (נפחי לשכבת קרקע בעומק של 30 ס"מ) שהוצנע גם הוא בתיחוח במהלך נפרד ולפני הכנסת הפולימר לשטח. בניסוי בוצעו 4 טיפולים הכוללים 2 מנות מים (70%-100% מהמנה המומלצת), כל אחד מהטיפולים נערך בארבע חזרות, סה"כ 16 חלקות.

תוצאות

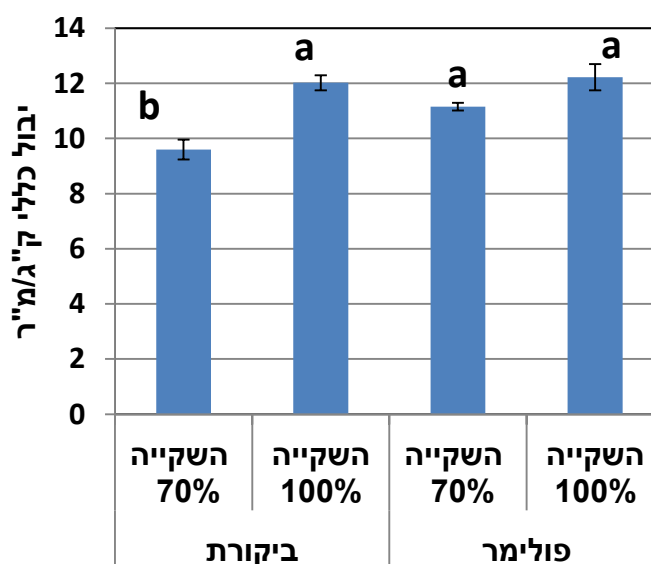
ניסוי 1:

במטרה לאמוד תרומה שאריתית וארוכת זמן (עונה שנייה) של הפולימר WS על התפתחות וניבת צמחי פלפל מהזן 7303 נשתלו הצמחים על "עקבות" החלקות שנוצרו בעונה הקודמת (2012/13) באופן מדויק. נמצא כי יבול מרבי בניסוי זה התקבל הצמחים שנחשפו לפולימר ולרמת ההשקיה המלאה (איור 1). מתוצאות הניסוי ניתן להסיק כי קיימים הבדלים בולטים במספר הפירות המתפתחים על גבי צמחים שנחשפו לרמת השקיה גרעונית בהשוואה לטיפול שקיבל השקיה מלאה. בנוסף, נראה כי בתום העונה וברמת השקיה גירעונית תרומת הפולימר התבטאה בעליה של 16.1% במספר הפירות הנמוך ממספרם בחלקות שקיבלו את הפולימר ושנחשפו לרמת ההשקיה האופטימאלית.

