



שימור קרקע מרעה ויעור

השפעת רעייה, דילול וריסוס בשטח מרעה של חורש טבעי על הזרחן בקרקע

מאת ז. הנקין, מיג"ל
ע. נוי-מאיר, המחלקה לבוטניקה, האוניברסיטה העברית, ירושלים
ע. כפכפי, המחלקה לגידולי שדה, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית רחובות
נ. זליגמן, המחלקה למשאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי, בית-דגן

רעיית בקר יכולה להוסיף זרחן לקרקע באמצעות פיזור הפרש. הכולל זרחן בכמויות ניכרות. חלק מהזרחן מקורו בצומח עשבוני וחורש שנאכל בשטח, אך חלקו הגדול מקורו בזבל העופות הניתן כמזון משלים. גם פירוק החומר הצמחי עשוי לשחרר זרחן קליט לקרקע, לאחר דילול העצים או לאחר הדברת השיחים בריסוס. מטרת העבודה הנוכחית היתה — לברר באיזו מידה משפיעות תופעות אלו במשך כ-3 שנים. עבודה זו היא חלק מעבודה גדולה יותר, שבה ייבדקו ההשפעות הרב-שנתיות של טיפולים אלו.

עבודת המחקר נעשתה בחוות חט"ל (חורש טבעי למרעה) שליד יחיעם, במטרה לבדוק אם טיפולים שונים הניתנים בשטח המרעה תורמים ישירות או בעקיפין לגידול ניכר בריכוז הזרחן הקליט בקרקע. הטיפולים הם:

- ★ רעייה של בקר בלחצי רעייה שונים;
- ★ דילול החורש הטבעי, הגורם תוספת נשורת עלים על-פני הקרקע;
- ★ ריסוס שטחי הבתה באלבר-סופר.

כדי לשפר את שטחי החורש הטבעי כמרעה לבקר — יש להגדיל במידה ניכרת את יכולת הצומח העשבוני בשטח. מכיון שהרמה הנמוכה של הזרחן בקרקעות אלו היא הגורם המגביל בעיקרי בהתפתחות העשבוניים — יש להגדיל את ריכוז הזרחן הקליט בקרקע במידה ניכרת. יתכן שהעשרת הקרקע בזרחן כתוצאה מפיזור פרש הבקר המסתובב בשטח, או כתוצאה מתוספת נשורת העלים המתפרקת בקרקע — עשויה לחסוך בדישון זרחני, לפחות בחלק מן השטח.

(המשך בעמוד הבא)

הרמה הנמוכה של הזרחן בקרקעות של חורש טבעי מגבילה את התפתחות העשבוניים הנחוצים לבקר ולצאן. נבדקה ההנחה, שפרש העדר הרועה עשוי להעלות את רמת הזרחן ובכך להביא חיסכון בדישון זרחני. כן נבדקה השפעתם של דילול החורש וריסוס שטחי בתה באלבר-סופר על רמת הזרחן בקרקע.

ההנחה בדבר השפעת רעיית העדר על רמת הזרחן נבדקה בתום שלוש שנים של רעייה, ונמצא שגורם שינוי ניכר בריכוז הזרחן בשכבת הקרקע העליונה בכל השטח, ורק באיזור הריכוז של הבקר — גם בשכבות העמוקות יותר. תוספת נשירת עלים וריסוס באלבר-סופר לא גרמו שינוי בריכוז הזרחן.

מבוא

יכולי העשב בשטחי המרעה של החורש הטבעי בגליל מועטים, ומגבילים ביותר הן את גודל העדר לשטח נתון והן את הרווחיות ליחידת בעל-חיים. אחת ההשערות היא, שהיכול הדל של הצומח העשבוני נובע מרמתו הנמוכה של הזרחן הקליט בקרקע. קרוימדז'יסקי ודן (5) ורבינוביץ (3) מראים ערכים נמוכים של זרחן קליט בקרקעות הטרה-רוסה שעל-גבי סלעי הקנומן-טורון בגליל. רבינוביץ אף מציינת, שבאותן קרקעות יש עדיפות לצמחים מעוצים מאלו העשבוניים. במבחן פוריות ביולוגי (1) נמצא כי הריכוז המועט של הזרחן הקליט (4-7 מ"ג P בק"ג קרקע) הוא גורם מגביל עיקרי בהתפתחות הצומח העשבוני בקרקעות אלו, ואפשר לשפר במידה ניכרת את יכולת הצמחים הגדלים בהן — באמצעות הגדלת הריכוז לכ-11 מ"ג P בק"ג קרקע.

