

דו"ח לתוכנית מחקר 261110215 לשנת 2015

**פיתוח בזיל עמיד לעקות חום ליצוא כל השנה ולהפחתת הנגיעות במחלת
הכשותית.**

Development of a automatic sorting, weighting and bundling machine for fresh
exported chives

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

חוקר ראשי: נתיב דודאי * - מנהל המחקר החקלאי, דוא"ל:

דוד חיימוביץ - מנהל המחקר החקלאי

יגאל אלעד ודליה רב דוד – פתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מנהל המחקר
החקלאי,

דוד קניגסבוך - טיפול בתוצרת חקלאית לאחר הקטיפה,

*Nativ Dudai, ARO, Newe Ya'ar ,P.O.B 1021, Ramat Yishay 30095. E-mail:
natvdud@agri.gov.il

יוני 2016

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים ואין הם מהווים המלצות לחקלאים.

חתימת החוקר הראשי

תקציר

מבוא והצגת הבעייה: כשותית הריחן היא מחלה חדשה בארץ שגורמת לפגיעה אנושה בגידול הבזיל, עדיין אין אמצעי הדברה יעיל נגדה וגורם המחלה פיתח כבר עמידות נגד תכשיר הדברה מוביל-רידומיל. בעבודות שנערכו בבית דגן ובאוניברסיטת בר אילן נמצא שהמחלה הזו פוחתת משמעותית בטמפרטורות גבוהות, ויתכן שזו הסיבה שהיא פחות חמורה בשיא הקיץ. הבעיה היא שהבזיל עצמו רגיש לטמפרטורות גבוהות מדי, שגורמות לבעיות חמורות בגידול ובאיכות. לכן המגדלים חייבים לצנן את בתי הגידול על ידי מערכות שונות. הגישה המוצעת בתכנית הזו היא פיתוח זנים בעלי עמידות לעקת חום, שיאפשרו ניצול הטמפרטורות הגבוהות בארץ לדיכוי הכשותית, ועל ידי כך ליתרון בולט לגידול הבזיל בישראל. צורך נוסף לפיתוח בזיל עמיד לחום היא בעיית כנימת עש הטבק וזבוב המנהרות אשר מחייבים מצד אחד לסגור את החממות והמנהרות בקיץ, אך מצד שני הסגירה גורמת נזק הנגרם לבזיל מעקת החום. לפיכך, **מטרת המחקר** העיקרית היא לברור ולטפח זני בזיל עמידים לעקת טמפרטורות גבוהות א. כדי שאפשר לגדלם ללא צינון וכך לעכב את מחלת הכשותית שהיא כיום הבעיה הבוערת בענף. ב. לשיפור היבול והמופץ בקיץ, דחיית הפריחה וצמצום ההשחרות באחסון. **תוצאות עיקריות:** לאחר מחקר מקדים ללימוד השפעת עקת החום ולכילול המערכת להמשך העבודה, נערך מבחן לעמידות לחשיפה לטמפרטורות גבוהות למגוון זנים וקוים גנטיים קיימים. נמצאה שונות גנטית משמעותית בתכונה הזו ואותרו זנים עמידים ביחס לאלה הנפוצים כיום בגידול בארץ. בהמשך נערכה סלקציה לעמידות לעקת חום תוך שימוש במאגר הגנטי הגדול שהצטבר אצלנו במשך שנים של אינטרודוקציה וטיפוח בזיל ליצוא טרי. זאת על ידי חשיפת צמחים מאוכלוסיות בעלות שונות גנטית רבה לעקת חום. הצמחים שנמצאו עמידים בפועל עברו ריבוי וגטטיבי, ומהקלונים האלה יופקו זרעים, שגם לצאצאיהם נערוך סלקציה דומה על מנת לקבל קוים טהורים. בנוסף, בוצעה תצפית מוצלחת במשק מסחרי שבו שני זנים שנמצאו עמידים יחסית גודלו בחלקות מסחריות במנהרות עבירות, שבהן לא בוצעה הצללה. הצמחים לא נפגעו מחום ולא מנגיעות מכשותית בתנאים האלה.

