

דוח מסכם לתכנית מחקר מספר 277-0275-12

**סריקה של אוכלוסיית מוטנטים EMS של חמצה לעמידות לקוטלי עשבים, בוטריטיס ושיפור
הערך התזונתי**

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ע"י:
גלילי שמואל מדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן.
חנה בדני מדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן.
לב גולפנדבין מדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן.
יוסי הרשנהורן המחלקה לפיטופתולוגיה וחקר עשבים, מרכז מחקר נוה יער.
יבגניה דור המחלקה לפיטופתולוגיה וחקר עשבים, מרכז מחקר נוה יער.
ישי קציר חוות אזורית לניסיונות גליל מערבי, עכו.

Galili Shmuel, Agronomy and Natural Resources Department, Agricultural Research Organization,
The Volcani Center, P.O.B. 6, Bet Dagan 50250, Israel. E-mail: galilis@agri.gov.il

Hana Badani, Agronomy and Natural Resources Department, Agricultural Research Organization,
The Volcani, Center, P.O.B. 6, Bet Dagan 50250, Israel. E-mail: badaih@agri.gov.il

Golfandbain Lev, Agronomy and Natural Resources Department, Agricultural Research
Organization, The Volcani Center, P.O.B. 6, Bet Dagan 50250, Israel. Email: luba_lev@rabler.ru.

Joseph Hershenhorn, Dept. of Phytopathologyh and Weed Research Newe Ya'ar Research Center
P.O. Box 1021 Ramat Yishay 30095. Email: josephhe@volcani.agri.gov.il.

Evgenia Dor Dept. of Phytopathologyh and Weed Research Newe Ya'ar Research Center
P.O. Box 1021 Ramat Yishay 30095. Email: evgeniad@volcani.agri.gov.il.

Ishay Katzir Local experimental farm, Oshrat Mobile Post, 25252, Israel. E-mail: hahemhr@gmail.com.

שבט תשע"ד ינואר 2014

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים : לא.

*

חתימת החוקר _____

מבוא ותיאור הבעיה

חמצה מהווה גידול חשוב ורווחי במחזור הזרעים בארץ. מחלת האסקוקיטה ומחלת הפוזריום מהוות את הסכנות העיקריות לגידול חמצה בארץ ובעולם. לכן, קיימת דרישה הכרחית לזנים חדשים העמידים כנגד שתי מחלות אלו בנוסף ליכול גבוה ותכונות אגרוטכניות נוספות. עמידויות נוספות למזיקים, מחלות, עלקת וכשות, בנוסף על שיפור הערך התזונתי, יהוו חלק מיעדי הטיפול בעתיד הקרוב. למרות שהשונות הגנטית בחמצה נמוכה, ישנם כיום בעולם קווים שיכולים לשמש לחלק מהדרישות הנ"ל אבל כאמור, כל תכונה חדשה חייבת להבנות על רקע גנטי לעמידות לפוזריום ואסקוקיטה. אחת הדרכים לפתרון הבעיה היא יצירת שונות (תוך השריית מוטציות) בתוך קו עמיד לשתי מחלות אלו. לשם כך, ייצרנו אוכלוסיית מוטנטים כזו.

מטרות המחקר

סריקת אוכלוסיית המוטנטים ל: לעמידות לקוטל העשבים פולסאר, לעובש אפור ולמוטנטים פוטומורפוגניים פונקציונאליים.

שיטות

לסריקה של האוכלוסייה 8 זרעים מכל משפחה נזרעו במגשי חישתיל ונסרקו בגיל 2-3 שבועות אוכלוסייה לעמידות לקוטל העשבים פולסאר, מוטנטים פוטומורפוגניים ובוטריטיס.

