

15 3445 5



מינהל המחקר החקלאי
מרכז וולקני

המכון לקרקע ומים

השפעת אספסת הגדלה במחזור פלחה-מרעה
על מתכונת החנקן הזמין בקרקע

מאת

ע' פייגין, נ' זליגמן, י' עופר, ב' שגיב

המכון למחקר חקלאי
מרכז וולקני
תל אביב

בולטין מס' 155

תשל"ו 1975

המחלקה לפירסומים מדעיים * ח.ד.6, בית-דגן

cs/ 631 84 : 631 982

השפעת אספסת הגדלה במחזור פלחה-מרעה על מתכונת החנקן הזמין בקרקע.

מאת

ע' פייגין*, נ' זליגמן**, י' עופר***, ב' שגיב*

תקציר

על מנת לקבל מידע בדבר תרומת האספסת המצויה (*Medicago polymorpha*) לחנקן הזמין במחזור פלחה-מרעה (מחזור גידולים שבו משולבות קטניות לרעייה במחזור הפלחה לגרעינים), הוצא אל הפועל ניסוי שדה. הניסוי נערך בקרקע חומה כהה גרומוסולית, בחוות הנסיונות לכיש ליד קרית-גת. המחזור שנבחן במסגרת הניסוי הנדון בין השנים 1968/72 כלל שנתיים אספסת ולאחר מכן שנתיים חיטה. במסגרת הניסוי נערכה השוואה בין מחזור זה לבין גידולי המחזור הרגיל (חיטה, שחת וגידולי קיץ). נמדדו תכולת החנקן הכללי והחנקתי בקרקע והחנקן הכללי באספסת. יבול החנקן בצמחי אספסת היה בין 7-21 ק"ג/ד' בחלק העל-קרקעי של הצמחים. השוני הגדול ביבול נעוץ בהשפעת תנאי הסביבה (אקלים, מזיקים). אומדן כמות החנקן אשר נקשר מהאוויר על-ידי צמחי אספסת, מגיע לפחות לכדי 15 ק"ג/ד' לערך בשנת הניסוי, שבה הושג היבול המירבי.

* המחלקה לכימיה של הקרקע והזנת הצמח, מינהל-המחקר החקלאי.

** המחלקה למרעה, מינהל המחקר החקלאי.

*** האגף לשימור הקרקע, משרד החקלאות, באר-שבע.

כמות החנקן המירבית, אשר הורחקה מהשדה בבשר הכבשים שרעו בשטח (הכבשים גודלו לייצור בשר) היתה נמוכה, ולפי הנתונים וחישובים אחרים לא עלתה על 2 ק"ג/ד', למרות שרוב החנקן שבצמחי האספסת נאכל על-ידי הכבשים.

מתכונת החנקן החנקתי בקרקע עלתה - בחלקה הזרועה אספסת - על זו שבחלק השדה הזרוע חיטה, הן במחזור הפלחה - מרעה והן במחזור הרגיל. למרות התנודות הגדולות שנחזו בריכוזי החנקן במשך תקופת המדידה, היה הפרש כמעט קבוע לטובת האספסת, אם כי בתקופות זמן קצרות, הסמוכות למועד שבו דושן השדה, עלו ריכוזי החנקן בשדה החיטה על אלה שנמדדו באספסת. התופעה של יתרון בריכוז החנקן הזמין בקרקע הזרועה אספסת, לעומת זו הזרועה חיטה, שבה וחזרה לאחר שאספסת נזרעה על-גבי החיטה וההיפך. משרע ההפרשים לטובת האספסת, כאשר החישוב נעשה לכלל חתך הקרקע הנבדק (0-120 ס"מ), היה בין פחות מ-1 ק"ג ועד 7 ק"ג של חנקן חנקתי לדונם. האספסת הגדילה את מתכונת החנקן הזמין בכוח, בשיעור קרוב ל-2.5 ק"ג/ד' בשכבת הקרקע העליונה, כאשר ערך זה נבדק באמצעות הדגרת מידגמי קרקע במעבדה. כמו כן נמצא, כי בשדות שונים בקרבת מקום הניסוי, הגדילו הקטניות את ריכוז החנקן החנקתי בשכבה העליונה של הקרקע.

נתוני הניסוי מצביעים על כך, שיש מקום לחיסכון בדשן חנקני הניתן לחיטה הגדלה במחזור פלחה - מרעה. עם זאת נראה, כי דרושות מדידות נוספות על מנת לדעת בדרגת דיוק גבוהה יותר את תרומת האספסת בחנקן ואת השפעתה על מתכונת החנקן הזמין בקרקע. נתונים אלה יסייעו בעריכת חישובים מדויקים יותר לגבי החיסכון האפשרי בדשן.

מבוא

עבודה שנעשתה במסגרת מפעל אגן שיקמה במשך השנים 1959-1966 (2) הגבירה את ההתעניינות במחזור הפלחה - מרעה באזורי הארץ השונים. אחד היתרונות הפוטנציאליים של המחזור הוא העשרת הקרקע בחנקן על-ידי הקטניות החד - שנתיות, המהוות את שלב המרעה במחזור. מחזור הפלחה - מרעה מקובל באוסטרליה (8). שם נמצאה השפעה חיובית של המחזור גם על גודל יבולי החיטה. התברר גם, כי עוצמת ההשפעה תלויה במספר שנות גידול הקטניות בשדה (13).

כמות החנקן הנקשרת מהאוויר על-ידי הקטניות תלויה בגורמים שונים, והנתונים המופיעים בספרות מצביעים על תחום שבין 4-30 ק"ג חנקן צרוף לדונם בשנה (9), אם כי נמסר גם על ערכים קיצוניים, כגון 60 ק"ג/ד' לשנה. בניסוי שנערך בקרקע גרומוסול בבית דגן נמצא, כי גרגרנית יוונית שנזרעה לזבל ירוק קשרה חנקן מהאוויר בשיעור של 8.5 ק"ג/ד' בחלקיה העל - קרקעיים (1). אין נתונים לגבי קשירת חנקן על-ידי אספסת מצויה (*Medicago polymorpha*) בתנאי ישראל, ולגבי תרומתה לזמינות החנקן בקרקע. מחקר זה בא למלא משהו מן החסר בתחום זה. בעקבות צעד ראשון בחקר מחזור הפלחה - מרעה שנעשה על-ידי זליגמן ומדינה (2) והמשכו (3), הוחל בניסוי בחוות הנסיונות לכיש, שמטרתו השוואת מחזור הפלחה - מרעה למחזור פלחה רגיל, המקובל באיזור הדרום של ישראל.

מחזור הפלחה - מרעה, אשר נבחן במסגרת הניסוי הנוכחי, כלל שנתיים מרעה קטניות (אספסת מצויה) ושנתיים חיטה. יבולי החיטה וצמחי המרעה נשקלו ונמדדה העלייה במשקל בעלי - החיים. מסגרת זו היוותה רקע מתאים למעקב אחר חנקן הקרקע ובמיוחד אחר החנקן החנקתי. מעקב זה נמשך שנים מספר. עבודה זו לוותה בניסוי שנערך בליסמטרים שהוצבו בשדה ובדיגומי קרקע שנלקחו מחלקות של קטניות ודגניים מאותו איזור בדרום הארץ.

שיטות וחומרים

בין השנים 1967-1972 נערך בחוות הנסיונות לכיש ניסוי שדה רב-שנתי. הניסוי בוצע בקרקע חומה כהה גרומוסולית, שכמה מתכונותיה נמסרות בטבלה 1. שיטות המדידה שבאמצעותן נבדקה הקרקע מובאות אף הן בטבלה זו.

טבלה 1: תכונות אחדות של קרקע שדה הניסוי חוות הנסיונות לכיש.⁽¹⁾

Table 1. Some properties of the soil in the experimental plots at the larench experimental station.

Organic matter		pH	גיר (%) caco ₃	Mechanical analysis(%)				עומק ס"מ Depth cm
חומר אורגני בתחילת הניסוי (%)	חול גס Coarse sand			חול דק Fine sand	סילט Silt	חרסית Clay		
Total N (%)								
0.0725	1.12	7.4	22.3	2.6	21.0	33.0	43.4	20 - 0
0.0575	0.79	7.5	22.0	1.8	18.4	36.2	43.6	40 - 20
0.0520	0.50	—	24.3	3.6	19.0	35.4	42.0	60 - 40
0.0415	0.50	7.6	22.6	2.6	20.0	35.4	42.0	90 - 60
0.0350	0.51	7.4	21.3	8.2	6.6	35.4	49.8	120 - 90

(1) האנליסה המכאנית נעשתה בשיטת סודאן (12); הגיר נבדק בשטח גזומטרית (12) ה - pH בפסטה רוויה; החומר האורגני לפי שולנברגר (10) והחנקן הכללי בשיטת קילדהל (4).

בעונת 1969/70 נכלל במסגרת העבודה ניסוי בליסימטרים, שנועד לבחון את תרומת הקטניות בחנקן בתנאים מבוקרים יותר, אך באותם תנאי שדה. בעונת 1968/9 נדגמו קרקעות בשדות משקיים המגדלים קטניות וחיטה בתנאי אקלים דומים באיזור הגיאוגרפי הסמוך לחוות הנסיונות לכיש.

