

השפעת יישום תכשירי נחושת כנגד מחלת החירכון על נביטת גרגרי אבקה, חנטה וגודל פרי בתפוח ובאגס.

מרי דפני ילין, מרים זילברשטיין, יהודית מוי וגל ספיר

דו"ח מסכם למועצת הצמחים לתקופת המחקר - 2016-2018

הוגש באוקטובר 2019.

תקציר:

מחלת החירכון נגרמת על ידי חיידקי גרם שלילי *Erwinia amylovora*, וגורמת לנזקים רבים לענף האגסים. תפוחים רגישים אף הם למחלה, כאשר הזן פינק ליידי רגיש במיוחד, בשל פריחתו המוקדמת, בתקופה בה תנאי מזג האוויר מתאימים להתפתחות מחלת החירכון. ב-2014 החליפו תכשירים מבוססי נחושת את תכשיר האנטיביוטיקה סטרנר (Oxalinic Acid, ח.פ.) ששימש מ-1998 להתמודדות עם מחלת החירכון. השימוש בתכשירי נחושת אינו מתבצע על פי התרעות מודל "גרעין ופרח", אלא ניתן פעמים בשבוע בתקופת הפריחה כתכשיר פרוטקטנטי. מספר היישומים בעונה יכול לנוע בין 4-8 פעמים כתלות במשך הפריחה, דבר שייתכן ומהווה איום על תהליך האבקה והתפתחות הפירות. במחקר זה בחנו את השפעת השימוש בתכשירי נחושת על האבקה, מספר זרעים בפרי וגודל ומשקל פירות תפוח ואגס. התוצאות הראו, כי אף על פי שיש פגיעה מובהקת של ריסוס של התכשיר נחושתן (ח.פ. נחושת גופרתית) בנביטת גרגרי האבקה, במרבית הפעמים עיכוב זה פוסק יום לאחר הריסוס. בנוסף, גם באגס וגם בתפוח לא נמצאה השפעה מובהקת של יישום 0.1% נחושתן או קופרפורס (ח.פ. נחושת הידרוקסיד) על מספר זרעים, גודל ומשקל פרי, גם במצבים בהם האבקה אינה אופטימלית, וקיימת ירידה ביעילות ההאבקה ככל שמתרחקים מהמפרה. **לסיכום:** תוצאות עבודה זו מראות כי יישום תכשיר המבוסס על נחושת גופרתית או נחושת הידרוקסיד כנגד חירכון בזמן הפריחה, אינו פוגע באיכות הפרי (גודל ומשקל) באגסים מהזנים ספדונה וקוסטיה ובתפוחים בזן פינק ליידי.

מבוא:

מחלת החירכון נגרמת על ידי חיידק גרם שלילי *Erwinia amylovora* הגורם לנזקים רבים בעצי האגס. חיידק החירכון פוגע בגידולים נוספים, ביניהם תפוח על זניו השונים (Vanneste, 2000). בארץ, עיקר הפגיעה היא בזן פינק ליידי הפורח מוקדם בעונה (Dafny Yelin et al., 2017). יתר הזנים פורחים, על פי רוב, לאחר עונת הגשמים ולכן אינם נפגעים מהמחלה. פרחים שנפגעו מחירכון אינם חונטים, אך בניגוד לאגס בו המחלה עשויה להתקדם ולפגוע בעץ כולו, בארץ נראה כי בתפוח הפגיעה הינה רק בפריחה וביבול של השנה הנוכחית, אך אינה מהווה פגיעה בעץ כולו (Dafny Yelin et al., 2017).

התמודדות עם מחלת החירכון באגסים בישראל נעשתה החל מ-1998 על ידי שימוש באנטיביוטיקה "סטרנר" (חומר פעיל Oxalinic acid). התפתחות עמידות (Shtienberg et al., 2015), ומחירים גבוהים של המוצר גרמו לחיפוש תחליפים לצורך ההתמודדות עם המחלה. החל מ-2014, עיקר ההתמודדות עם מחלת החירכון היא על ידי יישום תכשירי נחושת אשר קיבלו רישוי, ביניהם תכשירים המבוססים על נחושת גופרתית כגון "מרק בורדו" או "נחושתן" (חומר פעיל - Tribasic copper sulfate). שימוש בתכשירי נחושת נעשה על ידי יישום דו-שבועי בתקופת הפריחה, המקנים הגנה על הפרחים בכל שלבי הפריחה. שימוש בתכשירי הדברה שונים המכילים נחושת נמצאו כמפחיתים חיוניות אבקה באופן משמעותי באפרסק ונקטרינה (Kargar et al., 2011),

כאשר באפונה הראו גם פגיעה בחנטה (Sabrine et al., 2010). **במחקר זה בחנו** את השפעת השימוש בתכשיר נחושת גופרתית ונחושת הידרוקסיד על שיעור נביטת גרגירי אבקה, חנטה, וגודל פירות בתפוחים מזן פינק לידי ובזני אגס ספדונה וקוסטיה. השפעה זו עשויה להיות ניכרת כאשר יש בעיית הפריה, למשל במקרים בהם הזן המופרה רחוק יחסית מהזן המפרה.

שיטות:

1. בחינת חיוניות גרגירי אבקה בעקבות טיפולי נחושת: לפני תחילת הניסוי נבחרו 10 תפרחות לטיפול עם פרחים פתוחים עם אבקנים בשלים וכוסו בשקיות רשת, למניעת הפרעה של דבורים. הפרחים והניצנים האחרים הוסרו. ריסוס בנחושתן (מכיל 340 g/l tribaisic sulfat, שיווק על ידי חברת אגן) ניתן בריכוז של 0.1% במהלך שני ימי שיא הפריחה. המועדים ליישום: (1) יישום ביום הראשון, (2) יישום ביום השני, או (3) יישום ביום הראשון והשני, בהשוואה לביקורת לא מטופלת. בתום הניסוי נלקחו הפרחים למעבדה לבחינת שיעור הנביטה לאחר אינקובציה של האבקנים בתמיסת הנבטה המכילה 10% סוכרוז, $2 \times 10^{-3} \text{ M H}_3\text{BO}_3$ ו- $3 \times 10^{-6} \text{ M Ca(NO}_3)_2$. הניסוי הועמד בחלקת יוני שבאבני איתן בזן ספדונה (10/3/16), וכן בחלקה נטושה של משפחת בן-דור מיסוד המעלה בזן אגס "רד פלקס" (29/3/17). הניסוי בחלקת התפוח, זן פינק לידי, הועמד במטולה.

2. בחינת השפעת השימוש בתכשירי נחושת פעמים בשבוע בתקופת הפריחה על מספר זרעים, גודל ומשקל

פרי: ב-2016 הניסוי כלל את התכשירים 0.1% נחושתן מול ביקורת לא מטופלת. הניסוי נערך בנאות גולן, בזן ספדונה ב-5 חזרות שיושמו פעמים בשבוע בתקופת הפריחה ובזן קוסטיה ב-4 חזרות שניתנו פעמים בשבוע במהלך הפריחה. ב-2016 עם תחילת הפריחה ב-15/3/16, סומנו בזן קוסטיה, 8 עצים אשר טופלו בנחושתן ו-9 עצי ביקורת שלא רוססו כלל. בכל עץ סומנו 4 תפרחות לענף, על גבי 4 ענפים, כאשר כל תפרחת מכילה 7 פרחים. מספר הענפים שסומנו, וכן מספר הפירות שנפתחו, לכל טיפול בכל מרחק ממפרה מוצגים בטבלה מס' 4. נתוני חנטה וקטיף נאספו בזן קוסטיה ב-30/6/16 ובזן ספדונה ב-19/7/16. הפירות נפתחו לספירת זרעים ומדידת קוטר פרי שבוע לאחר קטיף. ב-2017 ו-2018, נבחן גם התכשיר קופרפורס Copper hydroxide 400g/l, חברת ביו-יום) בריכוז של 0.1%. ב-2017 התפרחות סומנו ב-12/3/17, חנטה ראשונית נבחנה ב-26/4/17, ונקטפו בתאריכים 3/7/17 קוסטיה 20/7/17 ספדונה. ב-2018 סומנו התפרחות ב-5/3/18 בזן ספדונה וקוסטיה בנאות גולן. תפרחות בתפוחים בחלקות "לוע" ו"מחפי" סומנו ב-23/3/18 חנטה ראשונית בלוע ומחפי נבחנה ב-23/5/18, והפירות נקטפו ב-16/10/18 ונפתחו לבדיקה יום למחרת (טבלה מס' 1).

טבלה מס' 1: פרטי יישום תכשירי נחושת באגסים מהזנים ספדונה וקוסטיה, לבחינת השפעה על נתוני פרי

שנת ניסוי	מס' ריסוס	ספדונה			קוסטיה		
		תאריך ריסוס	נפח ריסוס לעץ	נפח ריסוס לדונם	תאריך ריסוס	נפח ריסוס לעץ	נפח ריסוס לדונם
2016	1	10/3/16	1.6	160	4/3/16	1.6	160
	2	13/3/16	1.7	170	7/3/16	1.6	160
	3	16/3/16	1.6	160	10/3/16	1.8	180
	4	20/3/16	1.6	160	13/3/16	1.7	170
	5	23/3/16	1.6	160	18/3/16	1.6	160
2017	1	16/3/17	0.6	60	16/3/17	0.6	60
	2	19/3/17	1.1	110	19/3/17	1.1	110
	3	23/3/17	1.85	185	23/3/17	1.85	185
	4	27/3/17	2.2	220	27/3/17	2.2	220
2018	1	15/3/18	1.3	130	15/3/18	1.1	110
	2	18/3/18	1.5	150	18/3/18	1.5	150
	3	22/3/18	1.6	160	22/3/18	1.6	160
	4	25/3/18	1.6	160	25/3/18	1.6	160
	5	1/4/18	1.5	150	1/4/18	1.1	110

3. השפעת טיפולים בנחושת על שיעור החנטה ומספר זרעים לפרי בתפוחים מזן פינק ליידי.

(i) השפעת הטיפול בנחושתן 0.1%. נבחנה ב- 2017 במטולה ובאלרום. ב- 2018 – במרום גולן ובאלרום. הטיפולים ניתנו אחת לשבועיים במשך כל תקופת הפריחה. מספר הטיפולים ומועדי הריסוס נתונים בטבלה מס' 2. בביקורת שימשו עצים שאינם מטופלים. (בטיפול נגד חירכון בתפוח שולב גם התכשיר סטרנר 0.2% בריסוסים, אך ההנחה היא כי לתכשיר זה אין השפעה על נתוני פרי). ב- 2018 נוסף גם התכשיר קופרפורס. הניסוי נערך בזן פינק ליידי ב-5 חזרות, בכל חזרה סומנו תפרחות ב- 2 עצים מרכזיים בכל חזרה. ב 2017 העצים סומנו על פי מרחקם מהמפרה, (לכל מרחק נבחרו 2 עצים). ב- 2018 הניסוי נערך ב-5 חזרות, כאשר כל חזרה הכילה 2 עצים לכל טיפול, על פי מרחק ממפרה (לכל מרחק 10 עצים). מספר הענפים שסומנו, וכן מספר הפירות שנפתחו, לכל טיפול בכל מרחק ממפרה מוצגים בטבלה מס' 5. בכל עץ סומנו 4 תפרחות לענף, על גבי 4 ענפים, כאשר כל תפרחת מכילה 5 פרחים. ב- 2017 התפרחות סומנו בתאריך 2/4/17, חנטה נבחנה ב- 1/6/17, וקטיף התבצע ב- 17/10/17. ב- 2018 התפרחות סומנו בתאריך 23/3/18, חנטה נבחנה בלוע ובמחפי 23/5/18, וקטיף התבצע ב 16/10/18. לוע 2018 - איסוף נתוני חנטה ראשוני על 4 ענפים לעץ. נתוני חנטה ואיסוף פירות סופי 2-ענפים לעץ.

טבלה מס' 2: יישומים בתקופת הפריחה בתפוח מזן פינק ליידי. נפח הריסוס ניתן עד נגירה.

אלרום - לוע			מטולה				
שנת ניסוי	מס' ריסוס	תאריך ריסוס	נפח ריסוס לעץ	נפח ריסוס לדונם	תאריך ריסוס	נפח ריסוס לעץ	נפח ריסוס לדונם
2017	1	29/3/17	2.1	155.4	7/4/17	2.5	475
	2	3/4/17	2.1	155.4	10/4/17	2.5	475
	3	6/4/17	2.1	155.4	15/4/17	2.5	475
	4	9/4/17	2.1	155.4	18/4/17	2.5	475
	5	13/4/17	2.1	155.4	21/4/17	2.5	475
	6	-	-	-	25/4/17	2.5	475
מרום גולן - מחפי			אלרום - לוע				
שנת ניסוי	מס' ריסוס	תאריך ריסוס	נפח ריסוס לעץ	נפח ריסוס לדונם	תאריך ריסוס	נפח ריסוס לעץ	נפח ריסוס לדונם
2018	1	24.3.18	0.5	74	23.3.18	0.7	103.6
	2	27.3.18	0.75	111	27.3.18	1	148
	3	31.3.18	1	148	31.3.18	1	148
	4	4.4.18	1	148	4.4.18	1	148
	5	7.4.18	1	148	7.4.18	1	148
	6	11.4.18	1	148	11.4.18	1	148
	7	14.4.18	1	148	14.4.18	1	148

