

פעילות דיקואט, פאראקואט וגליפוזאט בקרקע

מאת מ. הורוביץ, ג. הרצלינגר, ה. בוקסבאום,

המחלקה לחקר עשבים רעים, תחנת הנסיונות נוה-יער, מינהל המחקר החקלאי*

קוטלי-העשבים דיקואט (רגלון), פאראקואט (קטלון) וגליפוזאט (ראונדאפ), המומלצים בדרך-כלל לטיפול עלווה, רוססו במספר ניסויים באדמות שונות במנות גדולות מהמומלץ, כדי לבדוק את פעילותם בקרקע. בהגיעם לקרקע נספחים החמרים, בחלקם הגדול, בשיעור התלוי בהרכבה. באדמה החרסיתית של נוה-יער נרשמה פגיעה בצמח-בוהן (שיבולת-שועל) שטופל לפני ההצצה רק במנות הגדולות עשרות מונים (של ראונדאפ) ואף מאות מונים (של רגלון וקטלון) מהמומלץ. אולם באדמות דלות בחומר אורגני ובהרסית נתגלו פגיעות ממנות הקטנות בהרבה, וכן נרשמה הישארות מצומצמת של ראונדאפ והישארות ממושכת של רגלון וקטלון. נראה שבאדמות חוליות יש מקום להימנע מריסוסים תכופים בחמרים הנ"ל.

מבוא

מטרת עבודה זו היא לבדוק את הכמות המסימלית של מנות דיקואט, פאראקואט וגליפוזאט, שאפשר לתת בריסוסי קדם-הצצה, בלי חשש של פעילות דרך הקרקע, באדמה קלה ובאדמה כבדה.

חמרים ושיטות

הניסויים נעשו בתכשירים מסחריים: רגלון (20% דיקואט) קטלון (20% פאראקואט) וראונדאפ (41% גליפוזאט). כל המנות המוזכרות במאמר הן של התכשיר המסחרי, בליטרים לדונם. הניסויים נערכו בכלי גידול: גביעי פלסטיק עם חורי ניקוז, שמולאו אדמה של נוה-יער (כ-70% חרסית, 1.9% חומר אורגני), כפרי-יונה (4% חרסית, 1% חומר אורגני) ובשור (6% חרסית, 0.4% חומר אורגני). זרעים של שיבולת-שועל, ששימשה כצמח בוהן, נזרעו כס"מ אחד למטה מפני השטח, והריסוסים ניתנו על-פני אדמה יבשה כטיפול קדם-הצצה. הריסוסים נעשו במרסס אוטומטי המפזר 20 ליטר תרסיס לדונם. הוכנו ריכוזים שונים של התכשירים בהתאם למנה הרצויה, אבל הריכוז לא עלה על 50%. כאשר הגיעה המנה ליותר מ-10 ליטרים לדונם — בוצעו מספר מעבריים (למשל, 10 מעברי ריסוס של 20 ליטר תרסיס עם 10 ליטרים חומר סיפקו 100 ליטר לדונם). הגביעים הושקו בהמטרה לאחר הריסוס, והוצבו בבית-זכוכית. תצפיות נעשו במשך שבועיים לאחר הטיפול, עד שצמחי שיבולת השועל הגיעו לשני עלים.

ניסוי 1 נערך בחודש אפריל, בנוה-יער ובבשור. כל טיפול ניתן ב-6 חזרות.

ניסוי 2 נערך בחודש יוני, ב-4 חזרות באדמת בשור וב-5 חזרות באדמת נוה-יער.

בניסוי 3 הוחל בחודש יולי בנוה-יער ובכפרי-יונה, וכל טיפול ניתן ב-5 חזרות. באדמת כפרי-יונה, שבה התגלתה פעילות מרובה, נעשו זריעות חוזרות של שיבולת-שועל לאחר קצירת גוף הגידול הקודם וייבוש האדמה. במאמר מובאות תוצאות מזריעה שנייה שנעשתה 7 שבועות לאחר הטיפול המקורי, ומזריעה נוספת שנעשתה 20 שבועות לאחר הטיפול.

דיקואט ופאראקואט, המשווקים בארץ בשמות רגלון וקטלון, או כתערובת של שניהם הנקראת דו-קטלון, וכן גליפוזאט, המשווק בשם המסחרי „ראונדאפ“, הם קוטלי-עשבים הפועלים ביעילות דרך העלווה. כשמרססים אותם נגד עשבים קיימים — אין מעוניינים, בדרך-כלל, בפעילות דרך הקרקע, העולה לפגוע בגידול באופן בלתי מכוון.

