מחקר וטיפוח של זני כוסברה עמידים למחלת הפוזריום

במיזם: פיתוח ממשק רב תחומי להדברת מחלות קרקע בכוסברה בתקופת הקיץ

חוקרים ראשיים:

דוד סילברמן, תחום ירקות, אגף ענפי הצומח, שה"מ

ד"ר איתי גונדה, מרכז מחקר נווה יער, מכון וולקני

חוקרים נוספים במיזם:

ליאור אברהם, תחום ירקות, אגף ענפי הצומח, שה"מ

לידן פלאח-בלוק, תחום הגנת הצומח, אגף ענפי שירות, שה"מ

ד"ר דוד חיימוביץ', מרכז מחקר נווה יער, מכון וולקני

פרופ' נתיב דודאי, מרכז מחקר נווה יער, מכון וולקני

ד"ר עומר פרנקל, המכון להגנת הצומח, מכון וולקני

עומר בן דוד, תחום ירקות, אגף ענפי הצומח, שה"מ

דוח ביניים – שנה א'

מספר מחקר: 22-7247 של קרן מחקרי שה"מ

תקציר

הכוסברה מהווה את אחד משני מיני התבלינים המובילים בהיקף שטחי הגידול בארץ, והיא מרכיב הכרחי בסל התבלינים המבוקש על ידי רשתות המזון, השווקים המקומיים והיצואנים. מאז 2019, בחודשים אפריל עד אוקטובר נצפתה עלייה משמעותית בתופעת חולי נולי בשדות כוסברה. התסמין העיקרי הוא התמוטטות הצמחים הצעירים, המתחילה כשבועיים לאחר הזריעה ועלולה תוך זמן קצר להביא לאובדן מזרע שלם. התופעה גורמת לפחיתה משמעותית ביבול, פוגעת כלכלית בחקלאי ויוצרת מחסורים בשווקים. אירועים מקומיים נצפים זה מכבר במשך 10-7 שנים, אך התופעה נהפכה בשלוש השנים האחרונות לכלל ארצית - מצפון הנגב ועד עמק בית שאן, תוך פגיעה בעשרות חקלאים. בגידול ללא חרקים הבעיה כפולה, מכיוון שהחקלאי אינו יכול "לברוח" לשטחים שאינם נגועים במחלה, כמו בגידול בשטח פתוח, אך גם "בריחה" מעין זו נמצאה כפתרון זמני בלבד.

עד היום בודדו מצמחים נגועים שני פתוגנים מרכזיים: פוזריום וריזוקטניה, אולם נראה כי הפוזריום הוא הגורם העיקרי לתופעה. מגוון טיפולים כימיים ואגרוטכניים לא הועילו או שנתנו פתרון חלקי או זמני. אחת ההשערות היא שזרעי כוסברה מיובאים מגיעים לעתים עם פוזריום, המתבסס בקרקע ומתפרץ לאחר פרק זמן לא ברור. בבחינה מקדמית של קווים וזנים מצאנו כי הזן "סְמָדִי", שפותח בנווה יער, הוא בעל עמידות למחלה. ברם, זן זה מקדים לפרוח בקיץ, ולכן הוא מהווה פתרון חלקי בלבד.

מטרתו המרכזית של מחקר זה היא לתת מענה גנטי/טיפוחי לחקלאים המגדלים כוסברה, כך שיוכלו לספק תוצרת טרייה בחודשים החמים של השנה. במחקר נערוך הכלאה בין הזן "סמדי" לזנים מאחרי פריחה, נלמד את הגנטיקה של העמידות של זן זה, ונברור טיפוסים עמידים להמשך טיפוח. בנוסף, נסרוק את הגנוטיפים המוצלחים מתוך אוסף גנטי מגוון של כוסברה, שאותו כבר אפיינו לתכונות חקלאיות חשובות, כגון מועד פריחה וביומסה.

מבוא ותיאור הבעיה

כוסברה, *Coriandrum sativum* L., הידועה גם בשם גד השדה, היא צמח תבלין חשוב בישראל לשוק המקומי וליצוא. זהו אחד משני מיני התבלינים המובילים בהיקף שטחי הגידול בארץ (לצד הפטרוזיליה) ומוערכים ביותר מ- 30,000 דונם בשנה לכל תבלין ובתנובה של כ- 180 מיליון ש"ח. בשלוש עונות הגידול האחרונות (2019-2021), בחודשי הקיץ - מאפריל ועד אוקטובר, נצפתה עלייה משמעותית בהתמוטטות של שדות כוסברה ברחבי הארץ, שהביאו לפחיתה משמעותית ביבול, אשר הורגשה בשווקים השונים, בעטיין של סיבות כגון חולי נופל, כלורוזה והתמוטטות צמחים. התופעה המרכזית היא נפילה של הצמחים הצעירים שבועיים לאחר הזריעה, שתוך זמן קצר עלולה להביא להתמוטטות של מזרעים שלמים (Silverman et al., 2021). התופעה נצפתה בשדות של 20 מגדלים לפחות, מגבול מצרים במושב נווה ועד לכלל יישובי התענכים, כמו מיתר, פעמי תש"ז, איתן, עמיעוז, אחוזם, גבעולים, רווחה, ניר-חן, מצליח, מגן שאול, אביטל, מיטב ופרזון.