מבוא:

3.1 בעיית המחקר: בזיל הוא הגידול העיקרי בענף צמחי התבלין ליצוא שחייב לעצם קיומו לספק תוצרת לאורך כל השנה. בעיה קרדינלית בגידול הבזיל ליצוא טרי היא נגיעות כשותית הריחן הנגרמת על ידי *Peronospora belbahrii*. כשותית הריחן היא מחלה חדשה בארץ (לראשונה הופיעה בשנת 2011) שגורמת לפגיעה חמורה בגידול הבזיל, ועדיין אין לה תשובה אגרוטכנית הולמת. קיימים מספר תכשירי הדברה יעילים אך גורם המחלה פיתח עמידות כנגד החומר החשוב ביותר (רידומיל) והשימוש בפונגיצידיים אחרים עשוי להביא לשאריות בתוצרת הקטופה. מחלת זו אינה בלעדית

בישראל, היא הולכת ומתגברת בעולם כולו מאז שנת 2003. לכן מושקע כיום בארץ ובעולם, עדיין ללא הצלחה, מחקר ומאמץ למצוא פתרון למחלה בעזרת איתור חומרי הדברה יעילים וסריקה של טיפוסים זנים עמידים.

בעבודה הקדמית שנערכה נמצא שמחלת כשותית הריחן פוחתת במידה רבה בטמפרטורות גבוהות, ויתכן שזו הסיבה שהיא פחות חמורה בשיא הקיץ (Elad et al. 2016).

תוצאות דומות התקבלו גם בעבודה שנערכה באוניברסיטת בר אילן (Cohen and Rubin 2015). מתברר, שגם אם קיימת הנבגה ונביטה בלילה, טמפרטורות גבוהות ביום מקשות מאוד את שלב האיכלוס של המחלה בעלים ואף עשויים להדביר אותה, וכמובן למנוע הנבגה. הבעיה היא שהבזיל עצמו רגיש לטמפרטורות גבוהות מדי, שגורמות לבעיות בגידול, יצירת עלים קטנים מדי ובעיות של השחרה באחסון. לכן המגדלים חייבים לצנן את בתי הגידול על ידי מערכות שונות, כגון הצללה, אוורור ו/או מזרזני צינור. יוצא איפוא, שהצינור עצמו בקיץ מעודד את הנגיעות במחלה, מה גם שמחולל המחלה מתפתח בלחות גבוהה וזקוק למים חופשיים לנביטה וחדירה לצמח. טיפוח זני הבזיל העיקריים המגודלים כיום כל השנה, שנערך על ידינו, התמקד בפתרון הבעיות בחורף, שבו התרכזו בעבר מירב הבעיות בגידול. לכן הזנים העיקריים כיום, שגם מועדפים מבחינת איכותם בשווקי היעד, עמידים יותר לטמפרטורות נמוכות, איכותיים מאוד, אך רגישים לטמפרטורות הגבוהות בקיץ הישראלי.

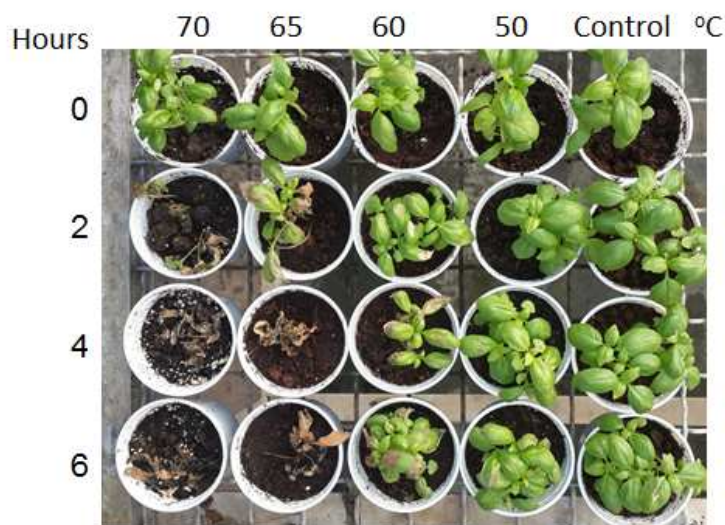
מטרות המחקר: לברור ולטפח זני בזיל עמידים לעקת טמפרטורות גבוהות כדי שאפשר יהיה לגדלם במשך כל הקיץ ללא צינור וכך לעכב את מחלת הכשותית שהיא כיום הבעיה הבערת בענף. בשנת המחקר הראשונה לערוך פיתוח וכיול של שיטת הסלקציה ולברור קוים עמידים ראשונים להמשך העבודה.

פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות לתקופת הדו"ח:

א. פיתוח וכיול שיטת בחינה של רגישות לחום:

נערך מחקר מקדים ללימוד וכיול המערכת, שבו נחשפו צמחי הזן המסחרי "פרי" (במיכלי קוטג', כ- 4 שבועות לאחר הזריעה) למשך זמנים וערכי טמפרטורה שונים במשך היום, בכל יום במשך חמישה ימים. הניסוי נערך בחודשים אפריל-מאי 2015 בחממה, והחשיפה לחום בוצעה בתא מבוקר טמפרטורה. הטמפרטורות שנבדקו היו 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 ו 70 מ"צ, למשך זמנים שונים. לאחר החשיפה הועברו הצמחים לחממה. בכל טיפול הצמחים הוכנסו לטמפרטורה הנבחנת בזמנים שונים, והוצאו ביחד.

הביקורת הייתה צמחים זהים ללא חשיפה. בחרנו לערוך את המבחן בחשיפה של שעות בודדות, מאחר שהמטרה הייתה לבצע בדיקה מהירה של זנים רבים ולאור מגבלת נפח התאים. לאחר סדרת תצפיות (התוצאות לא מוצגות), נוכחנו שלא ניתן לראות נזק נראה לעין במשך 6 השעות הראשונות רק בטמפרטורה העולה על 50 מעלות. לעומת זאת, חשיפות ארוכות (8 שעות ומעלה) גרמו נזק כבר בטמפרטורות נמוכות יותר. לפיכך, בניסויי ההמשך, בכל רמת חום נבדקו 3 זמני חשיפה במשך היום: 2, 4, 6 שעות. (סה"כ סדרת הניסויים הזו נמשכה 3 שבועות). נזק נראה לעין תוך 24 שעות, אך גבר והגיע לשיאו אחרי 96 שעות. בסדרת הניסויים נמצא שחשיפה מעל שעתיים לטמפרטורה של 65 מעלות גורמת לתמותת הצמחים (תמונה 1). לעומת זאת, חשיפה ל-60 מעלות במשך 4 או 6 שעות גרמה לנזק נראה לעין שניתן להערכה, ללא תמותת הצמח (תמונה 2). מדובר בנזק בינוני שיאפשר לערוך השוואה של זנים אחרים לפרי ולבדל בין רגישים או עמידים ביחס אליו. לאור התוצאות הללו בחרנו לחשוף את צמחי הבוחן ל-60 מ"צ במשך 5 שעות.



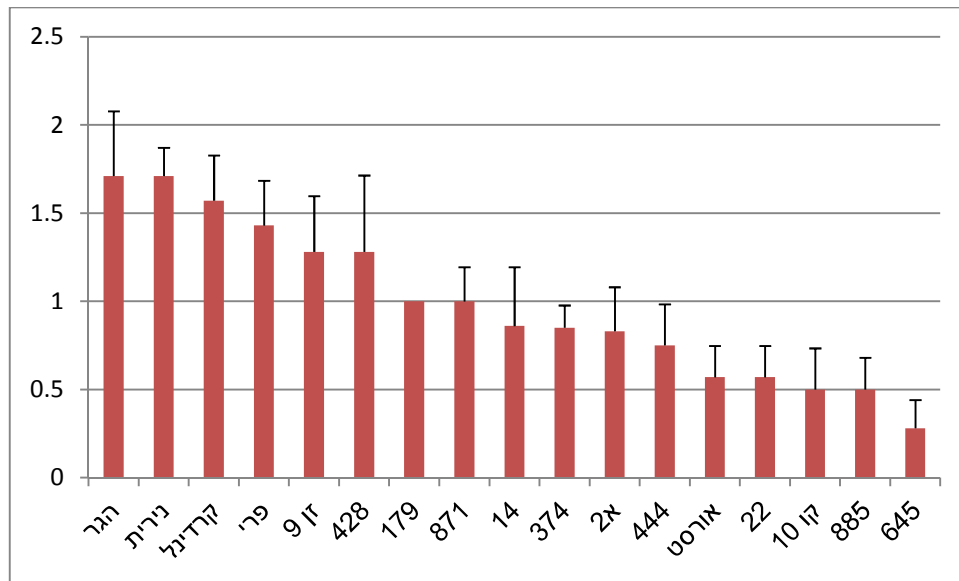
איור מס 1: השפעת חשיפה של צמחים מהזן פרי לטמפרטורות שונות לפרקי זמן שונים. הצילום נערך 96 שעות לאחר גמר החשיפה.



