

## השוואת דשנים חנקניים שונים בששה גידולים חקלאיים

מאת

י. ארנון, צ. דור, א. ברסקי, י. אפרת  
י. ברקוביץ, מ. הורוביץ, ד. לחובר

### מבוא

החקלאות הישראלית המתרחבת צורכת מדי שנה בשנה כמויות גדלות והולכות של דשנים מינראליים ובראש וראשונה דשנים חנקניים. בשנת תשי"ד (1953/4), לדוגמה, צרך המשק החקלאי הישראלי 51.4 אלף טונות דשנים חנקניים, ואילו כעבור חמש שנים (תשי"ט) הגיעה הכמות הנצרכת ל-72 אלף טונות, כ-40 אחוז יותר מאשר בתשי"ד (4). הואיל והתעשייה המודרנית מסוגלת היום להעמיד לרשות החקלאי מבחר מגוון של דשנים חנקניים, מקדישים תשומת-לב בארצות בעלות חקלאות מפותחת לבעיית יעילותם היחסית של מקורות החנקן השונים, הן מבחינה חקלאית-ביולוגית והן מבחינה כלכלית.

לאחר שהוכח שהדשנים האמוניאקליים משתווים מבחינת היעילות לדשנים החנקתיים ברוב הגידולים וברוב הקרקעות (12) פנו החוקרים בארצות-חוץ לבחינת יעילותם של הדשנים הנוזליים הזולים מן הדשנים המוצקים.

בישראל טרם נערכו מחקרים מקיפים על השימוש במקורות חנקן שונים בכלל ובדשנים חנקניים נוזליים בפרט. המחקר הנוכחי נועד, אפוא, לבחון דשנים חנקניים ובעיקר דשנים נוזליים בתנאי ארצנו, לגבי כמה גידולים חשובים, במגמה להוזיל את יחידת החנקן לחקלאי הישראלי. המחקר מבוסס על תוצאות ניסויי השדה והמעבדה הראשונים שנערכו בנושא זה ואשר תוארו בחלקם כדו"ח מקדים ע"י המחברים ואחרים (1).

### ניסויים, חומרים ושיטות

כללי

בשנים תשט"ז ותשי"ז (1956, 1957) נערכו בחוות הניסיון בבית-דגן, נוה-יער, ועין-דור 11 ניסויי-שדה להשוואת יעילותם של דשנים חנקניים, נוזליים ומוצקים, לגבי גידולי מיספוא, סוכר וגרגרים ובתנאי קרקע וגידול שונים. הדשנים שנבחנו הם: גפרת-אמון ואמון כלורי, שניהם מוצקים, נבישיים, הראשון בעל תכולה של 21.0 והשני של 25 אחוז חנקן; אמוניה מימית, אמון חנקתי ואמוניה אל-מימית: שני הראשונים בתמיסה מימית והשלישי כאמוניה נקיה במצב נוזלי, תחת לחץ של כ-9.5 אטמוספירות. תכולת החנקן באמוניה האל-מימית היתה 82.5%, באמון החנקתי - 21% ובאמוניה המימית 10.5 - 16.5%. בהתאם לניסוי ולרמות החנקן שנבחנו. הדשנים המוצקים פוזרו על-פני כל החלקה בתור דשן-יסוד ובחריצים בתור דשן-ראש. הדשנים הנוזליים הוחדרו לקרקע באמצעות סיכות מיוחדות שהורכבו על קלטרת פרגוסון. תיאורן ניתן בפירסום קודם של המחבר הראשון וחבריו (1). מקומות הניסוי והעונות בהם נערכו, מקורות ומנות החנקן, והגידולים ששימשו במבחן, מובאים בטבלה 1.

מפירסומי המכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות, רחובות, סידרת 1963, מס' 641. התקבל במערכת 1962.