תוצאות:

1. בחינת חיוניות גרגירי אבקה: בטבלה מס' 3 ו 4 ניתן לראות כי חיוניות גרגירי האבקה של פרחי אגס ותפוח נפגעת באופן מובהק כאשר הגרגרים מרוססים בנחשתן יומיים ברצף לפני ההנבטה. הפגיעה היא בשיעור של עד 80% בתפוח וכ- 60% באגס עיכוב ביחס לביקורת שאינה מרוססת. בתפוח ניתן לראות כי גם ריסוס אחד ביום הבדיקה פוגע בנביטת גרגירי האבקה. במרבית הניסיונות הן בתפוח והן באגס, נראה כי ריסוס יום לפני בדיקת החיוניות במעבדה, אינו פוגע בנביטת גרגירי אבקה באופן מובהק, מה שמצביע כי הפגיעה הינה רק ביום הריסוס, וגרגירי אבקה שהבשילו יום לאחר מכן לא נפגעו.

טבלה מס' 3: חיוניות גרגירי אבקה (באחוזים) $\pm$ SE של פרחי אגס בעקבות מועד אחד של ריסוס נחשתן יום או יומיים לפני הבדיקה, או יומיים ברצף, בהשוואה לתפרחות שלא רוססו.

אותיות שונות מסמלות הבדל מובהק $P < 0.05$ HSD, $(n=10)$.

זן	טיפול	% גרגירי אבקה חיוניים	HSD
ספדונה	ללא ריסוס	56.3 $\pm$ 4.86	A
	ריסוס יום לפני הבדיקה	55.2 $\pm$ 6.26	A
	ריסוס יום לפני וביום הבדיקה	22.9 $\pm$ 3.19	B
רד פלקס	ללא ריסוס	38.6 $\pm$ 4.11	a
	ריסוס יום לפני הבדיקה	34.3 $\pm$ 6.48	a
	ריסוס ביום הבדיקה	19.8 $\pm$ 5.78	ab
	ריסוס יום לפני וביום הבדיקה	13.2 $\pm$ 3.54	b

טבלה מס' 4: חיוניות גרגירי אבקה (באחוזים) של פרחי תפוח מזן פינק ליידי בעקבות מועד אחד של ריסוס נחשתן יום או יומיים לפני הבדיקה, או יומיים ברצף, בהשוואה לתפרחות שלא רוססו.

אותיות שונות מסמלות הבדל מובהק $P < 0.05$ HSD, $(n=30)$.

תאריך	טיפול	% גרגירי אבקה חיוניים	HSD
22-03-16	ללא ריסוס	44.84 $\pm$ 4.03	A
	ריסוס יום לפני הבדיקה	30.43 $\pm$ 3.40	B
	ריסוס ביום הבדיקה	39.24 $\pm$ 4.01	AB
	ריסוס יום לפני וביום הבדיקה	12.27 $\pm$ 1.98	C
31-03-16	ללא ריסוס	62.87 $\pm$ 5.14	a
	ריסוס יום לפני הבדיקה	49.51 $\pm$ 5.88	a
	ריסוס ביום הבדיקה	23.58 $\pm$ 3.58	b
	ריסוס יום לפני וביום הבדיקה	27.06 $\pm$ 4.50	b
05-04-17	ללא ריסוס	57.40 $\pm$ 3.85	$\alpha \beta$
	ריסוס יום לפני הבדיקה	61.68 $\pm$ 2.89	α
	ריסוס ביום הבדיקה	47.56 $\pm$ 2.71	β
	ריסוס יום לפני וביום הבדיקה	49.32 $\pm$ 2.05	β

2. בחינת השפעת השימוש בתכשירי נחושת פעמים בשבוע בתקופת הפריחה על מספר זרעים, גודל ומשקל