השפעת רעייה, דילול וריסוס בשטח מרעה של חורש טבעי על הזרחן בקרקע (המשך מעמוד קודם)

שיטות וחמרים

חוות חט"ל מחולקת למספר חלקות-משנה, שבהן היו קיימים לחצי רעייה שונים בין השנים 1981 (שנת הקמת החווה) ל-1984 (השנה שבה נלקחו מדגמי הקרקע); ר' טבלה 1.

טבלה 1. לחץ הרעייה המצטבר בחלקות חט"ל בשנים 1981 — 1984.

החלקה	לחץ הרעייה המצטבר לדונם בשנים 1981 — 1984 (ימי רעייה סה"כ של פרה)	
מזרחית	34.0	חלש
מערבית	53.7	חזק
מרכזית	65.3	חזק
שוקת	482.6	חזק מאוד

בחלק מן השטחים שבהם החורש הטבעי צפוף וסגור דוללו העצים בשיטת קק"ל (השארית 40 — 70 גזעים לדונם). בחלק אחר של שטחי המרעה, שבהם החורש רווח והתבה שיחנית, ניתן ריסוס באלבר-סופר להשמדת שיחי הקידה השעירה והסירה הקוצנית.

כדי לבדוק את השפעת הטיפולים השונים על ריכוז הזרחן הקליט בקרקע — היה צורך לבדודם מהשפעת השינויים בתנאי הסביבה. בסקר מוקדם שנערך בשטח המרעה בחט"ל הובחנו שתי יחידות נוף גדולות ואחידות יחסית, ואלו הן:

יחידה א' — בעלת מסלע דולומיט (תצורת סכנין). הקרקע טרה-רוסה חומה-אדומה חסרת גיר, המפנה צפוני, שיפוע המדרון 20% — 30% ואחוז כיסוי הצומח המקורי הוא 90% — 100% (חורש סבך). יחידה ב' — בעלת מסלע קיר (תצורה בענה). הקרקע טרה-רוסה אדומה חסרת גיר, על-גבי השלוחה, או במדרון מתון של עד 10%, עם כיסוי צומח מקורי של בני-שיח ומעט עצים.

מכל יחידה נלקחו מדגמי קרקע מ-7 אתרים, הנבדלים ביניהם בטיפולים שניתנו להם או בלחץ הרעייה הקיים בהם. מדגמי הקרקע

נלקחו בתחילת נובמבר 1984, לפני עונת הגשמים. בכל אתר נדגמו קרקעות מ-8 נקודות ומעומקים של 0—3 ס"מ ו-3—15 ס"מ. בכל נקודת דגימה נעשו 2—3 קידוחים, והמדגמים עורבבו יחד ליצירת מדגם אחד של קרקע לבדיקה. בנוסף נלקח מדגם קרקע אחד מכל אתר מעומק של 15—30 ס"מ. בכל מדגמי הקרקע נבדק ריכוז הזרחן הקליט בשיטת אולסן, על-ידי מיצוי בדו-פחמה (4, 7).

תוצאות

לפי התוצאות של בדיקת ריכוז הזרחן בקרקעות חט"ל, המוצגות בטבלאות 2 ו-3, נראה שכל שמעמקים קיימת פחיתה בריכוז הזרחן הקליט בקרקע, וזאת בקרקעות מכל אתרי הדגימה בשטח. תופעה זו ידועה ומוכרת מן הספרות (6). בקרקע מאתר ההיקש (אתר 14), הנמצא מחוץ לשטח הרעייה, נמצא שהריכוז הממוצע של הזרחן הקליט בשכבה העליונה (0—3 ס"מ) הוא 8.6 מ"ג בק"ג קרקע, לעומת ריכוז זרחן קליט של 5.0 P בק"ג קרקע בממוצע בעומק של 3—15 ס"מ. הריכוז פוחת ל-2.6 מ"ג בק"ג קרקע בעומק של 30—15 ס"מ (טבלה 3).

בחלקות שניתנו בהן טיפולים שונים ברעייה, בדילול ובריסוס — גדל היחס בין ריכוז הזרחן בשכבה העליונה לבין זה שבשכבות העמוקות יותר.