נעשו מחקרים רבים בדבר התנהגות דיקואט ופאראקואט בקרקע. חמרים אלה, בבואם במגע עם הקרקע — הם נספחים במהירות ובחזקה, בעיקר על-גבי חרסית, המסוגלת לקבע אותם כמעט עד כדי הרווית קיבול הקטיונים החליפים שלה (7). שטיפת הדיקואט והפאראקואט בקרקע מוגבלת מאוד; הם נעלמים מהקרקע בעיקר כתוצאה מפירוק על-ידי קרינת השמש ועל-ידי מיקרואורגניזמים (2).

גליפוזאט הוא קוטל-עשבים חדש יחסית, והתנהגותו בקרקע מתבהרת רק בזמן האחרון. נראה שגם גליפוזאט נספח בקרקע בחזקה על-גבי חרסית וחומר אורגני (4); ולפיכך, על אף מסיסותו הגבוהה במים — מצומצמת מאוד תנועתו באדמה. בהגיעו לקרקע תוקפים אותו מיקרואורגניזמים והוא מתפרק במהירות (5).

זרעים נובטים ושרשי-צמחים קולטים בקלות דיקואט, פאראקואט וגליפוזאט, אם הללו זמינים — למשל, מתוך תמיסת מזון (6). לכן קיימת אפשרות, שהחמרים הללו יפגעו בצמחי-תרבות בריסוס קדם-הצצה או קדם-זריעה. אולם פגיעה כזאת אינה שכיחה למעשה, במנות המומלצות, שכן החמרים מתקבעים בחלקם הגדול בבואם במגע עם הקרקע. כושר הקיבוע של הקרקע תלוי בהרכבה; ולאור הנאמר קודם יש להניח, שכושר זה יהיה מועט באדמות חוליות ומרובה באדמות עשירות בחרסית ובחומר אורגני.

* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה', 1976, מס' 1869.

טבלה 1. התפתחות שיבולת-שועל שטופלה ברונדאפ בריסוס קדם-הצצה באדמות בשור ונוה-יער.

תכשיר	ליטר ל-דונם	% הצצה *		תצפית במצב הצמחים **		משקל העלווה	
		נוה-יער	בשור	נוה-יער	בשור	נוה-יער	בשור
היקש	0	100	100	5.0	5.0	100	100
רונדאפ	1	90	80	5.0	5.0	103	77
"	2	100	110	5.0	5.0	100	103
"	4	97	87	5.0	5.0	101	67
"	8	90	58	4.7	3.5	83	34
"	16	83	23	4.3	0.3	68	3

* בהיקש - 4.8 נבטים לגביע בנוה-יער ו-5.2 בבשור.

** תצפית חזותית שבועיים לאחר הטיפול, מ-5 אין פגיעה ל-0 = חמורה כללית.

*** שקילה שבועיים לאחר הטיפול; בהיקש 180 מיליגרם בנוה-יער ו-190 מיליגרם בבשור, הפרש מובהק 5%. 30% בנוה-יער ו-24% בבשור.

תוצאות

כדי להעמיד את תוצאות הניסויים בפרספקטיבה נכונה יש להדגיש, שחלק מהמנות שנוסו - גדו-לוח בהרבה מהמומלצות ומהמקובלות בשדה, וכל הטיפולים ניתנו ישירות על-פני הקרקע, בטיפול קדם-הצצה.

בניסוי 1 רוסס ראונדאפ במנות של 1-16 ליטר לדונם, על האדמה הכבדה של נוה-יער ועל האדמה החולית של בשור (טבלה 1). בין שתי האדמות נתגלו הבדלים ניכרים בתגובה לריסוס: פגיעה באדמת בשור מריסוס ב-4 ליטרים ומעלה לדונם, ופגיעה מצומצמת באדמת נוה-יער - וזאת רק מריסוס של 16 ליטר לדונם. הפגיעה מראונדאפ, בריסוס הזה, התבטאה בהצצה לקויה של שיבולת-שועל, בעיכוב הצמיחה ובהצהבת הנבטים.

בניסוי 2 רוססו שתי האדמות הנ"ל בקטלון או רגלון, במנות של 20-100 ליטר לדונם (טבלה 2).

