

**משרד החקלאות - דו"ח לתוכניות מחקר
לקרן המדען הראשי**

קוד זיהוי	א. נושא המחקר (בעברית)
21 - 17 - 0007	שילוב כנות עמידות לכנימת דם בממשק ההדברה הידידותי במטעי התפוח

ג. כללי	
מוסד מחקר של החוקר הראשי	
מו"פ צפון	
סוג הדו"ח	תאריכים
מסכם	תקופת המחקר
	עבורה מוגש הדו"ח
	התחלה
	סיום
שנה / חודש	שנה / חודש
	01 / 2016
	12 / 2017
	שנה / חודש

ב. צוות החוקרים		
שם פרטי	שם משפחה	
חיים	ראובני	חוקר ראשי
חוקרים משניים		
1	אבדאח	
2	הולנד	
3	דורון	
4		
5		
6		
7		

ד. מקורות מימון עבורם מיועד הדו"ח		
שם מקור המימון	קוד מקור מימון	סכום שאושר למחקר בשנת תיקצוב הדו"ח בשקלים

ה. תקציר שים לב - על התקציר להיכתב בעברית לפי סעיף ה' שבהנחיות לכתובת דיווחים

הצגת הבעיה – כנימת הדם היא מזיק כלכלי ספציפי של עצי התפוח המתפתחת בנוף ובשורשים. התפתחותה בנוף גורמת לנזק כמותי ואיכותי בפרי והתפתחותה בשורשים פוגעת בחיוניות העצים. הדברתה בכל מטעי התפוח מבוססת על שימוש בקוטלי חרקים. במחקר זה, נבדקה רמת העמידות של כנות שונות כחלק מפיתוח ממשק ידידותי ללא קוטלי חרקים.

מטרות המחקר – (1) דרוג רמת העמידות של כנות תפוח לכנימת דם, (2) דרוג רמת העמידות של כנות תפוח מורכבות לכנימת הדם, (3) זיהוי הגורמים המעורבים בהקניית העמידות.

שיטות העבודה - שש סוגים של כנות תפוח חדשות וותיקות נטעו בעציצים בנפח של 100 ליטר בעשר חזרות. לאחר התפתחות הנוף אולחו הכנות בפרטים של כנימת דם ונערך מעקב אחר התבססות האוכלוסייה.

תוצאות עיקריות – שתי כנות ממשפחת ה- MIM (106/109) ביטאו עמידות ולא התפתחה בהם כלל אוכלוסיית כנימת הדם בנוף. יתר ארבע הכנות ביטאו רגישות והתפתחה בהן אוכלוסייה של כנימת הדם. באנליזה של נדיפים נמצאו חומרים היכולים להיות מעורבים בהקניית העמידות.

מסקנות והמלצות – ניתן ליישם את התוצאות החיוביות באשר לעמידות 106 ולמנוע את השתרשותה במטע. נדרש לבדוק את השפעת הכנה העמידה על הרכב ולחקור את האפשרות לעשות שימוש בנדיפים במטרה להשפיע על התנהגות הכנימה.

ו. אישורים

הנני מאשר שקראתי את ההנחיות להגשת דיווחים לקרן המדען הראשי והדו"ח המצ"ב מוגש לפיהן

חוקר ראשי	מנהל המחלקה	מנהל המכון (פקולטה)	אמרכלות (רשות המחקר)	רשות המחקר	תאריך (שנה) (חודש) (יום)
-----------	-------------	---------------------	----------------------	------------	--------------------------

דו"ח מסכם לתוכנית מחקר מספר 21-17-0007
שילוב כנות עמידות לכנימת דם בממשק ההדברה הידידותי במטעי התפוח

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

חיים ראובני, המרכז להדברה משולבת, מו"פ צפון.

מופק אבדאח, המחלקה למדעי הצמח וחקר ירקות, מרכז מחקר נווה-יער.

דורון הולנד, המחלקה למטעים, מרכז מחקר נווה-יער.

ישראל דורון, ממ"ר גרעיניים שה"מ, משרד החקלאות (גמלאי).