איור 2: הנזק בצמחי הזן פרי לאחר חשיפה ל 60 מ"צ במשך 4 שעות.

ב. יישום השיטה לבחינת זנים וקוים גנטיים קיימים.

לפיכך, במבחן הצמחים מהמאגר הגנטי לאור התוצאות הללו בחרנו לחשוף את צמחי הבוחן ל- 60 מ"צ במשך 5 שעות. לשם כך גידלנו זנים וקוים גנטיים שונים מהאוסף שברשותנו על מנת לראות אם בשיטה הזו נוכל לברור זנים בעלי רגישות שונה לטמפרטורות גבוהות. התוצאות מוצגות באיור מס 3. אכן, הקוים נבדלים באופן משמעותי מבחינת חומרת הנזק שנגרם כתוצאה מהחשיפה לחום. כצפוי, הזנים הרגילים שטופחו על ידינו לגידול בחורף ושחררו לפני כ- 16 שנים היו הרגישים ביותר. יש לציין שהזן הגר, המצטיין ביניהם בעמידותו לטמפרטורות נמוכות, היה הרגיש ביותר. לעומת זאת, זנים שבוררו לפני כמה שנים כמתאימים יותר לקיץ, נמצאו עמידים יותר לטיפול החשיפה לחום. יוצאים ממן הכלל ומפתיעים הם קו 22 והזן אוורסט שטופחו על ידינו כעמידים לטמפרטורות נמוכות בגידול ובאחסון. הם הראו עמידות יפה גם לטיפול החום. מכאן שבניגוד לזני בחורף המסחריים שכנראה הטמפרטורה האופטימלית שלהם נמוכה יותר מזני הקיץ, אלה פשוט פחות רגישים לשינויי טמפרטורה, ועמידים למנעד טמפרטורות רחב יותר. הקו המבטיל ביותר הוא 645 שכמעט לא ניזוק כלל (איור 3).



איור 3: הערכת הנזק (0 ללא נזק, 5 נזק חמור מאוד) בזנים מסחריים וקנים גנטיים שונים שטופחו בנה יער

ג. תצפית של יישום הרעיון במשק מסחרי.

בשלב הבא רצינו לבחון כבר בשנה הראשונה את שיטת היישום במשק חקלאי מסחרי. לשם כך בחרנו 2 קוים, בראשית דרכם ליישום כזנים מסחריים חדשים בשל תכונותיהם האגרונומיות האחרות, 374 ו- 871. אלה הזנים היחידים מתוך הקוים העמידים שיש לנו מהם מלאי זרעים מספיק לתצפית בקנה מידה מסחרי. במשק רפי כהן במושב רחוב גודלו 2 הזנים האלה כל אחד במנהרה עבירה. לעומת מנהרה שבה גודל הזן פרי, שבקיץ מקבלת הצללה למניעת נזקי חום, החממות האלה לא קיבלו הצללה כלל. בשל המגבלות הכלכליות במשק מסחרי לא ניתן "להקריב" ביקורת כדת וכדין, אך ניכר היה שבהשוואה לבעיות הכשותית שהיו בזן פרי במשק הזה ובמשקים שכנים, במנהרות הלא מוצללות של הזנים האלה לא הופיע המחלה לאורך כל האביב עד הסתיו. לפיכך גידול הזנים האלה באביב וקיץ במשק הזה יהפוך לנוהל קבוע. בהמשך נוסיף במנהרות הלא מוצללות תצפית של זנים עמידים נוספים להשוואה.