לא נמצא פתרון לבעיה גם לאחר בחינה של מנעד רחב של טיפולים כימיים ואגרוטכניים: ריסוסי נוף, עיטויי זרעים, הצנעת מגוון של חומרים אנט-פטריתיים בתיחוח או בהמטרה, ואף חיטוי באמצעות מתאם סודיום, שנתן פתרון חלקי בלבד - מדיווחים של חקלאים הסובלים מהבעיה יותר משלוש שנים, עולה כי חיטוי הקרקע במתאם סודיום יעיל למחזור גידול אחד בלבד. הבעיה חמורה יותר בגידול במבנים, בדגש על גידול ללא חרקים, מכיוון שהחקלאי אינו יכול "לברוח" לקרקעות שאינן נגועות במחלה. בשטחים פתוחים החקלאים עוברים לחלקות שלא גודלה בהם כוסברה מעולם בכדי להתחמק מהמחלה. אולם גם כאן "אליה וקוץ בה". מכיוון שמדובר בגידול בעל אופי מונוקולטורי, חלקות שמעולם לא גדלה בהן כוסברה מראות תסמינים ראשונים של פוזריום לאחר מחזור הגידול השלישי במהלך של כשנה עד שנה וחצי. בסיכומו של דבר, כיום אין פתרון לבעיה, ומגוון הזנים המצויים בשוק אינם מראים עמידות ו/או סבילות.

מחלת הפוזריום בכוסברה דווחה בארה"ב עוד בתחילת שנות האלפיים (Koike and Gordon, 2005). בשנים האחרונות גוברים הדיווחים על מחלת הפוזריום בכוסברה גם באיטליה (Gilardi et al., 2019), הודו (Ashwathi et al., 2017) וסין (Li et al., 2021; Yang et al., 2022). בארה"ב נמצא כי גזעים שונים של פוזריום יכולים לתקוף מיני סוככיים רבים (Henry et al., 2020). לרוב גורם המחלה הוא המין *Fusarium oxysporum* (Gilardi et al., 2019; Yang et al., 2022), אם כי דווח גם על מינים אחרים, כמו *Fusarium equiseti* (Yang et al., 2021). עד היום לא דווח על זני כוסברה עמידים לפוזריום. טיפוח זני ירקות העמידים לפוזריום דווח רבות בספרות (Chaimovitsh et al., 2006), כאשר לרוב מדובר על עמידות אקטיבית בעלת אופן הורשה דומיננטי. אופן הורשה זה מקל על החדרת העמידות לזני עילית, כפי שבוצע ביחידת התבלינים בנווה יער עם טיפוח זני בזיל העמידים לפוזריום (Chaimovitsh et al., 2006; Gonda et al., 2022).

הזן "סְמָדִי" שפותח בנווה יער, נמצא עמיד לתופעה ונותן כבר כיום פתרון למספר לא מבוטל של חקלאים. ברם, סְמָדִי הוא זן מהיר צמיחה ומותאם לגידול בתנאי חורף. בקיץ הוא מקדים לפרוח ולא ניתן לקצור את העלים בטרם

מופיעה הפריחה. זהו חיסרון ברור בהקשר של מחלת הפוזריום, מכיוון שמחלה זו מתפתחת דווקא בקיץ, וכתוצאה מכך היבול נמוך יותר ואיכותו פחותה.

מטרות המחקר

המטרה הראשית של מחקר זה היא לייצר אופק טיפוחי עבור מגדלי הכוסברה בארץ, בכדי שיוכלו לספק תוצרת טרייה גם בחודשי האביב, הקיץ והסתיו, כך שתענה על דרישות השווקים באמצעות זן עלית העמיד לפוזריום או לחולי נופל. מטרות ספציפיות הן כלהלן:

1. הבנת הגנטיקה ואופן ההורשה של עמידות הזן סְמָדִי.
2. החדרת עמידות הזן סְמָדִי לזנים מאחרי פריחה.
3. איתור קווי טיפוח וגנוטיפים העמידים לפוזריום/חולי נופל.

שיטות וחומרים

ניסוי הדבקה לדור F1 - בדיקת עמידות נערכה באמצעות זרעי דוחן שהודבקו בפוזריום. 40 גרם של זרעי דוחן הושרו במים, הועברו לארלנמייר של 1 ליטר ועוקרו פעמיים (30 דקות ב-121 מעלות צלזיוס). תבדיד פוזריום, שמקורו בקרקע במושב פעמי תש"ז, גודל במשך 120 שעות על מצע אגר (potato dextrose agar, PDA) בצלחות פטרי בגודל 9 ס"מ ושימש להדבקת זרעי הדוחן. לאחר 10 ימי דגירה ב-25 מעלות צלזיוס הוסף תבדיד הפוזריום עם זרעי הדוחן המודבקים לתערובת עציצים (אבן ארי גרין) ביחס של 0.5% (w/w). בכל עציץ נזרעו 5 זרעי מכלוא ו-5 זרעי זן ביקורת (כל זן בחצי עציץ כך שניתן להבחין בהפרדה). במחצית מהניסויים הביקורת הייתה הזן הרגיש לייזר, ובמחצית השנייה - הזן העמיד סמדי. במקביל, הועמד ניסוי שנשתל ללא הוספת פוזריום. בגלל המספר הנמוך של זרעי F1, הועמדו בסך הכול 4 עציצי ניסוי ו-2 עציצי ביקורת.