תוצאות ומסקנות עיקריות

בסריקה ראשונית מצאנו כ- 30 מוטנטים פוטנציאליים לעמידות לפולסאר ושל מוטנטים פוטומורפוגניים, ו-45 קווים עמידים לבוטריטיס. סריקה שניה לעמידות לפולסאר אותרו כ-5 מוטנטים עמידים שמתוכם נבחרו שתי משפחות להמשך עבודה. לשם כך נאספו זרעים של המוטנטים העמידים להמשך בחינה במחקר המשך בו נבחרו עמידות צולבת לקוטלי עשבים אחרים ואפיון הגן. בסריקה השנייה לעמידות לבוטריטיס נמצא שרק 19 קווים מתוך 45 היו עמידים. בשנה הבאה נבצע הכלאות להעברת התכונה לקווים נוספים וריבוי של הקווים ובדיקה נוספת לעמידות גם בשלבים מבוגרים יותר. המוטנטים הפוטומורפוגניים היו בעלי פנוטיפ מורפולוגי שונה מטיפוס הבר וכמעט שלא יצרו זרעים.

מבוא

חמצה (*Cicer arietinum* L.) מהווה את הגידול השלישי בחשיבותו בעולם מבין קטניות הזרעים והראשון בחשיבותו באגן הים התיכון ודרום אסיה. היקף שטחי החמצה בעשור האחרון נע סביב 50,000 דונם ונמצא במגמת עליה לרמה של כ- 75,000 עד 100,000 דונם המפוזרים מהנגב בדרום ועד לאצבע הגליל בצפון. חמצה מהווה גידול חשוב ורווחי במחזור הזרעים ביבולים של עד כ- 200 ק"ג בבעל ו- 400 ק"ג לדונם בשלחין. מחלת האסקוקיטה ומחלת הפוזריום מהוות את הסכנות העיקריות לגידול חמצה בארץ ובעולם. לכן, קיימת דרישה הכרחית לזנים חדשים העמידים כנגד שתי מחלות אלו בנוסף ליבול גבוה, איכות תזונתית ותכונות אגרוטכניות נוספות. עמידויות נוספות למזיקים (כגון: זבוב המנהרות והליותיס), למחלות (כגון: כשותית ועובש אפור), לעלקת וכשות בנוסף על שיפור הערך התזונתי יהוו חלק מיעדי הטיפול בעתיד הקרוב. למרות שהשונות הגנטית בחמצה נמוכה, ישנם כיום בעולם קווים שיכולים לשמש לחלק מהדרישות הנ"ל אבל כל תכונה חדשה חייבת להיות ברקע גנטי לעמידות לפוזריום ואסקוקיטה. לכן, הדרך לקבלת זנים המשלבים בתוכם מספר רב של תכונות רצויות היא ארוכה ומסובכת. אחת הדרכים לפתרון הבעיה היא יצירת שונות (תוך השריית מוטציות) בתוך קו עמיד לשתי מחלות אלו.

הקדמת זריעת החמצה לחודש דצמבר חושפת את הגידול לסכנה של הדבקות בעלקת חרוקה ועלקת מצרית חורפית. ואכן, אנו עדים בשנים האחרות ליותר ויותר שדות חמצה שנדבקו בעלקת מצרית וע' חרוקה באזורים שונים בארץ, ובחלקם נצפה נזק ממשי לגידול. אחת האפשרויות להדברת העלקת היא שימוש בקוטלי עשבים מקבוצת האימידזולינונים. לקבוצה זו יש פעילות הדברה מצוינת כנגד עלקת חרוקה וע' מצרית. בנוסף, לחלק מתכשירים אלה טווח הדברת עשבים כללית רחב מאד היכול לתת פתרון טוב להדברת עשבים בחמצה שסובל בשנים האחרונות ממחסור בחומרים בררניים ליישום לאחר ההצצה. ניסיון העבר הראה כי עמידות כנגד קוטל עשבים אחד מקבוצה זו יעניק עמידות צולבת של הגידול לקוטלי עשבים נוספים מאותה קבוצה. עובדה זו תאפשר לחקלאי לברור את קוטל העשבים המתאים ביותר על פי אוכלוסיית העשבים בשדהו, השאריות בקרקע ומחזור הגידולים אותו הוא מתכנן.