גידולים ואגרוטכניקה

חלקה בת 20 דונם בחוות לכיש פוצלה לשני חלקים שווים, כאשר האחד משמש לבחינת מחזור הפלחה-מרעה ואילו השני לגידולי המחזור השש-שנתי הרגיל (2/3 חיטה, 1/6 גידולי קיץ). חלוקת השטח לגידולים בשנות הניסוי השונות מופיעה בטבלה 2.

טבלה 2: תכנית החלקות והטיפולנים בניסוי הפלחה-מרעה בלכיש

Table 2. Treat wents and notations used on the Lakhish expoimental flots.

סימני החלקות וגידולי המחזורים							עונת הגידול Season	
מחזור רגיל Conventional rotation				פלחה מרעה hey rotation				
ח' H	ז' G	ר' F	ה' E	ד' D	ג' C	ב' B	א' A	
חיטה wheat				חיטה wheat			אספסת Clover	1967/8
כרם סורגום Sorghum fallow	שחת hay	חיטה wheat			חיטה wheat	אספסת Clover		1968/9
חיטה wheat			כרם חמניות Sunflower fallow	שחת hay	אספסת Clover	חיטה wheat		1969/70
חיטה wheat		כרם fallow	שחת hay	חיטה wheat	אספסת Clover	חיטה wheat		1970/71
שחת hay	כרם fallow	חיטה wheat			חיטה wheat	אספסת Clover		1971/72

חלקת הקטניות במחזור הפלחה-מרעה (חלקה א', ראה טבלה 2) בזרעה

ב-3/12/67 בתערובת של אספסת מצויה (3 ק"ג/ד') ושעורה אספרנס

(2 ק"ג/ד'). הזריעה נעשתה באמצעות מזרעת סיכנת.

הניסוי בוצע בחלקה שדושנה ב-30 ק"ג סופר פוספט רגיל וב-25 ק"ג אמון גופרתי. דישון זה ניתן לכל השטחים בסביבה עוד לפני הועדת השטח לניסוי.

שטח האספסת-שענרת. שלמעשה האספסת שלטה בו נחרש לאחר שנתיים

(סתיו 1969), ולאחר הכנת השטח בזרעה בו (ב-4.12.60) חיטה מהזן לכיש 8828/212 בשיעור של 13 ק"ג זרעים לדונם. חיטה מאותו זן בזרעה שוב באותו שטח בשנה שלאחר מכן (22/11/70) בשיעור של 12 ק"ג/ד'. במשך תקופה זו לא ניתן כל דישון חנקני לחיטה, מלבד דישון ראש ב-4.1.70.

החלקה השנייה המרכיבה את המחזור (חלקה ב', ראה טבלה 2) נזרעה ב-28.11.67 בחיטה מהזן פלורנס אורור (פרטים על הדישון הובאו לעיל). הקציר נעשה ב-16.6.68. אותו שטח נזרע שוב בחיטה ב-5.12.68 וזו נקצרה ב-22.5.69. לפני הזריעה דושן השטח ב-25 ק"ג אמון חנקתי וב-2.1.69 ניתן דישון ראש בסידן חנקתי בשיעור של 37 ק"ג לדונם. במועד מאוחר יותר - ב-11.11.69 - נזרעה באותה חלקה אספסת מצויה בשיעור של 5 ק"ג זרעים לדונם. הדישון שקדם לזריעה היה 25 ק"ג סופר פוספט רגיל לדונם. בשנה החמישית הוחלפו החלקות שוב, אך אז לא נדגמו הצמחים והקרקע ונמדדה העלייה במשקל הכבשים בלבד.

ב-4.1.70 דושנו מהאוויר כל שדות הפלחה שבחוות הנסיונות לכיש באמון חנקתי סידני, בשיעור של 20 ק"ג/ד'. בניגוד למתוכנן דושן גם שדה הפלחה - מרעה.

חלקות המחזור הרגיל (חלקות ג' - ח') נזרעו כמפורט בטבלה 2 כאשר הדישון שקדם לגידולים השונים היה המקובל ולפני זריעת החיטה דושן השדה באמון גופרתי בשיעור של 37 ק"ג/ד' (כ-7.5 ק"ג חנקן צרוף).

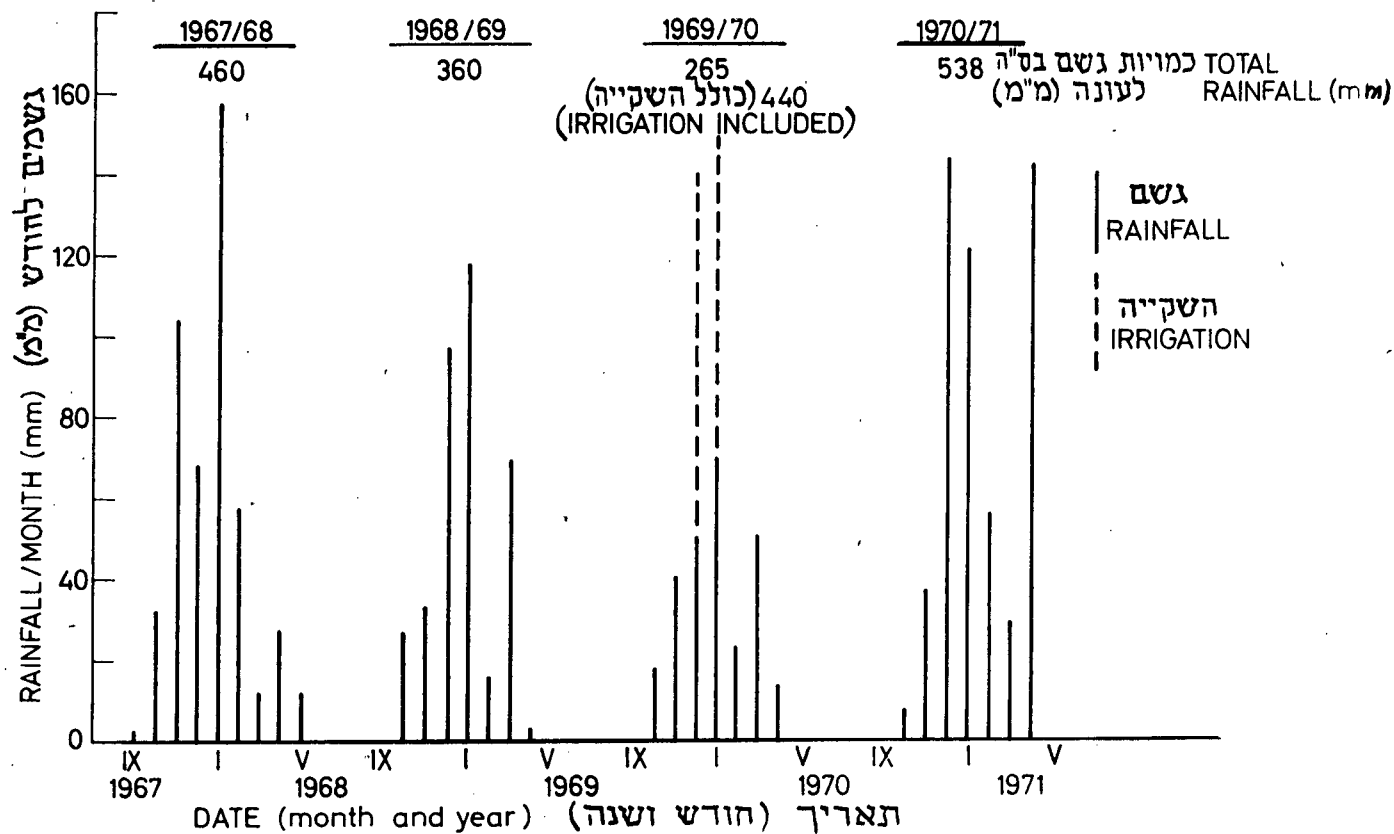
ניסוי הליסימטרים

על- מנת להשיג מידע נוסף בדבר תרומת האספסת בחנקן, נערך בעונת 1969/70 ניסוי ליסימטרים. 16 מיכלי פלסטיק בנפח של 35 ליטר כל אחד, הוצבו בסתיו 1969 בפאת שדה האספסת. המיכלים הוטמנו בקרקע באופן שרק שוליהם, בגובה 5 ס"מ, בלטו מעל - פני השטח. בתחתית כל מיכל נוקבו שני חורים וצינורות פלסטיק שחוברו אליהם הובילו אל מיכל פלסטיק סגור, אשר הוצב בקרקע בבור מיוחד, העמוק מבסיס הליסימטרים. קרקע מקומית, חומה כהה גרומוסולית, נאספה מפני השטח (0-15 ס"מ) והוכנסה למחצית ממספר המיכלים. משקל הקרקע 21 ק"ג ביובש אוויר. לשאר שמונה המיכלים הוכנסה קרקע חמרה גסת מירקם מאיזור החוף. קרקע זו נבחרה עקב היותה ידועה כמצויינת מבחינת איוורורה ושימשה כביקורת נוספת. המשקל היבש של החמרה היה 25 ק"ג למיכל. בכל מיכל הוצנעו 10 גרי של סופר פוספט רגיל וכמו כן 5 גרי אשלגן כלורי. נוסף לכך ניתנה לכל מיכל תוספת של תמיסת הוגלנד חסרת חנקן בנפח של 2 ליטר (הברזל ניתן כסקווסטרין).

