

דוח סופי לתכנית מחקר 20-02-0068

אפיון ואופטימיזציה של אמצעי הדברת עשבים כימיים ולא כימיים בכרם יין, ופיתוח ממשקי הדברה משלבים

Characterization and optimization of chemical and non-chemical weed control means for vineyards, and development of novel integrated managements

מוגש לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות ע"י :

רן לאטי, מחלות צמחים וחקר עשבים, נווה יער- מרכז מחקר צפון
חנן איזנברג, מחלות צמחים וחקר עשבים, נווה יער- מרכז מחקר צפון
צבי פלג, המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות ע"ש רוברט ה. סמית
טוביה יעקובי, מרכז חקלאי העמק
תרצה זהבי, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, שירות הדרכה ומקצוע

Ran Lati, Phytopathology and Weed Research, ARO, Neve Ya'ar Research Center

Hanan Eizenberg, Phytopathology and Weed Research, ARO, Neve Ya'ar Research Center

Zvi Peleg, The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture

Tuvia Yaakobi, Valley Farm Center

Tirtza Zahavi, Ministry of Agriculture and Rural Development, Agriculture Extension Service, Horticulture Department

תקציר

הדברת עשבים הינה מרכיב הכרחי במהלך גידול הגפן, אך הידע המקצועי והמחקר שנעשה בתחום זה הינם מוגבלים. מטרות מחקר היו : 1. בחינת בטיחות האליון, תכשיר חדש למניעת הצצת עשבים, לגידול ואיכות הפרי בסוגי קרקע שונים, 2. שיפור השימוש בבסטה באמצעות דשן ושילוב עם קוטלי עשבים נוספים ו- 3. בחינת יעילות השימוש באמצעי הדברת עשבים לא-כימיים חדשים כאמצעי בודד וכחלק ממשק משלב. תוצאות הניסויים הראו כי לאליון לא הייתה כל השפעה שלילית על התפתחות צמחי הגפן ואיכות הפרי באף אחת מחלקות הניסוי גם לאחר יישום עוקב של שתי שנים. בנוסף, גם לסוגי הקרקע בהם נבחן חומר זה לא הייתה השפעה על בטיחותו ביישום העוקב. שילוב דשן עם בסטה אינו משפיע על יעילות היישום, אך מאיץ את קצב תמותת העשב. שילבים עם חומרים נוספים הינם יעילים, אך לא תמיד נחוצים כי קיימים מינים בהם הבסטה לבדה מספקת רמות הדברה נאותות. כל הכלים החדשים שנבחנו בניסוי זה, משלהבת, מחתר ומקלטרת אצבע, היו יעילים יותר כאשר העשבים היו קטנים- עד 10-15 ס"מ גובה, 3-5 עלים אמיתיים. עם זאת בחורפים

גשומים בהם היכולת להשתמש בחלק מהכלים (מקלטרת אצבע ומחותר) לפי הצורך יעילותם פחתה ביישומים החוזרים שהיו בתזמון מאוחר מבחינת התפתחות העשבים. שילוב מקלטרת האצבע כחלק ממשק משלב מספק הדברה יעילה המפחיתה את הזמן הדרוש לעישוב משלים באמצעות חרמש מוטורי. ניתן ליישם אמצעי זה מספר פעמים רב בשנת גידול בצורה מהירה יעילה ובטוחה לגידול.

מעריכים מומלצים לבדיקת הדוח המדעי :

1. כרמית סופר (שה"מ)
2. און רבינוביץ (מו"פ צפון)
3. יעקב גולדווסר

הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים

תאריך: 15.10.2020

חתימת החוקר

תוכן עניינים:

- מבוא ומטרות- 3
- חלק א'- בטיחות אליון- 4-5
- חלק ב' – השפעת שילוב דשן עם בסטה 6-7
- חלק ג'- שילוב בטה עם קוטלי עשבים נוספים 8-9
- חלק ד'- אמצעים לא כימיים חדשים 9-13
- חלק ה'- שילוב מקלטרת עם אמצעי הדברה נוסף 13-17

מבוא ותיאור הבעיה

שטחי הגידול של כרם היין בישראל התרחבו בצורה משמעותית בשנים האחרונות, והם מתפרסים על פני אזורים גאוגרפיים נרחבים המאופיינים בתנאי אקלים וקרקע שונים. הדבר עשבים הינה מרכיב הכרחי במהלך גידול הגפן, שבבסיסו סובל ממספר היבטים בעייתיים. התמודדות עם עשבים בכרם משמעותה הדברה יעילה על פני שנת גידול שלמה ולא מספר חודשים מועט בדומה לגידולי שדה. לפיכך, ממשקי ההדברה בכרם מורכבים, והם כוללים מספר רב של יישומים (קדם ולאחר הצצת העשבים) תחת תנאי אקלים ומגוון מינים משתנה, כאשר בטיחות הגידול אינה מובטחת. נושא הדברת העשבים לא זכה לתשומת לב מספקת, וקבלת החלטות בנושא זה התבססה על ניסיונם של המגדלים בלבד שיישמו לרוב קוטלי עשבים ללא מחשבה ותכנון מקדים. ממשקי הדברת עשבים ברוב הכרמים הקונבנציונליים מתבססים בצורה רבה על קוטלי עשבים המיושמים במועדים לפני ולאחר הצצת העשבים - מונעי הצצה וקוטלי מגע, בהתאמה. לאחרונה הורשה לשימוש מונע הצצה חדש, אליון (Indaziflam), בעל מנגנון פעולה חדש של עיכוב סינתזה של תאית. עם זאת, בטיחותו לכרמים בכלל ולכרמים צעירים בפרט, לא נבדקה בצורה מעמיקה. לא קיים ידע על בטיחות חומר זה ביישומים חוזרים (שנים עוקבות) ולא נבחנה פגיעה ארוכת טווח אפשרית על פיסיוולוגית הגפן בזמן עונת הגידול ועל מערכת השורשים שלו. גישה נוספת להדברת עשבים בה ניתן להשתמש בכרם כוללת אמצעים מכאניים ופיזיקליים כמו מקלטרות, מכסחות, משלהבות ומחותר. שילוב מוצלח של אמצעי הדברה לא כימיים מחייב הבנה טובה יותר של היכולות, החסרונות (הדברה ויעילות) והיתרונות של אמצעים אלו, וקביעת המועדים המיטביים ליישומם. יש להבין את רמת יעילותם על מיני העשבים הנפוצים בארץ ובפרט, על מינים קשיי הדברה ורב שנתיים שההתמודדות עימם בכרמים קשה. ידע זה אינו קיים ויש לבססו בכדי לאפשר שילוב אמצעי הדברה חדשים ופיתוח ממשקים משלבים ויעילים להדברת עשבים.

מטרות המחקר (מתוך הצעת המחקר)

המטרה הכללית של מחקר זה היא פיתוח ממשקי הדברת עשבים משלבים לכרם והעשרת בסיס הידע הקיים לגבי יעילות ובטיחות האמצעים הכימיים והלא-כימיים הזמינים.

המטרות הספציפיות של המחקר היו:

- א. הערכת בטיחות אליון בכרמים בוגרים וצעירים ובסוגי קרקע שונים, ובחינת רמת הבטיחות של יישומים עוקבים על פיסיוולוגית הצמח והתפתחות השורשים.
- ב. הערכת התרומה של דשן לאיכות וטווח ההדברה של בסטה.
- ג. הערכת התרומה של שילובים שונים לאיכות וטווח ההדברה של בסטה המיושמת בטמפרטורות נמוכות.
- ד. הערכת בטיחות ויעילות של אמצעי הדברת עשבים לא כימיים חדשים כמו משלהבת או מקלטרת אצבעות.
- ה. בחינת ממשקי הדברת עשבים משלבים לכרם.

מטרה א': הערכת בטיחות אליון ביישומים עוקבים.