פיתוח סמן לאימות המכלואים - DNA הופק באמצעות קיט ייעודי של חברת Omega (Gonda et al., 2022). ריאקציות PCR בוצעו באמצעות קיט GoTaq של חברת Promega עם פריימרים ייעודיים (טבלה 1). נבחנו כמה טמפרטורות Tm לכל זוג פריימרים. יעילות הסמן להבדלה בין הגנוטיפים נבחנה ע"ג ג'ל אגרוז 1% שהכיל 0.5ppm אתידיום ברומיד.

טבלה 1. פריימרים ששימשו לפיתוח סמן

primer no.[#]	Sequence (5' → 3')	Chr indel[$]	Smadi amplicon size	Reference amplicon size
F-48	GCTGCGCCTTCTTCCTTTGTAT	2	112	137
R-49	TGTCTCAGCGGCTTCAACTTC	2		
F-50	CTGCGCCTTCTTCCTTTGTA	2	84	109
R-51	GCGGCTTCAACTTCACAATC	2		
F-52	TTGCGAGACGATACAGGTCAG	9	104	83
R-53	CACAGTGCTTCCATGACTCCA	9		
F-54	CAGGTCAGTTTCTTGAAGGGAA	9	102	81
R-55	CATCTATCCATCACAGTGCTTCCA	9		
F-56	GCCGTGACCCGTGAGTAAG	11	216	195
R-57	CTGTTTTAAAGCTCTGCAAGACTGC	11		
F-58	GGTTAGGGGAGAGAGACGTTG	11	98	77
R-59	TTGGCAGCTGGACTCTGTTTTA	11		
[#] F, forword primer; R, reverse primer; [$] chromosome of the marker				

<u>ניסוי הדבקה עם תבדידים שונים</u> - המבחן בוצע באופן זהה למבחן הדבקה לדור F1. נעשה שימוש בתבדידי פוזריום מצמחי כוסברה שגדלו באזור מושב מיתר, באזור מושב גבעולים ובאזור מושב רווחה.

<u>מבחני פריחה ועמידות לפוזריום עבור קווי סמדי מאחרי פריחה</u> - בחודשי הקיץ נערכו 2 ניסויים בבית רשת (כ-30% הצללה) בנווה יער. למבחן נבדקו 4 קווי סלקציה מהזן סמדי בהשוואה לזן סמדי. לכל זן נבחנו שתי קרקעות שונות: קרקע נווה יער ללא מחלה, וקרקע ממגן שאול עם מחלת פוזריום בקרקע. כל זן נזרע לתוך עציצי 10 ס"מ בנפח של חצי ליטר, לתוך שני סוגי הקרקעות. לכל קרקע היו 2 עציצים (2 חזרות) לזן, כך שלכל זן היו 4 עציצים: 2 עם קרקע נווה יער, ושניים עם קרקע ממגן שאול. בכל עציץ נזרעו 5 זרעים שחולצו מתוך הפירות. העציצים גודלו בבית רשת עם מתזים עיליים. משטר ההשקיה היה 3 השקיות ביום למשך 4 דקות בכל השקיה. ספיקת הממטיר: 0.333 ליטר דקה. מעל העציצים הוצבו 2 מתזים. בנוסף, דשן 20:20:20 במיהול של 1 גרם לליטר ניתן כתוספת להשקיה פעמיים בשבוע בכמות של 50 סמ"ק לעציץ.