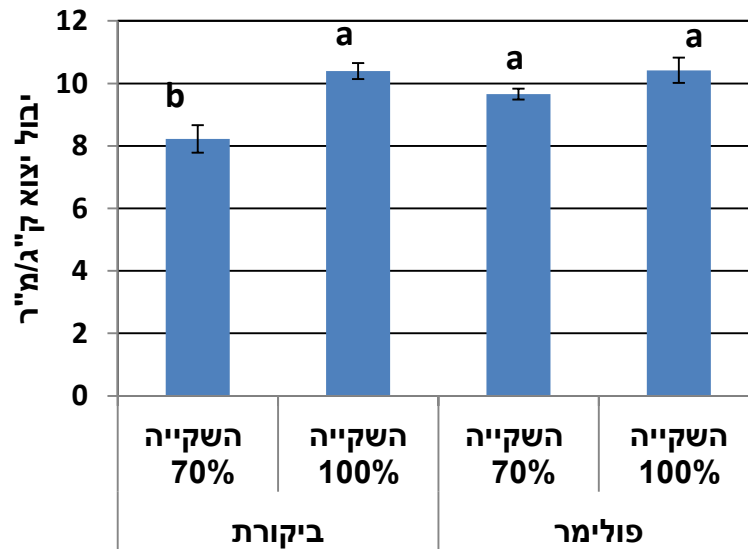


איור 1: השפעת טיפולי פולימר (גל, WS) ומים על מספר פירות למ"ר

השקיה גרעונית גרמה לפחיתה ניכרת ומובהקת סטטיסטית ביבול הכללי המצטבר לעונה ליחידת שטח בהשוואה להשקיה מלאה (איור 2). כמו כן, נוכחות הפולימר בתנאי השקיה גרעונית תרמה באופן בולט ליבול הצמחים בהשוואה ליבול שמתקבל ללא פולימר. טיפול זה בהשקיה הגרעונית הביא לתוספת של יבול לפלפ לעליה של 15.6% בהשוואה לטיפול שלא קיבל את הפולימר. עוד ניתן לראות, כי היבול שהתקבל ברמת ההשקיה הגרעונית ובנוכחות פולימר דומה ברמתו לזה שהתקבל בחלקות שהושקו ברמת ההשקיה המלאה וללא תוספת פולימר. עובדה זו מעידה כי נוכחות הפולימר בקרקע הביאה לחיסכון של 30% בכמות המים הנדרשת לאורך כל העונה באופן המובהק סטטיסטית. ראוי לציין כי נוכחות הפולימר ברמת ההשקיה המלאה גם גרמה לעליה ביבול ליחידת שטח בהשוואה ליבול המתקבל בטיפול שלא נחשף כלל לפולימר – אך תוספת מעודדת זו אינה מובהקת סטטיסטית.

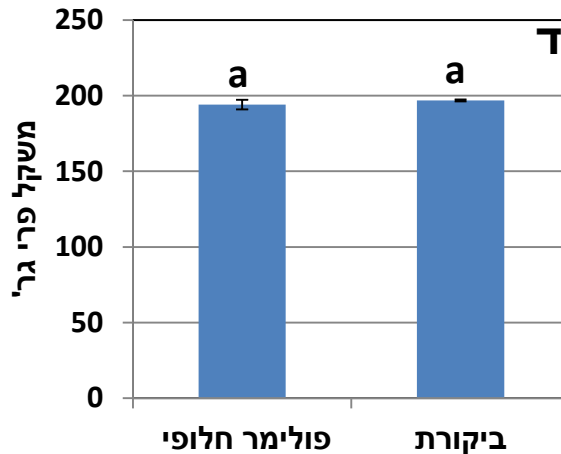
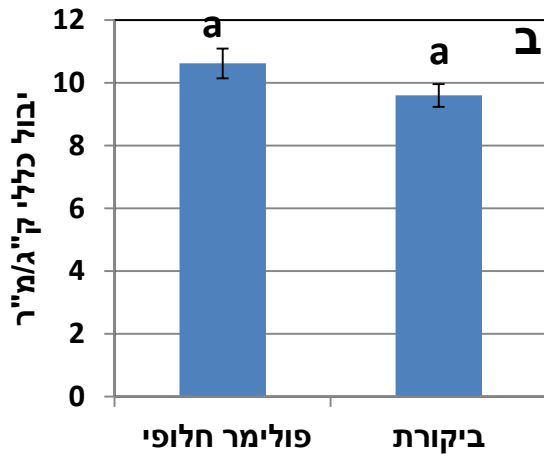
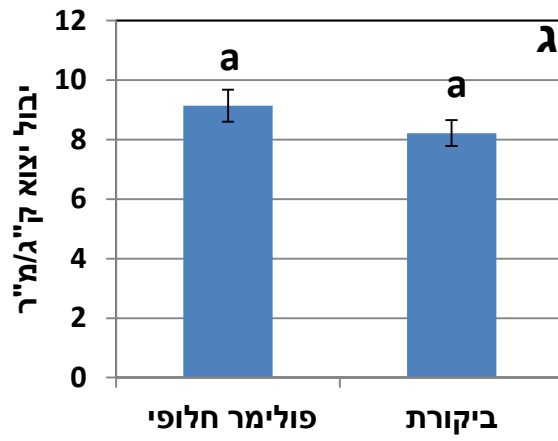
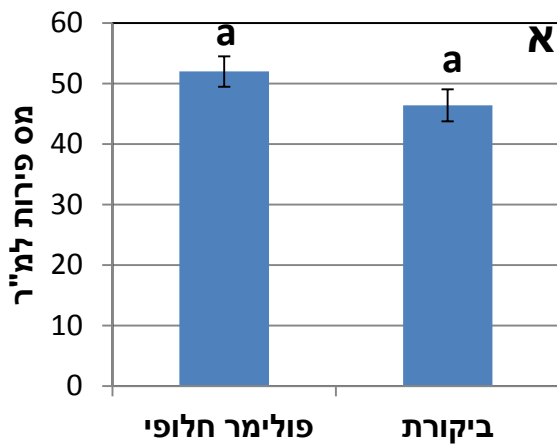