מחלה קשת הדברה נוספת הגורמת לנזקים גדולים היכולים להגיע עד ל 100% אובדן של היבול בחמצה בעולם היא מחלת העובש האפור הנגרמת על ידי הפטרייה *Botrytis cinerea*. המחלה עוברת בשאריות צמחים ובזרעים נגועים, אופיינית במיוחד לאזורים קרירים ולחים, והחלה להופיע

בשנים האחרונות גם בארץ. למרות שפותחו שיטות לסלקציה לעמידות כנגד המחלה הן בתנאי שדה והן בתנאים מבוקרים, נמצאו עד היום רק קווים בעלי עמידות חלקית. נוסף על כך, סקירה משולשת של 117 קווי חמצה לעמידות לאסקוקיטה, לפוזריום ולבוטריטיס, הראתה שניתן למצוא קווים בעלי עמידות מתונה לשלושת המחלות.

במהלך השנים האחרונות פותחה, על ידינו ועל ידי אחרים, שיטה פשוטה המאפשרת לזהות, כבר בשלב הנבט, מוטנטים המתאפיינים באגירה מוגברת של חומרי טבע (קרוטנואידים, פלבונואידים, חומצות אמינו חופשיות, חלבון, וויטמינים C ו- E) באברים וגטיביים ורפרודוקטיביים. זיהוי זה מבוסס על תגובה התפתחותית שונה של המוטנטים לאור סלקטיבי ולכן מוטנטים כאלו מכונים מוטנטים פוטומורפוגניים (פוטו: אור, מורפו גנזה: התפתחות). במהלך המחקר נמצא כי תגובה התפתחותית זו מקודדת ע"י גנים שמורים אבולוציונית, חלקם משמר ועד אדם, ולכן סביר להניח כי הם מצויים גם בחמצה. שיטה זו הניבה תוצאות מרשימות אשר יושמו כבר ברמה המסחרית (עגבניות עתירות ליקופן), אך מעולם לא נעשה ניסיון לבחון אותה בגידולים חקלאיים אחרים. עקב זיהוי הגנים הגורמים לתגובה הפוטומורפוגנית, בידינו ידע ייחודי המאפשר באמצעות התגובה ההתפתחותית המתקבלת במוטנט נתון, תחת משטרי תאורה שונים, לבצע חיזוי מדויק למדי של הגן אשר עבר מוטציה כתוצאה מהמוטגן. בהתאם לכך נוכל לכרוך יחד במהלך המחקר המוצע זיהוי מהיר ויעיל של מוטנטים בעלי ערך תזונתי גבוה וכן ידע מולקולארי מתקדם אשר יוכל להיות מנוצל ככלי עזר בטיפוח וכן למחקרים ביוטכנולוגים מתקדמים בחמצה על הקשר בין ההיבט ההתפתחותי להיבט הפיטונוטרייטי-פונקציונאלי.

1.5. מטרת המחקר

1. סריקת אוכלוסיית המוטנטים לעמידות לקוטל העשבים פולסאר (Imazamox).
2. בחינת היעילות של שימוש במוטנטים אלו להדברה כימית של עלקת.
3. סריקת האוכלוסייה לעמידות לעובש האפור.
4. סריקת האוכלוסייה למוטנטים פוטומורפוגניים פונקציונאליים לקבלת קווים בעלי ערך תזונתי גבוה.
5. אפיון מטבולומי ומולקולרי ראשוני של המוטנטים.