שיטות. הניסוי נערך באותן החלקות ובאותן החזרות לאורך שלוש שנות המחקר. הוא בוצע בשלוש חלקות בגליל העליון המאופיינות בשלושה סוגי קרקע: כבדה (יפתח חלקה י"ד), קלה יחסית (מלכיה חלקה ח') ובינונית גירית (נטועה). הניסוי תוכנן בבלוקים באקראי עם חמש חזרות. כל טיפול כלל 10-11 צמחים במרחק 1.5 מטר בין כל צמח. הניסוי כלל 5 טיפולים: אליון (Indaziflam) במינון תווית מומלץ (15 סמ"ק/דונם), מינון כפול (30 סמ"ק/דונם) חצי מינון מומלץ (7.5 סמ"ק/דונם), טיפול משקי, גול (350 Oxyfluorfen סמ"ק/דונם) ודירקס (250 Diuron סמ"ק/דונם) וביקורת ללא ריסוס. הריסוסים בוצעו במרסס גב מוטורי, מצויד במוט לריסוס קרקע ברוחב 1.5 מטר ועליו פומיות T. Jet 110015, בנפח תרסיס של 20 ליטר לדונם. הריסוס בוצע בשני צידי שורת הגידול ברוחב של 0.5 מטר כך שהוא מכסה מטר על שורת הגידול. בחלקות הניסוי לא בוצעו טיפולי עשבים נוספים, אך כל שאר הטיפולים (מזיקים, מחלות דשן וכו') בוצעו בדומה לשאר החלקה על ידי המגדלים. לפני הבציר המסחרי בוצעו הערכות איכות והתפתחות. הערכות אלו כללו בציר ידני, בחמש גפנים לכל חזרה. נספרו האשכולות, נשקל היבול וחושב משקל אשכול ממוצע. בנוסף, נאספו 100 גרגרים מייצגים מכלל החזרה, ונבדקו משקלם, מדד הסוכר (בריקס), PH, מידת החומציות וצבע. לאחר הבציר המסחרי נספרו הזמורות באותם חמישה צמחים בהם בוצע הבציר הידני ונבדק משקלם כמדד לעוצמת הצימוח. ניתוח סטטיסטי בוצע באמצעות תוכנת JMP. לכל חלקה בנפרד בוצע ניתוח שונות חד גורמי בו נבחנה השפעת טיפולי העשבים על מדדי האיכות והצימוח השונים. ממוצעים הושוו על ידי מבחן Tukey-Kramer HSD ברמת מובהקות של $0.05 <$.

תוצאות ודיון. האליון הינו חומר הדברה חדש הנמצא בשימוש מספר שנים מועט והידע עליו, בהקשרים של בטיחות, מועט בארץ ובוועלם. יעילותו הרבה וטווח ההשפיה הארוך העלו שאלות על ידי מדריכים בהקשר לבטיחותו ביישום ממושך. המדדים אותם אספנו מספקים בחינה מקיפה להשפעות אפשריות של יישום קוטל עשבים רציף (ללא מחזור) לאורך מספר שנים על התפתחות צמחי הגפן או על איכות הפרי המתקבל. מבחינת רמת היבול והתפתחות הצמחים, לא נראתה כל השפעה ליישום האליון בכל האתרים, גם לאחר יישום רצוף של שלוש שנים (טבלה 1). יתרה מכך, פחיתות היבול שנצפו וואו פגיעות בצימוח השריגים תועדו בחלקות הביקורת, ונבעו ככל הנראה מנוכחות עשבים שהאטה את התפתחות הצמחים. גם טיפולים במינון כפול של אליון לא הראו אף לא מגמת פגיעה בצימוח או ביבול. טבלה זו מציגה את המדדים שנאספו בכרם מלכיה בלבד, אולם תוצאות דומות התקבלו גם ביפתח ובנטועה. מבחינת איכות הפרי, טבלה 2 מראה בכל שלושת האתרים לא הייתה כל השפעה ליישום רצוף של אליון במשך שלוש שנים על איכות הפרי. תוצאות אלו מראות כי יישום אליון הינו בטוח לגידול גם כאשר הוא מיושם ברציפות שלוש שנים, ולסוגי הקרקע בהם נבחן חומר זה לא הייתה השפעה על בטיחותו. אליון הינו חומר בעל רמת מסיסות נמוכה. הוא נוטה להצטבר בשכבת הקרקע העליונה, שם הוא משפיע על נביטת זרעי העשבים. בנוסף, ראינו כי הוא ממשיך להשפיע על נביטת עשבים גם כשנה לאחר היישום. למרות כל גורמים אלו לא הייתה לאליון השפעה על צימוח הגפנים ואיכות היבול וגם לא בקרקעות הקלות בהן נצפה לסחיפה מהירה וחזקה יותר של החומר אל השכבות התחתונות בהן מצויה מערכת השורשים של הגפן. תוצאות אלו מראות כי ניתן להשתמש בבטחה בחומר זה לאורך שנים מבחינת בטיחות הגידול, אך יש לסייג קביעה זו בהקשרים של התפתחות עמידות ויישום מחזור קוטלי עשבים.

טבלה 1. סיכום מדדי צימוח מניסוי יישום אליון במלכיה לאורך שנות הניסוי.

Year		Number of clusters	Total cluster weight	Average cluster weight	Number of vines	Total vines weight	Average vine weight
2017	30	40	4.9	124	141	6.5 A	46
	15	36	4.1	115	136	5.8 AB	44
	7.5	37	4.1	108	146	6.0 AB	41
	Standard	32	3.5	113	132	5.7 AB	44
	Non-treated	34	3.5	94	132	4.5 B	34
	P value	0.4511	0.2914	0.1236	0.7974	0.0476	0.2171
2018	30	42	4.0 A	95	31	1.7 A	56
	15	39	3.0 AB	76	27	1.4 AB	52
	7.5	35	3.0 AB	84	27	1.4 AB	50
	Standard	39	3.3 AB	80	26	1.2 AB	49
	Non-treated	28	2.1 B	74	25	0.9 B	37
	P value	0.4095	0.0091	0.0643	0.4914	0.0268	0.0755
2019	30	40	4.1	103	26	1.6 A	63 A
	15	40	3.8	94	27	1.6 A	59 AB
	7.5	37	3.6	98	25	1.5 AB	59 AB
	Standard	37	3.6	96	26	1.2 AB	46 BC
	Non-treated	38	3.8	98	24	0.8 B	41 C
	P value	0.8092	0.7981	0.9121	0.2952	0.0119	0.0033

ממוצעים באותה שורה בעלי אות שונה לצדם מובדלים סטטיסטית על פי מבחן Tukey-Kramer HSD ברמת מובהקות של <0.05

טבלה 2. סיכום מדדי איכות מניסוי יישום אליון שנה ג'.

		2019				
Location		100 weight	Brix	pH	Phenolic acid	
Malkiya	30	83	26	3.7	0.8	
	15	84	25	3.7	0.9	
	7.5	83	26	3.7	0.9	
	Standard	80	26	3.7	0.9	
	Non-treated	85	25	3.6	1.0	
	P value	0.8272	0.7225	0.0782	0.3542	
Netua	30	121	24	3.7	0.9	
	15	116	24	3.7	0.8	
	7.5	126	24	3.6	0.8	
	Standard	123	24	3.7	0.8	
	Non-treated	124	24	3.7	0.9	
	P value	0.9112	0.9696	0.5454	0.9472	
Yiftach	30	90	25	3.8	0.9	
	15	92	25	3.7	0.8	
	7.5	91	25	3.8	0.8	
	Standard	93	25	3.8	0.9	
	Non-treated	92	25	3.8	0.9	
	P value	0.9597	0.9415	0.8593	0.1771	

ממוצעים באותה שורה בעלי אות שונה לצדם מובדלים סטטיסטית על פי מבחן Tukey-Kramer HSD ברמת מובהקות של <0.05

מטרה ב : הערכת התרומה של דשן לאיכות וטווח ההדברה של בסטה.