Haim Reuveny, Integrated Pest Management Center, Northern R&D. P.O.B. 831, Kiryat

Shmona 11016. ipmc@migal.org.il

Mwafak Ibdah, ARO, Neve Yahar. P.O.B. 1012, Ramat Yshai30095.

mwafaq@volcani.agri.gov.il

Doron Holland, ARO, Neve Yahar. P.O.B. 1012, Ramat Yshai30095.

vhollan@volcani.agri.gov.il

Israel Doron, Northern R&D. P.O.B. 831, Kiryat Shmona 11016. isrdor@gmail.com

תקציר

הצגת הבעיה – כנימת הדם היא מזיק כלכלי ספציפי של עצי התפוח המתפתחת בנוף ובשורשים. התפתחותה בנוף גורמת לנזק כמותי ואיכותי בפרי והתפתחותה בשורשים פוגעת בחיוניות העצים. הדברתה בכל מטעי התפוח מבוססת על שימוש בקוטלי חרקים. במחקר זה, נבדקה רמת העמידות של כנות שונות כחלק מפיתוח ממשק ידידותי ללא קוטלי חרקים.

מטרות המחקר – (1) דרוג רמת העמידות של כנות תפוח לכנימת דם, (2) דרוג רמת העמידות של כנות תפוח מורכבות לכנימת הדם, (3) זיהוי הגורמים המעורבים בהקניית העמידות.

שיטות העבודה – שש סוגים של כנות תפוח חדשות וותיקות ניטעו בעציצים בנפח של 100 ליטר בעשר חזרות. לאחר התפתחות הנוף אולחו הכנות בפרטים של כנימת דם ונערך מעקב אחר התבססות האוכלוסייה. לאחר שנה הורכבו מחצית מהכנות בזן גרניסמיט. לאחר שהעצים אוכלסו בכנימה נאספו נדיפים מהשורשים ונלקחו לאנליזה במעבדה.

תוצאות עיקריות – הכנה MM106, ביטאה עמידות לכנימת הדם גם בנוף וגם בשורשים, בעוד הכנה 109, מאותה משפחה, התפתחה באופן מוגבל בשורשים ולא עלתה לנוף. בכל יתר הכנות הופיעה הכנימה הן בחלקים התת-קרקעיים והן בחלקים העליונים. בבדיקת נדיפים שנאספו מהנוף והשורשים נמצאו הבדלים ביצור של מגוון חומרים, חלקם נמצא אך ורק ב-MM106.

מסקנות והמלצות – העובדה שכנת MM106 הנפוצה בשימוש מסחרי במטעי התפוח, ביטאה עמידות לכנימה מלמדת על הצורך לנהל במטע ממשק גידול נכון שבו הכנה לא תשתרש שכן, כנראה שזאת הסיבה שהעמידות אינה מתבטאת במטע המסחרי. נדרש לקבוע את מעבר העמידות מהכנה לרוכב שכן, במחקר זה, הורכבו חלק מהכנות בזן גרניסמיט במטרה ללמוד את מעבר העמידות מהכנה לרוכב אך, כדי לא לפגוע בהתפתחות הענפים הצעירים לא ניתן היה לאלח אותם בשנה זאת בכנימת הדם. על סמך ההבדלים שנמצאו בנדיפים של כנת MM106 ייתכן והם מעורבים בהקניית העמידות.

הצהרת החוקר הראשי:
הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים ולא מהווים המלצות לחקלאי.

חתימת החוקר _____ תאריך _____

תוכן העניינים

א. מבוא	3
ב. מטרות המחקר	3
ג. פרוט עיקרי הניסויים	3
ד. תוצאות	4
ה. דיון	8
סיכום עם שאלות מנחות	9