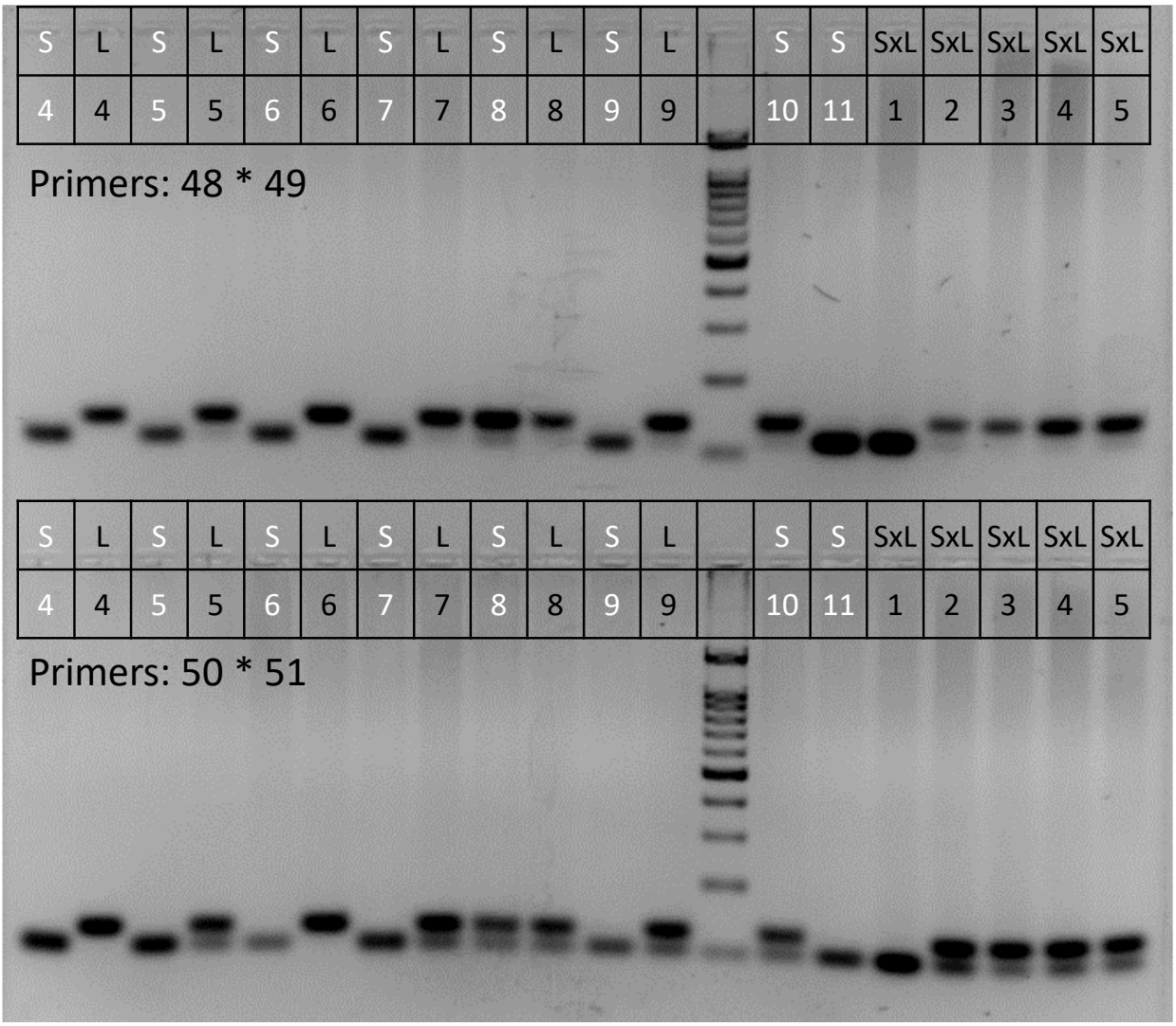
תוצאות ודיון

ניסוי הדבקה לדור F1 של ההכלאה "סמדי" × "לייזר" - ההדבקה עם התבדיד מפעמי תש"ז נמצאה לא יעילה מספיק. אמנם אחוז הנביטה של המכלואים היה 53% (בכל הניסוי), והמכלואים לא נפלו כלל כמו בזן סמדי, אך הזן הרגיש לייזר לא נבט טוב (6 צמחים בשני עציצי ההדבקה) והראה רק 2 צמחים נופלים, שהם כ- 33% (טבלה 2). מכאן שישנו קושי להסיק על אופן ההורשה של העמידות. לשם בדיקת אופן ההורשה נשתמש בדור F2, שבו יהיו לנו זרעים רבים יותר.

טבלה 2. ניסוי הדבקה למכלואי "סמדי" × "לייזר" מדור F1 עם תבדיד פוזריום מקרקעות מושב פעמי תש"ז

מס' עציץ#	זן	טיפול	נביטות	נפילות	
1	לייזר	ביקורת	4	-	
	F1	ביקורת	4	-	
2	סמדי	ביקורת	4	-	
	F1	ביקורת	2	-	
3	לייזר	פוזריום	4	2	
	F1	פוזריום	1	-	
4	לייזר	פוזריום	2	-	
	F1	פוזריום	3	-	
5	סמדי	פוזריום	5	-	
	F1	פוזריום	2	-	
6	סמדי	פוזריום	5	-	
	F1	פוזריום	4	-	
# בכל עציץ נזרעו 5 זרעים מכן זן					

פיתוח סמן לאימות המכלואים - מכיוון שמלאכת ההכלאה בכוסברה היא מאוד עדינה, והחשש מ"זיהום זכרי" על הצלקת הוא רב, התחלנו בפיתוח סמן DNA שיאפשר את אימות ההכלאה. על סמך ריצוף GBS שנערך לפרט אחד מהזן סמדי והשוואתו לגנום הרפרנס (Song et al., 2020), הרכבנו שישה זוגות פריימרים בכדי לבחון אם יעילותם באימות המכלואים. התוצאות מראות כי ישנה שונות גנטית גדולה בזן לייזר ובעיקר בזן סמדי. ישנם צמחי "סמדי" המראים מופע הפוך של הסמן, ואילו צמחי "ליזר" שמראים מופע הטרוזיגוטי (איור 1). מכיוון שאין בידנו DNA של הצמחים הספציפיים ששימשו להכלאה בשנה שעברה, הסמן לא היה יעיל באימות ההכלאות הללו. השתמשנו בסמן החדש בכדי לאתר צמחי "סמדי", ששרדו הדבקות עם מספר תבדידים אלימים יותר מהתבדיד שבודד מפעמי תש"ז, ובודדו מצמחים נגועים משדות באזור המושבים מיתר, גבעולים ורווחה (סה"כ שלושה תבדידים, הניסויים בוצעו ע"י ד"ר עומר פרנקל ומתוארים בחלקם במיזם), והם מראים אחידות לסמן ויוכלו לשמש להכלאות חדשות. צמחי "סמדי" אלו הוכלאו עם צמחי "לייזר" שהראו אחידות לסמן בבנד שונה מזה של צמחי "סמדי" שתוארו לעיל. בשנה הקרובה הסמן ישמש אותנו לאימות ההכלאה בצמחי F1 החדשים.