לשם כך, ייצרנו אוכלוסיית מוטנטים EMS בחמצה המונה כ- 3,000 צמחים (משפחות) שנוצרו מתוך קו F01 (קו טיפוח שלנו העמיד לפוזריום ואסקוקיטה, זקוף ובעל יבול גבוה) שנקצרה ב-2010. אנו מעריכים, שמאוכלוסייה זו ניתן יהיה לקבל מוטנטים לתכונות שונות בעלות חשיבות אגרוטכנית ברקע גנטי הנושא עמידות לפוזריום ואסקוקיטה. נוסף על כך, על ידי הכלאות בין מוטנטים נבחרים ניתן יהיה לקבל קווים בעלי מספר רב של תכונות רצויות. האוכלוסייה נסרקה למוטנטים למציאת מוטנטים בעלי עמידות לקוטלי עשבים מקבוצת ה-ALS (Aceto lactate synthase) שיאפשרו הדברה כימית של עלקת, מוטנטים פוטומוורפוגניים ומוטנטים בעלי עמידות לבוטריטיס.

חומרים ושיטות

1. סריקת אוכלוסיית המוטנטים לעמידות לקוטל העשבים פולסאר (Imazamox).

נערכו שתי סריקות לעמידות לפולסאר, אחת בתנאי שדה והשנייה במגשי חישתיל. לסריקה בתנאי שדה השתמשנו באוכלוסייה שנאספה בבלק (במקובץ) ומנתה כ- 3000 משפחות. השתמשנו בכ- 20 זרעים לצמח בממוצע ובסה"כ כ- 60,000 זרעים (כ- 25 ק"ג) מכל האוכלוסייה. הזרעים נזרעו בשדה במזרעה פניאומטית בשטח נקי מפוזריום בעומד של 20 צמחים למטר שורה ב- 4 שורות על ערוגה (80 זרעים למטר ערוגה). לאחר כחודש וחצי מהזרעה רוססו הצמחים בפולסאר בריכוז של 120 סמ"ק/ד. לאחר כשלושה שבועות מהריסוס השטח רוסס שוב בריכוז של 180 סמ"ק/ד, ולאחר שלשה שבועות נוספים סרקנו את השטח למוטנטים עמידים.

סריקה שנייה נערכה במגשי חישתיל בה השתמשנו באוכלוסייה שנאספה במשפחות. מכל משפחה נזרעו ידנית כ- 11 צמחים (שורה אחת במגש) במשתלת שורשים. בסה"כ סרקנו כ- 2500 משפחות ועוד כ- 350 קווי חמצה מהאוסף של דר שמואל גלילי (ראש התוכנית) ובסה"כ כ- 31,000 צמחים. לאחר כ- 3 שבועות הצמחים הועברו לנווה יער שם הם רוססו בפולסאר בריכוז של 120 סמ"ק/ד. לאחר 3 שבועות נוספים נסרקה האוכלוסייה למוטנטים עמידים.

הצמחים העמידים הועברו לעציצים לגידול לזרעים לריבוי. לשם אימות העמידות לקוטל העשבים פולסאר במוטנטים שנמצאו בשנה שעברה, כ- 8 זרעים מכל משפחה גודלו במגשי חישתיל ובגיל של 3 שבועות רוססו בפולסאר במינון של 120-180 סמ"ק/ד. כשלושה שבועות לאחר היישום הראשון קיבלו 2 צמחים מכל משפחה ריסוס נוסף של פולסאר באותו מינון. לאחר 3 שבועות ממועד הריסוס האחרון הועברו הצמחים העמידים לעציצים לריבוי.

בשנה השלישית ריבינו את המוטנטים שנמצאו בשנה שעברה בחוות עכו. מכל קו נשתלו 8-100 צמחים בתנאי שדה. לאחר כחודש מהשתילה רוססו הצמחים בפולסאר במינון של 120 סמ"ק/ד לבחינה של העמידות בתנאי שדה.

2. סריקת האוכלוסייה למוטנטים פוטומוורפוגניים פונקציונאליים לקבלת קווים בעלי ערך תזונתי גבוה.

לקבלת מוטנטים פוטומוורפוגניים השתמשנו רק באוכלוסייה שנאספה במשפחות. הסריקה נעשתה במגשי חישתיל ביחד עם הסריקה לפולסאר. אותם מגשי החישתיל כפי שתוארו בסעיף הקודם הונבטו תחת רשת צהובה המאפשרת סלקציה למוטנטים כאלה הנראים נמוכים יותר משאר הצמחים.