## פרטים על חלקות הניסוי, מקומן והדשנים שניתנו

אמוניה אל-מימית		אמוניה מימית		אמוני חנקני		אמוני כלורי		גפרת אמוני		הגידול	המקום	השנה	הניסוי
מנה מוגדלת	מנה יחידה	מנה מוגדלת	מנה יחידה	מנה מוגדלת	מנה יחידה	מנה מוגדלת	מנה יחידה	מנה חנקן מוגדלת	מנה חנקן יחידה (ק"ג/ד')				
דשן ראש	דשן יסוד	דשן ראש	דשן יסוד	דשן ראש	דשן יסוד	דשן ראש	דשן יסוד	דשן ראש	דשן יסוד				
—	—	—	6.0	—	3.0	—	—	—	6.0	—	3.0	—	א'
—	—	—	5.0	—	2.5	—	—	—	5.0	—	2.5	—	ב'
—	3.8(×3)	7.2	—	—	3.8(×3)	7.2	—	3.8(×3)	7.2	—	3.8(×3)	7.2	ג'
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ד'
—	3.8(×2)	7.2	—	—	3.8(×2)	7.2	—	3.8(×2)	7.2	—	3.8(×2)	7.2	ה'
—	3.8(×2)	7.2	—	—	3.8(×2)	7.2	—	3.8(×2)	7.2	—	3.8(×2)	7.2	ו'
17.5	17.5	—	23.6	12.6	12.6	—	16.8	—	12.6	12.6	—	16.8	ז'
—	10	—	7.0	—	10.0	—	7.0	—	—	10.0	—	7.0	ח'
—	5	—	2.5	—	5.0	—	2.5	—	—	5.0	—	2.5	ט'
—	5	—	2.5	—	5.0	—	2.5	—	—	5.0	—	2.5	י'
—	5	—	2.5	—	5.0	—	2.5	—	—	5.0	—	2.5	יא'



א. גידולי מיספוא (ניסויים א', ב', ג' - ראה טבלה 1). שלושה ניסויים נערכו בגידולי מיספוא, מהם שניים בשבולת שועל, בנוה-יער (תשט"ז - תשי"ז) ואחד בסלק מיספוא, אף הוא בנוה-יער (תשי"ז). הקרקע בחלקות הניסויים היתה חרסיתית (כ- 60% טיט) והכילה 15 עד 20 אחוז גיר. שנת תשט"ז היתה גשומה משנת תשי"ז אך הגשמים בתשט"ז החלו ואף נפסקו מוקדם יותר מאשר בתשי"ז. בניסוי א' קדמה לשבולת השועל מהזון "מולגה" - חיטה; בניסוי ב' קדמה לה בקיה לתחמיץ. סלק-המיספוא (ניסוי ג') נורע על כרב חיטה. הדישון בניסוי א' בוצע במחצית חודש ינואר 1956 ובניסוי ב' בסוף אוקטובר 1956. חלקות הביקורת בניסוי א' לא דושנו כלל, בעוד שבניסוי ב' הן קיבלו כיתר החלקות 30 ק"ג סופרפוספאט רגיל לדונאם. תאריכי הזריעה והקצירה היו דלקמן:

	הזריעה	הקצירה
ניסוי א'	22/1/56	15/5/56
ניסוי ב'	29/10/56	26/3/57

חלקת ניסוי ג' שנורעה בסלק מיספוא מהזון Lord Warden קיבלה במלואה 80 ק"ג סופר-פוספאט רגיל שהוצנע בדיסק מטעים בעת הכנת השטח. המנה הניסיונית של דשן היסוד החנקני ניתנה ב-4/10/56. הזריעה נעשתה ב-1/10/56. דשן הראש פוזר בתאריכים הבאים: 20/11/56, 14/2/57, 14/5/57. איסוף הסלקים נערך ב-4/7/57.