טבלה 2: התפתחות שבולת-שועל שטופלה בקטלון ורגלון בריסוס קדם-הצצה באדמות בשור ובנוה-יער.

תכשיר	ליטר לדונם	% הצצה *		משקל עלווה		גובה הצמחים *	
		נוה-יער	בשור	ב- % היקש	ב- % היקש	ב- % היקש	ב- % היקש
היקש	20	115	100	100	100	100	100
"	40	95	120	109	98	73	71
"	80	95	115	89	70	119	127
"	100	80	120	98	68	114	137
רגלון	20	80	90	94	28	124	157
"	40	100	120	75	106	114	135
"	80	-	120	-	84	109	104
"	100	105	110	70	62	106	106
הפרש מובהק 5%	100	100	90	51	28	82	86
התצפיות נעשו שבועיים לאחר הטיפול, בהיקש, באדמת נוה-יער: הצצה 4.0 נבטים לגביע, משקל 250 מיליגרם למח, גובה 21.2 ס"מ; בהיקש באדמת בשור: הצצה 4.7 נבטים לגביע, משקל 200 מיליגרם לצמח, גובה 19.2 ס"מ.							

לא נראתה השפעה ניכרת על הצצת שיבולת-שועל, אבל המשך צמיחת הנבטים לקה, תוך צריבת העל-ווה. באדמת בשור פגעו שני התכשירים, כשניתנו במנות הגדולות מ-40 ליטר לדונם. באדמת נוה-יער לא נרשמה פגיעה ניכרת מקטלון במנה שעד 100 ליטר לדונם, אבל מנות קטנות יותר של רגלון גרמו פגיעה מסוימת. ההבדל בין שתי האדמות בלט אפוא בייחוד בריסוס בקטלון.

בניסוי 3 רוססו שלושת התכשירים יחד, במנות גדולות, באדמה החרסיתית של נוה-יער ובאדמה

טבלה 3: התפתחות שבולת-שועל שטופלה בקטלון, רגלון ורונדאפ בריסוס קדם-הצצה באדמה חרסיתית של נוה-יער.

התכשיר	ליטר לדונם	גובה הצמחים	משקל העלווה
היקש	0	100	100
קטלון	25	73	71
"	50	119	127
"	75	114	137
"	100	124	157
רגלון	25	114	135
"	50	109	104
"	75	106	106
"	100	82	86
רונדאפ	5	86	90
"	10	112	113
"	15	113	131
"	20	104	116
"	25	97	110
"	50	65	61
הפרש מובהק 5%	36	20	

* תצפיות שבועיים לאחר הטיפול; בהיקש - גובה עלי צמחים: 17 ס"מ; משקל ירוק לצמח: 160 מיליגרם.

הגנת הצומח

טבלה 4: התפתחות שבולת שועל שסופלה בקטלון, רגלון ורונדאפ בריסוס קדם הצצה, באדמת כפר-יונה.

פעילות שאריתית**		פעילות מידית*		ליטר לדונם	חכשיר
20	7	משקל	גובה		
משקל העלווה ב-% מההיקש		הצמחים העלווה ב-% מההיקש			
100	100	100	100	0	היקש
102	0	22	21	25	קטלון
10	0	1	1	50	"
0	0	0	0	75	"
0	0	0	0	100	"
74	16	16	8	25	רגלון
67	9	9	3	50	"
24	12	19	26	75	"
0	0	14	36	100	"
122	122	119	113	2.5	רונדאפ
149	110	87	95	5	"
147	78	79	94	10	"
134	73	49	73	15	"
142	75	63	70	20	"
89	72	28	48	25	"
44	43	19	21	5%	הפרש מובהק

*תגובה ש"ש לטיפול קדם הצצה: בהיקש גובה עלים 17 ס"מ; משקל ירוק לצמח 150 מיליגרם.
** זריעה חוזרת של ש"ש 7 ו-20 שבועות לאחר הריסוס: בהיקש - משקל ירוק לצמח 150 מיליגרם בשתי הזריעות.

הקלה של כפר-יונה. באדמת נוה-יער (טבלה 3) נרשמה פגיעה ניכרת רק מראונדאפ, במנה הגדולה ביותר שנוסתה, 50 ליטר לדונם. רגלון, במנה הגדולה של 100 ליטר לדונם, גרם פגיעה קלה ובלתי מוב-הקת בשיבולת-שועל, וקטלון במנה כזאת לא הפחית כלל את הצמיחה.