השפעת הרעייה על ריכוז הזרחן הקליט בקרקע בקרקעות שלא היה בהן כיסוי של נשורת עלים על-פני הקרקע (טבלה 3, יחידה ב') — גדל ריכוז הזרחן הקליט בשכבה העליונה של הקרקע (0—3 ס"מ) במידה ניכרת, כתוצאה מרעיית הבקר. לפי טבלה זו אפשר לראות, שריכוז הזרחן גדל מ-8.6 מ"ג בק"ג קרקע בשטח ההיקש ללא רעייה ל-20—65 מ"ג בק"ג קרקע באתרים שלחץ הרעייה בהם היה חלש יחסית, ועד בינוני; באתר הנמצא סמוך לחלקת השוקת (אתר 9) גדל הריכוז עד ליותר מ-100 מ"ג בק"ג קרקע.

טבלה 2. ריכוז הזרחן הקליט בקרקעות הטה-רוסה על מצע דולומיט בחט"ל מיצוי בנתרן דו-פחמתי בשיטת אולסן.

מספר האתר תיאור האתר	עומק הקרקע, ס"מ	ריכוז זרחן ממוצע, מ"ג בק"ג קרקע	סטיית התקן
1 דילול נמרץ + שריפת גזומת (מרכזית)	0—15	11.2	6.6
2 דילול קק"ל 1981 (מרכזית)	15—30	3.9	0.9
3 דילול קק"ל 1981 ללא רעייה	0—15	7.3	2.8
4 ללא דילול וללא רעייה	0—15	7.8	4.1
5 דילול קק"ל 1984 (מזרחית)	0—15	8.7	0.9
6 חורש לא מדולל ברעייה (מזרחית)	0—15	3.0	3.7
7 איזור רביצה, חורש גבוה (מזרחית)	0—15	2.6	4.1
	15—30	9.1	
	15—30	—	



טבלה 3. ריכוז הזרחן הקליט בקרקעות הטרה-רוסה על סלע מצע גיר (יחידה ב'), מיצוי בנתרן דו-פחמתי בשיטת אולסן.

מספר האתר	תיאור האתר	עומק הקרקע, ס"מ	ריכוז הזרחן הקליט, מ"ג P בק"ג קרקע	סטיית התקן
8	איזור השוקת, חלקת האביסה	3-0	826	83
		15-3	348	306
		30-15	42	
9	כ-50 מ' מחלקת השוקת (מערבית)	3-0	103	21.5
		15-3	14.5	5.3
		30-15	5.6	
10	בתת קידה + זית בר מרוסס (מערבית)	3-0	27.1	17.0
		15-3	5.7	1.3
		30-15	3.0	
11	בתת קידה, לא מרוסס (מערבית)	3-0	56	34.4
		15-3	8.1	3.2
		30-15	3.9	
12	חורש פתוח עם קידה + סירה קוצנית (מערבית)	3-0	65	43.6
		15-3	6.0	1.7
		30-15	—	
13	קרחת חורש עם קידה + סירה קוצנית (מערבית)	3-0	19.8	6.6
		15-3	5.2	0.9
		30-15	3.0	
14	ללא רעייה, מחוץ לגדר: היקש	3-0	8.6	1.5
		15-3	5.0	0.4
		30-15	2.6	

בעומק של 3-15 ס"מ היתה השפעת הרעייה על ריכוז הזרחן הקליט בקרקע קטנה יחסית. במבחני שונות (דאנקן) שנערכו בכל אתרי הדגימה בשטח (1) נמצא, שההגדלה בריכוז הזרחן היתה מובהקת רק באותם אתרים, שהיתה בהם פעילות מוגברת של הבקר, וזאת בשל היותם בקרבת אזורי הריכוז שלו (חלקת השוקת וסמוך לה). ריכוז הזרחן הקליט בעומק של 15-30 ס"מ היה בתחום של 2.6- (המשך בעמוד הבא)

במבחן שונות עם מבחן התחום (לפי דאנקן), שנערך ברמת מובהקת של $P < 0.05$, נמצא כי השינוי בריכוז הזרחן בקרקע מ-8.6 מ"ג P בק"ג קרקע באתר ההיקש ועד ל-27.1 מ"ג P בק"ג קרקע — לא היה מובהק (טבלה 4). השינוי היה מובהק באותן קרקעות, שהיתה בהן רעייה אינטנסיבית (אתרים 8, 9). נראה שקיים שינוי ניכר בריכוז הזרחן הקליט בשכבת הקרקע העליונה כתוצאה מלחצי רעייה שונים של הבקר בשטח.