ב. סלק-סוכר (ניסויים ד', ה', ו' - ראה טבלה 1). שני ניסויי-שדה נערכו בבית-דגן: ניסוי ד' בתשט"ז להשוואת מקורות חנקן שונים כדשן ראש אביבי, וניסוי ה' בתשי"ז לבחינת אותם הדשנים כשהם ניתנים בצורת דשן-יסוד עם תוספת של דשן-ראש. ניסוי ו', בנוה-יער, נערך לפי תכנית מקבילה לניסוי ה'. קרקע החלקות בניסויים ד' ו-ה' בבית-דגן היתה חמרה-טיין בינונית-כבדה עם 10.5 אחוז גיר, ו-pH 7.8. תנאי הקרקע בנוה-יער תוארו לעיל. הגידול הקודם לסלק הסוכר בניסוי ד' היה אפונה לשימורים, בניסוי ה' - חומצה בבעל שקדם לה חריש עמוק ובניסוי ו' (בנוה-יער) חיטה במחזור בעל.

הואיל וניסוי ה' נועד לבחון את סוגי הדשן הניתן כדישון ראש אביבי היה הטיפול בסתיו אחד לכל החלקות. על כל השטח פוזרו באופן אחד 4 מ"ג זבל משק, 25 ק"ג גפרת-אמון ו-60 ק"ג סופרפוספאט רגיל לדונאם. ב-18/11/55 וב-15/12/55 ניתן גם דשן ראש בשעור 10 ק"ג גפרת-אמון לדונאם. הדישון הניסיוני עצמו ניתן ב-15/3/56.

חלקות ניסוי ה' (בית-דגן) וניסוי ו' (נוה-יער) קיבלו 80 ק"ג סופרפוספאט רגיל לדונאם. דישון היסוד הניסיוני בוצע בפוזר על-פני החלקות המיועדות לדשנים המוצקים ובפסים בעומק 15 ס"מ ובמרחק 20 ס"מ משני צידי השורה בחלקות שנועדו לדישון נוזלי. הסלק מהזון צוואנים III בבית-דגן וקון ר. בנוה-יער גודל ברווחים מקובלים של 60 ס"מ בין השורות ו-15 עד 20 ס"מ בין צמח לצמח בתוך השורה. תאריכי הזריעה, דישון הראש והאיסוף היו כדלקמן:

זריעה	דשן ראש		אסיף	
	1	2	1	2
ניסוי ה' (בית-דגן)	16/10/56	23/11/56	14-16/6/57	17-18/7/57
ניסוי ו' (נוה-יער)	7/10/56	20/11/56	30/6/57	—

ג. גידולי גרגירים (ניסויים ז', ח', ט', י', י"א - ראה טבלה 1) חמישה ניסויי-שדה נערכו בשנים תשט"ז ותשי"ז על-מנת לבחון את יעילותם היחסית של מקורות חנקן שונים כדשן לגידולי גרגירים: שני ניסויים בגידולי קייץ (תירס וסורגום) ושלושה בגידול חורף (חיטה). תנאי הקרקע בנוה-

יער ובית-דגן היו כמתואר לעיל. בעין-דור, בה נערכו ניסויים ח' ו-י"א, הקרקע היא טינית כבדה, התירס בניסוי ז' בנווה-יער נורע ב-3/7/56 על כרב שחת בקיה - ש"ש. הזן היה "נוה-יער 21". שטח הניסוי דושן באופן אחד ב-80 ק"ג סופרפוספאט רגיל וקיבל 120 מ"מ מים להשקיה מוקדמת ו-460 מ"מ מים בחמש השקיות במשך צונת הגידול. דשן היסוד ניתן ב-3/7/56; דשן הראש - ב-30/7/56; תאריך הקטיף - 30/10/56.

הסורגים בניסוי ח' בעין-דור נורע ב-8/5/57 בתנאי-בעל, על כרב חיטה. הזן הנורע - "סוגר צהוב". בחורף ירדו 476 מ"מ גשם, מהם כ-150 מ"מ בחודשי האביב מארס-מאי. גשמים אלה איפשרו קבלת יבול גרעינים בתנאי-בעל. טיפולי הדישון (ראה טבלה 1) ניתנו באמצע פברואר 1957 והוצנעו לעומק 35 מ"מ, ע"י מיתקן מיוחד המורכב על גרובר "אינטרנציונל" (1).