ד. התחלת תהליך טיפוח קוים עמידים מתוך אוכלוסיות וריאביליות באוסף הגנטי שבידינו. בנוסף למפורט לעיל, כאלף נבטים של אוכלוסיות עם וריאביליות גבוהה שנתרו לנו בתהליכי הטיפוח בעבר נחשפו גם הם לטמפרטורות הגבוהות, ובודדו מהם 50 העמידים ביותר. נערך ריבוי וגטטיבי כדי לשכפל כל אחד מהם לעשרים פרטים לפחות. הקלונים האלה נשתלו בשדה פתוח באביב ומשמשים בעת כתיבת שורות אלה לייצור זרעים בהכלאה עצמית (בזיל מגודל מסחרית רק מזרעים, ריבוי קלונאלי לא מתאים לגידול מסחרי). קציר הזרעים יערך בסתיו. הזרעים שיתקבלו ישמשו לסלקציה זהה בדור הבא. במהלך הסלקציה יבדקו בצמחים תכונות נוספות בעלות חשיבות חקלאית אשר מושפעות בד"כ לרעה בגידול בטמפרטורות גבוהות: מורפולוגיה (בעיקר גודל העלים) ומועד הפריחה. (השחרת הקודקודים באחסון תבחן בשנה ב).

דיון, מסקנות והמלצות להמשך:

אישור תכנית המחקר הנוכחית, שהייתה תלת שנתית, אושרה רק לשנה אחת. בשנה הזו הוטל עלינו להוכיח שאכן ניתן לברור זני בזיל עמידים לטמפרטורות גבוהות, ושבעזרת העמידות הזו ניתן למנוע נגיעות במחלת הכשותית. מבחינת ההוכחה שמניפולציה בטמפרטורות הגידול עשויה לסייע בהתגברות על המחלה הוכחה ופורסמה על ידי שני חוקרים בנפרד (Cohen and Rubin 2015 ; Elad et al. 2016).

מבחינת היתכנות ברירת הזנים העמידים, המטרה הושגה. המשכנו לשלב הבא, שבו א. התחלנו ליישם את השיטה בשטח עם שני זנים. ב. אנו עורכים ריבוי של קוים מבטיחים (885,444, 645)

לביחינתם בשטח מסחרי. בנוסף, נמשיך בסלקציה של 50 הקווים החדשים שבוררו במשך עוד 3 דורות.

הבזיל הוא צמח סובטרופי שסובל מטמפרטורות קיצוניות, אך בעיקר מנמוכות מדי. אנו במהלך הסלקציה התרכזנו, לאור צרכי הענף, בין היתר בסבילות לטמפרטורות נמוכות. ההצלחה בכך שפרה את יכולת הגידול ללא חימום בחורף ואת הסבילות להורדת הטמפרטורות באחסון, ו/או לתקלות של טמפרטורה נמוכה מדי. עם זאת, לפי התוצאות נראה שהסבילות של הזנים המסחריים לטמפרטורות נמוכות באה על חשבון הסבילות לאלה הגבוהות. זאת כנראה בגלל שהעמידות נבעה בעצם מירידה בטמפרטורת האופטימום של הזנים. עם התפתחות הביקוש לבזיל גם בקיץ, היה צורך להתאים זנים גם לשימוש הזה. עובדה זו וכן הופעת הכשותית והתובנה שגידול בטמפרטורה גבוהה עשוי למנוע את הנגיעות, הובילה לצורך בטיפוח זנים עמידים לטמפרטורות גבוהות. לפי התוצאות כנראה שיש 2 מנגנוני עמידות לטמפרטורות גבוהות. הראשון הוא כאמור לעיל כתוצאה משינוי הטמפרטורה האופטימלית, והשנייה היא סבילות למנעד רחב של טמפרטורות. כך גילינו זנים שידועים כעמידים לקור כעמידים גם לחום (קו 22 ואורסט). לקו 22 אין תכונות מיטביות ליצוא טרי, אך הוא שימש כמקור עמידות בהכלאות לזנים עמידים לקור. מצד שני, אורסט הוא זן חזק בעל יכול גבוה. חסרונו הוא בכך שבתנאים מסויימים העלים שלו מעוותים. לכן הוא מיועד לגידול תעשייתי וכן להכלאות בהמשך הטיפוח.