טבלה 4. ההפרשים בריכוז הזרחן הקליט, בין הקרקעות שעל סלע מצע גיר בעומק של 3-0 ס"מ, כתוצאה מרעייה.

מספר האתר	תיאור האתר	מספר המדגמים	ריכוז ממוצע של זרחן קליט, מ"ג P בק"ג קרקע
8	חלקת האביסה	3	826
9	50 מ' מחלקת השוקת	8	103
12	חורש פתוח, קידה + סירה	8	65
11	בתת קידה, לא מרוסס	8	56
10	בתת קידה, מרוסס	7	27.1
13	קרחת חורש	8	19.8
14	ללא רעייה, מחוץ לגדר	4	8.6

מספרים המלווים באותיות שונות נבדלים ביניהם כדי $P < 0.05$ לפי מבחן דאנקן.

השפעת רעייה, דילול וריסוס בשטח מרעה של חורש טבעי על הזרחן בקרקע

(המשך מעמוד קודם)

השטח (8). הפרש זה מוצא את ביטויו בשינויים בריכוז הזרחן הקליט בקרקעות האחרים השונים בשטח. כאשר מתרחקים יותר מטווח של כ-100 מ' מן החלקות שבהן נמצאים השוקת והאיבוס — לא ניתן להצביע על שינוי נוסף בריכוז הזרחן בקרקע ביחס למרחק. ההפרשים בריכוז הזרחן הקליט בקרקע בין האחרים השונים, נובעים מלחצי רעייה מקומיים שונים. מוצאה מהעדפות הבקר או בגלל פיזור מקרי של הפרש, ולא-דווקא בגלל המרחק מחלקת השוקת. בהשפעות מובהקות על השטח כולו יהיה אפשר להבחין רק כעבור מספר רב יותר של שנים.

מסקנות

רעייה של בקר במשך שלוש שנים גרמה שינוי משמעותי בריכוז הזרחן הקליט בשכבת הקרקע העליונה (0–3 ס"מ) בלבד, ורק באיזור הריכוז של הבקר (חלקת השוקת) וסמוך לו נמצא שינוי מובהק בריכוז הזרחן גם בעומק שעד 15 ס"מ. במטרה לפזר את הפרש פיזור אחיד על-פני השטח כולו ולא רק באזורי ריכוז הבקר — יש ליצור אזורי ריכוז רבים ככל האפשר, באמצעות שינוי מקום האיבוס והשוקת או בדרכים אחרות.

אפשר לצפות לכך, שעם המשך הרעייה החזקה עם תוספות מזון גדולות — תגבר במשך השנים ההעשרה בזרחן גם מחוץ לחלקת השוקת, וכן יהיה מעבר של זרחן מן השכבה העליונה של הקרקע לעומק שבו הוא יועיל יותר לצמחים. מן התוצאות המובאות כאן נראה, שדרושות יותר משלוש שנים כדי להגיע להעשרה משמעותית. העשרה מהירה של הקרקע בזרחן בשטח נרחב — אפשרית רק בדישון (2).

ספרות

1. הנקין ז. (1986): הקשר בין זרחן בקרקע, יכול מרעה ורעייה בחורש מדולל. עבודת גמר לתואר מוסמך, האוניברסיטה העברית בירושלים.
2. הנקין ז., ע. ניר-מאיר, ע. כפכפי, מ. גוטמן (1987): השפעת דשן זרחני על הצומח העשבוני במרעה טבעי בגליל (עדיין לא פורסם).
3. רבינוביץ' ז. א. (1979): סלע המצע כגורם הקובע את תכונות הקרקע והרכב חברות הצמחים בגליל. עבודת דוקטורט, האוניברסיטה העברית בירושלים.
4. Black, C.A., D.D. Evans, J.L. White, L.D. Ensminger, F.E. Clark (1965): Methods of Soil Analysis. Part 2. Am. Soc. of Agron. Monograph 9.
5. Koyumdjisky, W. and J. Dan (1969). Pamp. No. 131. Volcani Inst. Agric. Res. Bet-Dagan.
6. Larsen, S. (1967). Adv. in Agron. 19: 151–210.
7. Olsen, S.R., C.M. Cole, F.S. Watanabe and L.A. Dean (1954). U.S. Dept. Agric., Circ. 939.
8. Petersen, R.G., H.L. Lucas and W.W. Woodhouse, Jr. (1956). A. Excretal Distribution. Agron. J. 48: 440–444.