החיטה מהזן פלורנס-אורור 8193 נורעה בבית-דגן על כרב תירס שלחין לגרגירים, בנוה-יער על בקיה-ש"ש לשחת ובעין-דור על סורגים. בשלושת המקומות פוזר סופרפוספאט רגיל על פני כל שטח הניסוי: 25 ק"ג לדונאם בבית-דגן ועין-דור, 30 ק"ג לדונאם בנוה-יער. הדשנים החנקניים הנוזליים הוחדרו לקרקע ע"י קלטרת פרגוסון. גפרת האמון ניתנה בפזיור והוצנעה ע"י דיסק מטעים. תאריכי הצנעת הדשן, הזריעה, ההצצה והקצירה היו כדלקמן:

ההצנעה	הזריעה	ההצצה	הקצירה
בית-דגן 20/11/56	30/11/56	16/12/56	8/6/57
נוה-יער 28/10/56	29/10/56	18/12/56	30/5/57
עין-דור 12/11/56	16/11/56	18/12/56	28/5/57

כל הניסויים נערכו ב-4 חזרות לפי שיטת הבלוקים האקראיים.

## שיטות אנאליטיות

בשנת תשט"ז נקבעה תכולת החלבון, התאית, השומן, האפר וחומרי המינרליים חסרי החנקן של ירק שבולת השועל מניסוי א' בנוה-יער. השיטות האנאליטיות היו כדלקמן: בדיקת חלבון כללי בקילדל - לפי Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C., 1945; בדיקת תאית גסה - לפי A.O.A.C.; בדיקת שמן ע"י מינרלי באיזו-פרופיל-אתר - לפי A.O.A.C.; בדיקת אפר - ע"י קלייה ב-550 מ"צ; חומרי מינרליים חסרי-חנקן - לפי ההפרש בין סכום אחוזי החלבון, התאית, האפר, והשמן לבין 100% חומר יבש. תכולת החלבון של גרגירי החיטה בניסוי ט' נקבעה באותה שיטה ששימשה בבדיקות שבולת השועל.

בתש"ז נבדקה תכולת הניטראטים בפטטורות עלי סלק הסוכר מניסוי ה' בבית-דגן. השתמשנו בשיטת ניקול אס (18) המבוססת על מינרלי היסודות המזינים מהרקמה הטרייה על-ידי מגע של נוזל מינרלי עם פיסת רקמה במשקל ידוע. הסקנו על תכולת הניטראטים שנמצאה בנוזל המינרלי לפי שיטת החומצה הפולדיסולפנית.

## תוצאות

### 1. שבולת שועל לירק (ניסויים א' ו-ב')

שבולת השועל הניבה בתש"ז (ניסוי ב') יבולי ירק גבוהים בהרבה מאשר בתש"ז, כנראה בגלל תנאים אקלימיים מתאימים יותר וכרב טוב יותר. תוצאות שני הניסויים מובאות בטבלה 2. למרות ההבדל ברמת היבולים בשני הניסויים ניתן להסיק מהם כמה מסקנות כלליות: בהשוואה ניכרת ועפ"ר מובהקת, אך לגבי החומר היבש השפעתו היתה פחותה מאשר לגבי יבול החומר הירוק. לא נמצאו הבדלים מובהקים ביבול בהשפעת הדשנים השונים כשמנת החנקן היתה



קטנה, ואילו עם הכפלת המנה (5-6 ק"ג חנקן לדונאם) התבלט יתרונה של האמוניה המימית, ובמידה פחותה, של האמוניה האל-מימית, בהשוואה לגפרת האמון. מנת החנקן הכפולה היתה בדרך-כלל עדיפה על המנה היחידה.