פרי: על מנת לבחון האם יש בעיה בהפריה בחלקה, בדקנו האם מספר הזרעים יורד באופן מובהק ככל שמתרחקים מהמפרה. ב- 2017 ראינו בשני הזנים כי יש ירידה מובהקת בשיעור ההפריה ($p < 0.01$) ככל שמתרחקים מהמפרה. ירידה זו נראתה גם ב- 2016 בקוסטיה ($p < 0.05$), וב- 2018 בספדונה ($p < 0.01$). מכל החלקות הנ"ל, רק בניסוי בזן ספדונה ב- 2017, במרחק שורה מהמפרה, הופחת מספר הזרעים באופן מובהק - מ- 3.8 זרעים לפרי ל- 2.2 זרעים לפרי, כתוצאה מריסוס נחושת 4 פעמים בעונה. עם זאת, ניתן לראות כי הפחתה זו במספר הזרעים לא השפיעה באופן מובהק על גודל הפרי או על משקלו (טבלה מס' 5). בחלקה נוספת קיבלנו הפחתה במספר הזרעים כתוצאה משימוש בנחושת, בשורה הצמודה למפרה. במדדים נוספים - אחוז חנטה ראשונית של תפרחות (מתוך 28 פרחים לענף) ואחוז חנטה (פרי) סופי בקטיף לענף (מתוך 4 תפרחות בפריחה), לא ראינו הבדל מובהק בטיפול הנחושת ביחס לביקורת לא מטופלת.

טבלה מס' 5: השפעת יישומי 0.1% נחושת ו- 0.1% קופרפורס פעמים בשבוע לאורך הפריחה במטע אגסים בנאות גולן על משקל וקוטר פרי, ומספר זרעים לפרי.

* - הבדל מובהק ($LSD, p < 0.05$), ** - הבדל מובהק ($LSD, p < 0.01$) מהביקורת של הזן על פי מרחק מהמפרה. במבחן אנובה דו גורמי. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים בין הטיפולים. בהעדר אותיות או כוכביות – אין הבדל מובהק בין הטיפולים.

שנה	זן	מרחק ממפרה	השפעת המרחק מהמפרה p-value	טיפול	מספר פירות	משקל (גר')	קוטר (מ"מ)	מספר זרעים
2016	ספדונה	שורה מפרידה למפרה	0.0344	נחושת	39	79.5	50.9	2.7
		צמוד למפרה		ביקורת	32	79.3	48.0	2.7
		שורה מפרידה למפרה		נחושת	26	71.0*	44.5	3.3*
		שתי שורות מפרידות		ביקורת	16	87.0	48.1	4.3
	קוסטיה	שורה מפרידה למפרה		נחושת	58	78.2	45.6	2.5
		צמוד למפרה		ביקורת	19	60.5*	40.3**	2.4
		שורה מפרידה למפרה		נחושת	34	58.9	42.2	3.1
2017	ספדונה	שורה מפרידה למפרה	0.0003	ביקורת	37	61.9	41.7	2.5
		צמוד למפרה		קופרפורס	45.0	94.2	53.4	4.0
		שורה מפרידה למפרה		נחושת	39.0	103.6	56.0	3.9
		שורה מפרידה למפרה		ביקורת	35.0	90.0	54.2	4.2
		צמוד למפרה		קופרפורס	25.0	73.8	46.4	2.6
		שורה מפרידה למפרה		נחושת	28.0	90.8	51.9	2.2*
		שורה מפרידה למפרה		ביקורת	28.0	83.9	51.7	3.8
	קוסטיה	שורה מפרידה למפרה	<0.0001	קופרפורס	80.0	61.1	45.1	3.4
		צמוד למפרה		נחושת	95.0	54.3	43.3	3.9
		שורה מפרידה למפרה		ביקורת	139.0	57.4	44.2	3.9
		שורה מפרידה למפרה		קופרפורס	40.0	55.0	42.6	2.3
		צמוד למפרה		נחושת	32.0	62.1	43.2	3.6
		שורה מפרידה למפרה		ביקורת	33.0	58.1	43.7	1.6
		שורה מפרידה למפרה		קופרפורס	37	70.4 a	49.7 a	3.0 a
2018	ספדונה	שורה מפרידה למפרה	0.0006	נחושת	50	60.4 b	46.6 b	2.5 a
		צמוד למפרה		ביקורת	29	46.5 c	42.9 c	2.7 a
		שורה מפרידה למפרה		קופרפורס	21	55.1 B	44.5 B	1.5 A
		צמוד למפרה		נחושת	22	57.0 B	45.9 AB	2.3 A
		שורה מפרידה למפרה		ביקורת	11	73.5 A	50.0 A	2.0 A
		צמוד למפרה		קופרפורס	42	67.8 b	46.3 b	4.3 a
		שורה מפרידה למפרה		נחושת	52	82.4 a	50.7 a	3.1 ab
	קוסטיה	שורה מפרידה למפרה	0.08659	ביקורת	39	75.1 ab	48.6 ab	3.5 b
		צמוד למפרה		קופרפורס	13	65.6 A	46.1 A	2.5 A
		שורה מפרידה למפרה		נחושת	17	68.7 A	47.2 A	2.2 A
		צמוד למפרה		ביקורת	6	72.2 A	48.5 A	3.0 A
		שורה מפרידה למפרה		קופרפורס	13	65.6 A	46.1 A	2.5 A
		שורה מפרידה למפרה		נחושת	17	68.7 A	47.2 A	2.2 A