3.9 מ"ג P בק"ג קרקע, כמעט בכל האחרים שנבדקו (טבלאות 2, 3). נראה שרעייה של בקר במשך שלוש שנים לא הביאה שינוי בריכוז הזרחן הקליט בשכבות העמוקות של הקרקע, חוץ מאשר בחלקת השוקת.

השפעת הדילול והריסוס על ריכוז הזרחן בקרקע

נבדקה השפעת הדילול על פוריות הקרקע בזרחן, בעקבות ההנחה שתוספת ניכרת חד-פעמית של נשורת עלים לשכבת הקרקע העליונה, כתוצאה מדילול החורש והשארת הגזומת במקום — תגדיל את ריכוז הזרחן בקרקע עקב פירוק החומר האורגני.

בניתוח שבו נבדקה מידת השונות (SAS ב-GLM) בריכוז הזרחן בין קרקעות שבהן בוצע דילול לבין קרקעות ללא דילול (1), לא נמצא הפרש מובהק ($P = 0.5361$). כלומר, לא חל שינוי בריכוז הזרחן בקרקע כתוצאה מדילול החורש, שלוש שנים לאחר הדילול. גם בהש-וואה שנערכה בין ריכוז הזרחן הקליט בקרקעות ששיחי הבתה בהן ריססו באלבר-סופר לבין אותן קרקעות שבהן לא ניתן ריסוס ואשר היו נתונות לרעייה — לא נמצא הפרש מובהק בריכוז הזרחן הקליט בקרקע.

דיון

רעייה של בקר בשטח המרעה גרמה הגדלת ריכוז הזרחן הקליט בקרקע, אך היה שינוי במידת ההגדלה, בין החלקות ובין האחרים הנדגמים בשטח לאחר 3 שנות רעייה. השפעת הרעייה על ריכוז הזרחן בקרקע מתבטאת בעיקר בשכבת הקרקע העליונה (0–3 ס"מ), והיא נחלשת ככל שמעמיקים. למטה מהשכבה העליונה ועד לעומק של 15 ס"מ נמצא, שהשינוי בריכוז הזרחן הקליט היה מובהק רק באזורי הריכוז של הבקר וסמוך להם. למטה מעומק זה לא חל שינוי בריכוז הזרחן הקליט בקרקע כתוצאה מרעייה, חוץ מאשר בחלקת השוקת. דילול החורש הטבעי, וכן ריסוס הבתה השיחית, לא תרמו להגדלת ריכוז הזרחן הקליט בקרקע.

הבקר המסתובב בשטח מרעה של חורש טבעי ניזון מהצומח המעוצה ומהצומח העשבוני, ומקבל תוספת של מזון המוגש לפי הצורך, בעיקר (75% בחט"ל) זבל עופות. ריכוז הזרחן בזבל עופות הוא כ-2%, וכ-75% ממנו (8) מועברים לקרקע כפרש לאחר עיכולו. את יתר הזרחן שבמזון מנצלת הפרה, והוא יוצא מן השטח כבשר ועצמות. בהנחה, שבשנים הראשונות של הרעייה בשטחי החורש הטבעי תקבל כל פרה תוספת של כ-2,000 ק"ג מזון מוגש ולחץ הרעייה יהיה 20 דונם לפרה — תפזר כל פרה בשטח, בממוצע, 1.5 ק"ג זרחן צרוף לשנה, כמות השווה ל-14 ק"ג סופרפוספט לדונם. חוץ מבמקומות שבהם החורש סבוך ביותר — מגיע הבקר לכל שטח המרעה. עדויות להסתובבות הבקר (סימני אכילה ופרש) נמצאות אף במקומות שהגישא אליהם קשה. שטחי המרעה בחורש הטבעי מגוונים ומורכבים, הן מבחינת הצומח והן מבחינת הטופוגרפיה, ומיתקני האביסה והשקתות הממוקמים בשטח משפיעים על הרגלי הרעייה ופיזור הבקר בו. בגלל תנאי השטח השונים והרגלי הבקר — אין הפרות מחלקות את זמנן בשטח באופן שווה. הבקר מעדיף אזורים מסוימים לרביצה ולמנוחה. שטחים עשירים במזון זוכים בביקורים תכופים יותר, והבקר יוצר לעצמו מערכת של שבילים מוגדרים שבהם הוא נוהג ללכת. הזמן היחסי שבו שוהה הבקר במקומות אלו — גדול יחסית, ולכן כמות הפרש שהוא מפזר שם גדולה בהרבה מזו שביתר