בראשית דצמבר נזרעו בארבעה מיכלים, בכל קרקע, 100 זרעים של אספסת מקומית. מכיון שגשמי העונה היו מועטים (ראה ציור 1) ניתנו השקיות עזר אחדות במים חסרי מלחים, אך לא עד כדי נגירה. מי הנגר שהגיעו למיכלים במשך עונת הגשמים נאספו ונבדקו לחנקן מינרלי (אמוניום וחנקה). הצמחים נקצרו פעמיים (ב-4/3/70 וב-12/5/70), נשקלו ונלקחו לבדיקות במעבדה. מידגמי קרקע נלקחו בראשית הניסוי ולאחר מכן בסוף אפריל 1970.

סקר בחלקות משקיות

בשנת 1968/9 נאספו מידגמי קרקע מחלקות משקיות, שבהן גידלו חיטה בעקבות קטניות, או בחלקות שבהן גידלו דגן על דגן. המידגמים נלקחו משכבת פני הקרקע (כ-20 ס"מ) ונבדקה בהם מתכונת החנקן החנקתי.



ציור 1: התפלגות הגשמים להשקיות העזר בין סתיו 1967 לאביב 1971.

ארגון המרעה, מדידות יבול הירק ומשקל בעלי-החיים

בחלקת האספסת שבחלקת הפלחה - מרעה רעו בקביעות 5 כבשים (על שטח של 5 דונם). תוך תקופת הרעייה נלקחו מדי פעם מידגמי צמחים, ששימשו לקביעת יבול הצמחים והרכבם הכימי*. באותו שדה נערכו מדידות לקביעת איכות המרעית והנאספת על - ידי בעלי - החיים. בעבודה זו, שבוצעה על ידי זליגמן וחובריו (2,3), מפורטת גם שיטת הדיגום של הצמחים. שיטת הרעייה של הכבשים, משכה ופרטים נוספים אודותיהם מופיעים שם גם כן.

בדיקות החנקן נעשו במסגרת העבודה הנוכחית. נתוני הצמחים נאספו במשך שלוש מחמש שנות הניסוי (1968, 1969, 1970). משקל בעל - החיים נמדד בחמש עונות רעייה (1968, 1969, 1970, 1971 ו-1972). מדידת המשקל נעשתה במשך עונת הרעייה ולאחר ההמלטה (טלאים), ועל יסוד נתונים אלה חושבה התוספת במשקל.

גשמים והשקיה

כמות הגשמים שירדו במשך עונות הגידול שבין חורף 1967 ועד קיץ 1971 מתוארת בציור 1. בעונת 1969/70, שהיתה שחונה במיוחד, ניתנו השקיות עזר (18.12.69, 20.1.70). סך כל כמויות המים היו בין 360-538 מ"מ לשנה.

דגימות ובדיקות קרקע

מידגמי קרקע נלקחו לעיתים תכופות, בין אביב 1968 וקיץ 1971 (בסיף 25 פעמים). במרבית המקרים נדגמה הקרקע מהשכבות: 0-20, 20-40, 40-60, 60-90 ו-90-120 ס"מ. מסוף 1970 נדגמה הקרקע לאותו עומק אך בחלוקה אחרת, כל 30 ס"מ בנפרד.

*מידגמי הצמחים נבדקו להרכבם הכימי במעבדת המחלקה לתזונת בעל-חיים במכון וולקני.

פרטים על בדיקות הקרקע נמסרים בטבלה 1. כמו כן נבדקו, לפי
ברמבר (5), האמוניות החליף והחנקן החנקתי.
המדידות להערכת כושר הקרקע לספק חנקן זמין נעשו בהדרגה במשך שבועיים
ב - 30 מ"צ (6).

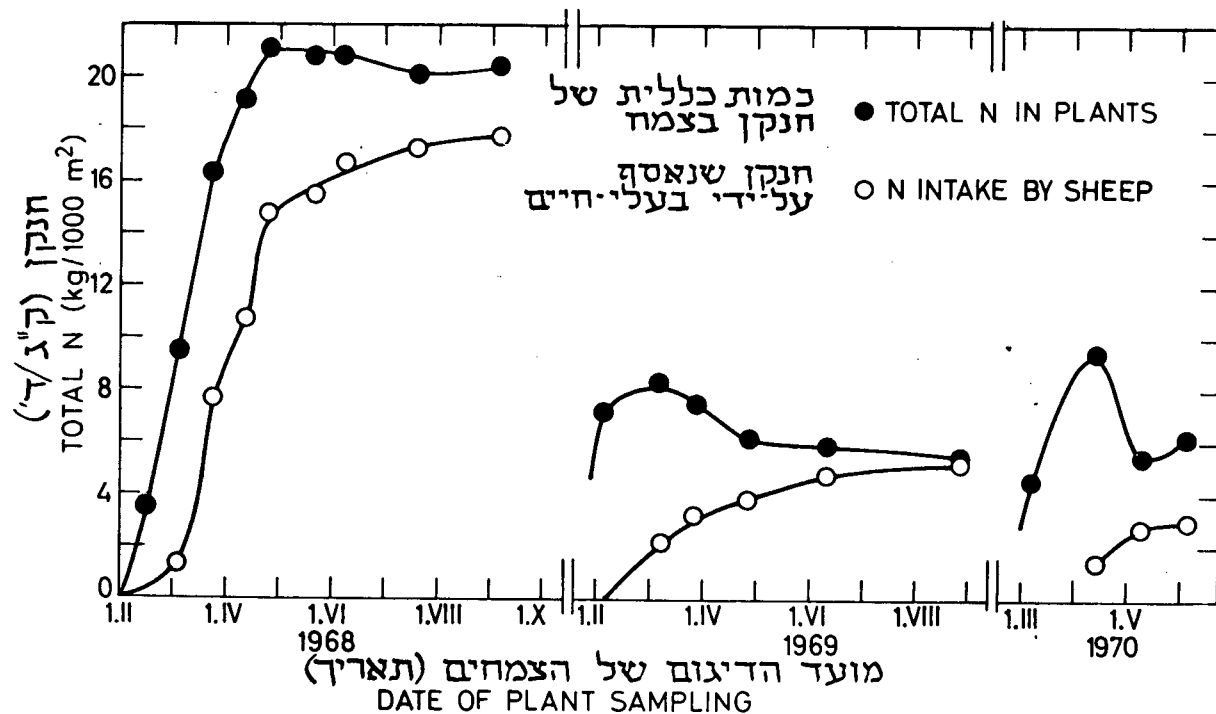
בדיקות צמחים בניסוי הליסמטרים

הצמחים שנקצרו יובשו ב-60 מ"צ ונקבע בהם החומר היבש. לאחר
טחינה נלקח תת - מידגם למדידת חנקן בשיטת קילדהל.

תוצאות ודיון

קשירת חנקן על-ידי האספסת

יבולי החנקן בחלק העל-קרקעי של צמחי האספסת בחלקת הפלחה -
מרעה נמדדו בשנים 1968, 1969 ו-1970. נמצא, כי כמויות החנקן היו
שונות מאוד בשנים השונות, בתלות בתנאי הסביבה (ציור 2).
בשנה שבה נתקבל היבול הגבוה של החנקן (1968), הגיע יבול החנקן
לכדי 21 ק"ג לדונם. כמות החנקן בשורשי הצמחים לא נבדקה, אבל מקורות
שונים (11) מלמדים, כי מכמות החנקן הנקלטת מהאוויר על-ידי קטניות
נשארים בשורשים בין 10%-30% וזאת בצמחים ותנאי סביבה שונים. משום
כך נראה, שאומדן המעריך את כלל החנקן באספסת בשנת 1968 ב-23 ק"ג/ד'
לפחות, הוא ערך הנמצא בתחום שבו נמדדו ערכים רבים, המתארים את
יבול החנקן בקטניות שונות (9).
בשנות הניסוי האחרות נמדדו מספרים נמוכים בהרבה מאלה של שנת
1968 (ציור 2). בשנת 1969 פחת היבול הצפוי עקב התקפה קשה של מזיק
(חיפושית ההיפרה), ואילו בשנת 1970 תנאי הבצורת היו כנראה סיבת
היבול הנמוך. אמנם הוספו אמנם מי השקיה לקרקע (ציור 1), אך משום
מה היבול נשאר נמוך.



ציור 2: יבול החנקן בחלק העל-קרקעי של הצמחים ובחלק שנאסף על-ידי בעלי-חיים בעונות הרעייה של 1968, 1969 ו-1970.