שיטות. הניסוי נערך בפיטורון של הפקולטה לחקלאות בכדי לבדוק את השפעת תוספת דשן (גופרת אמון) לבסטה, Gufosinate ammonium, במשטרי טמפרטורה שונים ובשלים פינולוגיים שונים. לצורך קביעת ההשפעה על צמחים שימשו תלתן ארגמני ושיבולת שועל 'סאיה 4' כצמחי בוחן. צמחי הבוחן נזרעו במצע שתילה בעציצים והוכנסו לפיטורון מיד לאחר הזריעה. השקיית העציצים בוצעה ידנית על פי הצורך. נבחנו 4 משטרי הטמפרטורה על פי 4 החדרים שבפיטורון: טמפ' $10-16^{\circ}\text{C}$, יום קצר של 9 שעות אור, טמפ' $16-22^{\circ}\text{C}$, יום קצר של 9 שעות אור, טמפ' $22-28^{\circ}\text{C}$, יום ארוך של 15 שעות אור ו- טמפ' $28-34^{\circ}\text{C}$, יום ארוך של 15 שעות אור. 21 ימים לאחר הזריעה ניתן טיפול מועד א' ו- 42 ימים לאחר הזריעה ניתן טיפול מועד ב'. בכל מועד בסטה בריכוז 1% ייושם עם וללא דשן גפרת אמון במינון 1%. הריסוסים בוצעו באמצעות מרסס ניסיונות שולחני ביחידה לחקר עשבים בפקולטה לחקלאות בנפח ריסוס של 30 ליטר/ד'. הניסוי חוסל 64 ימים לאחר הזריעה על ידי ציון התפתחות הצמחים, וחיתוך הצמחים בגובה פני הקרקע ושקילתם לקביעת משקל הנוף הטרי. ניתוח שונות סטטיסטי ANOVA בוצע באמצעות תוכנת JMP. לכל צמח בוחן בנפרד בוצע ניתוח שונות תלת גורמי בו נבחנה השפעת האפקטים: טמפרטורה, שלב פינולוגי ותוספת הדשן והאינטראקציה ביניהם על איכות ההדברה.

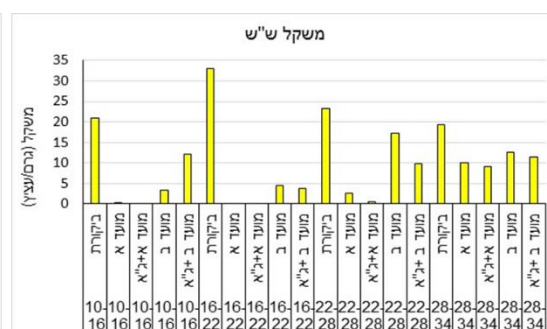
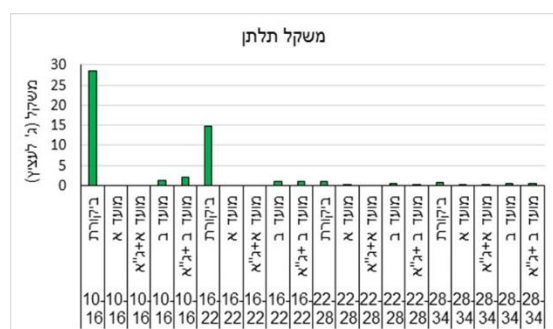
תוצאות ודיון. כפי שמראה טבלה מס' 3, לתוספת הדשן לא הייתה השפעה על רמת ההדברה המתקבלת בסוף הניסוי, ובשני צמחי הבוחן היו ערכי P של אפקט זה גבוהים, 0.4745 ו- 0.8708, בשיבולת שועל ותלתן, בהתאמה. יתרה מכך, לא נראתה כל אינטראקציה עם האפקטים האחרים שנבחנו, טמפרטורה ושלב פינולוגי. קרי, גם בטמפרטורות נמוכות ובשלבי צימוח מתקדמים בהם יש קושי להדביר עשבים לא הייתה תרומה להוספת הדשן לאיכות ההדברה המתקבלת.

שיבולת שועל. במשטר הטמפרטורות של $16-22^{\circ}\text{C}$ השי"ש התפתחה הצורה הטובה ביותר כפי שמתבטא במשקל הטרי שלה בסוף הניסוי. ככל שהטמפרטורות עלו התפתחות השי"ש הייתה חלשה יותר כמו גם בטמפרטורה הנמוכות ביותר. בטיפול מועד א' בשני משטרי הטמפרטורות הנמוכות הייתה קטילה מושלמת של הצמחים עם וללא תוספת דשן לבסטה. במועד ב' בשני משטרי טמפרטורה הנ"ל הייתה קטילה טובה של השי"ש ותוספת דשן לא שיפרה את הקטילה. בטמפרטורה האופטימלית לגידול החיטה של $22-28^{\circ}\text{C}$ הייתה קטילה טובה של השי"ש במועד א' עם וללא הדשן. במועד ב' הייתה קטילה חלקית בלבד כאשר תוספת דשן לטיפול זה הגבירה את הקטילה. בטמפרטורה הגבוהה ביותר בקטילה במועד א' הייתה חלשה ובמועד ב' או יותר חלשה. תוספת דשן לטיפולים בטמפרטורה זו בשני המועדים לא שיפרה במובהק את ההדברה. (איור 1).

תלתן- התלתן התפתח היטב רק במשטר הטמפרטורה הנמוך ביותר של 16°C-10 ואילו ב- 16°C-22 ההתפתחות היתה חלשה יותר. בשני משטרי הטמפרטורה הקרים הטיפולים במועד א עם וללא תוספת דשן השיגו קטילה מלאה של צמחי התלתן והטיפולים במועד ב' קטלו גם הם היטב את התלתן ללא הבדלים בין הטיפולים של בסטה בלבד לבין הטיפולים של בסטה עם דשן. בשני משטרי הטמפרטורה החמים ביותר התפתחות התלתן היתה חלשה גם בביקורת הלא מטופלת כך שגם טיפולי הבסטה בשני מועדי הריסוס עם וללא דשן הפחיתו רק במעט וללא הבדל סטטיסטי את משקלי הצמחים (איור 1).

טבלה 3. ניתוח תלת גורמי לבחינת השפעת הטמפרטורה, שלב פינולוגי ותוספת גופרת אמון על יעילות הדברת שיבולת שועל ותלתן על ידי בסטה.

ערך P		אפקט נבחן
תלתן	שיבולת שועל	טמפרטורה (ט)
0.0001>	0.0001>	שלב פינולוגי (שפ)
0.0001>	0.0001>	תוספת גופרת אמון (גא)
0.8707	0.4745	ט X שפ
0.0001>	0.0148	שפ X גא
0.8372	0.8426	ט X גא
0.1968	0.0509	שפ X גא X ט
0.1974	0.2207	



איור 1. משקל רטוב של צמחי שיבולת שועל (ימין) ותלתן (שמאל) לאחר ריסוס בבסטה במועדים פינולוגיים שונים עם וללא גופרת אמון. הצמחים התפתחו בטמפרטורות שונות.

ידוע מעבודות שפורסמו בספרות מקצועית ומניסיון קודם כי יעילות הדברה בבסטה מושפעת מטמפרטורה ושלב הצימוח בו נמצא העשב. מטרת הניסויים הייתה לבחון שילוב דשן (גופרת אמון) לשיפור יעילות ההדברה. בניגוד לסברה הרווחת, תוצאות הניסוי אותו ביצענו לא הראו יתרון כלשהו בשילוב דשן בריסוס בסטה. יעילות ההדברה לא גברה באף אחד מצמחי המודל, גם כאשר תנאי הריסוס היו קשים יותר, קרי, שלבי צימוח מתקדמים וטמפרטורות נמוכות. עם זאת, התרשמותנו בזמן ביצוע הניסוי היתה כי קצב הקטילה היה מהיר עם שילוב הדשן, אך לא ביצענו תצפיות מבוססות ביומסה לפני מועד חיסול הניסוי. תוצאות אלו קיבלו ביסוס משיחות עם מדריכים ומגדלים אשר השתמשו בשילוב בסטה עם דשן. אם ישנו עניין בקטילה מהירה יותר של העשב ניתן אם כך לשקול שילוב דשן בריסוס.

מטרה ג': הערכת התרומה של שילובים שונים לאיכות וטווח ההדברה של בסטה המיושמת בטמפרטורות נמוכות.

שיטות. הניסוי נערך בזמן החורף בבית רשת בנוה יער בכדי לבדוק את השפעת תוספת קוטלי עשבים לבסטה (Glufosinate ammonium) על יעילות ההדברה. קוטלי העשבים ששולבו עם הבסטה כללט: ראונדאפ (2.5% Glyphosate), ספוטלייט (1.5% Carfentrazone- ethyl) וטרנט (3% MSMA). עשבי הבוחן בהם נעשה שימוש כללו: גדילן, דוחנית, זון אשון, חרדל תרבותי, ירבוז מופשל, שיבולת שועל ותלתן ארגמני. עשבי הבוחן נזרעו בעציצים בנפח 1 ליטר וגודלו צמח יחיד בעציץ. 30 ימים לאחר הזריעה הצמחים טופלו. כל מין טופל בבסטה בריכוז 1.5% ובבסטה בשילוב עם אחד קוטלי העשבים הנוספים שפורטו. הריסוסים בוצעו באמצעות מרסס נסיונות שולחני בנפח ריסוס של 20 ליטר/ד'. הניסוי הסתיים 14 ימים לאחר הטיפול על ידי חיתוך הצמחים בגובה פני הקרקע ושקילתם לקביעת משקל הנוף הטרי. ניתוח שונות סטטיסטי בוצע באמצעות תוכנת JMP. לכל צמח בוחן בנפרד בוצע ניתוח שונות חד גורמי בו נבחנה השפעת טיפולי העשבים על איכות ההדברה. ממוצעים הושושו על ידי מבחן Tukey-Kramer HSD ברמת מובהקות של $0.05 <$.