התצפית בשטח המסחרי היתה מוצלחת, אך יש להמשיך בתצפיות כאלה, רצוי בתחנות מו"פים שבהם נוכל גם להציב ביקורת שלילית, וכך לפתח אופטימיזציה ליישום השיטה. יש לציין שצורך נוסף לפיתוח בזיל עמיד לחום היא בעיית כנימת עש הטבק וזבוב המנהרות אשר מחייבים מצד אחד לסגור את החממות והמנהרות בקיץ, אך מצד שני הסגירה גורמת נזק הנגרם לבזיל מעקת החום. יש לבדוק ולפתח גם את הכיוון הזה.

רשימת ספרות:

Cohen Y, Rubin AE (2015) Daytime Solar Heating Controls Downy Mildew *Peronospora belbahrii* in Sweet Basil. PLoS ONE 10(5): e0126103

Elad, Y., Omer, C., Nisan, Z., Harari, D., Goren, H., Adler, U., Silverman, D. and Biton, S. (2016) Passive heat treatment of sweet basil crops suppresses *Peronospora belbahrii* downy mildew. Annals of applied Biology 168: 373–389. doi: 10.1111/aab.12269

פרוט מלא של הפרסומים המדעיים: אין

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
לברור זנים עמידים לחשיפה לטמפרטורות גבוהות בגידול כדי לדכא את הנגיעות בכשותית.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
פותחה שיטה מהירה לבחינת הרגישות לחשיפה לטמפרטורות גבוהות. בעזרתה נערך מבחן לזנים וקוים גנטיים קיימים שפותחו על ידינו. נמצאה שונות משמעותית בעמידות. נערכה תצפית ראשונית של יישום שני זנים במשק מסחרי. החל תהליך ארוך טווח של טיפוח זנים חדשים עם עמידות לחשיפה לטמפרטורות גבוהות.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח? המטרות הושגו. הזנים הקלאסיים שפותחו על ידינו לגידול בחורף היו רגישים יותר לטמפרטורות גבוהות ביחס לאלה שטופחו בעבר לגידול בקיץ. לעומת זאת שני זנים שטופחו כעמידים לטמפרטורות נמוכות הראו עמידות יחסית גם לטמפרטורות גבוהות. זן אחד הראה עמידות יוצאת דופן, אנו נערוך לו ריבוי ומבחנים בחלקות מסחריות. התוצאות מראות היתכנות לטיפוח זנים עמידים לטמפרטורות גבוהות, ולכן החל תהליך טיפוח ארוך טווח.
מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: יש הבדלים גנטיים מבחינת הרגישות לטמפרטורות קיצוניות. בצד ההבדלים בטמפרטורה האופטימלית, יש כנראה גם הבדלים ברגישות למנעד הטמפרטורות, כך שניתן לפתח בנוסף זנים שעמידים יחסית לקור וחום כאחד. יש להמשיך בתצפיות שדה של גידול בזיל תוך חשיפתו לטמפרטורות גבוהות יחסית בזמן הגידול, בניגוד להצללה וצינון שנעשים כיום בזנים הנפוצים, תוך בחינת הנגיעות במחלות. הרחבת התצפיות למו"פים, שם ניתן להוסיף ביקורת שלילית.
בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר? המטרות לשנה הראשונה הושגו, כעת נותר א. לגמלן ולהפיץ זנים שנמצאו עמידים, ב. לערוך טיפוח ארוך טווח לזנים עמידים בעלי תכונות אגרונומיות חשובות נוספות, ג. לערוך אופטימיזציה של יישום שיטת החשיפה לטמפרטורות גבוהות למניעת נגיעות בכשותית, ד. לבחון את הקשר בין עמידות לטמפרטורות גבוהות לבין הנטייה להשחרה באחסון הגוברת באופן משמעותי בקיץ.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: הופץ בע"פ לחקלאים בימי עיון ובביקורים במשקים.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
רק בספריות, אך מוקדם עדיין לפרסם. <
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) <
חסוי – לא לפרסם <

האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* - לא -

*יש לענות על שאלה זו רק בדוח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדוח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים