

מפעלי רמת הנגב בע"מ

ד.ג. חלוצה 8551500

טל: 052-3774127 | פקס: 08-6557492

moran.segoli@gmail.com



שימוש באוזון לחיטוי קרקע נגד וירוס ToBRFV בגידול עגבניות

חוקרים: מורן סגולי, עומר פרנקל, אביב דומברובסקי, סיגל בראון מיארה ושמעון פיבונה

תקציר:

מחלות קרקע הן אחד מהגורמים העיקריים שמגבילים כיום את ייצור החקלאי. מאז שמתיל ברומיד הוצא משימוש, אין תכשיר בעל טווח פעולה רחב שיכול לחטא את הקרקע, בעיקר בחודשים הקרים שבהם התכשירים פחות יעילים. אוזון משמש כתכשיר חיטוי בתעשיית המזון, ולאחרונה גם בתחום הגידול החקלאי. לאוזון יש זמן מחצית חיים קצר (20 דקות באויר הפתוח) ולכן הוא אינו מצטבר ואינו פוגע בסביבה. ראוי לציין שזמן מחצית החיים מתארך כשאין למים המועשרים מגע עם האויר (לדוגמה בצינור השקיה). זמן מחצית החיים הקצר של אוזון מונע בד"כ חיטוי קרקע עקב זמן חלחול המים לקרקע שהינו איטי. בנגב יש קרקע חולית שמאפשרת למים להגיע מראש המערכת עם מחולל אוזון לעומק של מעל 50 ס"מ בפחות מ 20 דקות. אי לכך, יש לאוזון פוטנציאל לחטא את הקרקע החולית בצורה יעילה, שאינה מזיקה וזולה.

השנה, בוצע ניסוי ראשוני ללימוד ההשפעת חיטוי בעזרת אוזון על התפתחות המחלה הנגרמת על ידי נגיפי ToBRFV. חיטוי בעזרת אוזון, לפני שתילת הצמחים, הוביל להפחתה בהדבקה ל 20%, לעומת הביקורת שבה נמצאה הדבקה ברמה של 100%. תוצאות אלו מצביעות על קיום פוטנציאל לחיטוי קרקע חולית ע"י אוזון כנגד נגיפי ToBRFV, ויש צורך לייעל את ההגמעה של האוזון. כמו כן, יש צורך לבדוק את השפעת האוזון על פתוגניים צמחיים אחרים (פוזריום, נמטודות, וכו').

רקע קצר ותיאור הבעיה:

הגידול החקלאי האינטנסיבי, אשר במקרים רבים אינו מאפשר מחזור זרעים, דורש חיטוי של הקרקע בין מחזורי הגידול על מנת להפחית את רמת המדבק של גורמי מחלה בקרקע. כיום אחד מהגורמים המגבילים של ייצור חקלאי בעולם ובארץ בפרט הינם גורמי מחלה בקרקע. לדוגמה ייצור העגבניות באיזור הבשור, אשר מהווה 50% מגידול העגבניות לשוק הישראלי, סובל מפחת ביבול של 30% הנובע בעיקר מנמטודות עפצים בקרקע, מחלות קרקע כפוזריום ווירוסים אשר נשמרים בקרקע (כדוגמת TMV ו-ToMV). תפוצת הווירוסים הולכת ומתרחבת, ומשפיעה באופן משמעותי על גידול העגבניות וגורמת לפחיתה משמעותית ביבול ולצמצום במשך הגידול. בעבר, נעשה שימוש בתכשיר מתיל ברומיד אשר היה יעיל להפחתת מגוון רב של גורמי מחלה. אולם, תכשיר זה הוצע משימוש ב-1995 (Ristaino and Thomas 1996). כיום קיימים תכשירים חילופיים לחיטוי קרקע כדוגמת Metam Sodium, 1,3-Dichloropropene, ו-Dimethyl Disulfide. אולם תכשירים אלו אינם בעלי טווח פעולה רחב כמתיל ברומיד. בנוסף, נמצא כי קיים פירוק מואץ של חלק מהתכשירים (כדוגמת מתאם סודיום) על ידי מיקרואורגניזמים בקרקע ועקב כך יעילותם בקרקעות בעלות אוכלוסיות מיקרואורגניזמים אילו לא גבוהה (Di Primo et al. 2003). ולבסוף, חלק מהתכשירים בעלי השפעה בריאותית שלילית על האדם והסביבה ולכן יתכן כי בעתיד הקרוב גם הם יוצאו משימוש. עקב כך, גם כיום יש צורך גדול במציאת תחליף חיטוי קרקע למתיל ברומיד אשר יהיה יעיל וללא השפעה על האדם והסביבה.