קשה להעריך באיזו מידה מייצגים הנתונים הנדונים ממוצע רב - שנתי של יבול החנקן בצמחי אספסת באיזור לכיש, אך מובן שלתנאי הסביבה השפעה קובעת. עם זאת אפשר להעריך, שיבול כזה שהתקבל בשנת 1968 ניתן להשגה, וייתכן מאוד שאפשר לקבל יבולים גבוהים יותר.

מקורות החנקן שנקלט בצמחים הם בעיקר חנקן הקרקע והחנקן אשר נקשר מהאוויר באמצעות חיידיקי הריזוביום החיים בשורשי הקטניות. אפשר לאמוד את התרומה היחסית של המקורות השונים בהסתמך על נתוני ניסוי זה. מתכונת החנקן בשכבה העליונה של קרקע שדה הניסוי היתה כ - 0.075% (טבלה ו). מהספרות אפשר ללמוד כי מעריכים ב-1%-2% אותו חלק של החנקן האורגני העובר מינרליזציה במשך שנה (7). אפילו אם נניח, כי הערך גבוה יותר - 3%, גם אז תעלה תרומת החנקן האורגני לחנקן הזמין על 5-6 ק"ג/ד' לשנה.

הפחתת ערך זה מהיבול הכולל על החנקן באספסת מראה, כי הכמות שנקשרה מהאוויר בשנת 1968 היתה בין 17-18 ק"ג/ד'. חישוב אחר מבוסס על יבול החיטה. היבולים שהתקבלו בשדות לכיש בתקופת הניסוי היו, ברוב המקרים בין 250-300 ק"ג בזנים פלורנס אורור, מירב ולכיש. מקובל להניח, כי ליצירת 100 ק"ג גרעיני חיטה דרושים 3 ק"ג חנקן. מחישוב זה מתקבל, כי כמות החנקן הכללי בחיטה הגיעה לכדי 7-9 ק"ג. כמויות שנמצאו בקרקע בעת הקציר היו בין 0-4 ק"ג בשנים השונות. מכאן מתקבל המספר הכולל של 7-13 ק"ג חנקן בחיטה ובקרקע (חנקן זמין) כאחד. הדישון שניתן הגיע לכדי 7 ק"ג חנקן צרוף. מכאן תרומת הקרקע - 0-7 ק"ג. ערך זה נמצא בתחום הנתונים הצפויים. הפחתת ערך זה מכמות החנקן הכללי באספסת (23 ק"ג), נותנת בין 23 ל-16 ק"ג, כאשר הערך הגבוה נראה פחות סביר. ערכים אלה נמצאים קרובים לאלה שחושבו על יסוד מתכונת החנקן האורגני בקרקע. בשנים הבאות היתה הכמות נמוכה יותר. כאמור, הדבר נבע מתנאי סביבה גרועים, ולא מאי - יכולת הצמח לקשור חנקן מהאוויר. מעניין להשוות תוצאה זו לנתונים אחרים שנתקבלו בישראל. בניסוי אחר שנערך גם כן בקרקע גרומוסול בבית דגן, נמצא שיבול החנקן בחלק העל-קרקעי של גרגרנית יוונית (חילבה) הגיע ל-13 ק"ג/ד', ולפי חישוב החלק שנקשר מהאוויר היה 8 ק"ג/ד' בקירוב (1).

יבנל החנקן בחלקים העל - קרקעיים של האספסת בניסוי הליסמטרים
הגיע לכדי 20 גר/מ² בגרומוסול ולכדי 22.7 גר/מ² בקרקע המיובאת-
חמרה (טבלה 3) - ערכים דומים לאלה שנמדדו בשנת 1968 בשדה הניסוי.

כמות החנקן המנוצלת על-ידי בעלי-החיים

משקל הכבשים שרעו בשטח האספסת נמדד במשך חמש עונות רעייה בשנים
1968, 1969, 1970, 1971 ו-1972. חושב במשקל הממוצע של חמש הרחלות
ושל הטלאים שנמצאו בשטח כל שנה. להלן יימסרו ממוצעים רב-שנתיים,
המבוססים על חמש שנות המדידה. הממוצע הרב-שנתי של משקל בעלי-החיים,
שנמסר בציור 3, מבטא את תחום פיזור הערכים סביב הממוצע. בראה כי
משקל הרחלות עלה במידת מה מחודש פברואר לחודש מרס ונטה שוב, רק
במקצת אמנם, לקטון לקראת ראשית הקיץ (ציור 3). למרות הפיזור הגדול
בתחום המשקלים של הרחלות, שהיה תלוי במשקל הרחלות בתחילת הניסוי-
השינוי במשקלן היה מועט יחסית במשך תקופת הרעייה.

משקל הטלאים, לעומת זאת, עלה מאוד במשך עונת הרעייה (ציור-3).
גם פיזור הערכים המדודים סביב הממוצע היה קטן יחסית. המשקל הממוצע
הגבוה ביותר לשנה בודדת הגיע לכדי 40 ק"ג לטלה, והממוצע הרב-שנתי
ל-32 ק"ג. משקל הטלאים בתחילת עונת הרעייה היה נמוך, בין 3-8 ק"ג
(ממוצע כ-5 ק"ג). מהנתונים הללו ומחישובים המבוססים על כמות החנקן
בגוף הטלאים נראה, שבעת הוצאת בעלי-החיים משדה, בתום עונת הרעייה,
הורחקה רק כמות מועטת של חנקן. כמות זו לא עלתה על 2 ק"ג לדובם.
אילו רעו הכבשים יומם ולילה בחלקות הניסוי, היו כל הפרשותיהם
מגיעים לקרקע, אולם מאחר ובילו את שעות הלילה בדיר יש להניח, כי
רק מחצית החנקן שנמצא בצמחי האספסת נאכל על-ידי בעלי-חיים. הוחזרה
הקרקע עם ההפרשות. חלק מחנקן זה היה עלול להתנדף כאמוניה, אך אפשר
להניח, שחלק גדול אכן חזר אל הקרקע. נתונים מפורטים בעניין זה לא
נאספו במהלך הניסוי.

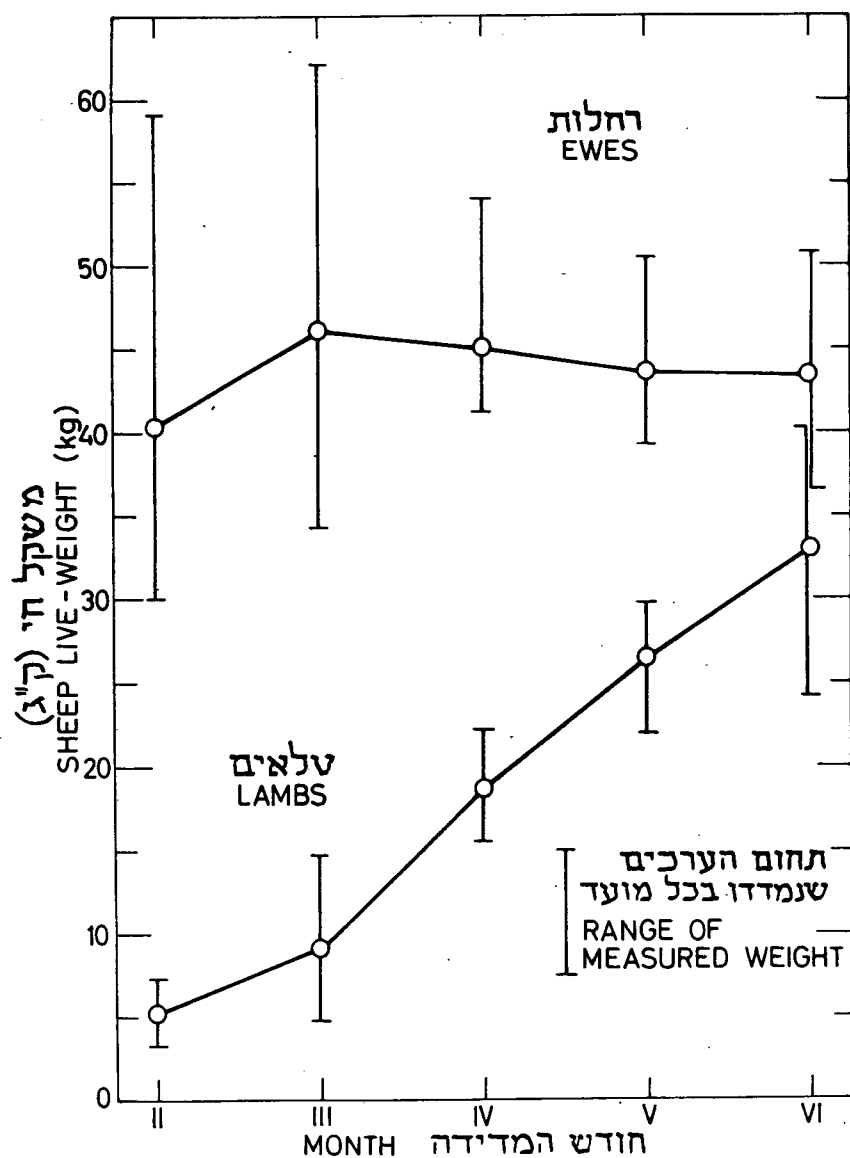
טבלה 3: יכולת החנקן שנקשרה באספסת, בניסוי הליסימטריום בקרקע מקומית (לכיש) וקרקע
 סיבואת (חמרה), והשפעת הגידול על רמת החנקן הכללי והמינרלי בקרקע ובתשית