בחלקות התפוח לא נמצאה בעיית הפריה המתבטאת בירידה במספר הזרעים לפרי ככל שמתרחקים מהמפרה. בבחינת השפעת 6 או 7 ריסוסים (שני ריסוסים בשבוע) במהלך הפריחה, של נחושת גופריתית בחלקת תפוח מהזן פינק לידי בלוע אביטל בשנת 2017, ראינו כי בסמוך למפרה אין השפעה מובהקת של השימוש בנחושת על מספר זרעים, משקל או קוטר של הפרי. אך ככל שמתרחקים מהמפרה, רואים פחיתה במספר זרעים, קוטר הפירות ומשקל הגרגר, בעקבות שימוש בתכשיר נחושת. הניסוי נערך סה"כ 4 פעמים, כאשר השפעה זו של הנחושת נראתה רק בניסוי זה. ב- 2017 בחלקה במטולה, וב- 2018 בחלקות לוע אביטל ומחפי נראתה רק פעם אחת פחיתה בקוטר הפרי, אך זו ככל הנראה לא נגרמה כתוצאה מהאבקה לקויה, כי לא נצפתה פחיתה במספר הזרעים.

טבלה מס' 6: השפעת יישומי 0.1% נחושת ו 0.1% קופרפורס פעמים בשבוע לאורך הפריחה במטע אגסים בנאות גולן על משקל וקוטר פרי, ומספר זרעים לפרי.

* - הבדל מובהק (LSD, $p < 0.05$), ** - הבדל מובהק (LSD, $p < 0.01$) מהביקורת של הזן על פי מרחק מהמפרה, במבחן Anova דו-גורמי. אותיות שונות מסמלות הבדלים מובהקים בין הטיפולים. בהעדר אותיות או כוכביות – אין הבדל מובהק בין הטיפולים.

שנה	מיקום	מרחק ממפרה	טיפול	מספר פירות	משקל (ג')	קוטר (מ"מ)	מספר זרעים
2017	לוע אביטל	צמוד למפרה	נחושת ^א	18	163.2	72.6	6.7
			ביקורת	24	175.7	74.2	6.0
		שורה מהמפרה	נחושת ^א	32	136.7*	69.2*	4.8
			ביקורת	35	156.6	71.6	5.4
		שתי שורות מהמפרה	נחושת ^א	10	136.5**	68.8*	4.3**
			ביקורת	10	168.6	72.0	7.0
	מטולה	שורה מהמפרה	נחושת ^א	73	161.4	72.6	7.9
			ביקורת	75	153.3	70.5	7.7
2018	לוע אביטל	צמוד למפרה	קופרפורס	10	164.5 a	69.0	5.9
			נחושת	34	139.7 ab	65.4	5.6
		שורה מהמפרה	ביקורת	33	136.6 b	64.9	5.6
			קופרפורס	16	153.8	67.0	4.8 ab
		שתי שורות מהמפרה	נחושת	20	158.2	70.1	5.9 a
			ביקורת	20	148.9	65.6	3.7 b
			קופרפורס	11	112.8	50.0	4.7
			נחושת	22	159.1	69.2	5.3
	מחפי	צמוד למפרה	ביקורת	12	148.9	63.7	5.7
			קופרפורס	37	175.3	71.1 b	6.2 b
		שורה מהמפרה	נחושת	51	175.7	73.0 ab	7.4 a
			ביקורת	30	182.8	74.8 a	6.3 ab
		שתי שורות מהמפרה	קופרפורס	43	174.8	73.2	6.8
			נחושת	33	182.8	73.7	6.3
			ביקורת	56	181.7	73.8	6.9
			קופרפורס	50	188.2	75.4	6.9 a
		שתי שורות מהמפרה	נחושת	35	179.2	74.0	6.0 ab
			ביקורת	22	183.9	73.7	5.6 b