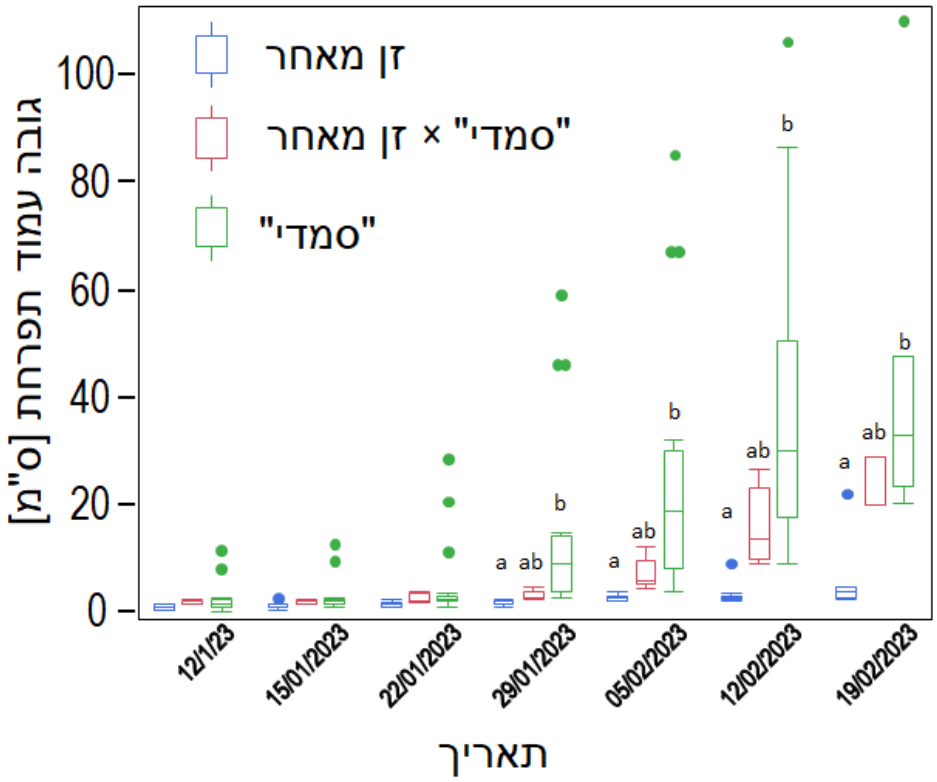
איור 1. פיתוח סמן DNA לאימות המכלואים - בחינה של שני זוגות פריימרים: S, הזן "סמדי"; L, הזן "לייזר"; SxL, מכלוא מדור F1 בין הזנים סמדי ולייזר

<u>ניסוי הדבקה עם תבדידים שונים</u> - צמחי "סמדי", שתוארו לעיל ושרדו הדבקה עם תבדידים אלימים יותר מהתבדיד מפעמי תש"ז, שימשו להכלאות עצמיות בכדי לפתח זן שיהיה עמיד לתבדידים אלימים יותר ויראה אחידות בעמידות זו. זרעי ה- S1 נבחנו במבחן הדבקה חוזר. זרעים של צמחים ששרדו הדבקה עם התבדיד ממושב גבעולים הראו נביטה חלשה מאוד, והזן הרגיש "לייזר" הראה תמותה נמוכה, דבר המעיד על הדבקה חלקית (טבלה 3). זרעים מצמחי "סמדי" ששרדו הדבקה עם תבדידי מיתר ורווחה הראו עמידות גבוהה (על אף נביטה חלשה יחסית), בהשוואה לתמותה של 75%-100% בזן לייזר (טבלה 2). צמחים אלו הועברו לעציצים וכוסו ברשת בצפיפות 50 מש למניעת האבקה זרה, ובהמשך יופקו זרעי S2 (טבלה 3, מסומנים באדום).