3. סריקה לעמידות של האוכלוסייה לבוטריטיס.

כיול ההדבקה של צמחי חמצה בבוטריטיס.

לשם כך השתמשנו במספר מגשי חישתיל של צמחי חמצה שהונבטו במשתלת שורשים כפי שתואר בסעיף 1. לאחר כ-3 שבועות הצמחים אולחו על ידי ריסוס תרחיף נבגי בוטריטיס בריכוז של $10^5 * 5$ נבגים במ"ל + תוספת מזון, 0.1% גלוקוז ו-0.1% KH_2PO_4 . הצמחים הודגרו בתנאי לחות גבוהה ורטיבות (לחות יחסית מעל 90%) למשך שבועיים עד שלושה שבועות ונבחנו לחומרת ההדבקה. בשנה השנייה נעשתה סריקה לקבלת מוטנטים לעמידות לבוטריטיס על צמחי חמצה בגיל 3 שבועות שגודלו במגשי חישתיל שהודבקו בוטריטיס לפי הפרוטוקול בפותח בשנה שעברה. הצמחים העמידים הועברו לעציצים לגידול לזרעים לריבוי. לשם אימות העמידות לבוטריטיס במוטנטים שנמצאו בשנה שעברה, כ-8 זרעים מכל משפחה גודלו במגשי חישתיל ובגיל של 3 שבועות נסרקו לעמידות. צמחים שהראו עמידות כפולה הועברו לעציצים לריבוי לבחינה נוספת וריבוי בתנאי שדה שיעשה בתוכנית המשך.

תוצאות

1. סריקה לעמידות לפולסאר.

בסריקה בתנאי שדה לא הצלחנו לקבל אפילו מוטנט אחד עמיד. מצב זה יתכן ונבע מהאיסוף בבלק שלא ייצג טוב מספיק את כל המשפחות ולכן לא הצלחנו לקבל צמחים עמידים. בניגוד לסריקה בתנאי שדה, בסריקה לעמידות לפולסאר במגשי חישתיל קיבלנו כ-30 משפחות עמידות בהן לפחות צמח אחד עמיד מתוך ה-8 שנבחנו מכל משפחה. הצמחים העמידים הועברו לעציצים להמשך גידול לזרעים. כמות הזרעים שנאספו הייתה יחסית קטנה (בגלל שהצמחים גודלו בתנאי עקה זמן רב במגשי החישתיל) תוצאות הסריקה לאימות העמידות לפולסאר בעציצים ובתנאי שדה מובאות בטבלה 1.

בסריקה השנייה לעמידות לפולסאר שנעשתה על קווים שנמצאו עמידים בשנה שעברה מצאנו שכל המשפחות שנבחרו בשנה הקודמת היו עמידות לפולסאר ברמה זו או אחרת. הקווים העמידים