סיכום ומסקנות –

בעבודה זו נמצא כי ריסוס תכשירי נחושת על פרחים פתוחים במטע פוגע בחיוניות גרגירי אבקה של תפוחים ואגסים, כפי שניתן לראות במבחן הנבטה במעבדה. תוצאות אלו תואמות עבודות אחרות שהראו פגיעה של תכשירי נחושת בחיוניות גרגירי אבקה, כגון: Abbott et al., 1991, Kargar & Imani 2011, Marcucci et al., 1983. יחד עם זאת, בעבודה זו אנו מראים, כי במרבית הניסיונות גם באגס וגם בתפוח, גרגירי אבקה שנאספו יום לאחר הריסוס לא נפגעו. בניגוד לתוצאות עבודתם של Sabrine et al., 2010, לא נראתה פגיעה במספר זרעים, גודל ומשקל הפרי, הן בתפוחים והן באגסים. תוצאות אלו נראו גם כאשר נראתה פגיעה בהפריה כתוצאה מהתרחקות מהזן המפרה באגסים. כתוצאה ממחקר זה, אנו מסיקים שבתנאי הגידול בצפון ישראל, לא צפויה פגיעה בחנטה או בפירות אגסים ותפוחים כתוצאה מיישום נחושת פעמיים בשבוע במהלך הפריחה, על מנת להתמודד עם מחלת החירכון.

תודות חמות –

ליוסי לוויט ושי יעקובוביץ' מגדלי התפוח במטולה, לדיוויד הרמן ורונון רפאלי מגדלי התפוח בקיבוץ אלרום, למשה רודף שלום וליאור בביש מגדלי האגס בנאות גולן. תודה לדר' מרים זילברשטיין, ופרופ' דני שטינברג על הייעוץ בעריכת המחקר. תודה לשולחן אגס במועצת הצמחים ולחברות ההדברה אדמה-אגן וביו-יום על סיוע במימון המחקר.

ספרות מצוטטת :

Abbott, J. D., Bruton, B. D., & Patterson, C. L. (1991). Fungicidal inhibition of pollen germination and germ-tube elongation in muskmelon. *HortScience*, 26(5), 529-530.

Dafny Yelin, M., Mairesse, O., Moy, J., Silberstein, M., Roditi, T., Manulis-Sasson, S., Shtienber, D. (2017) Epidemiology of fire blight disease caused by *Erwinia amylovorain* the Pink Lady® apple cultivar in Israel. In: Abstracts of presentations at the 38th Congress of the Israeli Phytopathological Society, *Phytoparasitica*. 45:251-272

Kargar, M. H., & Imani, A. (2011). Effects of fungicides on pollen germination peach and nectarine in vitro. *African Journal of Plant Science*, 5(11), 643-647.

Marcucci, M. C., Fiorentino, M., Cesari, A., & Fiaccadori, R. (1983). The influence of fungicides on the functioning of apple and pear pollen. *Pollen: Biology and Implications for Plant Breeding. Elsevier, New York*, 73-80.

Sabrane, H., Afif, H., Mohamed, B., Hamadi, B., & Maria, H. (2010). Effects of cadmium and copper on pollen germination and fruit set in pea (*Pisum sativum* L.). *Scientia Horticulturae*, 125(4), 551-555.

Shtienberg, D., Manulis-Sasson, S., Zilberstaine, M., Oppenheim, D., & Shwartz, H. (2015). The incessant battle against fire blight in pears: 30 years of challenges and successes in managing the disease in Israel. *Plant disease*, 99(8), 1048-1058.

Vanneste, J. L. (Ed.). (2000). *Fire blight: the disease and its causative agent, Erwinia amylovora*. CABI.