ס"ח יכולת החנקן שנקשרה באספסת Total N yield from bur clover		ס"ח חנקן בקרקע ובצמחים Total N in plants and soil		יכולת החנקן בצמחים Total N in plants		ס"ח חנקן בקרקע ובתשית Total N in soil and leachate		חנקן מינרלי בתשית (מ"ג/מיכל) Mineral N in leachate (Mg/container)	חנקן בקרקע לאחר אסיף האספסת (מ"ג/מיכל) Nitrogen in the soil after the bur clover (Mg/container)			משקל הקרקע היבשה (ק"ג/מיכל) Soil Weight (Kg container)	טיפול Treatment	חנקן Soil
(גמ"ר/מ"ר) (g/m ²)	(גמ"ר/מיכל) (g/container)	(גמ"ר/מ"ר) (g/m ²)	(גמ"ר/מיכל) (g/container)	(גמ"ר/מ"ר) (g/m ²)	(גמ"ר/מיכל) (g/container)	(גמ"ר/מ"ר) (g/m ²)	(גמ"ר/מיכל) (g/container)		אמוניום חנקן NO ₃ - N	חנקן כללי NA ₄ - N	total N			
—	—	177.32	21.364	—	—	177.2	21.364	21	63	84	21,280	21	—	קומיט grumusol
44.52	5.365	221.84	26.729	19.85	2.392	202.0	24.337	19	168	105	24,150	21	אספסת Bur clover	אספסת
—	—	77.61	9.351	—	—	77.61	9.351	51	50	125	9,250	25	—	חמרה Sandy loam
24.24	2.920	101.85	12.271	22.66	2.730	79.19	9.541	21	150	75	9,370	25	אספסת Bur clover	אספסת

(1) ערכי חנקן האמוניום החליף נכללו גם בחנקן הכללי והדבר נלקח בחשבון בעת עריכת החישובים הסופיים.

1) Exchangeable NH₄ included in total N.

Table 3: Yield of nitrogen fixed by bur clover in the lysimeter experiment.



ציור 3: המשקל הרב-שנתי הממוצע של הרחלות והעלאים אשר רעו בשדה האספסת בשנים 1972-1968 (חמש עונות).

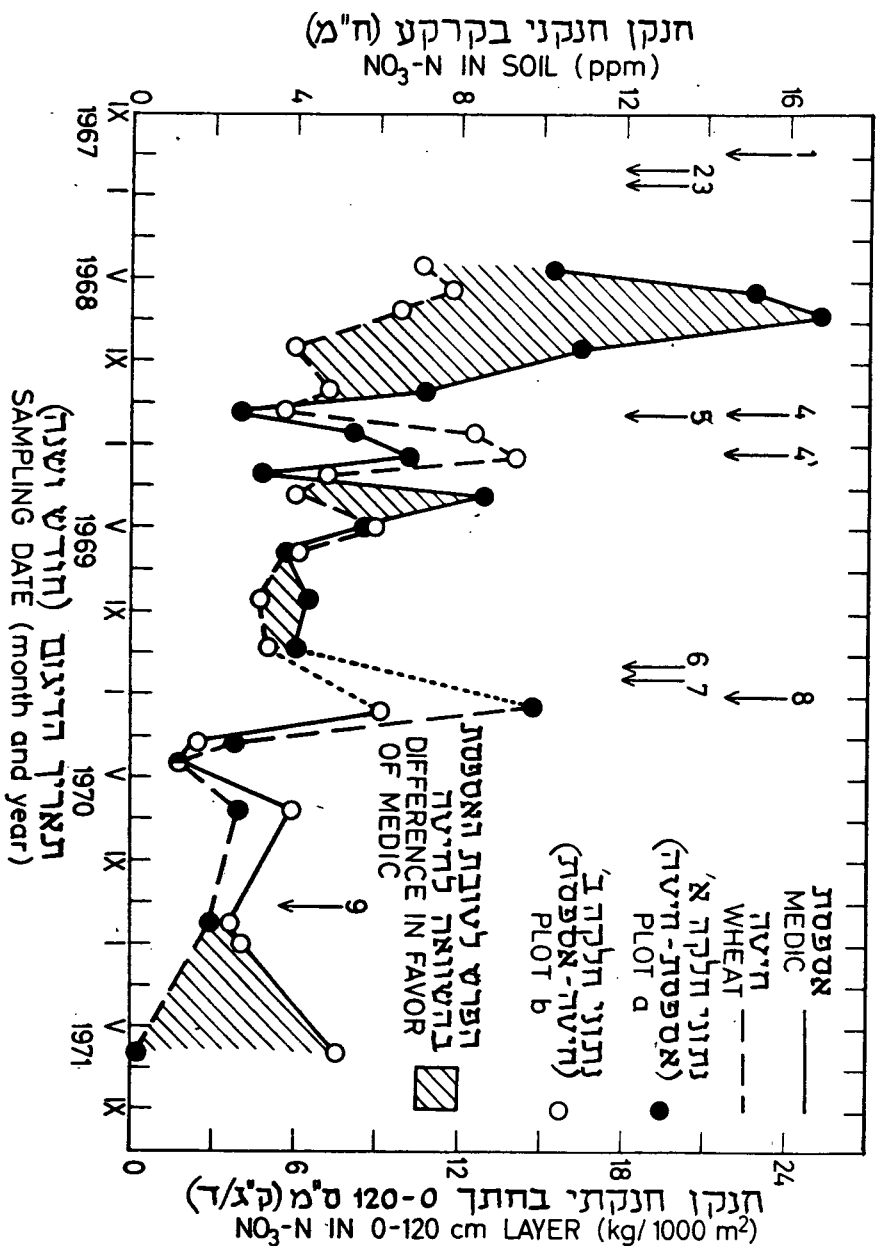
השפעת מחזורי הגידול על מתכונת החנקן הזמין בקרקע

החנקן שמקורו באספסת עשוי לעבור גלגולים, אשר יביאו לידי כך שחלק ממנו יישאר בקרקע וחלקו האחר יעזוב אותה באופנים שונים.

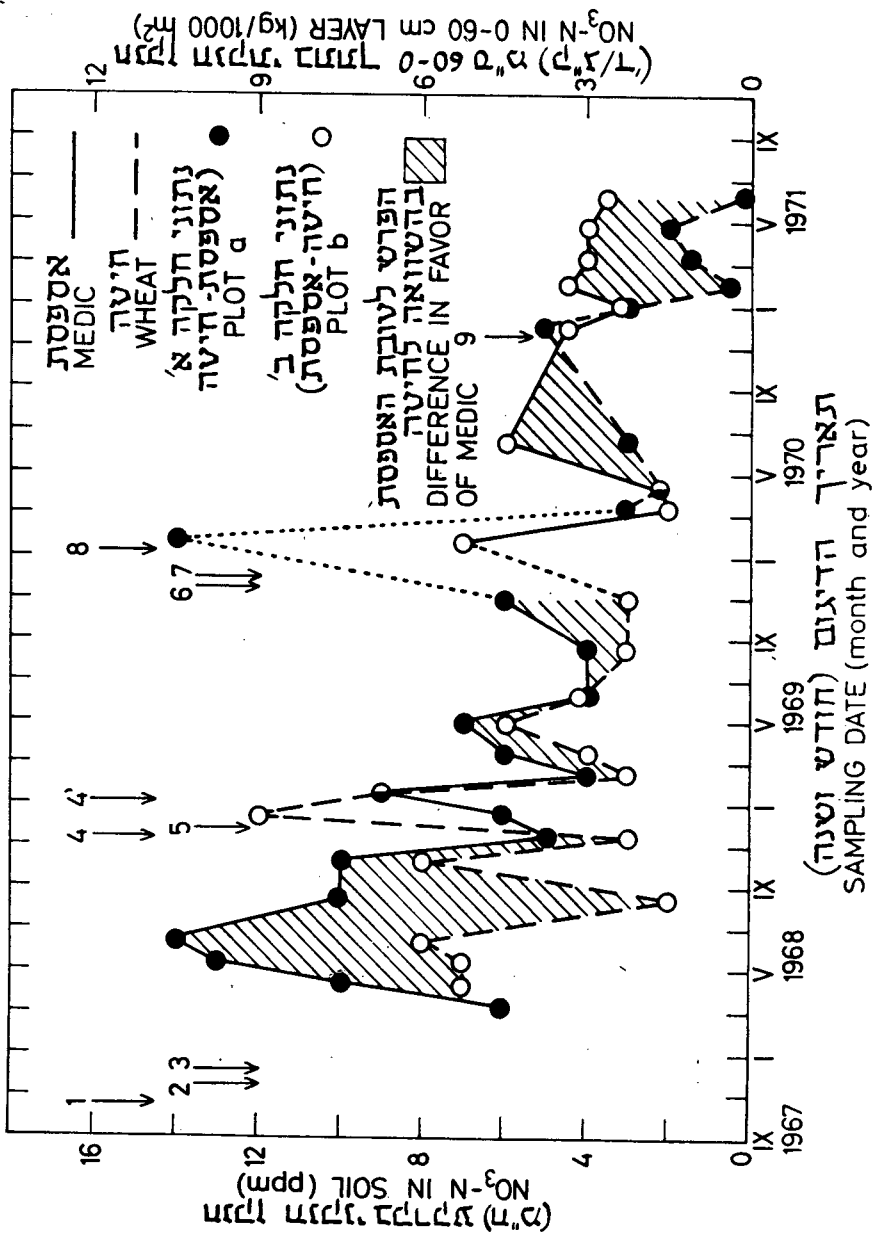
אפשר בהחלט להניח, כי תרומת האספסת עשויה להביא להגדלת מתכונת החנקן הכללי בקרקע, כאשר בעת ובעונה אחת יתבטא הדבר גם בריכוז גבוה יותר של חנקן זמין. אולם, בעוד שהתרומה השנתית הצפויה, ביחס לכלל כמות החנקן בקרקע (ובעיקר, כמובן, בשכבה הכליונה), היא קטנה ומשום כך קשה לגלות במידת הדיוק הדרושה שינויים ברורים במתכונת החנקן הכללי כבר לאחר מספר קטן (יחסית) של שנות גידול אספסת, הרי אפשר בהחלט לצפות לראות בדיוק סביר השפעה על ריכוזי החנקן הזמין.