תוצאות ודין. טבלה 4 מראה את רמת הרגישות השונה של עשבים המטופלים לבסטה. רמת הקטילה נעה בין קטילה מוחלטת (גדילן ותלתן) עד לרגישות נמוכה (שיבולת שועל) בהם ביומסה של הצמחים המטופלים הייתה כ- 87% בהשוואה לביקורת. בשל רמת הרגישות הגבוהה של הגדילן והתלתן, לא נראתה כל תרומה לשילוב קוטלי עשבים נוספים וערכי P של אפקט הטיפול היו 0.5493 ו-0.4182, בהתאמה. בשאר העשבים: דוחנית, זון, חרדל, ירבוז ושיבולת, בהם רמת ההדברה ביישום בסטה לבד לא הייתה מלאה נראתה תרומה מובהקת לשילוב כל/אחד מקוטלי עשבים שנבחנו (ערכי P של 0.0006 ומטה), כאשר מידת התרומה של כל קוטל עשבים לא הייתה זהה בכל עשב. לדוגמא, שילוב ראונאפ הביא לקטילה מוחלטת של ירבוז, אך בחרדל ההפחתה הייתה רק ב-80%. דוחנית הייתה עשב הבוחן היחיד בה נצפו תוצאות חריגות עם שילובים (ראונאם וספוטלייט) בהם הביומסה הייתה גבוהה בהשוואה ליישום בסטה לבד. עם זאת, שילוב טרגט הוביל לקטילה מלאה של עשב זה.

טבלה 4. סיכום תרומת שילוב ראונאפ, סופטלייט וטרנט לאיכות הדברה של בסטה על מגוון עשבים.

איכות הדברה (% מביקורת)							טיפול
תלתן	שיבול שועל	ירבוז מופשל	חרדל	זון אשון	דוחנית	גדילן	
0	א 87	א 56	א 71	א 51	אב 21	0	בסטה
0	ב 17	ג 0	ג 19	ב 12	אב 40	0	בסטה+ ראונאפ
3.8	ב 35	ב 38	ב 32	ב 11	א 73	1.2	בסטה+ ספוטלייט
0	ב 11	ג 0	ג 14	ב 19	ב 0	0	בסטה+ טרגט
0.4182	0.0006	$0.0001 >$	$0.0001 >$	0.0004	0.0085	0.5493	ערך P

ממוצעים באותה עמודה בעלי אות שונה לצדם מובדלים סטטיסטית על פי מבחן Tukey-Kramer HSD ברמת מובהקות של $0.05 <$.

לסכום, שילוב קוטלי עשבים נוספים הראה יתרון ונצפתה עליה מובהקת ברמת ההדברה של רוב העשבים שנבחנו. כצפוי, מידת העלייה באיכות ההדברה של כל קוטל עשבים ששולבו השתנתה בהתאם למין העשב המודבר. שילוב קוטל עשבים בנוסף לבסטה לא הוכיח את עצמו בעשבים בהם

רמת ההדברה של הבסטה לבדה הייתה מושלמת (<95%), כמו גדילן ותילתן. אם כך, יש לבחור את קוטל העשבים לשילוב עם הבסטה בהתאם למינים בחלקה ורמת ההדברה המצופה.

מטרה ד': הערכת בטיחות ויעילות של אמצעי הדברת עשבים לא כימיים חדשים. ניסוי הערכת יעילות ובטיחות של אמצעי הדברת עשבים לא כימיים חדשים, משלהבת ומקלטרת אצבע, בוצעו במשך שתי שנות הניסוי הראשונות, 2018 ו-2019. הניסויים בוצעו בכרם משגב בגליל העליון השייכים ליקבי הגליל. הכרמים בגיל 8 שנים ומסוג קברנה סוביניון, כאשר בשנתיים האחרונות לא נעשה בהם שימוש בקוטלי עשבים. בדוח זה יפורטו הניסיונות שנערכו בשנת 2019.

שיטות.

מבנה הניסוי: תכנית הניסוי הייתה בלוקים באקראי ב-5 חזרות. גודל כל חזרה בחלקת הקברנה היה 13 גפנים במרווח 1.5 מ' זה מזה = 15 מטר אורך שורה. רוחב הטיפולים כרוחב הכלים כ-40 ס"מ משני צדי השורה המרלו. המרווח בין השורות טופל על ידי 2 כיסוחים במהלך הניסוי.

טיפולים: נבחנו 4 שיטות הדברת עשבים: ביקורת ללא טיפול, משלהבת, מקלטרת אצבע ומחתר (ביקורת משקית). כל הטיפולים בוצעו משני צדי שורת הגפנים על ידי מעבר הלוך וחזור של הכלים.

מדידת שיבוש בעשבים: בראשית הניסוי (זמן 0) נספרו מספר העשבים לפי קבוצות ראשיות

(דגניים ורחבי עלים) ונמדדה ביומסה של העשבים. בכל חלקה מוקמו מסגרות (25 x 25 ס"מ)

פלסטיק בצורה אקראית ב-10 נקודות בכל חזרה על שורת הגידול. כל העשבים בשטח המסגרת

נספרו ונקצרו להערכת משקל יבש. הניסוי נערך בין נובמבר למאי והסתיים עם תום עונת

הגשמים. בחלקה זו לא השקו במהלך הקיץ ולכן לא היו נביטות עשבים חדשות.

מדידת שטח כיסוי של העשבים מבוסס תמונה: אחת לשלושה שבועות בקירוב נערכה מדידה של

רמת השיבוש בעשבים (סכה"כ 7 מדידות). מדידות אלו בוצעו מתוך ההבנה של שנת המחקר

הראשונה ששטח כיסוי בלבד הינו פרמטר המעוות את מצב השיבוש האמתי. בשל "רוויה" בשלב

מוקדם של כיסוי כל שטח המטרה בצמחים (ללא קשר לרמת התפתחותם) אנו לא מצליחים לזהות

שינוי כתוצאה מפעולת הדברה כבר בשלב מוקדם ומאבדים יכולת להפריד ולזהות שוני בין

טיפולים. מסיבה זו, נבנתה מטרת צילום המאפשרת זיהוי התפתחות וצילום על ידי צילום משתי

זוויות, אנכית ואופקית. בכל נקודת צילום הוערך שטח הכיסוי של העשבים משתי זוויות אלו, כך

שהתאפשר מעקב מדויק אחרי התפתחותם לאורך כל זמן הניסוי כשינוי נפחי. ראשית, נלקחו

תמונות מ-10 נקודות בשטח 0.25 מ"ר בכל חלקה בכל חזרה משתי הזוויות. לאחר מכן, נערך עיבוד

תמונה באמצעות תוכנת MATLAB לקביעת שטח הכיסוי של עשבים בכל זווית כפי שתואר ב-

Lati et al., 2011. לבסוף, חושב שטח הכיסוי בטיפולים השונים לפי עיבוד המידע האופקי בלבד

(שטח דו-מימד) וחישוב התפתחות העשבים כשיכלול שטח הכיסוי לפי שתי הזוויות (תלת-מימד),

קרי, נפח בקירוב.

מדידות צימוח ואיכות היבול- בוצעו לפני הבציר המסחרי כפי שתואר בניסוי האליון.

ממוצעים של נתוני רמת ההדברה (ביומסה, מס' עשבים נפח), רמת הצימוח ואיכות היבול בטיפולים

השונים הושו על ידי מבחן Tukey-Kramer HSD ברמת מובהקות של <0.05.