באדמת כפר-יונה, לעומת זאת, היו הפגיעות של רגלון וקטלון קשות מאוד אף במנה הקטנה ביותר שנוסתה - 25 ליטר לדונם (טבלה 4), וראונדאפ גרם פגיעה כשניתנו יותר מ-10 ליטרים לדונם. במנה של 25 ליטר לדונם היתה הפגיעה מראונדאפ ניכרת, אבל פחותה מזו שגרמו קטלון או רגלון. זריעות חוזרות באדמת כפר-יונה המטופלת הצביעו על הישגאות חומר פעיל בקרקע ועל היעלמותו בהדרגה. המנה הגדולה ביותר של ראונדאפ לא גרמה ירידה מובהקת במשקל לעומת ההיקש - שיבולת-שועל שנוצעה כעבור 7 שבועות; אבל פעילות קטלון ורגלון נשארה מרובה מאוד כעבור 7 שבועות, וניכרת למדי כעבור 20 שבועות. יצוין, שהפעילות השאריתית של קטלון היתה מרובה מזו של רגלון.

דיון ומסקנות

בניסויים הקודמים (1), כשרוסס ראונדאפ על אדמת נוה-יער בכמות שעד ליטר אחד לדונם, לא היתה

כל השפעה על צמיחת שיבולת השועל. בניסויים הנוכחיים, באדמת נוה-יער, נרשמה פגיעה בשיבולת-השועל רק בריסוס של 16 ליטר לדונם (ניסוי 1) ו-50 ליטר לדונם (ניסוי 3). הסיבות להבדל בעצמת ההשפעה אינן ברורות. אבל בשני המקרים נרשמה באדמה קלה פגיעה חזקה הרבה יותר מאשר באדמה חרסיתית: צמחי הבוחן נפגעו אף בריסוס של 4 ליטרים לדונם באדמת בשור (ניסוי 1), ובריסוס של 15 ליטר לדונם באדמת כפר-יונה (ניסוי 3). תוצאות אלו מאשרות את הנתונים בדבר השפעת ספיחת-הקרקע על פעילות גליפואט (4). למעשה מרססים 0.5-1 ליטר ראונדאפ לדונם על נוף הצמ-חים, ורק חלק מהכמות הזאת מגיע לאדמה. באדמה חר-סיתית, עם תכולת חומר אורגני מרובה מאחוז אחד, נראה שאין חשש מפעילות דרך הקרקע - גם במקרה של ריסוסים חוזרים, מכיון שהיעלמות החומר בקרקע מהירה למדי (5); אבל באדמות קלות מאוד דרושה זהירות, ורצוי להימנע מריסוס קדם-הצצה בראונדאפ או מריסוס סמוך לזריעה - לפחות עד שהדבר ייבדק בניסויים נוספים, מכיון שהחומר אינו ברירני לגידולי תרבות.

לדיקואט ולפאראקואט תכונות דומות למדי, מה-בחינה הביולוגית והפיסיקו-כימית. אולם בריסוס עלווה, פאראקואט פעיל יותר נגד עשבים דגניים, ודיקואט - נגד רחבי-עלים. לשני החמרים כושר היספחות חזק מאוד על גבי חרסית, אבל לפארא-קואט ספיחה מהירה יותר ושיחרור אטי יותר מאשר לדיקואט (7). בניסויים באדמה החרסיתית של נוה-יער נרשמה פעילות פחותה במקצת של פאראקואט לעומת זו של דיקואט (הדבר ניכר מהמנות הגדולות של 100 ליטר לדונם, בניסויים 2 ו-3; והסיבה לכך היא, כנראה, הקיבוע החזק יותר של פאראקואט. באדמה קלה, שבה הפעילות מרובה מבאדמה חרסי-תית, אין נטייה דומה.

את ההבדלים בפעילות דיקואט לעומת זו של פאראקואט, באדמות השונות, כפי שנתגלו בניסוינו - אפשר לייחס להרכבן השונה של האדמות הללו, אף כי אין נתונים מספיקים כדי לקבוע את החשי-בות היחסית של החרסית ושל החומר האורגני. בניסוי השוואתי באדמות שונות (2) נמצא, שמידת הספיחה של פאראקואט על-גבי אדמה חרסיתית - היתה 14 מילי-אקויואלנט ל-100 גרם קרקע, ועל גבי אדמה חולית - 0.2 מילי-אקויואלנט.