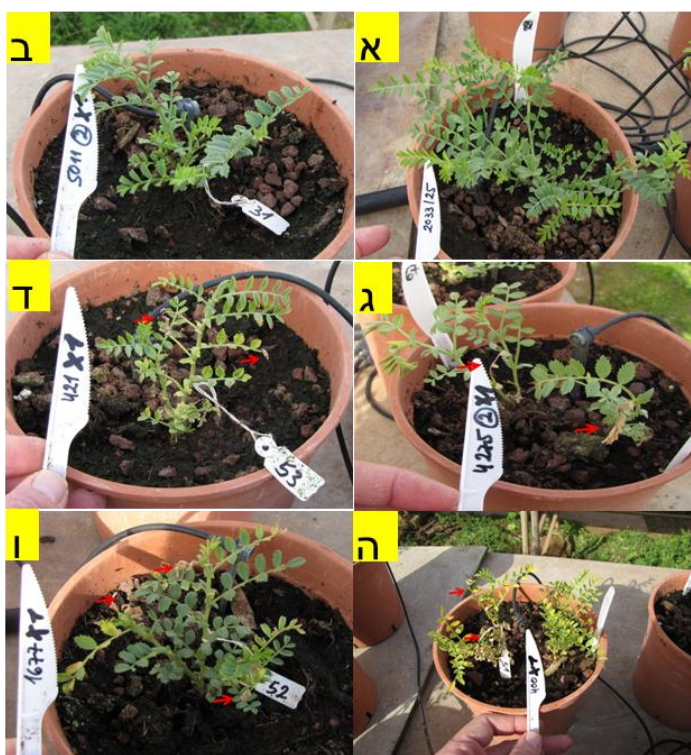
ביותר היו 2033 ו-5011, וכל שאר הקווים העמידים היו דומים ברמת העמידות. צמחים נבחרים הועברו לעציצים לקבלת זרעים. בשנה שלישית נבחנו הצמחים לעמידות בתנאי שדה ובעציצים. רוב הקווים נמצאו מתפצלים לעמידות למעט קווים 109, 400, 915 ו-1677 שנמצאו רגישים (טבלה 1, תמונות 1 ו-2). בשנה השלישית התחלנו בהכלאות להעברת העמידות לקווים נוספים. בשנה הבאה נבצע הכלאות נוספות, נאפיין את קו 2033 לעמידות צולבת למעכבים נוספים של האנזים ALS. בנוסף נשבט את שני הגנים המקודדים לאנזים בקווים השונים ונבחן האם הם עברו שינויים.

טבלה 1. צמחי חמצה עמידים לפולסאר בסריקה השנייה

קו	מקור	מספר צמחים	עמידות בעציצים	עמידות בתנאי שדה
109	אוכלוסיית EMS	1	חלקית	רגיש
400	אוכלוסיית EMS	1	חלקית	רגיש
421	אוכלוסיית EMS	1	חלקית	מתפצל
511	אוכלוסיית EMS	2	חלקית	מתפצל
551	אוכלוסיית EMS	3	חלקית	מתפצל
915	אוכלוסיית EMS	1	חלקית	רגיש
1677	אוכלוסיית EMS	1	חלקית	רגיש
2033	אוכלוסיית EMS	41	עמיד	מתפצל
2172	אוכלוסיית EMS	6	חלקית	מתפצל
4207	אוסף קווים	1	חלקית	מתפצל
4272	אוסף קווים	4	חלקית	מתפצל
4273	אוסף קווים	2	חלקית	מתפצל
4275	אוסף קווים	2	חלקית	מתפצל
4293	אוסף קווים	1	חלקית	מתפצל
5011	אוכלוסיית EMS	4	עמיד	מתפצל
7172	אוסף קווים	1	חלקית	מתפצל



תמונה 1. בחינת עמידות של המוטנטים בתנאי שדה. המוטנטים נשתלו בחוות עכו בגיל 3 שבועות ולאחר כ-3 שלשה שבועות נוספים רוססו בפולסאר בריכוז 120 סמ"ק לדונם.



תמונה 2. בחינת עמידות של המוטנטים בעציצים. המוטנטים מייצגים (א), 2033, (ב), 5011, (ג), 4275, (ד), 421, (ה), 400, (ו), 1677, (ז), נזרעו בעציצים ובגיל 3 שבועות רוססו בפולסאר בריכוז 120 סמ"ק לדונם. חיצים אדומים מראים פגיעות כתוצאה מריסוס.