על מנת לעקוב אחר ריכוזי החנקן הזמין בקרקע תוך מהלך הגידול, העיבודים והזריעה מחדש, נמדדה תכולת החנקן המינרלי המסיס במים (חנקן חנקתי) בשכבות השונות של החתך, עד עומק של 120 ס"מ. נתוני הבדיקות הראו, כי רוב החנקן הזמין התרכז בשכבה של 0-60 ס"מ (ציור 4), ובחלק זה של חתך הקרקע בלטה יותר, כצפוי, השפעת הקטניות על ריכוזי החנקן הזמין. כיוון השינויים בחתך של 0-120 ס"מ (ציור 5) היה דומה, משום כך, בעיקרו לזה המופיע בחלק העליון של הקרקע.

במשך רוב תקופת הניסוי היו ריכוזי החנקן חנקתי גבוהים יותר בקרקע הזרועה אספסת, למרות התנודות הגדולות שנמדדו (ציורים 4,5). גם זמן מה לאחר שנחרשה חלקת האספסת ונזרעה חיטה, היה ריכוז החנקן חנקתי שנמדד בה גבוהה יותר בהשוואה לחלקת החיטה. אולם, הנתון החשוב ביותר המתייחס לעניין זה הוא העובדה, כי נמצאה עלייה בריכוז החנקן חנקתי שנמדד בינואר 1970 בשדה שנזרע חיטה לאחר הצנעת האספסת. העלייה הגדולה בריכוז החנקן הזמין, שנמדדה במועד זה באותה חלקה, היא תוצאת הפירוק של שרידי האספסת.



ציר 4: רמת החנקן החנקני בשכבת הקרקע 0-60 ס"מ במחזור חפלה-מרעה ב"ן
1968-1971.



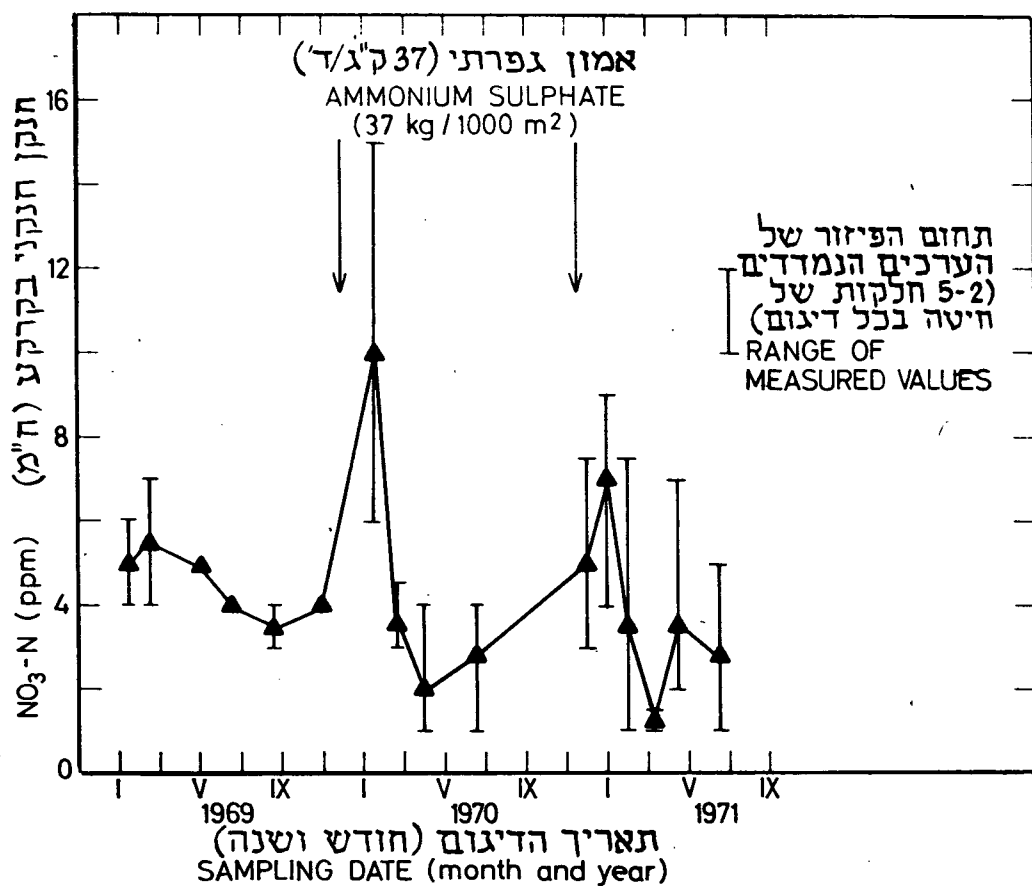
ציור 5: רמת החנקן החנקתי בחתר הקרקע 0-120 ס"מ במחזור הפלחה-מרעה בין 1968-1971.

ההפרשים בין החלקה הנדונה לזו שהיתה זרועה חיטה במשך שנתיים, היו בשיעור של 6 ק"ג חנקן זמין לדונם בשכבה של 0-60 ס"מ, ו-9 ק"ג דונם בשכבה 0-120 ס"מ. אמנם יש לציין, כי כל השדות בסביבת שטח הניסוי דושנו מהאוויר זמן קצר לפני הבדיקה ב-4 ק"ג צרוף לדונם, אולם, הפיזור היה אחיד בכל החלקות. ריכוז החנקן החנקתי בשכבה של 0-60 ס"מ היה זהה בינואר 1970 בחלקת הפלחה - מרעה, שהיתה זרועה בחיטה זמן קצר קודם לכן (ציור 4) ובחלקות המחזור הרגיל (ציור 6).

המעקב אחר ריכוזי החנקן הזמין גילה, כי הפרשי כמויות החנקן הזמין בין שדה האספסת לשדה החיטה היו, במועדי דיגום שונים, בין ערכים אפסיים ועד 7 ק"ג לדונם לטובת שדה האספסת (ציורים 4, 5, 6). העובדה כי מצב כזה שרר גם לאחר הפיכת סדר (או מקום) הגידולים בשדה, כאשר אספסת נזרעה לאחר חיטה (ראה טבלה 1), מאמתת את המימצאים הנדונים.

בסיכום של שלושת עונות הבדיקה מתברר, כי אספסת תרמה לפחות 3-5 ק"ג של חנקן זמין לדונם לשנה. ערך זה הגיע לרבע עד שליש מכלל החנקן, אשר נקשר מהאוויר על-ידי אספסת בשנים "טובות" ולפחות כמחצית מהערך הכולל של יבול האספסת בחנקן בשנים "גרועות".

תמיכה במסקנה זו מתקבלת מניסויי הליסימטרים. מתברר, שריכוז החנקן החנקתי (כולל התשטיף) במיכלים, שבהם גדלה אספסת (טבלה 3) גדול בכדי 0.1 גר' חנקן למיכל בהשוואה לקרקעות הבלתי זרועות. בחישוב ליחידת משקל של קרקע הפרש הגיעו הכמוריות לכדי 4-5 ח"מ חנקן, ובחישוב ליחידת שטח (בעומק המיכל) התקבל ערך של 1 ק"ג/ד'. התוספת במיכלי "האספסת" היתה, אמנם, קטנה, אך זהו דבר שניתן לצפות לו במקרה של קרקע המהווה בית שורשים לצמחים גדלים. נתוני האמוניום החליף, באותו ניסוי, אינם מצביעים על השפעה חד - משמעית של האספסת, וקשה לכן להסיק מהם מסקנות ברורות.



ציור 6: ממוצע רמת החנקן החנקתי בשכבת הקרקע 0-60 ס"מ בחלקות החיטה במחזור הרגיל בין 1969-1971.

כּוּשֵׁר הַקִּרְקַע לִסְפֵּק חֲנֻקָּה מִיִּנְרָלִי לְצִמְחִים מִשְׁמֵשׁ קֵנָה - מִידָּה מְקוּבֵּל
 לְהַעֲרִיכָה פּוּרִיּוֹת הַקִּרְקַע וְהַתְּצִוּוֹת בְּדֶשֶׁן חֲנֻקָּה לְגִידוֹל כִּלְשָׁהּ. בְּמִקְרָה הַנִּדּוֹן
 הַזֶּה הַקִּרְקַע לְמִשְׁךְ שְׁבוּעִיִּים בְּטִמְפִּרְטוּרָה שֶׁל 30 מ"צ. מִסְתָּבֵר, כִּי הָאִסְפֶּסֶת
 הַבִּיאָה לְהַגְדִּילָה בְּכִמּוֹת הַחֲנֻקָּה הַזֶּה שֶׁהַקִּרְקַע עֲשׂוּיָה לִסְפֵּק (טְבֵלָה 4). הָעוֹבְדָה,
 שְׂרִיכּוּז הַחֲנֻקָּה הַמִּיִּנְרָלִי הַמִּדְרִיבִּי לְאַחֵר הַדְּגָרָה מִתִּיחַס לְדִיגּוֹם שֶׁנֶּעֱרַךְ בַּחֲלָקָה
 שְׁבָה הוֹצֵנָה אִסְפֶּסֶת, מֵאִמְתָּה שׁוֹב אֶת הָעוֹבְדָה, כִּי תְרוּמַת הַקִּטְנִיּוֹת לְחִיטָה
 הַבָּאָה בְּעִקְבוֹתֶיהָ הִיא נִיכֶרֶת. זֹאת וְעוֹד, מוֹעֵד הַדִּיגּוֹם הַסְמוּךְ לְהַצְנַעַת שְׂאֵרֵי
 הָאִסְפֶּסֶת בְּקִרְקַע הוּא הַמִּשְׁמַעוּתִי בִּיּוֹתֵר. הַנְּתוֹנִים מֵרֵאִים (טְבֵלָה 4), כִּי עֲרִכִּי
 כּוּשֵׁר הַמִּיִּנְרָלִיזְצִיָּה שֶׁל הַחֲנֻקָּה כְּפֻלִּים, לְמַעֲשֵׂה, בְּשָׂדֵה הָאִסְפֶּסֶת בַּהֲשׂוּאָה
 לְשָׂדֵה הַחִיטָה.

מִקּוֹר נוֹסֵף לְמִידַע אֲדוּת הַשְּׁפַעַת גִּידוֹל קִטְנִיּוֹת עַל זְמִינּוֹת הַחֲנֻקָּה בְּקִרְקַע
 הוּא סֵקֶר, שֶׁנֶּעֱרַךְ בְּשָׂדוֹת קְרוּבִים יַחֲסִיתִי (גִּיאוגְרַפִּית) לְשָׂדֵה הַנִּיִּסוּי - בְּשָׂדוֹת
 שֶׁל מִסְקִים הַמְּגַדְלִים קִטְנִיּוֹת וְחִיטָה: הַנְּתוֹנִים שֶׁנִּתְקַבְּלוּ מִיִּצְגִים רִיכּוּז שֶׁל
 הַחֲנֻקָּה הַחֲנֻקָּתִי בְּשִׁכְבָּה הָעֲלִיוֹנָה שֶׁל הַקִּרְקַע (0-20 ס"מ) בְּשָׂדוֹת הַשּׁוֹנִים, אֲשֶׁר
 בְּשָׂנִתִּים שֶׁקִּדְמוּ לְדִיגּוֹם גָּדְלוּ בָּהֶם צִמְחִים שְׂרִנִּים (טְבֵלָה 5). נִמְצָא, כִּי
 רִיכּוּזֵי הַחֲנֻקָּה גְּבוּהִים יוֹתֵר, וְלִפְחוֹת בְּכָל מְקוֹם בְּנִפְרֵד, מִרִּיכּוּזֵי בַּחֲלָקוֹת
 שֶׁהֵיוּ זְרוּעוֹת זֶמֶן קֶצֶר קוֹדֵם לִכֵּן בְּצִמְחֵי דָגָן. אֵין נְתוּנִים לְגַבִּי הַהִיסְטוֹרִיָּה
 הַמוֹקְדֶּמֶת יוֹתֵר שֶׁל הַשִּׁחִים, אֲךָ הָעוֹבְדוֹת הַמּוֹבָאוֹת כֹּאן מֵרֵאוֹת, כִּי הַשְּׁפַעַת
 הַקִּטְנִיּוֹת מִתְּגַלֶּה כְּבָר זֶמֶן קֶצֶר יַחֲסִיתִי לְאַחֵר גִּידוֹלָה בְּשִׁטָּח. אֵין אוֹלֵי הַצִּדְקָה
 רַבָּה, לֹא יִדְיַעַת הַהִיסְטוֹרִיָּה שֶׁל הַשִּׁטָּח, לְבַצֵּעַ חִישׁוּבִים מֵרַחֲקִי לִכְתּ. אוֹלֵם,
 מִעֲנִיִּין לְרֵאוֹת, כִּי מִמוּצֵעַ הַרִיכּוּז שֶׁל הַחֲנֻקָּה הַחֲנֻקָּתִי בְּשִׁכְבָּה הָעֲלִיוֹנָה שֶׁל
 קִרְקַע, שְׁבָה צִמְחֵי קִטְנִיּוֹת לְפַחוֹת בְּמִשְׁךְ שְׁנִתִּים, הוּא 16 ח"מ לְעוֹמֶת 6 ח"מ
 בְּשָׂדוֹת שֶׁגָּדְלוּ בָּהֶם דְּגָנִים לְפַחוֹת בְּמִשְׁךְ אוֹתָהּ תְּקוּפָה. רַק בְּשָׂדֵה אֶחָד, שֶׁגָּדְלָה
 בּוֹ קוֹדֵם דָּגָן וְלֵאחֶר מִכֵּן קִטְנִיּוֹת, וּבְשָׂדֵה אֶחָד שֶׁבּוֹ הָיָה הַמִּצֵּב הַפּוֹךְ נִמְדְּדוּ
 עֲרִכִּים דּוּמִים לֹאֵלָה שֶׁל הַקִּטְנִיּוֹת בְּרִצִּיפוֹת; 15 ו-16 ח"מ בַּהֲתַאמָּה.

בֵּין שָׂדוֹת הַקִּטְנִיּוֹת לֹאֵלָה שֶׁל הַדָּגָן נִמְצָא הַפֶּרֶשׁ בֵּין 10 ח"מ הַמְּגִיעַ
 ל-2½ ק"ג חֲנֻקָּה צְרוּף לְדוּבֵם. הַשְּׁוֹאֵת הָעֲרִכִּים הַבּוֹדְדִים בְּכָל מְקוֹם וּמְקוֹם
 בְּנִפְרֵד (טְבֵלָה 5) מֵרֵאָה, כִּי הַפֶּרֶשׁ הִיָּה בֵּין 1 ק"ג ל-3 ק"ג חֲנֻקָּה/ד'.

Table 4. Effect of ley rotation on mineralizable nitrogen determined by incubation for 2 weeks at 30 C
 טבלה 4: השפעת הגידול במחזור הפלחה-מרעה על כמות החנקן (ח"מ) שעברה מינרליזציה בהדברה במשך שבועיים ב-30 מ"צ
 במידומי קרקע שנלקחו במועדים שונים

דצמבר 1970 (1)		ינואר 1970		אוגוסט 1969		מרץ 1969		עומק הקרקע
Dec		Jan		Aug		March		Soil depth
חלקה ב'	חלקה א'	חלקה ב'	חלקה א'	חלקה ב'	חלקה א'	חלקה ב'	חלקה א'	(ס"מ) (Cm)
Plot B	Plot A	Plot B	Plot A	Plot B	Plot A	Plot B	Plot A	
אספסת	חיטה	אספסת	חיטה	חיטה	אספסת	חיטה	אספסת	
Bur clover	Wheat	Bur clover	Wheat	Wheat	Bur clover	Wheat	Bur clover	
		לאחר	לאחר					
		after	after					
		חיטה	אספסת					
		Wheat	Bur clover					
16	20	18	27	12	21	7	15	20-0
		16	15	12	11	7	14	40-20
						2	7	60-40
						13	3	90-60
						6	8	120-90

(1)

במועד זה נדוגמה שכבה שעומקה 30-0 ס"מ.

1) Samples taken from the 0-30 cm depth.

Table 5. The $\text{NO}_3\text{-N}$ Concentration in the soil under different crops in the Lakhish region. (Sampled December 7, 1968).