טבלה 3. ניסויי הדבקה חוזרת עם פוזריום ממקורות שונים לצמחי סמדי מדור S1

זן	תבדיד מקורי	מס' צמח מקורי	טיפול הדבקה	מס' עציצים	נביטות	שורדים	אחוז תמותה
לייזר	גבעולים	-	ביקורת	1	7	7	0%
סמדי	גבעולים	1	ביקורת	4	1	1	0%
לייזר	גבעולים	-	גבעולים	1	6	5	17%
סמדי	גבעולים	1	גבעולים	4	1	1	0%
לייזר	גבעולים	-	ביקורת	1	8	8	0%
סמדי	גבעולים	2	ביקורת	4	2	2	0%
לייזר	גבעולים	-	גבעולים	1	2	1	50%
סמדי	גבעולים	2	גבעולים	4	0	0	-
לייזר	מיתר	-	ביקורת	1	6	6	0%
סמדי	מיתר	1	ביקורת	4	6	6	0%
לייזר	מיתר	-	מיתר	1	4	1	75%
סמדי	מיתר	1	מיתר	4	1	1	0%
לייזר	מיתר	-	ביקורת	1	6	6	0%
סמדי	מיתר	2	ביקורת	4	1	1	0%
לייזר	מיתר	-	מיתר	1	4	1	75%
סמדי	מיתר	2	מיתר	4	3	3	0%
לייזר	מיתר	-	ביקורת	1	4	4	0%
סמדי	מיתר	3	ביקורת	4	3	3	0%
לייזר	מיתר	-	מיתר	1	3	0	100%
סמדי	מיתר	3	מיתר	4	5	5	0%
לייזר	מיתר	-	ביקורת	1	5	4	20%
סמדי	מיתר	4	ביקורת	4	5	4	33%
לייזר	מיתר	-	מיתר	1	5	2	60%
סמדי	מיתר	4	מיתר	4	5	3	50%
לייזר	רווחה	-	ביקורת	1	7	7	0%
סמדי	רווחה	1	ביקורת	4	13	13	0%
לייזר	רווחה	-	רווחה	1	6	1	83%
סמדי	רווחה	1	רווחה	4	4	4	0%
לייזר	רווחה	-	ביקורת	1	6	6	0%
סמדי	רווחה	2	ביקורת	4	1	1	0%
לייזר	רווחה	-	רווחה	1	4	1	75%
סמדי	רווחה	2	רווחה	4	10	6	33%

ייצור זרעי F2 - מטרת ייצור זרעי F2 היא כפולה: ראשית, להמשיך לטיפוח קו יציב מאחר פריחה ועמיד לפוזריום ע"י ברירה מבין המכלואים; שנית, להעריך את מנגנון ההורשה של העמידות, וזאת, מכיוון שהניסוי עם דור F1 בקנה מידה קטן נכשל (ראה לעיל) ונותרו בידינו מספר מצומצם של זרעי מכלוא. כדי לאשש את ההכלאה, בהיעדר סמן יציב (ראה לעיל), מועד הנביטה, הפריחה וקצב התפתחות עמוד התפרחת סייעו לנו. אכן נראה כי זרעי F1 הראו פריחה מעוכבת ביחס לזן סמדי, ומוקדמת ביחס לזן לייזר (איור 2). מכל אחד מצמחי המכלוא נאספו זרעי F2 (כמות זרעים בטבלה 4) לבחינה במבחן הדבקה בשנה השנייה של המיזם. בסך הכול גודלו 15 צמחי מכלוא מדור F1.

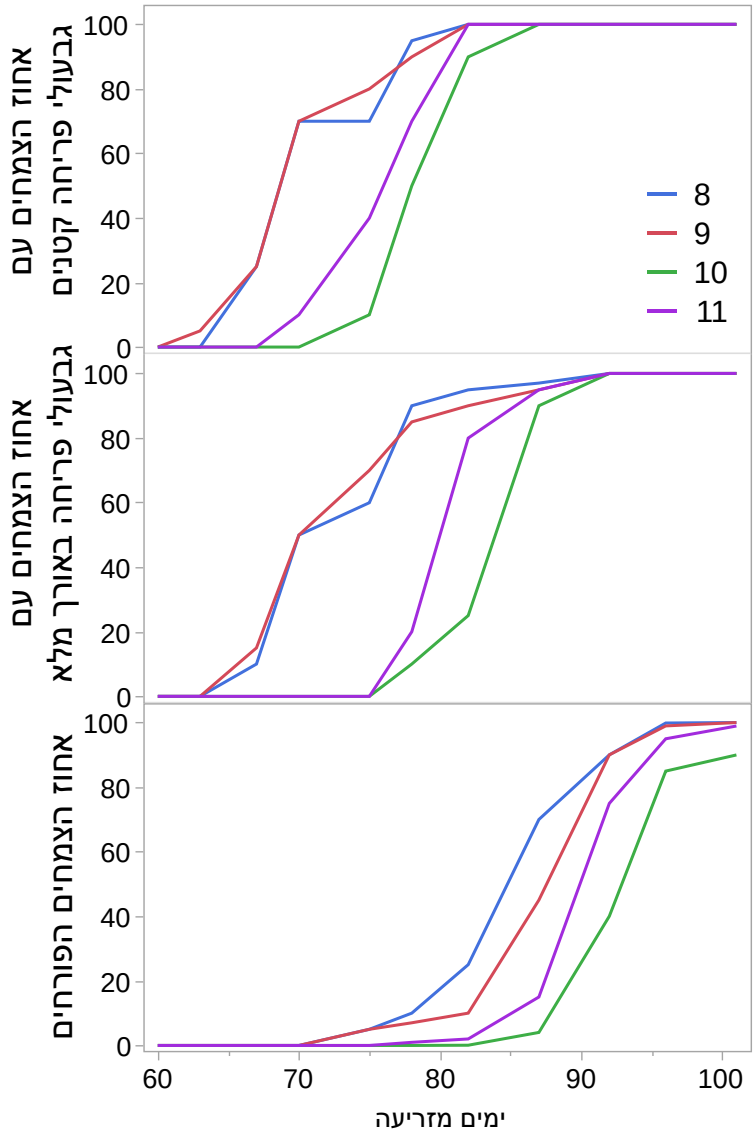


איור 2. פריחת הזן סמדי, לעומת זן מאחר פריחה וצמחי F1 של ההכלאה ביניהם. הצמחים גודלו בחממה ומעקב אחרי גובה עמוד התפרחת נערך מדי שבוע. הקופסה המלבנית מייצגת את הטווח הבין-רבעוני; הקו האופקי מייצג את החציון; הקווים האנכיים מייצגים את התצפית הקיצונית ביותר שאינה חריגה; נקודות מציינות תצפיות חריגות. מספר הפרטים (n): סמדי - 17; לייזר - 9; סמדי × לייזר - 5.