2. סריקת האוכלוסייה למוטנטים עמידים לבוטריטיס

תוצאות הסריקה לעמידות לבוטריטיס מובאות בטבלה 2. בסריקה שנעשתה לבוטריטיס מצאנו 156 צמחים עמידים המשתייכים ל- 73 משפחות. מתוכן 46 משפחות נמצאו באוכלוסיית המוטנטים, 27 משפחות באוסף הקווים (18 מתוכן נמצאו במיני בר של חמצה (טבלה 2) (תמונה 3). בסריקה שנייה נמצאו רק 122 צמחים השייכים רק ל 19 משפחות שמתוכן 2 משפחות מתוך אוכלוסיית המוטנטים, 5 מאוסף הקווים ו 12 קווי חמצת בר. בשנה הבאה נבצע הכלאות להעברת התכונה לקווים נוספים וריבוי של הקווים ובדיקה נוספת לעמידות גם בשלבים מבוגרים יותר.

טבלה 2. צמחי חמצה עמידים לבוטריטיס בסריקה הראשונה (2012) והשנייה (2013)

מספר צמחים 2013	מספר צמחים 2012	משפחה	מקור
רגיש	1	30	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	50	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	152	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	157	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	207	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	273	אוכלוסיית EMS
רגיש	4	276	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	277	אוכלוסיית EMS
רגיש	5	278	אוכלוסיית EMS
רגיש	4	280	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	281	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	415	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	511	אוכלוסיית EMS
רגיש	3	516	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	521	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	552	אוכלוסיית EMS
רגיש	1	613	אוכלוסיית EMS

רגיש	1	614	אוקלוסיית EMS
רגיש	3	714	אוקלוסיית EMS
רגיש	2	718	אוקלוסיית EMS
רגיש	1	952	אוקלוסיית EMS
רגיש	1	316	אוקלוסיית EMS
רגיש	3	326	אוקלוסיית EMS
רגיש	1	327	אוקלוסיית EMS
רגיש	1	334	אוקלוסיית EMS
רגיש	1	360	אוקלוסיית EMS
רגיש	2	1397	אוקלוסיית EMS
רגיש	1	1398	אוקלוסיית EMS
רגיש	2	1399	אוקלוסיית EMS
רגיש	3	1400	אוקלוסיית EMS
רגיש	3	1401	אוקלוסיית EMS
רגיש	3	1403	אוקלוסיית EMS
רגיש	1	1576	אוקלוסיית EMS
רגיש	2	1907	אוקלוסיית EMS
רגיש	5	2005	אוקלוסיית EMS
רגיש	3	2006	אוקלוסיית EMS
רגיש	3	2007	אוקלוסיית EMS
רגיש	1	2009	אוקלוסיית EMS
רגיש	2	2087	אוקלוסיית EMS
רגיש	1	2088	אוקלוסיית EMS
רגיש	5	2090	אוקלוסיית EMS
7	1	2091	אוקלוסיית EMS
רגיש	5	2092	אוקלוסיית EMS
3	5	2093	אוקלוסיית EMS
רגיש	1	2153	אוקלוסיית EMS
11	3	2394	אוקלוסיית EMS
12	7	3372	אוסף קווים
3	1	3716	אוסף קווים
5	1	3717	אוסף קווים
4	4	3771	אוסף קווים
4	3	3772	אוסף קווים
5	5	3781	אוסף קווים