משלהבת. הכלי ששימש לניסיונות היה כלי מיצור עצמי שבו הותקן מיכל גז פרופן נוזלי של 1000

ליטר על עגלה ולמיכל חובר מבערים לשלהוב. נעשה שימוש בשני מבערים מסוג LT2x8 בעלי הספק

BTU 1,150,000 אשר הוצבו על מוט משכיב. המבערים הוצבו בזווית של 30° בהשוואה לפני הקרקע

במרחק של 40 ס"מ זה מזה ובגובה 20 ס"מ מעל פני הקרקע. הטיפולים ניתנו בלחץ של 25 ו- 50 PSI בשלהוב הראשון והשני, בהתאמה (איור 2).

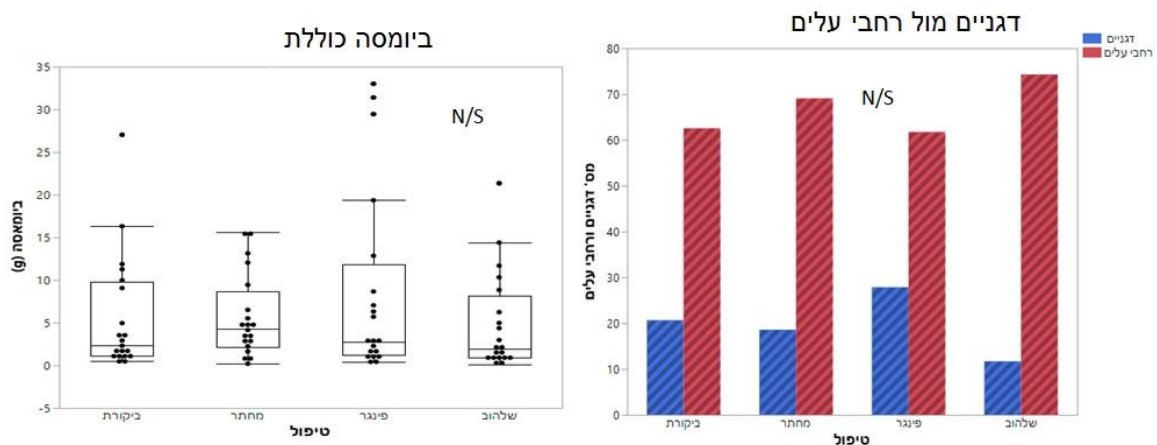


איור 2. האמצעים הלא כימיים החדשים, מקלטרת אצבע (ימין) ומשלהבת (שמאל), בפעולה בכרם משגב עם.

קלטרת אצבע. הכלי תוצרת KULT גרמניה שבו מותקנים על נושא כלים 2 גלגלים עם אצבעות פוליאוריתן (Fingerweeder MAXI Ø 27.56) אחד אחרי השני כאשר גלגל האצבעות הפחות הקשיחות מרוחקות מעט משורת הגפנים ואחריו גלגל עם אצבעות גמישות יותר המקלטרת את שורת הגפנים (איור 2).

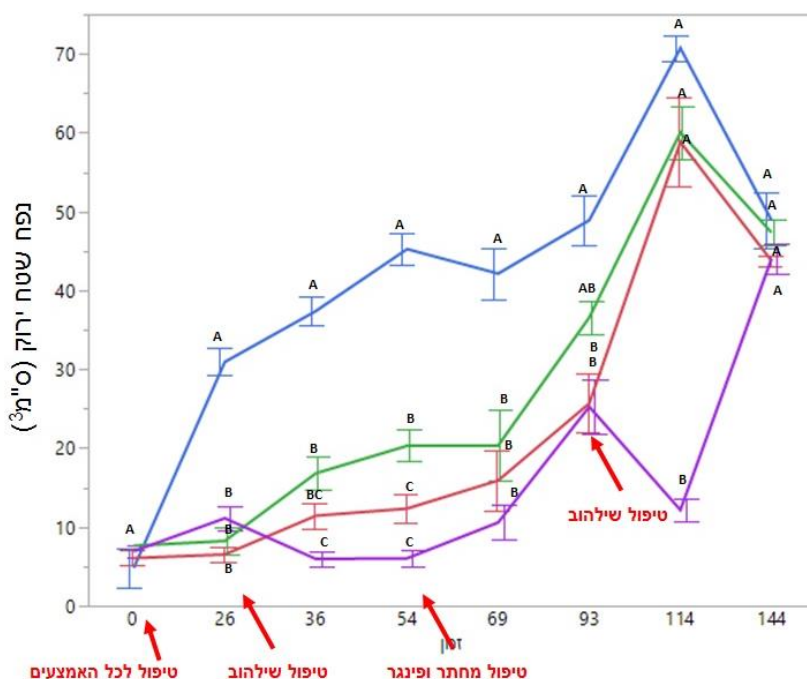
מחתר. נעשה שימוש בכלי מסחרי של יקבי הגליל. הכלי Inter-row blade מתוצרת ARRIZZA איטליה, דגם מורכב מסכין באורך 45 ס"מ על נושא כלים העובר לאורך שורת הגפנים עם גשש הידראולי המקפל את הסכים אחורה בהגיעו לגזע הגפן (איור 3).

תוצאות. איור 5 מראה כי בתחילת הניסוי לא היו הבדלים מובהקים באופי השיבוש בעשבים בין האזורים השונים בכרם בהם מוקמו ארבעת הטיפולים. קבעיה זו הינה נכונה לכל הפרמטרים שנמדדו: מספר העשבים הכולל, ההתפלגות למשפחות העשבים הראשיות (דגניים ורחבי עלים) ולרמת התפתחותם כפי שבאה לידי ביטוי בביומסה. תוצאות אלו מראות כי כל שוני אשר יאופיין בטיפולים השונים הינו פועל יוצא של אמצעי ההדברה שנבחן בלבד ולא של התפלגות העשבים בחלקה ו/או שונות ברמת התפתחותם.



איור 3. מספר הדגניים ורחבי העלים (ימין) ומשקלם היבש (שמאל) בראשית הניסוי (זמן 0) בטיפולים השונים.

ניסוי ההדברה ארך חמישה חודשים (נובמבר-אפריל) ונבחנו בו שלושה אמצעי הדברת עשבים לא כימיים: מחתר ומקלטרת אצבע (פינגר) אשר ייושמו פעמיים במהלך הניסוי ומשלהבת אשר ייושמה שלוש פעמים. בנוסף, נבחנו שתי גישות מבוססות תמונה להערכת יעילות ההדברה, דו ותלת מימד. בדומה לשנת המחקר הראשונה, ראינו כי התייחסות לשיבוש בעשבים המבוססת על הערכת צימוח דו-ממדית לא הייתה טובה מספיק ולא נראו הבדלים מובהקים בין הביקורת והטיפולים (לא צורף גרף). מסיבה זו, החלטנו לנתח ולהציג רק את הנתונים המבוססים על הפרמטר התלת-ממדי. איור 3 מראה כי כל הטיפולים שנבחנו היו יעילים והביאו לפחיתה ברמת השיבוש בעשבים בהשוואה לביקורת. עם זאת, מידת היעילות של האמצעים השונים לא הייתה דומה. המשלהבת הייתה האמצעי היעיל ביותר. במשך רוב זמן הניסוי, מלבד מועד הדיגום האחרון, רמת השיבוש בעשבים בטיפול זה הייתה נמוכה מ-10 ס"מ³, כאשר במועדים מסויימים (לדוגמא- 54 ימים מתחילת ניסוי) ערך זה שווה ל-90% הדברה בקירוב. יתרה מכך, במועדים מסויים בזמן הניסוי רמת ההדברה שהתקבלה מהמשלהבת הייתה נמוכה בצורה מובהקת בהשוואה למקלטרת האצבע (פינגר). לדוגמא, 36 ימים לאחר ראשית הניסוי היה השיבוש בעשבים בפינגר ובמשלהבת 26 ו-5 ס"מ³, בהתאמה. עם זאת, שני הטיפולים היו נמוכים בצורה מובהקת מהביקורת. 114 ימים נתחילת ניסוי היה ההבדל המשמעותי ביותר בין המשלהבת לביקורת ולשאר הטיפולים. בתום הניסוי, 144 ימים מתחילתו, לא היו הבדלים ברמת השיבוש בעשבים בין הביקורת לאף אחד מהטיפולים שנבחנו.



איור 4. רמת השיבוש בעשבים כפי שבאה לידי ביטוי בנפח העשבים בטיפולים השונים בשבע מועדי הדיגום. בנוסף, מראה האיור את מספר ומועדי הטיפול בעשבים על ידי האמצעים השונים.