א. מבוא

כנימת הדם *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) היא מזיק כלכלי חשוב וספציפי של מטעי התפוח בארץ. הכנימה גורמת בעצי התפוח לנזק כמותי ואיכותי. בחודשי הקיץ היא מוצצת בפקעי הפרי וגורמת להתנוונותם ועל ידי כך נפגע היבול העתידי. בנוסף, הפרשות טל הדבש מכערות את הפרי ומפחיתות מערכו המסחרי. את החורף היא עוברת כבוגרת פעילה בשורשים ופוגעת בחיוניות העץ על ידי יצירת עפצים ופגיעה בתפקוד הנורמאלי של מערכת השורשים. כיום, נוהגים במטעי התפוח להדבירה באמצעות קוטלי חרקים והדבר משפיע לרעה על מרקם הממשק הידידותי המעודד את התפתחותם של אויבים טבעיים ומטיב עם הסביבה. יתרה מכך, לכנימת הדם יש אויב טבעי ספציפי חשוב - הצרעה הטפילית *Aphelinus mali*, שהתפתחותה ופעילותה נפגעות על רקע השימוש בקוטלי חרקים. כדי לצמצם את השימוש בקוטלי חרקים נבדקה, במחקר זה, רמת העמידות של כנות תפוח לכנימת הדם. לדעתנו, על ידי שילוב של כנות עמידות וטיפול אמצעים שיעודדו את הופעת הצרעה הטפילית ניתן יהיה לפתח ממשק ידידותי לכנימת הדם ללא שימוש בקוטלי חרקים.

ב. מטרות המחקר

1. דרוג רמת העמידות של כנות תפוח לכנימת דם.
2. דרוג רמת העמידות של כנות תפוח מורכבות לכנימת הדם.
3. זיהוי הגורמים המעורבים בהקניית העמידות.

ג. פירוט עיקרי הניסויים

שש כנות תפוח חדשות וישנות ניטעו, בשנה הראשונה, בעציצים בנפח של 100 ליטר בעשר חזרות. לאחר תהליך הקליטה של הכנות בעציצים והתפתחות הנוף וענפי משנה, הם אולחו באופן יזום בפרטים של כנימת הדם. לאחר התבססות הכנימה בנוף נערכו בעונה העוקבת מעקבים אחר התפתחות הכנימה ונרשמה נוכחותה בשורשים ובנוף. הבדיקות נערכו בתחילת האביב, בטרם הופיעה הכנימה על הנוף, בחדשי הקיץ כאשר הכנימה משגגת בנוף ובשורשים ובסתיו כאשר היא חוזרת מהנוף לשורשים. כדי להגביל פעילות של אויבים טבעיים הפוגעים בהתפתחות הכנימה נתנו ריסוסים עם קוטלי חרקים הפוגעים באויבים טבעיים ואינם פוגעים בכנימה. כך, ניתן היה לצמצם את הפגיעה בכנימה ולעודד את התפתחותה בחלקים

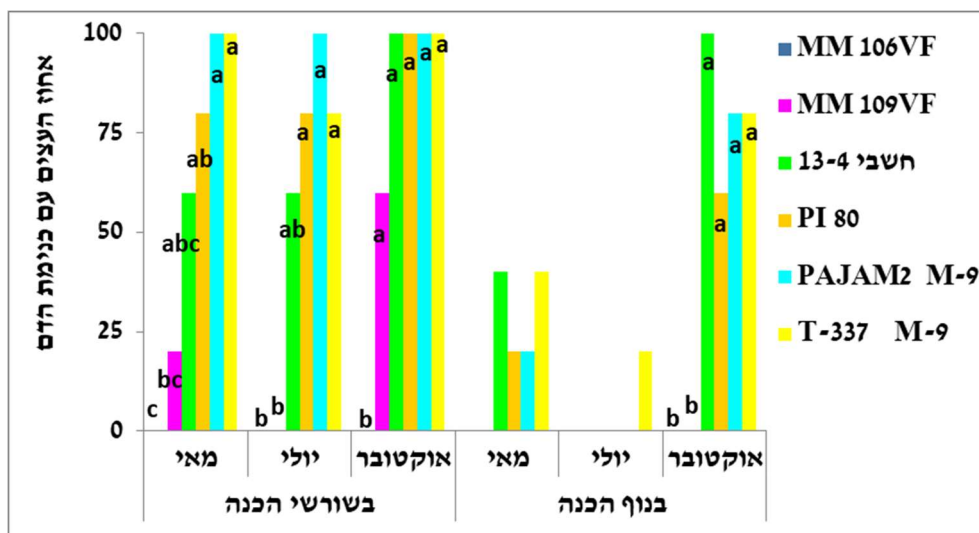
העל-קרקעיים של הכנות. בחודשי הקיץ, לאחר התבססות הכנימה נאספו נדיפים מהנוף ומהשורשים ונלקחו לאנליזה במעבדה, במטרה לבדוק את הגורמים המעורבים בהקניית העמידות לכנות השונות. כמו כן, בשנה השנייה הורכבו מחצית מהכנות (חמש חזרות) בזן גרניסמיט וכדי לא לפגוע בהתפתחות הענפים המורכבים נמנע מהם אילוח בכנימת הדם, על ידי שימוש בקוטלי חרקים. כך, שלא היה ניתן בתקופת המחקר לתת תשובה באשר למעבר העמידות מהכנה לרוכב.