טבלה 5: השפעת שתי שנות גידול צמחים שונים (קטניות ודגניים) על תכולת החנקן החנקתי בשכבה העליונה של הקרקע (דיגום: 7 לאוגוסט 1968)

ריכוז החנקן החנקתי בשכבת קרקע 0-20 ס"מ (ח"מ) $\text{NO}_3\text{-N}$ in top 0-20 cm (p pm)	הגידולים שקדמו לדיגום הקרקע Crop grown before sampling		המקום Site
	1967/68	1966/67	
16	חיטה Wheat	בקיה Vetch	ארז (חלקה 1) Erez
22	אספסת+בקיה Bur clover+Vetch	אספסת+בקיה Bur clover+Vetch	ארז (חלקה 2) Erez
22	בקיה Vetch	בקיה Vetch	ארז (חלקה 3) Erez
22	אספסת לשחת Bur clover for hay	אספסת לשחת Bur clover for hay	ארז (חלקה 4) Erez
10	קטניות Legumes	קטניות Legumes	אור-הנר (חלקה 1) or Haner
6	קטניות Legumes	קטניות Legumes	אור-הנר (חלקה 2) or Haner
2	חיטה Wheat	סורגוס Sorghum	אור-הנר (חלקה 3) or Haner
7	חיטה Wheat	חיטה Wheat	ברור-חיל (חלקה 1) Bror Hayil
18	קטניות Legumes	קטניות Legumes	ברור-חיל (חלקה 2) Bror Hayil
15	קטניות Legumes	קטניות Legumes	ברור-חיל (חלקה 3) Bror Hayil
9	חיטה Wheat	חיטה Wheat	בית-נר (חלקה 1) Bet Nir
15	קטניות Legumes	חיטה Wheat	בית-נר (חלקה 2) Bet Nir
13	קטניות Legumes	קטניות Legumes	בית-נר (חלקה 3) Bet Nir
15	קטניות Legumes	קטניות Legumes	להב (חלקה 1) Lahav
7	שעורה Barley	חיטה Wheat	להב (חלקה 2) Lahav

סיכום

1. בשנה טובה קלטה אספסת מצויה כמות של לפחות 16 ק"ג חנקן צרוף מהאוויר.
2. כמות החנקן שהוציאו הכבשים מהשטח בגופם היתה קטנה ולא עלתה על 1-2 ק"ג חנקן לדונם.
3. מרבית כמות החנקן שנאכלה, צפוי היה שתישאר בשדה, במקום שבו רועות כבשים ברציפות.
4. ההנחה שהאספסת (וגם הכבשים הרועות) תורמת חנקן זמין לקרקע אומתה על-ידי בדיקות קרקע. ערכים היו בין 1-7 ק"ג חנקן לדונם.
5. התרומה החשובה של האספסת לחסכון בדישון חיטה באה בעקבות הצנעת שאריות האספסת. נמצאה עלייה בולטת בריכוז החנקן הזמין בקרקע - 6 ק"ג לדונם בשכבה 0-60 ס"מ ו-9 ק"ג בשכבה 0-90 ס"מ בשנה "טובה".
6. דרושות מדידות נוספות על-מנת להעריך את ההשפעה הרב, שנתיית של האספסת על זמינות החנקן.

1. זינגר צ', ופייגין ע' (1966) השפעת סוגים שונים של זבל ירוק על קרקע גרומוסול ועל יכולת תירס וחיסה "כתבים", ט"ז: 208-201.
2. זליגמן נ', ומדינה ס' (1968) יכולת הירק והמזון הנאסף על-ידי מקנה בשדות של קטניות חד-שנתיות. משרד החקלאות, נציבות המים והאגף לשימור הקרקע וניקוז. יחידת המחקר, הקריה, תל-אביב. דו"ח מיוחד 18-25 עמודים
3. זליגמן נ', פליישר א', מדינה ס' (1972) יכולת המרעה והמזון הנאסף על-ידי מקנה משדות שנזרעו על-ידי קטניות חד-שנתיות. עונות התצפית 1967-70. משרד החקלאות, נציבות המים, האגף לשימור הקרקע ומינהל המחקר החקלאי. דוח מחקר 31 ספטמבר 1972 (35 עמודים, עם סיכום באנגלית).
4. Bremner, J.M. (1965) Total nitrogen. in: Methods of Soil Analysis. C.A. Black et al., Eds. Agron. 9: 1171-1175. Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc.
5. Bremner, J.M. (1965) Inorganic forms of nitrogen. in: Methods of Soil Analysis. C.A. Black et al., Eds. Agron. 9: 1191-1206. Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc.
6. Bremner, J.M. (1965) Nitrogen availability indexes. in: Methods of Soil Analysis. C.A. Black et al., Eds. Agron. 9: 1339-1340. Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc.
7. Bremner, J.M. (1965) Organic nitrogen in soils. in: Soil Nitrogen. W.V. Bartholomew and F.E. Clark, Agron. 10: 93-149. Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc.
8. Cooke, G.W. (1967) The Control of Soil Fertility. Crosby-Lockwood & Son, London.

9. Henzell, E.F. and Norris, D.O. (1962) Processes by which nitrogen is added to the soil plant system. in: A Review of Nitrogen in the Tropics with Particular References to Pasture. Bull. Commonw. Bur. Past. Fld Crops 46.
10. Jackson, M.L. (1957) Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
11. Russell, E.W. (1961) Soil Conditions and Plant Growth. 9th ed. Longmans, London.
12. U.S. Salinity Laboratory Staff. (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Handbk U.S. Dep. Agric. 60.
13. Watson, E.R. (1963) The influence of subterranean clover pastures on soil fertility. I. Short-term effects. Aust. J. agric. Res. 14: 796-807.

AGRICULTURAL RESEARCH ORGANIZATION
THE VOLCANI CENTER

Institute of Soils & Water

EFFECT OF BUR CLOVER (MEDICAGO POLYMORPHA)
GROWN IN A LEY ROTATION, ON THE AVAILABLE
NITROGEN IN THE SOIL

BY

A. FEIGIN, N. SELIGMAN, Y. OFER AND B. SAGIV

Pamphlet No. 155

1975

Division of Scientific Publications * P.O.B. 6, Bet Dagan, Israel

EFFECT OF BUR CLOVER (MEDICAGO POLYMORPHA) GROWN IN A LEY
ROTATION, ON THE AVAILABLE NITROGEN IN THE SOIL

by

A. Feigin*, N. Seligman**, Y. Ofer*** and B. Sagiv*

Summary

The purpose of this study was to determine the amount of available nitrogen added to the soil by bur clover (Medicago polymorpha) grown in a ley rotation with wheat. The experiment was conducted between 1968 and 1972 at the Lakhish Regional Experiment Station near Qiryat Gat on dark brown grumusol (Table 1, page 4). The rotation chosen was two years of bur clover grazed by Awassi sheep, followed by two years of wheat (Table 2, page 5). This was compared with a conventional rotation of wheat - hay - summer crop. Total nitrogen and $\text{NO}_3\text{-N}$ in the soil and total N in the plants were determined. A lysimeter experiment was carried out outdoors at the same location to make similar measurements under more controlled conditions.

The amount of nitrogen that was found in the bur clover canopy varied from 70 to 210 kg ha^{-1} (Fig. 2, page 11, and Table 3, page 14). This wide range was due to large differences in the yield of bur clover caused by the vagaries of weather (distribution of rainfall given in Fig. 1, page 8) and plant pests (Hypera). It was estimated that in the year when the highest yield was obtained, 150 kg ha^{-1} of nitrogen was fixed by the bur clover rhizobia. The sheep (live-weight is given in Fig. 3, page 15) retained about 20 kg ha^{-1} of nitrogen and the rest was returned to the soil in the form of dung and urine.

Despite large fluctuations, the amount of $\text{NO}_3\text{-N}$ in the soil was generally higher under bur clover than under wheat grown in conventional or ley rotation (Figs. 4, 5 and 6, pages 17, 18, 20). The $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration in the soil was higher under the wheat only for short periods after the wheat was given a top-dressing of nitrogen fertilizer. For the rest of the time, and down to a depth of 120 cm, there was 10 to 70 kg ha^{-1} more $\text{NO}_3\text{-N}$ under clover than under wheat. The amount of potentially

*Div. of Soil Chemistry and Plant Nutrition, ARO, The Volcani Center, Bet Dagan.

**Div. of Range Management, ARO, The Volcani Center, Bet Dagan.

***Soil Conservation Dept., Ministry of Agriculture, Be'er Sheva'.

available nitrogen in the top 20 cm of soil was about 25 kg ha⁻¹ higher under bur clover than under wheat (Table 4, page 22). A similar increase was found in a survey of soils under annual medics at various sites in the Lakhish region (Table 5, page 23). These values were determined by soil incubation, which was found, in other trials, to give a true reflection of potentially available nitrogen.

The nitrogen fixed by the legumes could save nitrogen fertilizer given to wheat when grown in a legume ley rotation. More data are needed in order to determine more accurately the long-term effect of bur clover on the available nitrogen in the soil, so that a more accurate estimate can be made of the actual amounts of nitrogen fertilizer that could be saved.