## ט ב ל ה 2

השפעת דשנים חנקניים שונים בשתי רמות על יבול שבולת שועל לירק

התוספת בק"ג שנתקבלה הודות לדישון ב-											
הפרש מובהק (P=0.05)		אמוניה אל-מימית		אמון חנקתי		אמוניה מימית		גפרת אמון		ביקורת ללא דישון חנקני (ק"ג)	סימן הניסוי
בין מקורות	בין טיפולים	מנה כפולה	מנה יחידה	מנה כפולה	מנה יחידה	מנה כפולה	מנה יחידה	מנה כפולה	מנה יחידה		
153	216	—	—	(ק"ג לדונאם)		יבול חומר ירוק					
282	400	1320	730	760	370	850	450	590	370	1030	א'
				700	320	1250	930	230	780	4350	ב'
				(ק"ג לדונאם)		יבול חומר יבש					
54	76	—	—	200	106	217	147	188	110	360	א'
ב. מ.		70	120	114	47	146	65	—122	—87	930	ב'

• פרטים על גודל מנת החנקן — ראה טבלה 1.

השחת שנתקבל בניסוי א' נבדק במעבדה. תוצאות הבדיקות, המובאות בטבלה 3, מראות כי הדישון החנקני הפחית את תכולת החלבון והעלה את יבול החלבון. לא היו הבדלים מהותיים בנידון זה בין הדשנים השונים. גם בהשפעתם על תכונות אחרות (כגון תכולת התאית, השומן, האפר וחומרי מיצוי חסרי חנקן) לא נבדלו הדשנים זה מזה במידה ניכרת. הדישון החנקני בכללו לא השפיע השפעה ברורה על תכונות-טיב אלה.

## ט ב ל ה 3

השפעת שלושה מיני דשנים חנקניים על טיב השחת של שבולת שועל

התוספת שנתקבלה הודות לדישון ב-										
הפרש מובהק (P=0.50)		אמון חנקתי		אמוניה מימית		גפרת אמון		ביקורת ללא דישון חנקני		תכונות טיב השחת
בין מקורות	בין טיפולים	מנה כפולה	מנה יחידה	מנה כפולה	מנה יחידה	מנה כפולה	מנה יחידה	מנה כפולה	מנה יחידה	
0.62	0.87	-0.9	-0.6	-1.1	-0.7	-0.3	-0.7	7.4		תכולת החלבון (אחוזים)
3.4	4.7	8.9	6.7	11.1	4.2	9.3	4.7	27.0		יבול החלבון (ק"ג לדונאם)
—	—	1.0	-0.1	0.0	0.7	0.4	0.6	32.9		תכולת התאית (%)
—	—	-0.15	-0.10	-0.25	-0.07	-0.17	-0.45	2.90		תכולת השמן (%)
—	—	-0.10	-0.22	-0.95	-0.30	-0.48	-0.45	10.80		תכולת האפר (%)
—	—	1.30	1.18	2.22	0.05	0.63	1.03	45.90		תכולת חומרי מיצוי חסרי חנקן (%)

• פרטים על גודל המנה — ראה טבלה 1.

## 2. ס ל ק מ י ס פ ו א (ניסוי ג')

תוצאות ניסוי זה מסוכמות בטבלה 4. כל הדשנים החנקניים העלו באופן מובהק את היבול הכללי של הסלק, את יבול החומר היבש, ואת משקל האשורש. לדשנים המוצקים היה יתרון מובהק על-פני הדשנים הנוזליים. הדישון החנקני בכללו הגביר את נטיית הסלק להפרגה וגם על תכונה זו השפיעו הדשנים המוצקים יותר מאשר הדשנים הנוזליים. ראויות לציון התוצאות הטובות שהושגו באמון הכלורי.

## ט ב ל ה 4

## השפעת דשנים חנקניים שונים על יבול סלק מיספוא

התוספת שנתקבלה הודות לדישון ב-

הפרש מובהק ( $P=0.05$ )	אמוניה אל מימית	אמוניה מימית	אמון חנקתי	אמון כלורי	גפרת אמון	ביקורת ללא דישון חנקני	
1600	5100	4800	4700	8000	7200	4900	יבול הסלק (ק"ג לדונאם)
140	422	381	387	708	605	453	יבול חומר יבש "
ב.מ.	0.59	0.50	0.50	0.72	0.71	0.50	משקל סלק יחיד "
—	1.2	0.6	1.5	2.3	2.2	0.1	שיעור ההפרגה (%)

## 3. סלק סוכר (ניסויים ד', ה', ו')

ניסוי ד': מבחן ההשוואה הראשון של הדשנים החנקניים נערך בתשט"ז בבית-דגן; הם ניתנו בצורת דשן-ראש אביבי לסלק אשר דושן באופן אחיד בסתיו. תוצאות ניסוי זה, המסוכמות בטבלה 5, מראות כי הסלק לא נענה במידה ניכרת לדישון הראש האביבי. כל הדשנים החנקניים גרמו להפחתת-מה בתכולת הסוכר ולא השפיעו באופן מובהק על יבול הסוכר והעלווה.