שימוש באוזון בצורתו הגאזית (O₃) מוכר בשימוש כתכשיר חיטוי בתעשיית המזון ולחיטוי מים (Guzel-Seydim et al. 2004). האוזון מיוצר באופן טבעי בסטרטוספירה ובאופן מכני על ידי מנורות UV ומתקני מתח גבוה אך אינו מצטבר בסביבה אלא מתפרק במהירות (Mustafa 1990). האוזון פוגע בחיידקים, פטריות ונגיפים על ידי חימצון חלבונים ואנזימים בתאים וגורם להרס ממברנת התאים, פגיעה בפעילות המטבולית התאית ומבנה הד.נ.א (Victorin 1992). על מנת להשתמש באוזון לחיטוי קרקע יש להחדיר את האוזון בצורתו המומסת אשר אינה יציבה לאורך זמן. יעילות ההחדרה בטווח הקרקעי תלויה בריכוז האוזון המומס, חומציות הקרקע, טמפ' הקרקע וכמות החומרים האורגניים הנקשרים אל האוזון (Ebihara et al. 2011).

יתרונות השימוש בשיטה זו, הינם שהאוזון אינו נאגר בקרקע אלא מתפרק כעבור מספר דקות לחמצן ולכן אינו פוגע בסביבה ואינו בעל שאריתיות בקרקע. בנוסף, אוזון ברמות השימוש לחיטוי קרקע אינו מסוכן לאדם וכל תופעות הלוואי שיכולים לקרות עקב חשיפה מוגברת (גירוי בעיניים, קוצר נשימה, צריבה בגרון וכאבי ראש) הינן זמניות (שעות או במקרים קיצוניים – ימים). גורמי הבריאות בארה"ב אינם מגדירים את האוזון כקורצינוגן, טרטוגן או מוטגן, וזאת בניגוד לחומרי החיטוי האחרים. כמו כן, זמן הפעולה של האוזון הוא מידי ולכן ישנה אפשרות ליישום החיטוי גם בהפסקות קצרות בין מחזורי הגידול ללא צורך בחיפוי הקרקע לתקופה ממושכת. בנוסף, אוזון יעיל בטמפרטורות נמוכות שהתכשירים האחרים אינם יעילים. לבסוף, האוזון יכול להוות ביוסטימולטור מכיוון ששימוש באוזון מוריד pH ומעלה EC ואת פעילות הפירוק של החומר האורגני בקרקע באופן זמני, לפיכך ישנה הגדלה של כמות הנוטריאנטים הזמינים לצמח. אולם ייצור אוזון בשטח (in situ) נחשב היה ליקר בעבר ולכן שימוש זה לא היה פרקטי יחסית לשימוש בתכשירי החיטוי הקיימים. המחיר כיום ירד, וישנן מספר חברות המייצרות באופן תעשייתי מכשירי ייצור והמסה של אוזון למערכת המים.