טבלאות 5 ו-6 מראות כי לא הייתה כל השפעה לאמצעי ההדברה החדשים, מקלטרת אצבע ומשלהבת, על ממדי הצימוח, היבול ועל איכותם. גם במקרי זה ערכי P גבוהים מחזקים את הקביעה על חוסר השפעה על המדדים. ההשוואה בניסוי זה הינה כפולה, מול ביקורת לא מעושבת ומול ביקורת משקית (מחטר בניסוי זה) העלולה להשפיע על הצמחים, אך כאמור, לא נצפה שינוי ביחס לשתי הביקורות. עם זאת, יש לציין כי היו מספר ממדי צימוח (משקל אשכול ממוצע ומשקל זמורה ממוצעת) בהם נצפתה מגמה קלה של יתרון למקלטרת האצבע המעידה על העדר פגיעה ביחס

לאמצעים האחרים. אך שוב, מגמה זו כלל לא הייתה מובהקת ולא ניתן להסיק מכך מסקנות משמעותיות.

טבלה 5. סיכום מדדי צימוח מניסוי הדברה לא כימי משגב 2019.

משקל ממוצע (גרם)	משקל כולל (גרם)	מס זמורות	משקל ממוצע (ג'אשכול)	משקל כולל (ק"ג)	מס' אשכולות	
36	0.82	22	131	3.8	29	מחתר
34	0.77	23	128	3.9	30	משלהבת
40	0.93	23	136	3.8	28	מקלטרת
33	0.80	24	129	4.2	33	ביקורת ללא טיפול
0.2475	0.1366	0.3161	0.6391	0.7295	0.4389	ערך P

ממוצעים באותה שורה בעלי אות שונה לצדם מובדלים סטטיסטית על פי מבחן Tukey-Kramer HSD ברמת מובהקות של <0.05 .

טבלה 6. סיכום מדדי איכות מניסוי הדברה לא כימי משגב 2019.

פנולים (a.u.)	צבע (מ"ג/גרם)	pH	בריקס (%)	משקל 100 (גרם)	
0.95	2.2	3.3	23	151	מחתר
0.93	2.2	3.2	23	144	משלהבת
0.99	2.3	3.3	23	144	מקלטרת
0.92	2.2	3.2	23	150	ביקורת ללא טיפול
0.6951	0.7609	0.7340	0.8410	0.4015	ערך P

ממוצעים באותה שורה בעלי אות שונה לצדם מובדלים סטטיסטית על פי מבחן Tukey-Kramer HSD ברמת מובהקות של <0.05 .

כל הכלים שנבחנו בניסוי זה היו יעילים יותר כאשר העשבים היו קטנים - עד 10-15 ס"מ גובה, 3-5 עלים אמיתיים. עם זאת, הדברה יעילה בעלת טווח זמן ארוך מחייבת יישום חוזר בכל אחת מהשיטות. בהקשר זה, עונת הגשמים ב-2019 הייתה ברוכה והיוותה אתגר משמעותי מבחינת נושא הדברת העשבים. השטח היה ספוג במים במהלך רוב העונה ולא אפשר הדברה במועדים הרצויים מבחינת גודל העשבים אלא במועדים האפשריים מבחינה טכנית. המחתר והפינגר דורשים קרקע יבשה באזור הקרקע בו הם עובדים כדי לספק הדברה יעילה. תנאים אלו היו זמינים במועד ההדברה הראשון (5 ימים מתחילת הניסוי), אולם בזמן בו התאפשרו תנאים אלו בשינית (54 ימים מתחילת הניסוי) העשבים בשטח היו מפותחים וההדברה לא הייתה יעילה. היה צורך ביישום מוקדם יותר להבטיח יעילות גבוהה. יתרה מכך, לאחר שימוש במחתר או בפינגר העשבים במקרים רבים מחוברים לגושי קרקע ולכן יש צורך ביובש (אי ירידת גשמים) גם מספר ימים לאחר הטיפול בכדי להבטיח את התייבשות הצמחים וקטילתם. תקופת יובש ארוכה מספיק המייבשת את הקרקע ומבטיחה את תמותת הצמחים לאחר הטיפול לא הייתה קיימת בשנה זו. לעומתם המשלהבת הייתה יעילה ומתאימה לשנה זו במידה רבה. היא מספקת הדברה יעילה ללא קשר למצב הקרקע ואין צורך בחוסר גשמים לאחר הטיפול. יש לציין כי היו שלושה טיפולי שלהוב במהלך העונה בהשוואה לשניים של המקלטרת והמחתר, אולם התוצאות היו טובות יותר גם לאחר טיפול יחיד. השימוש במשלהבת יקר יותר עקב ההוצאות על הגז, אולם שנה זו מראה כי בתנאים מסוימים יש חשיבות וערך מוסף לאמצעי זה והוא הינו בעל יתרונות מובהקים. הוא מאפשר גמישות ושימוש יעיל ללא תלות למצב הגשמים ותנאי מזג האוויר. מבחינת הבטיחות לגידול והשפעה על איכותו לא

נצפתה כל השפעה של המקלטרת אצבע והמשלהבת, ובכל המדדים אשר נבחנו לא נצפתה פחיתה מובהקת ביחס לשתי הביקורות (משקית וללא טיפול). תוצאות אלו מראות כי יישום נכון של כלים אלו לא פוגע בהתפתחות הגפנים או באיכות הפרי המתקבל.

מטרה ה': בחינת ממשק הדברת עשבים משלב לכרם

ניסוי זה נערך בכרם ציפור בשנת הגידול 2020. הניסוי נערך בכרם צעיר (בן 4 שנים) המורכב מארבעה זנים: גוורץ (זן לבן), מרלו, פטיס סירה ופטיס ורדו. הניסוי התבסס על תוצאות השנתיים הראשונות שבוצעו בכרם משגב. ניסויים אלו הראו את יעילות מקלטרת האצבע, בטיחותה ואת הנוחות והפשטות בהפעלתה. יתרה מכך, ניתן ליישם אמצעי זה לאורך כל השנה ללא חשש מבטיחות לסביבה (שריפות כתוצאה משלהוב). לפיכך, הממשק המשלב אותו בחנו התבסס על מקלטרת האצבע תוך השלמה על ידי אמצעי הדברה הנהוג במשק זה, כיסוח ידני בחרמש מוטורי.

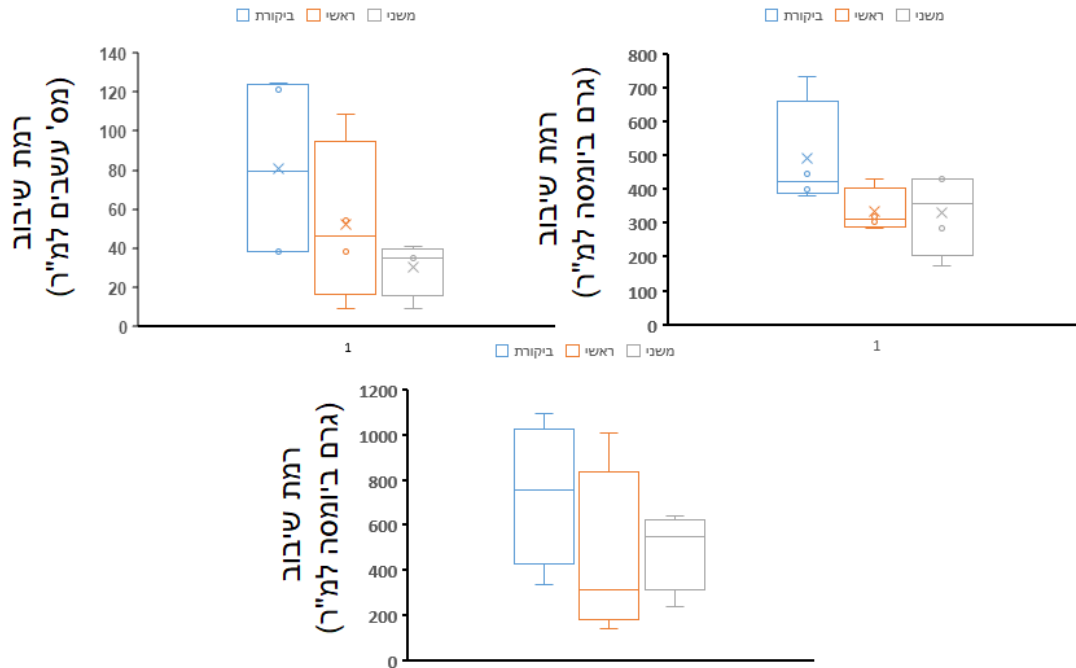
שיטות:

מבנה הניסוי: תכנית הניסוי הייתה בלוקים באקראי ב-4 חזרות. גודל כל חזרה היה שורת גידול שלימה (אורך של 60 מטר בקירוב). בכל זן, נבחנו כל הטיפולים אשר יתוארו. רוחב הטיפולים כרוחב הכלים כ-40 ס"מ משני צדי השורה. המרווח בין השורות טופל על ידי 2 כיסוחים במהלך הניסוי.