בניסוי זה חושב גם, שמנת פאראקואט הדרושה כדי להרוות את כושר הספיחה של שתי אדמות אלה בעומק ס"מ אחד - היתה כ-100 ליטר חומר פעיל לדונם באדמה חרסיתית, וכ-2 ליטרים - באדמה קלה. יכולים להיות הבדלי ספיחה ופעילות גדולים מאוד בין אדמה חרסיתית ואדמה חולית. באופן מעשי מרססים על עלווה קיימת, לצורך הדברה או לייבוש, פחות מ-0.5 ליטר תכשיר מסחרי לדונם. מנות גדולות, 50-100 ליטר לדונם, לא פגעו

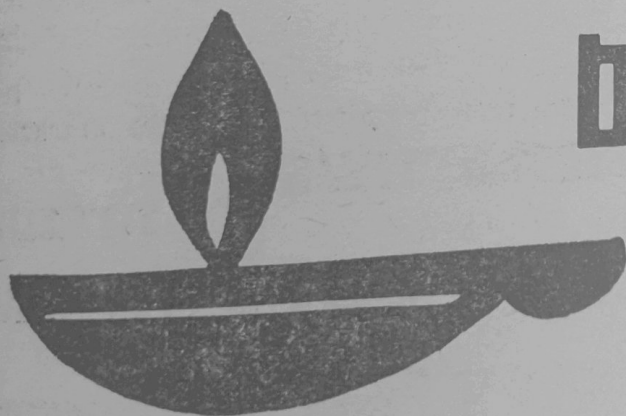
SOIL ACTIVITY OF THE HERBICIDES DIQUAT, PARAQUAT AND GLYPHOSATE

M. HOROWITZ, G. HERZLINGER and H. BUKSBAUM*

Diquat, paraquat and glyphosate were sprayed on different soils to test the immediate and residual soil activity of the herbicides, using oats as the bioassay indicator.

On Neue-Ya'ar clay soil (70% clay, 1.9% organic matter), growth of the indicator plant was reduced only by high doses of herbicides: ≥ 200 kg/ha of diquat or paraquat, and 35-100 kg/ha of glyphosate. On light soil (4-6% clay, 0.4-1.0% organic matter), growth reduction was observed with lower doses: 50-80 kg/ha of diquat or paraquat, and 16-40 kg/ha of glyphosate. On light soil the herbicidal activity of these doses persisted for several weeks with glyphosate, and for several months or even longer with diquat and paraquat.

*Div. of Weed Research, Neue Ya'ar Experiment Station, P.O. Haifa.



ציון לנעדרים

אברהם איילון ז"ל

מדריך בכל מאודו

אכן, היה זה אדם בעל כושר עבודה ודבקות במשימה — בלתי רגילים. היכרתיו לראשונה כאחד הפעילים בארגון מגדלי ירקות. היה מוטל עליו לרכוש ולהביא את החומר לעלון הידיעות החדשי של הארגון, שיצא לאור אז באמצעות „השדה“ וזמן מסוים אף כמדור בתוכו. במועד שנקבע היה איילון מופיע ובידו תיק מלא, עם כל המאמרים הקבועים: במזכירות הארגון, בוועדה המקצועית, בוועדת המיכון וכן הלאה וכן הלאה — כמעט הכול כתוב בכתב-ידו. משמע, שבכל הישיבות והדיונים השתתף, הכול קלט, הכול רשם והכין. ובצד הדו"חות הללו — תצלומים מן השדות, תמונות של גידולים מוצלחים. הוא לא רק צילם אותם; חלק ניכר מהם גידל בעצמו, שכן חלק מהתמונות היו משדות קיבוץ החותרים, שבו היה חבר אז. ובנוסף לאלה — מאמרים „פרוגרמטיים“ על עתיד ענף הירקות וסיכויו, רשמים „משוט בגנים“ ועוד חומר רב ומגוון, המעיד כי האיש היה כל הזמן בתנועה, היה בכל מקום והיה מעורב בכל הקשור עם ענף הירקות, ושלא כרבים אחרים — ידע גם לסכם את רשמיו ולהביא את הדברים בלשון שוטפת לפני הציבור הרחב.