בניסוי ראשוני, בדקנו את מהירות החלחול של הקרקע החולית באזור הנגב. בתוך 20 דקות (זמן פירוק מחצית החיים של אוזון) המים הגיעו מראש המערכת (היכן שמוזן האוזון), חלחלו לעומק של יותר מ 50 ס"מ, כלומר החיטוי האוזון הגיעה לעומק הרצוי.

מטרות המחקר

מטרת מחקר זה הינה לבחון האם יש התכנות של שימוש באוזון לחיטוי קרקע חולית נגד נגיפי ToBRFV.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

קיבלנו מידבק של נגיפי ToBRFV נוזלי (איור 1).



איור 1. מדבק נוזלי של נגיפי ToBRFV

שפכנו את המדבק של נגיפי ToBRFV לחורי השתילה בעציצים אחרים שמולאו בחול לא מאולח.

בתאריך 21/9/23 התחלנו את טיפולי האוזון בעזרת מכשיר אוזון EcoAgro של חברת ValdeOzono. מכשיר האוזוןציה הוכנס למרסס של 200 ליטר והופעל עד להגעה ל- Redox של 700-800 (איור 2). כל עציץ בטיפול האוזון קיבל שלוש מנות של אוזון במשך היום. כל עציץ קיבל מנת אוזון עד שהעציץ הגיע לנקז. הטיפולים ללא אוזון קיבלו מנת מי השקייה דומה. חמישה שתילי העגבניה נשתלו בכל עציץ, כשעה וחצי לאחר טיפול האוזון האחרון.

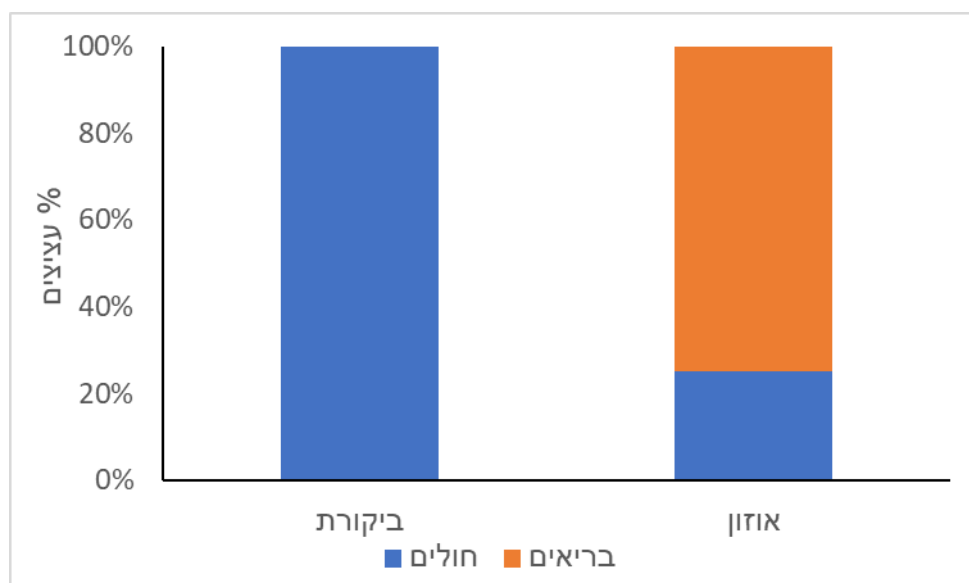


איור 2. מכשיר האוזוןציה הוכנס למרסס שמחובר לטרקטור

לאחר כחודש שלחנו דגימות עלים מכל צמח, למעבדה של פרופ' אביב דומברובסקי בוולקני.