טיפולים: נבחנו 3 שיטות הדברת עשבים: ביקורת משקית, מקלטרת אצבע בדחיפות גבוהה (ראשי) ומקלטרת אצבע בדחיפות נמוכה. כל הטיפולים בוצעו משני צדי שורת הגפנים על ידי מעבר הלוד וחזור של הכלים. כיסוח באמצעות חרמש מוטורי בוצע שלוש פעמים בהתאם לצרכי המגדל בכל הכרם. טבלה 7 מסכמת את מספר הטיפולים שבוצעו לפני כל מועד הערכה.

מדידת שיבוש בעשבים: בראשית הניסוי (זמן 0) נספרו מספר העשבים לפי קבוצות ראשיות (דגניים ורחבי עלים) ונמדדה ביומסה של העשבים. בכל חלקה מוקמו שלוש מסגרות (25 x 25 ס"מ) פלסטיק בצורה אקראית ב-3 נקודות בכל חזרה על שורת הגידול. כל העשבים בשטח המסגרת נספרו ונקצרו להערכת משקל יבש. שאר המדידות (4 במספר) כללו הערכות ביומסה לפי כל מין עשב בהתאם לתאור של הערכת האפס. הניסוי נערך בין נובמבר לאוגוסט והסתיים עם הבציר של הגוורץ. בחלקה זו לא הייתה השקיה ולכן הייתה התמודדות עם עשביה לאורך כל השנה. ממוצעים של נתוני רמת ההדברה (ביומסה, מס' עשבים נפח) בטיפולים השונים הושוּו על ידי מבחן Tukey-Kramer HSD ברמת מובהקות של $0.05 <$.

תוצאות ודיון: הערכות זמן אפס הראו כי לא היו הבדלים מובהקים ברמת השיבוש הראשונית (מס' עשבים למ"ר) בחלקה בין הטיפולים ($P = 0.5978$), אם כי בטיפול המקלטרת המשני (פחות קלטורים), נצפתה מגמה של רמת שיבוש מעט נמוכה יותר 79 עשבים למ"ר בהשוואה ל-113 ו-123 בביקורת ובקלטור הראשי, בהתאמה. בנוסף, הרכב קבוצות העשבים היה דומה, וממוצע מספר רחבי העלים בחלקה היה גבוהה מהדגניים, 86 ו-14 למ"ר, בהתאמה.

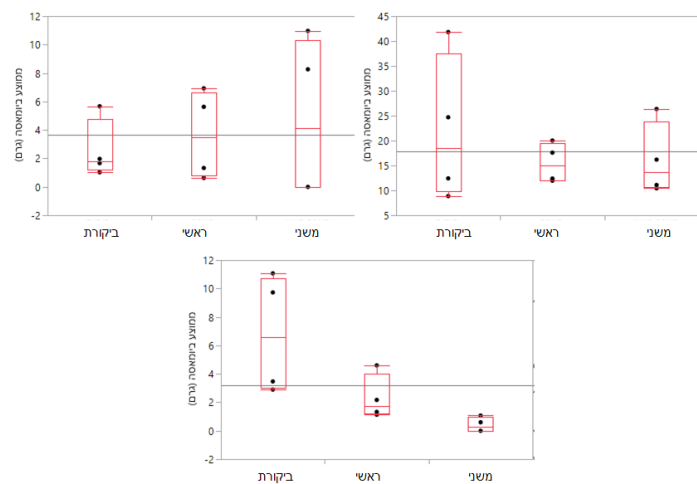


איור 5. רמת השיבוב בטיפולי העישוב השונים במועד הדיגום הראשון (מרץ 2020, למעלה שמאל), השני (יוני 2020, למעלה מימין) והשלישי (יולי 2020, למטה). ערכי ה- P של ניתוח ANOVA היו 0.2257, 0.0265 ו-0.0079 במועד הראשון השני והשלישי, בהתאמה.

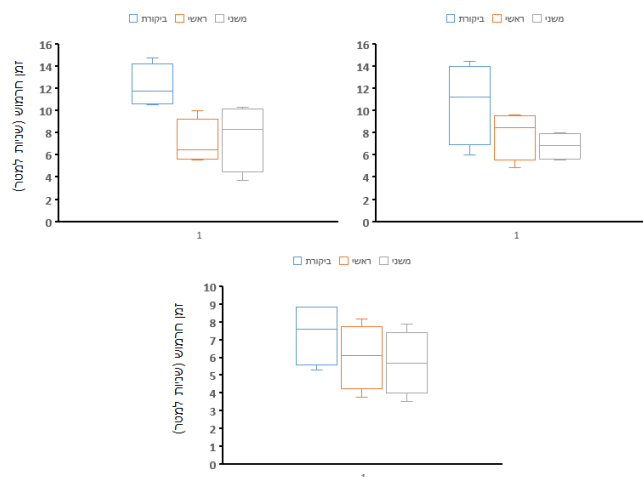
במועד הדיגום הראשון (מרץ 2020) העשבים המרכזיים בחלקה היו סלק, חרצית, מרור וירבוזים. במועד הערכה זו בוצעו שני קלטורים בטיפול הראשי וקלטור בודד במשני. טיפולים אלו הפחיתו את מספר העשבים למ"ר מ-80 בביקורת ועד 50 ו-30 בקלטור הראשי והמשני, בהתאמה. בנוסף, ניתן להתרשם מטווח הערכים המצומצם בטיפול המשני המעיד על איכות הדברה קבועה יחסית והפחתה ברמת העשבים בכל החזרות. עם זאת, כפי שמראה האיור לא התקבלה מובהקות בין הטיפולים, ככל הנראה בשל השונות הגבוהה בשטח הניסוי. גם בניתוח על פי מין לא התקבלו הבדלים בין הטיפולים וערכי P היו גבוהים מ-0.5789 עבור כל המינים (נתונים אינם הוצגו). במועד הדיגום השני (יוני 2020) מיני העשבים הראשיים היו מרור, ירבוז ושני מיני חבלבל וחבלבול זוחל. במועד זה בוצעו חמישה ושלושה קלטורים בטיפול הראשי והמשני, בהתאמה. ניתן להתרשם כי רמת ההדברה במועד זה הייתה טובה ושני טיפולי הקלטור הפחיתו בצורה מובהקת את רמת השיבוב בעשבים, מ-500 בביקורת ל-300 גרם למ"ר בשני טיפולי הקלטור. יתרה מכך, ניתן להתרשם מהשונות הנמוכה בשני טיפולי הקלטור המרמזת על איכות ההדברה בכל החזרות. ניתוח הנתונים על פי מין מראה שרק במרור התקבלה פחיתה מובהקת בהשוואה לביקורת על ידי טיפולי הקלטור עם ערכי חציון היורדים מ-6 בביקורת עד 2 ו-0.2 גרם ל-625 סמ"ר בטיפול הראשי והמשני, בהתאמה. עבור הירבוז לא התקבלה פחיתה מובהקת אולם ניתן להתרשם ממגמת ההפחתה וצמצום טווח ההדברה, בעיקר בטיפול הראשי. עבור חבלבל לא נצפתה כל מגמת הפחתה ואפילו בחלק מהחזרות ניתן להתרשם מביומסה גבוהה יותר בהשוואה לביקורת לא מטופלת. לאחר מועד ההערכה זה כוסחה כל החלקה באמצעות חרמש מוטורי, כאשר טיפולי הקלטור הפחיתו בקירוב במחצית את זמן הטיפול מ-12 בביקורת ועד 6 ו-7 שניות למטר בטיפול הראשי והמשני, בהתאמה (איור 7). לאחר מועד דיגום זה כוסחה החלקה עם חרמש מוטורי (פעם ראשונה).