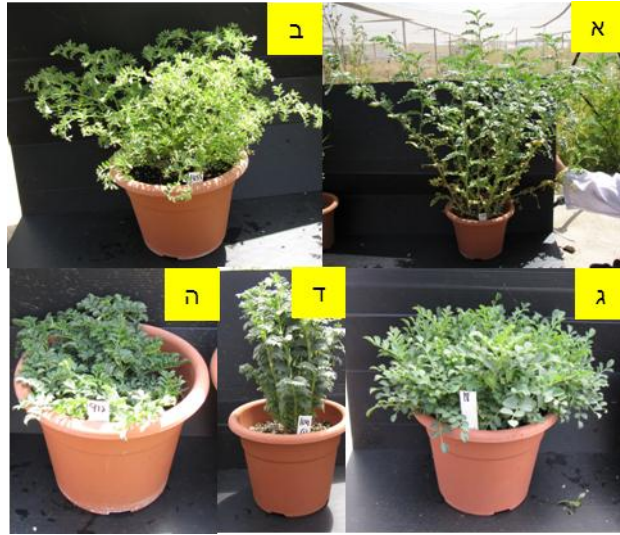
6	4	3872	אוסף קווים
1	2	3873	אוסף קווים
8	1	3792	חמצת בר
8	3	3799	חמצת בר
8	1	3800	חמצת בר
8	1	3801	חמצת בר
רגיש	1	3802	חמצת בר
רגיש	1	3803	חמצת בר
רגיש	1	3804	חמצת בר
רגיש	1	3805	חמצת בר
רגיש	1	3806	חמצת בר
רגיש	6	3810	חמצת בר
10	6	3813	חמצת בר
רגיש	2	3820	חמצת בר
רגיש	1	3821	חמצת בר
רגיש	1	3822	חמצת בר
8	1	3824	חמצת בר
10	2	3825	חמצת בר
1	2	3826	חמצת בר
רגיש	1	3827	חמצת בר
רגיש	1	4401	אוסף קווים



תמונה 3. סריקה לעמידות לבוטריטיס. צמחי חמצה נזרעו במגשי חישתיל והודבקו בגיל של כ- 3 שבועות בבוטריטיס. לאחר כ- 7 ימים בתנאי לחות רוב הצמחים נפגעו (א, ב), ומספר משפחות הראו עמידות (ג, ד).

3. סריקת האוכלוסייה למוטנטים פוטומורפוגניים פונקציונאליים לקבלת קווים בעלי ערך תזונתי גבוה.

בסריקה שנעשתה תחת רשת צהובה מצאנו כ- 30 משפחות שהראו פנוטיפ פוטומורפוגני. הצמחים הנבחרים הועברו לעציצים לקבלת זרעים. רוב הצמחים הראו פנוטיפ שונה מזה של קו הבר (תמונה 4) וחלק מהמוטנטים לא יצרו זרעים וגם אלו שיצרו כמות הזרעים לא מספיקה כדי לבחון אותם פעם נוספת ולכן, יש צורך לרבות אותם בשנה השנייה. תופעה זו חזרה גם בשנה השנייה. כמות הזרעים הייתה נמוכה אז החלטנו לא להמשיך עם האפיון של הצמחים בשלב זה.



תמונה 4. מוטנטים פוטומורפוגניים. צמחי חמצה נזרעו במגשי חישתיל תחת רשת צהובה. צמחים בעלי מופע נמוך נבחרו להמשך עבודה. טיפוס הבר (א), מוטנטים שונים (ב-ה).

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
1. סריקת אוכלוסיית המוטנטים לעמידות לקוטל העשבים פולסאר (Imazamox).
2. סריקה ההדבקה של צמחי חמצה בבוטרטיס.
3. סריקת האוכלוסייה למוטנטים פוטומורפוגניים פונקציונאליים לקבלת קווים בעלי ערך תזונתי גבוה.

עיקרי הניסויים והתוצאות.
סרקנו אוכלוסיות מוטנטים של חמצה לעמידות לקוטל העשבים פולסאר, עמידות ומוטנטים פוטומורפוגניים היכולים להעלות את הערך התזונתי של החמצה. בסריקה ראשונית מצאנו כ- 30 מוטנטים פוטנציאליים לעמידות לפולסאר ומספר דומה של מוטנטים פוטומורפוגניים.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
למיטב הערכתנו הושגו רוב מטרות המחקר במלואן.
בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר?
אפיון מולקולארי של העמידות לפולסאר, בחינה של העמידות לקוטלים אחרים מעכבי האנזים ALS. בחינה של העמידות לבוטריטיס בשלבים מאוחרים יותר של הגידול. הכלאות להעביר את העמידות לקווים נוספים
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - <u>ציטט</u> ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
עדיין לא יצאו פרסומים מהעבודה, אך העבודה הוצגה בפני חקלאים בפורומים שונים.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
ניתן לפרסם את הדו"ח 