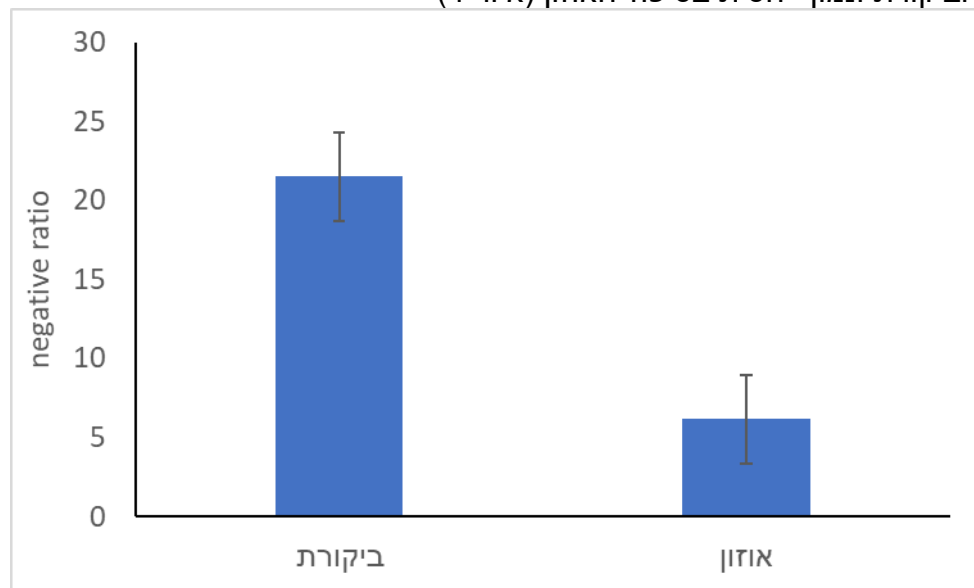
תוצאות

בטיפול הביקורת אילוח של הקרקע במוהל צמחי נגוע ב-ToBRFV (מיהול 1:50) בדיקת ELISA לאחר 30 יום מהשתילה הראתה 100% הדבקה של הצמחים (איור 3). בהשוואה לטיפול האוזון רק 20% מהעציצים היו נגועים, כלומר האוזון הפחית את אחוז הצמחים הנגועים ביורוס באופן מובהק ($\chi^2_{(1)}=9.6, p<0.01$).



איור 3. אחוז העציצים הנגועים ב-ToBRFV, בביקורת ולאחר טיפול אוזון

כמו כן, טיטר הנגיף הייה גבוה באופן משמעותי ($Anova F_{(1, 14)}=15.01, p<0.01$) בטיפול הביקורת ונמוך יחסית בטיפול האוזון (איור 4)



איור 4. טיטר הנגיף בצמחי העגבניה הנגועים ב-ToBRFV. הנתונים מוצגים כממוצעים ושגיאות תקן

דין

ביצענו אילוח מלאכותי בנגיפי ToBRFV בקרקע בעצצים בהם נשתלו צמחי העגבניות. ניתן היה לזהות תסמיני מחלה אופיניים ל-ToBRFV בצמחים אחרי כשבועיים ובבדיקות שנעשו חודש לאחר שתילה התקבלה הפחתה משמעותית של מחלת ToBRFV (איור 3) ועוצמת המחלה (איור 4). בניסוי הנוכחי – האוזון הצליח להוריד את אחוז ההדבקה ב-ToBRFV מ-100% ל-20%. אנו מאמינים שעל ידי ייעול שיטת ההגמעה של האוזון – נוכל לחטא את הקרקע החולית ולאפשר גידול עגבניות ולצמצם משמעותית את מוקדי המדבק הראשוני של המחלה בחממות הגידול ובכך תתקבל הפחתה בהפצה השניונית של המחלה (הדבקה מכאנית) המתרחשת במהלך הביצוע של פעולות אגרוטכניות לעיצוב הצמח (זירוד, הדליה, קטיפ, וכו').

תודות

ברצונו לאמר תודה לשרון צרי ממשק צ'רי ולאציק רוזנבליט מגליל תבור - ישומי אוזון לחקלאות (טל 0545676834) עבור השימוש במכשיר האוזון, שיתוף הפעולה, וסיעור המוחות לאורך הניסוי.