במועד הדיגום השלישי (יולי 2020) הרכב העשבים היה דומה ומספר הקלטורים היה שמונה וארבע בטיפול הראשי והמשני, בהתאמה. במועד זה פחיתה מובהקת ברמת השיבוב בהשוואה לביקורת נצפתה רק בטיפול המשני עם ערכי ביומסה חציוניים של 800 ו-600 גרם למ"ר בהתאמה. עם זאת, ערך חציוני של 300 בטיפול הראשי מרמז על מגמת הפחתה וחוסר מובהקות הנובע מחזרה בעל רמת שיבוש גבוהה במיוחד (1000 גרם למ"ר, איור 5 למטה). עם זאת, זמן הכיסוח בהשוואה לביקורת (12 שניות למ"ר) היה נמוך בשני הטיפולים 8 ו-6 שניות למ"ר בראשי ובמשני, בהתאמה. לאחר מועד דיגום זה כוסחה החלקה עם חרמש מוטורי (פעם שניה).

במועד הדיגום האחרון (אוגוסט 2020) לא נצפו הבדלים מובהקים או מגמות כל שהן בין הטיפולים לביקורת ברמת השיבוש (נתונים אינם הוצגו). לאחר מועד דיגום זה כוסחה החלקה עם חרמש מוטורי (פעם שלישית), כאשר גם בזמן העבודה לא נצפה הבדל או מגמת הפחתה בעקבות טיפולי הקלטור בהשוואה לביקורת (איור 7).



איור 6. רמת ההדברה במועד הדיגום השני (יוני 2020) של חבלבל (למעלה ימין), ירבוז (למעלה שמאל) ומרור (למטה). ערכי ה- P של ניתוח ANOVA היו 0.7114, 0.6824 ו-0.0181 עבור חבלבל, ירבוז ומרור, בהתאמה.



איור 7. זמן טיפול בחרמש מוטורי (שניה למטר) בטיפולי העישוב השונים במועד הדיגום הראשון (מרץ 2020, למעלה שמאל), השני (יוני 2020, למעלה מימין) והשלישי (יולי 2020, למטה). ערכי ה- P של ניתוח ANOVA היו 0.0265, 0.0144 ו-0.7835 במועד הראשון השני והשלישי, בהתאמה.

הדברת עשבים בכרם הינה משימה מורכבת בשל הצורך לספק פתרונות הדברה לאורך מספר עונות השנה. קיימים מספר גלי נביטה של עשבים הכוללים גם מספר מינים רב. איכות ההדברה הינה מושג התלוי במגדל בהתאם לצרכים ולגישת הגידול שלו, כאשר במהלך שלוש שנות המחקר נתקלנו בספקטרום רחב של מגדלים בעלי מטרות וגישות שונות בהקשרים של הדברת עשבים בכרם. מקלטרת האצבע הינה אמצעי חדש אותו ניסינו לראשונה בישראל במסגרת מחקר זה. אמצעי זה זכה לתגובות נלהבות ממגדלים ומדריכים אשר נחשפו אליו, ולראיה, הוזמנו מספר כלים למשקים שונים במהלך שנות המחקר. כאשר למדנו להשתמש בו בצורה מיטבית (מהירות נסיעה וקירבה לגפנים) הוא הוכיח רמות יעילות גבוהה כנגד מגוון של מינים. מהירות ההפעלה הגבוהה (8 קמ"ש בקירוב), העדר צורך בהנעה/אנרגיה מיוחדת מהטרקטור או תשומות מיוחדות הופכות אמצעי זה לזול יחסית, פשוט להפעלה ולמעשה מאפשר את היישומים החוזרים ללא חשש כלכלי. ניתן היה להשתמש בו במהלך כל השנה ללא חשש מפגיעה בגפנים או בסביבה. גם יישומים חוזרים לא הובילו לכל פגיעה שהיא בגזעים או ביבול המתקבל (נתונים אינם מוצגים). יתרה מכך, ניסוי זה נערך בכרם צעיר (4 שנים) והטיפול הראשי כלל בסוף העונה 10 קלטורים, אשר לא הובילו לכל פגיעה או נזק. לרוב, מתחלקים המגדלים לאלו המיישמים קוטלי עשבים ושואפים לחלקה הנקייה לחלוטין מעשבים לאלו המסתמכים על הדברה לא-כימית ויכולים "לסבול" נוכחות של עשבים ברמה מסוימת. המגדלים עימם שיתנפו פעולה בניסויים של האמצעים הלא כימיים הביעו חוסר רצון ליישם קוטלי עשבים (אפילו רק כביקורת) ולכן בחרנו להתמקד בממשק משלב המתבסס על המקלטרת עם אמצעי לא כימי אחר, חרמש מוטורי המקובל במשקים רבים שאינם משתמשים בקוטלי עשבים (לאו דווקא אורגניים). בניגוד למקלטרת, אמצעי זה דורש זמן, כסף, מאמץ וכוח עבודה רב יותר. אולם שילוב המקלטרת הוביל להפחתה משמעותית בזמן הדרוש לעבודה עם החרמש. להפחתה זו, של 50% בקירוב, יש משמעותיות כלכליות וגם תפעוליות. מעבר לחיסכון בכסף, כוח האדם הלחוף בעונה זו של השנה (מאי-אוגוסט) מתפנה למשימות אחרות בכרם. ניתן לשלב את המקלטרת עם מונע הצצה ולהתחיל את היישום באביב עם שבירת היעילות הראשונה בהתאם לצורך. במקרה זה, תחליף המקלטרת שימוש בקוטלי עשבים המיושמים לאחר הצצת העשב (POST). ניתן גם לשלב אמצעי זה בממשק המתבסס על חומרים לאחר הצצה, כאשר בשני המקרים הוא יוכל לתרום לצמצום השימוש בקוטלי עשבים, הסתמכות עליהם והתבססות עשבים קשי הדברה.

מבחינת יעילות, בדומה לשנים קודמות, גם שנה זו הבליטה את יתרונותיו וחסרונותיו של אמצעי זה. רחבי עלים מודברים בצורה טובה מאוד על ידי מקלטרת האצבע. ביישום בתזמון מתאים בו העשבים עדיין קטנים (>15 ס"מ) רמת ההדברה של מינים כמו מרוור, ירבוז, חלמית וקיצת היו טובות ללא צורך ביישום חוזר. ראוי לציין כי קיצת נחשבת לקשת הדברה באזורים רבים (גם לקוטלי עשבים), עובדה המבליטה תרומה של אמצעי חדש זה. רמת ההדברה של הדגניים הייתה נמוכה יותר והתבטאה בעיקר בעיכוב צימוח ופגיעה בהתפתחות והיה צורך ביישומים נוספים לקבלת אפקט משמעותי. עשבים רב-שנתיים בהם נתקלנו בניסוי זה (יבלית, חבלבל) לא הודברו כלל על ידי המקלטרת. יתרה מכך, ניתן היה לראות אפילו מגמת עידוד צימוח, ככל הנראה על ידי חיתוך אברי הריבוי התת קרקעיים. תוצאות דומות נראו גם עם גומא הפקעים בניסויים שאינם במסגרת מחקר זה. תוצאות אלו מדגישות את הצורך בשילוב אמצעי זה כחלק מממשק משלב בו יש הפעלה/יישום של מספר אמצעים.

גורם נוסף המשפיע על יעילות המקלטרת הינו מועד היישום. כפי שציינו, במועד מתאים רמת ההדברה הינה גבוהה, אולם כאשר העשבים מפותחים השפעתה של המקלטרת נמוכה ולעיתים אינה קיימת. לאורך כל הניסוי ראינו כי עשבים גדולים בהם איחרנו בטיפול לא נפגעו כלל. כך, במועד הדיגום האחרון (אוגוסט) מרבית העשבים היו ירבוזים ורב שנתיים שלא הודברו במועדים הראשונים, התפתחו לכדי צמחים גדולים בעלי מערכות שורשים מפותחים אשר התחדשו לאחר כיסוחים. כפי שניתן לראות, כל טיפולי הקלטור היו חסרי ערך במועד זה, עובדה המדגישה שוב את הצורך לדייק ביישום ולשלב עם אמצעי הדברה נוסף. חשוב לציין זיהינו חשיבות למועד היישום הראשון. ניתן להתחיל לקלטר לאחר הגשם הראשון עוד בטרם התבססו עשבים בחלקה. יישום כזה יאפשר לשמור על השטח נקי ואחיד ברמת השיבוש. כך, פעולות הקלטור הבאות ישמרו על יעילותן ועל ניקיון השטח לאורך זמן.