## ט ב ל ה 5

## השפעת דשנים חנקניים שונים הניתנים כדשן-ראש אביבי על סלק-סוכר

התוספת שנתקבלה כתוצאה מדישון ראש אביבי ב-

הפרש מובהק ( $P=0.05$ )	אמוניה מימית	אמון חנקתי	אמון כלורי	גפרת אמון	ביקורת ללא דישון ראש אביבי	
ב.מ.	-27	-28	23	1	746	יבול סוכר (ק"ג לדונאם)
ב.מ.	-0.5	-0.8	-0.8	-0.9	17.8	תכולת הסוכר (%)
ב.מ.	0.01	0.07	0.03	0.07	0.80	משקל אשרוש יחיד (ק"ג)
ב.מ.	140	140	-180	103	1140	יבול עלים וקודקודים (ק"ג/ד')

ניסויים ה', ו': שני הניסויים נערכו לפי תוכנית זוהי בבית-דגן ובנוה-יער בתשי"ז ותוצאותיהם מסוכמות בטבלה 6. הדישון החנקני בכללו העלה את יבול הסוכר בשני הניסויים במידה מובהקת. בבית-דגן לא היה הבדל מהותי בין הדשנים החנקניים השונים ואילו בנוה-יער התבלטו לטובה הדשנים המוצקים לעומת הדשנים הנוזליים - גפרת האמון במידה מובהקת והאמון הכלורי במידה בלתי מובהקת.

לדישון החנקני לא היתה השפעה מובהקת על תכולת הסוכר. בנוה-יער מסתמן בכל זאת יתרון-מה לדישון החנקני. הדשנים לא נבדלו זה מזה מבחינה זו. משקל האשרוש היחיד עלה עקב הדישון החנקני במידה מובהקת בבית-דגן ובמידה בלתי מובהקת בנוה-יער. לא היה הבדל בין סוגי הדשן מבחינה זאת.

תגובת הסלק לדשנים השונים ביחס ליבול העלים והקודקודים היתה שונה בשני הניסויים: בבית-דגן בלטו האמוניה המימית והאל-מימית והאמון הכלורי וגרמו לעלייה מובהקת ביבול העלווה בעוד שבנוה-יער התקבלה תגובה מובהקת כתוצאה מדישון בגפרת אמון, אמון כלורי ואמון חנקני. כפי שצוין לעיל נערך האסיף בבית-דגן בשני מועדים, בהפרש של חודש ימים בערך בין האחד לשני. את השינויים שחלו בערכים השונים הודות לדחיית האסיף בטאנו באחוזים מן הערכים שנתקבלו במועד האסיף הראשון. נתונים אלה מובאים בטבלה 7. השתיית הסלק בשדה גרמה להפסדים גדולים ביבול האשרושים ובעיקר ביבול הסוכר. גם יבול העלים והקודקודים ירד מאוד