ד. תוצאות

באיור 1 מתוארת רמת הנגיעות בכנימת הדם בשורשים ו בנוף של כנות התפוח השונות, לאחר התבססות הכנימה בנוף ובשורשים. במשך שתי שנות המחקר לא התבססה הכנימה כלל על כנות ממשפחת ה-Malling-Morton (MM106/109). בשנה השנייה לא התפתחה הכנימה כלל (מובהק) בנוף ובשורשים של הכנה MM106 (איור 1) בעוד שבכנה MM109 נמצאה התפתחות מוגבלת בשורשים אך, לא היה מעבר לנוף הכנה. הכנה MM106 נפוצה במטעי התפוח המסחריים וייתכן שהעמידות אינה מתבטאת במטע כתוצאה מהשתרשות הרוכב. מן הראוי, להביא מידע זה למגדלים כיוון שנושא העמידות של חומר צמחי לפגעים הוא קו ההגנה הראשון בממשק הידידותי. על כנת החשבי 4-13 המוכרת ברגישותה לכנימה ומצויה בשימוש מסחרי וכן, על יתר הכנות שכולן חדשות ואינן מסחריות נרשמה נגיעות הן בשורשים והן בנוף. ניכר שבחודש יולי יש ירידה בהתפתחות הכנימה בנוף, למרות שזאת תקופת השגשוג של האוכלוסיה והדבר נובע מהופעה של אויבים טבעיים ובעיקר הצרעה הטפילית *Aphelinus mali*. דיכוי הצרעה בעזרת קוטלי חרקים הביא להתפתחות הכנימה מחדש כפי שנראה בסתיו בחודש אוקטובר.

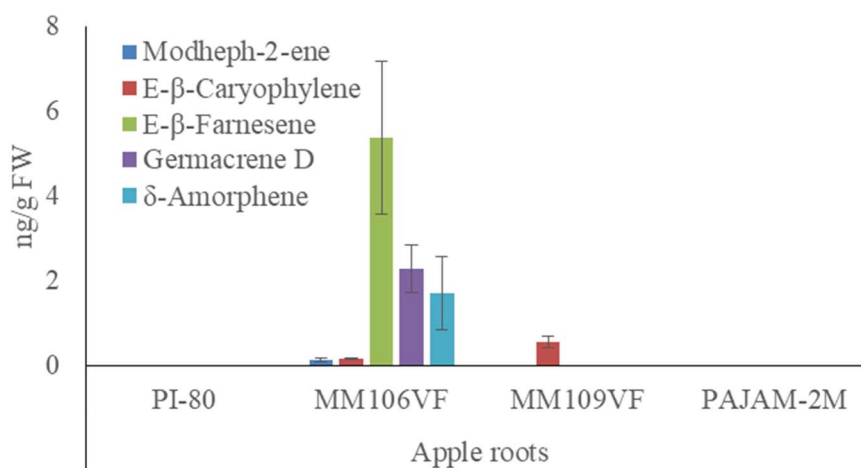
באנליזה שנעשתה לנדיפים שנאספו מהשורשים נמצא ש- MM106 מיצרת מגוון של חומרים נדיפים ששייכים ל- sesquiterpenes, כגון: E-β-Farnesene, Germacrene D, δ-Amorphene, Modheph-2-ene, E-β-Caryophyllene,