איור 2: השפעת טיפולי פולימר (גל, WS) ומים על יבול פלפל כללי (ק"ג למ"ר)



איור 3 : השפעת טיפולי פולימר (גל, WS) ורמת המים על יבול הפירות הראויים ליצוא (ק"ג למ"ר)

מבחינת רמת היבול הראוי ליצוא (איור 3) ניתן לראות כי בהשקיה גרעונית גרמה לפחיתה ניכרת ביבול הראוי ליצוא המתקבל ליחידת שטח בהשוואה להשקיה מלאה. כמו כן, ניתן לראות כי נוכחות הפולימר בתנאי השקיה גירעונית תרמה באופן בולט ליבול הראוי ליצוא בהשוואה ליבול שמתקבל ללא פולימר (תוספת של 17%). עוד ניתן להסיק, כי היבול שהתקבל ברמת ההשקיה הגרעונית ובנוכחות פולימר דומה ברמתו לזה שהתקבל בחלקות שהושקו ברמת ההשקיה המלאה וללא תוספת פולימר. עובדה זו מעידה שוב כי נוכחות הפולימר בקרקע הביאה לחיסכון של 30% בכמות המים הנדרשת לאורך כל העונה.



איור 4: השפעת טיפולי הפולימר החלופי (Aquasorb3005KL) על מדדי היבול. הטיפולים נחשפו לרמת מים גרעונית שהיא 70% מהרמה המומלצת

חלקות שנחשפו לרמת השקיה גרעונית, ולפולימר החלופי (Aquasorb3005KL) נותחו סטטיסטית בניתוח ניפרד. למרות שמדדי היבול בפולימר החלופי נפלו אך במעט בהשוואה לצמחים שנחשפו לפולימר WS לא נמצאו הבדלים במובהקים בין טיפול ההיקש (ביקורת) לטיפול הפולימר החלופי (איור 4).

ניסוי 2:

הניסוי נערך כמפורט בסעיף שיטות וחומרים ומדדי היבול שנבדקו לאורך העונה ובסופה לא נמצאה תרומה בולטת לנוכחות הפולימר בקרקע. זאת ועוד, ראוי לציין כי צמחים שנחשפו לרמת ההשקיה הגרעונית הניבו יבולים דומות לאלו שנחשפו לרמת ההשקיה המלאה. לנוכחות והיעדר הפולימר Aquasorb3005KL לא הייתה כל השפעה. משמעות תוצאות אלו היא כי בתנאי הניסוי לא הצלחנו "ליצר" השקיה גרעונית והצמחים לא סבלו מהעדר מים למרות ההשקיה הגרעונית. במצב זה ברור לכן כי נוכחות הפולימר שנועד לחסוך במים לא ניתן לבחינה.

טבלה 1 : תוצאות יבול פלפל בחלקות שקיבלו השקיה גרעונית (70% מכמות המים המומלצת) בעונת 2013/14

סוג הפולימר	שנת היישום	עליה במספר הפירות (%)	עליה ביבול כללי (%)	עליה ביבול ליצוא (%)
WS	2012	16.0	15.6	17.0
Aquasorb3005KL	2013	0	0	0

טבלה מספר 1 מסכמת את עונת הניסויים הנוכחית ומבטאת את התמורות שנצפו בשתי חלקות ניסוי העומדות זו לצד זו באותה חממה בתחנת יאיר. הפולימר WS יושם לפני העונה הקודמת, גודלו בו צמחים והעונה הנוכחית הינה השנייה - ניתן לראות כי תרומתו ניכרת לרכיבי היבול העיקריים.

דיון מסקנות

בעבודה הקודמת הדגמנו כי הפולימרים בהם עשינו שימוש בעונת ניסויים ראשונה מגדילים משמעותית את תכולת הרטיבות של המצע בכל מתח נתון בהשוואה למצע ללא תוספת פולימר (ביקורת). זאת ועוד, גם בגמר הניקוז שומרים הפולימרים על תכולת מים גבוהה מאוד (0.6 גר'/גר'). הסקנו מעבודה קודמת שתוספת הפולימר למצע מאפשרת הגדלת תכולת הרטיבות וכמות המים הזמינים תוך שמירה על מוליכות הידראולית גבוהה.