טבלה 4. כמות זרעי F2 במכלואים השונים

מס' קו ל- DNA	הורה ♀	הורה ♂	דור	מספר זרעים גדולים	כמות זרעים (ג')
sm50	סמדי	לייזר	F2	>200	30.66
sm 52	סמדי	לייזר	F2	>200	29.72
sm48	סמדי	לייזר	F2	>200	17.85
sm59	סמדי	לייזר	F2	>100	16.1
sm55	סמדי	לייזר	F2	200	13.3
sm57	סמדי	לייזר	F2	101	7.68
sm56	סמדי	לייזר	F2	81	15
sm58	סמדי	לייזר	F2	58	21
sm53	סמדי	לייזר	F2	50	9.9
#4	סמדי	לייזר	F2	46	8.2
#1	סמדי	לייזר	F2	45	6.65
#5	סמדי	לייזר	F2	44	7.1
#2	סמדי	לייזר	F2	29	5.6
#3	סמדי	לייזר	F2	21	7.45
sm49	סמדי	לייזר	F2	20	19.6

ייצור זרעי יסוד עבור "סמדי" המאחר בפריחה - שדה של צמחי "סמדי" בצפיפות נמוכה גודל באביב 2022 בנווה יער. בין הפרטים נמצאו פרטים שאיחרו לפרוח והיו בעלי עלים גדולים. 20 פרטים בודדים כוסו ברשת 50 מש על מנת להבטיח הפריה עצמית. מכל הצמחים הופקו זרעים. כל 20 הקווים נבחנו לעמידות לפוזריום בקרקע מאולחת ממושב מגן שאול. במחצית מהקווים נצפתה עמידות מלאה ולא נצפו נפילות צמחים כלל. ל-4 קווים ניכר מופע צימוח איטי יותר משאר הקווים (2 מתוכם בעלי עמידות מלאה לפוזריום). כל 4 הקווים נזרעו בנווה יער בחלקות של 100-300 מ"ר במרחקים של כ-100 מטרים זו מזו, לצורך ייצור כמות זרעים בהפריה פתוחה עם סיכון נמוך להאבקה זרה. מועד הופעת הפריחה תועד במהלך העונה, וניכר כי ישנה שונות בין הקווים (איור 3). התוצרת נקצרה בחודש יוני ונבחנה לצימוח, לפריחה ולעמידות לפוזריום בקרקע שמקורה במגן שאול.



איור 3. אפיון הופעת הפריחה בקווי סמדי מאחרי פריחה (8, 9, 10, 11) בחלקת הריבוי בנווה יער

אפיון פריחה ועמידות עבור קווי סמדי המאחרים בפריחה

מבחני פריחה ועמידות לפוזריום עבור קווי סמדי מאחרי פריחה

מבחן קווים מס' 1: מועד הזריעה היה בתאריך 6/7/23.

גבעול הפריחה בזן סמדי הופיע כעבור 29 ימים מהזריעה. גם הזנים 8 ו- 11 לא הראו שונות במועד הפריחה מהזן סמדי. בזן 9 הופיע גבעול פריחה בצמח אחד בלבד מתוך 7 צמחים. גבעול הפריחה הופיע בצמח בודד לאחר 34 ימים מזריעה. שאר 6 הצמחים עדיין לא הראו סימני הופעת גבעול פריחה. יש לציין כי זן 9 מראה התפצלות של הגבעול הראשי לגבעולים צדיים, דבר המגדיל את היבול, בעוד שהזן סמדי לא מראה התפצלות כזו. גם זן 10 מראה התפצלות לגבעולי צד, אך לא מראה איחור בפריחה. מבחינת עמידות לפוזריום כל הזנים מראים עמידות.

מבחן קווים מס' 2: מועד הזריעה היה בתאריך 21/8/23, ותחילת הנביטה ב- 27/8/28. בדיקת נביטה התבצעה בתאריך 28/8/23 (טבלה 5).

טבלה 5. אחוזי נביטה בניסוי בזני סמדי מאחרי פריחה

זן	ממוצע אחוז נביטה לעציץ	שגיאת תקן
סמדי	84%	0.05
קו 8	70%	0
קו 9	68%	0.13
קו 10	78%	0.06
קו 11	74%	0.04

תוצאות: קו 11 הקדים ללבלב, ועלה אמיתי ראשון יצא ב- 31/8/23, כ-10 ימים מהזריעה. יתר הזנים איחרו אחריו בהפרש של יום.

מבחן פריחה: מועד דיגום 5/10/23 (45 ימים מהזריעה).