בהשוואה לנדיפים שנאספו מהשורשים של הכנות השונות (איור 2 וטבלה 1). ובאנליזה שנעשתה לנדיפים שנאספו מהעלים של הכנות השונות נמצא כי MM106 מיצרת Methyl-6-methylene--2, Tetradecane, E,E-2,4-Heptadienal ו- 1,7-octadien-3-one. חומרים אלו לא נמצאו בעלים של הכנות השונות (איור 3 וטבלה 2).



איור 1. אחוז העצים הנגועים בכנימת הדם בשורשים ו בנוף של כנות התפוח השונות (N=5).

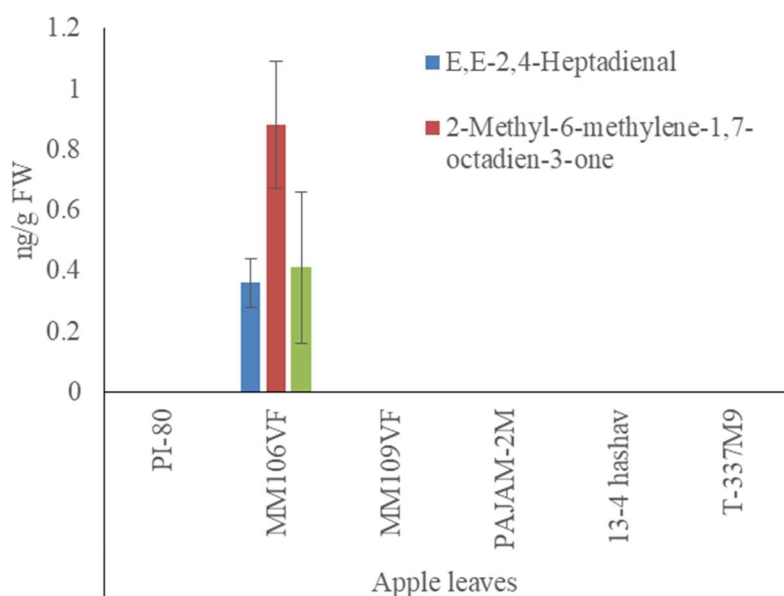
(אותיות לועזיות שונות מצביעות על הבדלים מובהקים בכנות השונות, בכל מועד בנפרד, לפי מבחן Tukey ברמת מובהקות $P < 0.05$).



איור 2. אנליזת GC-MS של חומרים נדיפים שונים שבלטו בשורשים של כנות התפוח השונות.

טבלה 1. סיכום בדיקת נדיפי שנאספו מהשורשים של הכנות השונות בשיטת
 .Auto-HS-SPME-GC-MS

Compound name	Apple roots ng/gFW				RI
	PI-80	MM106VF	MM109VF	PAJAM-2M	
Hexanal	17.26±5.73	12.05±3.51	2.14±1.80	25.19±10.78	813
E-2-Hexenal	10.02±4.01	10.94±5.08		6.18±2.48	854
Z-3-Hexen-ol			1.55±0.33		857
Hexanol			1.36±0.61		867
Alpha pinene	0.25±0.06	0.10±0.03	0.14±0.02	4.46±2.81	926
Camphene	0.15±0.06	0.13±0.6	0.14±0.03	0.27±0.17	942
1-octen-3-ol	0.77±0.42	1.16±0.16	2.23±1.58		980
1,8-cineole	2.84±1.44	0.71±0.10	0.36±0.06	0.93±0.46	1030
Borneol			0.61±0.17		1181
Modheph-2-ene		0.13±0.04			1388
E-β-Caryophyllene		0.16±0.02	0.56±0.13		1431
E-β-Farnesene		5.38±1.81			1475
Germacrene D		2.28±0.56			1491
δ-Amorphene		1.71±0.87			1530



איור 3. אנליזת GC-MS של חומרים נדיפים שונים שבלטו בעלים של כנות התפוח השונות.