מניסוי עונת הניסויים הנוכחית בתחנת יאיר עולה כי לטיפול המים השפעה מרכזית על התפתחות וניבה של צמחי פלפל. עובדה שאינה חדשה אבל בעלת משמעות ליכולת לבדוק טכנולוגיה חדשה האמורה לחסוך במים. בניסויים שבהם חלה ירידה מובהקת בהתפתחות הצמח ויבולו בעקבות השקיה גרעונית ניתן היה לראות תרומה לנוכחות הפולימר WS בקרקע. עובדה זו חשובה שכן הפולימר כבר נוכח בקרקע עונה שניה ולא איבד מיעילותו! לעומת זאת, בניסוי 2 לא ניכרו הבדלים בביצועי הצמחים ברמת ההשקיה הגרעונית בהשוואה לרמת ההשקיה המלאה. על כן, ברור שלא נתקבלה כל תרומה לנוכחות הפולימר Aquasorb3005KL. עם כל זאת, ראוי להעלות נושא נוסף שעשוי לעמוד בבסיס חוסר ההיענות של ניסוי מספר 2 לנוכחות הפולימר והיא העובדה כי הפולימר שנעשה בו שימוש בניסוי מספר 2 שונה במהותו מהפולימר אתו עשינו שימוש בניסוי מספר 1. עובדה זאת מקבלת משנה תוקף לנוכח העובדה כי נעשה שימוש באותו פולימר (ראה "גל חלופי") בניסוי מספר 1. מעניין לציין כי בעונת הניסויים השנייה הפולימר החלופי, Aquasorb3005KL, לא היה טוב מספיק בהשוואה לתרומת הפולימר WS שניהם בניסוי מספר 1. על כן, מומלץ לבחון שנית האם הפולימר Aquasorb3005KL שומר את תכונותיו בשנה השנייה לאחר היישום בקרקע.

לסיכום, מהתוצאות המופיעות בדו"ח זה נראה כי לפולימרים שנבדקו (WS ו Aquasorb3005KL) יש השפעה על התפתחות הצמח. עובדה שתורמת ליבול ולאיכותו, אך גם שפולימרים שונים עשויים לתרום באופן שונה להתפתחות הצמח ומשך ההשפעה. ראוי לציין כי ניסוי מספר 1 הייתה זו העונה השנייה לעובדה שיכול להשפעה על התפתחות הצמחים בהשקיה גרעונית - ועל כן העלות המושקעת ביישום פולימר זה מניבה תוצאות חיוביות בשתי עונות עוקבות לפחות. החיסכון המגולם ב-30% ממחיר המים לשתי עונות הינו גורם חשוב לשיקולי יישום עתידיים וכמובן לחיסכון במים באזור. מומלץ לשמר את תבניות הניסויים בחממה כדי שניתן יהיה לבדוק משך הזמן (מספר עונות) שתורמת הפולימר ניכרת ובמקביל להתחיל היישום במשקי מודל נבחרים.

הבעת תודה

תודתנו נתונה לצוות תחנת יאיר ולמר מיכאל בנאור מהמכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי על הטיפול המסור בניסוי ובאיסוף נתוני היבול כמו כן תודתנו נתונה לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות על מימון הפרויקט 277-0477.

ספרות מצוטטת

קפולניק י., קולטאי ח., גמליאל א., אוקון י., זילבר א., לוינגרט ע., איתיהל א., לוי ג., כהן ש., שורץ א. 2013. הקטנת תשומות מים ודשן באמצעות בניית דייק (חייץ) ביו-הידראולי ככלי התמודדות עם שינוי האקלים. דו"ח מסכם לתוכנית 277-0322-09 מוגש לקרן מדען ראשי משרד החקלאות.

פרטי הדו"ח באנגלית

Reduction in water and fertilizers consumption by introducing of bio-hydraulic layer as a mean to cope with global warming changes.

Yoram Kapulnik, Hinanit Koltai, Guy Levi - Institute of Plant Science, Volcani Center ARO,

Shabtai Cohen, Rivka Offenbach, Yoram Zvieli – Central and Northern Arava R&D

Writer address: kapulnik@agri.gov.il