## ט ב ל ה 6

### השפעת דשנים חנקניים שונים על סלק-סוכר

הפרש מובהק (P=0.05)	התוספת שנתקבלה כתוצאה מדישון ב-					ביקורת ללא חנקן	האסיף*	הניסוי
	אמוניה אל-מימית	אמוניה מימית	אמון חנקתי	אמון כלורי	גפרת אמון			
	יבול סוכר (בק"ג לדונאם)							
166	423	449	501	418	507	694	1	ה'
181	359	532	544	424	576	374	2	ה'
199	255	363	319	431	610	490		ה'
	מתכונת הסוכר (באחוזים)							
ב.מ.	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	0.0	16.5	1	ה'
ב.מ.	0.4	1.5	1.3	1.0	1.1	11.7	2	ה'
ב.מ.	0.9	0.7	0.2	1.1	1.0	14.0		ה'
	משקל אשורש יחיד (בק"ג)							
0.158	0.428	0.360	0.303	0.413	0.460	0.489	1	ה'
0.184	0.365	0.412	0.336	0.378	0.342	0.632	2	ה'
ב.מ.	0.250	0.280	0.240	0.300	0.440	0.400		ה'
	יבול עלים וקודקודים (בק"ג לדונאם)							
330	698	699	122	545	129	719	1	ה'
ב.מ.	802	632	404	613	492	435	2	ה'
390	360	350	420	440	740	500		ה'

\* תאריך אסיף 1 - 14-16/6/57; תאריך אסיף 2 - 17-18/7/57.

התכולת הסוכר פחתה ב-3.5 אחוזים בממוצע לכל הטיפולים. הפסדי היבול הקשים ביותר, הן של אשורשים ועלים והן של סוכר, נרשמו בחלקות הביקורת הבלתי מדושנות בחנקן: 27.3% ו-39.5% הפסד ביבול אשורשים ויבול עלים-קודקודים ו-46.1% ביבול הסוכר. הערכים הממוצעים המקבילים לחלקות המדושנות בכללותן הם 8.3% ו-13.6% ליבול אשורשים ויבול עלים-קודקודים ו-25.6% ליבול הסוכר. הפסדי היבול כתוצאה מדישון בדשנים שונים לא היו שונים בהרבה אלו מאלו. רק ביחס להשפעה על יבול העלים והקודקודים מסתמן הבדל מסוים בין גפרת האמון וחנקת האמון מחד, לבין יתר הדשנים החנקניים, מאידך; הדשנים הראשונים לא הפחיתו כלל את יבול העלים והקודקודים.

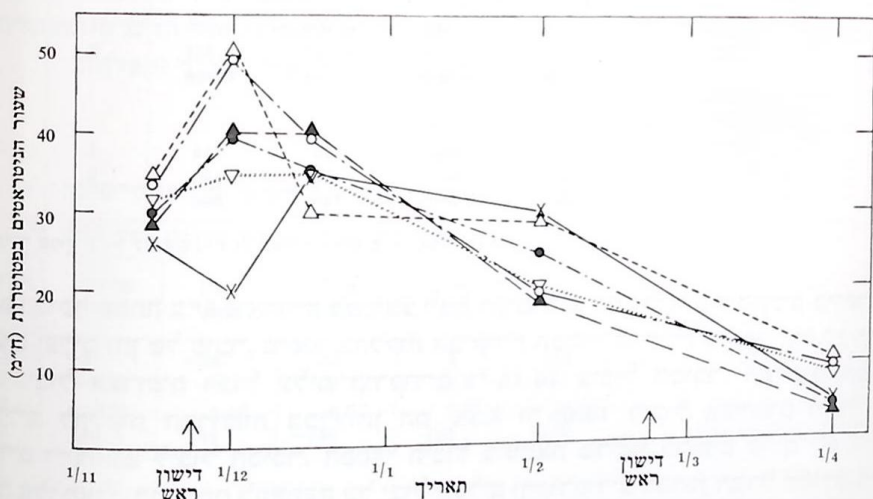
## ט ב ל ה 7

השינויים הנגרמים בסלק הסוכר עקב דחיית האסיף והשפעת הדשנים החנקניים על שינויים אלה (באחוזים מן הערכים שהתקבלו במועד האסיף הראשון)