טבלה 2. סיכום בדיקת נדיפי שנאספו מהעלים של הכנות השונות בשיטת Auto-HS-SPME-GC-MS

Compound name	Apple Leaves ng/gFW						RI
	PI-80	MM106VF	MM109VF	PAJAM-2M	13-4 hashav	T-337M9	
n-Hexanal	36.14±4.52	11.98±2.63	17.36±2.23	18.30±3.42	3.55±1.20	13.14±1.48	813
E-2-Hexenal	279.69±80.34	104.73±12.82	249.16±46.73	174.79±0.80	66.57±19.47	71.16±20.50	854
z-3-Hexenol	61.68±19.52	61.75±4.93	81.82±11.87	101.81±28.96	80.93±16.66	87.23±33.25	857
E-2-Hexenol		2.77±1.08		15.24±6.30		9.14±3.53	863
Hexanol				13.43±4.84			867
3-Ethyl-1,5-octadiene					1.01±0.01	0.41±0.01	935
E-2-Heptenal	1.28±0.50		0.72±0.13	0.73±0.26			952
Benzaldehyde		0.82±0.17		8.58±3.17	1.94±0.72	0.91±0.35	960
6-Methyl-5-hepten-2-one	3.20±0.85	1.52±0.29	1.05±0.20	2.36±1.14	1.96±0.97	0.68±0.36	983
6-Methyl-5-hepten-2-ol		0.61±0.26		0.77±0.32	1.02±0.00		996
E,E-2,4-Heptadienal		0.36±0.08					1017
E-β-Ocimene		2.19±0.57		5.13±1.44	3.56±1.39	0.48±0.16	1041

Benzyl alcohol					16.26±4.61	0.77±0.17	1046
Methyl benzoate		0.63±0.16		0.41±0.14			1100
Linalool		0.69±0.25		1.89±0.52			1105
Nonanal		0.62±0.21		1.47±0.36			1109
(E)-4,8-Dimethylnona-1,3,7-triene				2.24±1.35	3.71±1.93		1116
2-Methyl-6-methylene-1,7-octadien-3-one		0.88±0.21					1117
Phenyl ethyl alcohol					0.81±0.23		1129
Linalool oxide (pyranoid)					0.25±0.07		1177
Methyl salicylate	2.30±0.84	8.71±2.71	7.68±3.02	76.41±14.82	7.36±1.82	5.39±0.80	1214
Eugenol					39.15±13.07		1363
β-Bourbonene	1.22±0.59	0.96±0.48		1.25±0.53	7.03±1.08	1.47±0.19	1394
Z-Isoeugenol					0.48±0.18		1411
Tetradecane		0.41±0.25					1417
E-Caryophyllene	12.18±3.35	6.49±1.56	2.33±0.79	1.94±0.91	12.77±3.36	0.94±0.06	1428
α-Copaene					0.89±0.19		1431
α-Humulene	0.51±0.17	0.51±0.13			0.59±0.14		1466
Alloaromadendrene					0.41±0.05		1469
γ-Muurolene					0.40±0.12		1482
Germacrene D					1.35±0.89		1488
α-Farnesene	1.30±0.36	8.21±2.11	2.18±1.23	10.31±3.48	30.31±15.87	2.77±0.08	1528
δ-Cadinene					2.65±1.22		1526