גבעול פריחה ראשון הופיע בזן סמדי רק בצמח אחד מתוך 50 זרעים שנזרעו, לאחר 40 ימים. כעבור 45 יום מהזריעה הופיעו עוד 3 צמחים עם גבעולי פריחה בזן סמדי. בקו 10 הופיעו גבעולי פריחה לאחר 42 יום (יומיים איחור מהזן סמדי). בקו 8 גם כעבור 45 יום עדיין לא הייתה פריחה, ואף בקו 9 לאחר 45 יום אין פריחה. בקו 11 לאחר 45 יום הופיע גבעול פריחה בצמח בודד מתוך 50 שנזרעו.

מסקנות להמשך

הזן לייזר ובעיקר הזן סמדי מגלים שונות בלתי מבוטלת, שהתבטאה הן בבחינת סמני ה- DNA והן בשונות במועד הופעת הפריחה. עובדה זו מעודדת, שכן אנו אופטימיים לגבי האפשרות לטפח זן סמדי שיאחר לפרוח, ואנו רואים זאת בבחינת הקווים 8-11. קווים 9 ו-10 מוכנים כיום לריבוי זרעים בנווה יער, והעובדה שמקורם בצמח בודד שעבר הפריה עצמית, מגדילה את הסיכויים לקבל עמידות אחידה גם לתבדידי פוזריום אלימים יותר מזה שנמצא בקרקע שיובאה ממושב מגן שאול. אנו נבדוק השנה את עמידות הקווים 9 ו-10 לתבדידים אלימים אלו.

בדיקת אופן ההורשה של עמידות לפוזריום (לתבדיד "מיתר") תיעשה על דור F2 בחמש האוכלוסיות בעלות מספר הזרעים הרב ביותר. מהצמחים העמידים נייצר משפחות F3 בהפריה עצמית, שייבחנו לאחידות העמידות. ממשפחות שיראו יציבות בעמידות, ייבחנו מספר רב של צמחים למועד הפריחה לשם טיפוח זן עמיד המאחר בפריחה.

תודות

תודה לקרן שה"מ - על התמיכה במחקר ועל מימונו.

ספרות מצוטטת

Ashwathi S, Ushamalini C, Parthasarathy S, Nakkeeran S (2017) Morphological and molecular characterization of *Fusarium* spp. associated with vascular wilt of coriander in India. J Pharmacogn Phytochem **6**: 1055–1059

Chaimovitsh D, Dudai N, Putievsky E, Ashri A (2006) Inheritance of resistance to Fusarium wilt in sweet basil. Plant Dis **90**: 58–60

Gilardi G, Franco-Ortega S, Gullino ML, Garibaldi A (2019) First report of Fusarium wilt of coriander (*Coriandrum sativum*) caused by *Fusarium oxysporum* in Italy. Plant Dis **103**: 1020

Gonda I, Milavski R, Adler C, Abu-Abied M, Tal O, Faigenboim A, Chaimovitsh D, Dudai N (2022) Genome-based high-resolution mapping of fusarium wilt resistance in sweet basil. Plant Sci **321**: 111316

Henry P, Kaur S, Pham QAT, Barakat R, Brinker S, Haensel H, Daugovish O, Epstein L (2020) Genomic differences between the new *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* (Foa) race 4 on celery, the less virulent Foa races 2 and 3, and the avirulent on celery f. sp. *coriandrii*. BMC Genomics **21**: 730

Koike ST, Gordon TR (2005) First Report of Fusarium Wilt of Cilantro Caused by Fusarium oxysporum in California. Plant Dis **89**: 1130–1130

Li X, Kang H-J, Zhao Q, Shi Y, Chai A, Li B (2021) First report of *Fusarium oxysporum* causing wilt on coriander in China. Plant Dis **105**: 4164

Silverman D, Mor N, Falach L, Frenkel O, Chaimovitsh D, Gonda I, Dudai N (2021) A pamphlet to coriander farmers – coping with summer damping-off (In Hebrew). Training and Profession Services (SHAHAM): Ministry of Agriculture and Rural Development

Song X, Wang J, Li N, Yu J, Meng F, Wei C, Liu C, Chen W, Nie F, Zhang Z, et al (2020) Deciphering the high-quality genome sequence of coriander that causes controversial feelings. Plant Biotechnol J **18**: 1444–1456

Yang L, Gao W, Wang W, Zhang C, Wang Y (2021) First Report of Stem and Root Rot of Coriander Caused by Fusarium equiseti in China. Plant Dis **105**: 220

Yang L, Gao W, Zhang C, Xu L, Wang Y (2022) First report of *Fusarium oxysporum* causing coriander wilt disease in north China. Plant Dis **106**: 1525

האמור לעיל הינו בגדר עצה מקצועית בלבד ואינו מהווה חוות דעת מומחה לצורך הצגה כראיה בהליך משפטי.
על מקבל העצה לנהוג מנהג זהירות, ושימוש או הסתמכות על המידע המופיע לעיל הינו באחריות מקבל העצה בלבד.
אין להעתיק, להפיץ או להשתמש במסמך זה או בחלקים ממנו לצורך הליך משפטי כלשהו, ללא אישור מראש ובכתב של החתומים.

© שה"מ הוצאה לאור, 2024, עריכה לשונית: עדי סלוניקו, גרפיקה: לובה קמנצקי