ה. דיון

הכנות ממשפחת ה- *Malling-Morton* מוכרות ככנות מסחריות במטעי התפוח ובעיקר *MM106*. ביטוי העמידות שנמצא על כנה זאת מתאים לנתוני היצרן שטיפח כנה זאת בתחנת המחקר האנגלית *East Malling Research Center*. יחד עם זאת, במטעי התפוח מופיעה כנימת הדם בנוף הזנים השונים המורכבים על כנה זאת. ההסברים הנפוצים לתופעה זאת הם: (1) הכנימה מופיעה בעצים שבהם הרוכב השתרש ואיבד את השפעת הכנה, (2) העמידות היא בכנה בלבד ואינה מועברת אל הרוכב. הגורם הראשון מוכר ואת הגורם השני לא יכולנו להוכיח בפרק הזמן של מחקר זה והא נשאר כשאלה פתוחה. חוסר התבססות של כנימת הדם בנוף הרוכב על כנות עמידות (*MM106*) יצביע על השפעה חיובית של הכנה על הרוכב. התבססות של הכנימה על הרוכב תצביע על חוסר השפעה. במידה והרוכב המורכב על כנה עמידה יאולח בכנימה יהיה מעניין לדעת האם הכנימה תעבור בחודשי החורף מנוף הרוכב אל מערכת השורשים של הכנה העמידה. כדי לענות על שאלות אלו נדרש המשך לתוכנית מחקר זאת. בשלב זה, ניתן לעשות שימוש במידע ולמנוע את השתרשות הרוכב במטע מסחרי, בהנחה שבזנים המורכבים על *MM106* תוגבל התפתחות הכנימה בנוף ולא תופיע כלל בשורשים. הדבר יוביל לשינוי בממשק ההדברה שכן, אם תופחת רמת האוכלוסייה ניתן יהיה להשלים את ההדברה על ידי טיפוח אויבים טבעיים ובעיקר הצרעה הטפילית *A. mali* הידועה כאויב טבעי ספציפי יעיל של כנימת הדם. בנוסף, לפי תוצאות האנליזה של נדיפים שנאספו מהנוף והשורשים של הכנות השונות ניתן ללמוד כי חלקם (*sesquiterpenes*) מעורבים כנראה בהקניית העמידות לכנימת הדם ויש מקום לחקור נושא זה במטרה לפת אמצעים שישפיעו על התנהגות הכנימה והתפתחותה. באמצעים אלו ניתן יהיה לוותר על השימוש בקוטלי חרקים ולהשיג הדברה "ירוקה" מלאה למזיק חשוב הגורם לנזק כמותי ואיכותי והנפוץ בכל מטעי התפוח.

סיכום עם שאלות מנחות

נא להתייחס לכל השאלות בקצרה ולעניין, ב-3 עד 4 שורות לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
מטרות המחקר היו: (1) לדרג את רמת העמידות של כנות תפוח שונות לכנימת הדם, (2) לדרג את רמת העמידות של כנות תפוח מורכבות לכנימת הדם, (3) לזהות את הגורמים המעורבים בהקניית העמידות.
עיקרי התוצאות.
כנות MM106/109 נמצאו עמידות לכנימת הדם. 106 בשורשים ובנוף ו 109 בנוף בלבד. יתר הכנות שנבדקו נמצאו רגישות. לא ניתן היה לבדוק את השפעת הכנה על הרכב מהזן גרניסמיט שהורכב בשנה האחרונה למחקר והתפתחותו היתה עלולה להיפגע כתוצאה מאילוח הכנימה. באנליזה של הנדיפים שנאספו מהנוף והשורשים נמצאו חומרים ייחודיים ל- MM106.
מסקנות מדעיות והשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח?
מטרות המחקר לתקופת הדו"ח הושגו. כדי לבדוק את השפעת הכנה על הרכב נדרשת שנת מחקר נוספת אחת לפחות. במסגרתה ניתן יהיה לבדוק את מעבר העמידות מהכנה לרכב ולגבש פרוטוקול יישומי. מאנליזה של הנדיפים ניתן ללמוד על מעורבותם של חלק בהקניית עמידות ומן הראוי להמשיך במחקר בכיוון זה.
בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות
התוצאות מראות בברור שקיימת עמידות של הכנות ממשפחת MM לכנימת הדם ולפחות הכנה 106 ביטאה זאת גם בנוף וגם בשורשים. מכאן הדרך קצרה ללמד את המגדלים לשמור מפני השתרשות הרכב המורכב על כנה זאת ולהשיג הדברה ירוקה לכנימת הדם ללא קוטלי חרקים. כהמשך למחקר זה נדרש לבדוק את השפעת הכנה העמידה על הרכב וכן, לבחון דרכים לעשות שימוש בנדיפים במטרה להשפיע על התנהגות הכנימה.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי;
טרם הוצג.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
← ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
←
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן*

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