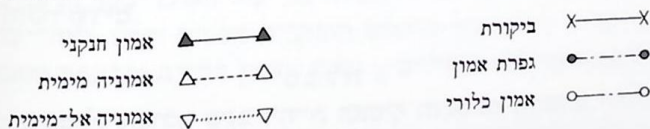
השינויים באחוזים	ביקורת ללא חנקן	גפרת אמון	אמון כלורי	אמון חנקתי	אמוניה מימית	אמוניה אל-מימית	ממוצע לדישון חנקני
יבול אשורשים	-27.3	-1.3	-11.2	-6.7	-6.8	-15.3	-8.3
יבול סוכר	-46.1	-20.9	-28.2	-23.2	-20.7	-34.8	-25.6
יבול עלים וקודקודים	-39.5	+9.3	-17.1	-0.2	-24.7	-12.7	-13.6
משקל אשורש יחיד	+29.2	+2.6	+12.0	+22.2	+22.9	+8.7	+13.7
מספר האשורשים	-42.9	-12.9	-17.7	-12.1	-22.5	-20.7	-17.2

הפסדי היבול בעקבות דחיית האסיף היו מלווים הפחתה ניכרת במספר האשורשים, כתוצאה מהרקבונות אשר השחיתו את הסלקים בתקופה שבין האסיפים. ההפסדים במספר האשורשים הגיעו בחלקות הביקורת ל-43%, בעוד שבחלקות המדושנות בחנקן לא עלו על 17.2%. היתה קורלאציה

חיובית מובהקת בין יבול האשרושים ומספרם במועד האסיף השני ( $r = + 0.69$ ) ולא מובהקת במועד האסיף הראשון, הקרוב לאופטימום הדרוש לסלק הסוכר. האשרושים המשיכו לגדול בתקופה שבין מועדי האסיף. תוספת המשקל הגדולה ביותר נתקבלה בחלקות הביקורת ולאחריהן בחלקות שדושו בחנקת אמון ואמוניה מימית. הדשנים המוצקים גרמו לתוספת משקל קטנה או אפסית כמעט. בבית-דגן, (ניסוי ה') נערך מעקב אחר הצטברות הניטראטים במוהל התא של הפטוטרת במשך תקופת הגידול. תוצאות הבדיקות שנערכו 33, 44, 62, 106, ו-167 יום אחרי הזריעה סוכמו בציון 1. תגובה מאכסימאלית לדישון חנקני נרשמה 44 יום אחרי הזריעה; היא התבטאה בתוספת של 15 עד 30 ח"מ ניטראטים (בחומר ירוק) על 20 ח"מ שבביקורת. לאמון הכלורי והאמוניה המימית היה יתרון-מה על-פני דשנים אחרים בהצטברות ניטראטים בפטוטרת העלים. מ-60 יום ואילך אחרי הזריעה נטשטשו ההבדלים בין הדשנים השונים וגם חלקות הביקורת לא נבדלו עוד מהחלקות המדושנות בחנקן.



צירוף 1: השפעת הדישון החנקני על הצטברות הניטראטים במוהל התא של פטוטרת עלי הסלק במשך הגידול



בנוה-יער (ניסוי ו') נבדקה השפעת הדשנים החנקניים השונים על שעור ההפרגה של סלק הסוכר. נמצא כי בחלקות הביקורת רק 1.3 אחוזים מכל הצמחים הפריגו בעוד שבחלקות המדושנות בחנקן נע שעור ההפרגה בין 2.8 ל-7.8 אחוזים. מבין הדשנים החנקניים השפיעו גפרת האמון והאמון החנקני יותר מכל השאר על אחוז ההפרגה (עלייה ב-6.5 ו-4.8 אחוזים).

#### 4. תירס של חין לגרגירים - (ניסוי ז')

בניסוי זה הושו שני דשנים נוזליים, אמוניה מימית ואמוניה אל-מימית, עם גפרת אמון. בגלל תקלה טכנית שאירעה בעת ביצוע הדישון היתה מנת החנקן באמוניה האל-מימית שונה מזו שבגפרת האמון ובאמוניה המימית (ראה טבלה 1). תוצאות הניסוי, המובאות בטבלה 8, מראות כי האמוניה



המימית היתה יעילה יותר מגפרת האמון וכנראה גם מהאמוניה האל-מימית, אם כי בגלל התקלה הנוכרת לעיל לא היתה אפשרות להשוותה באופן מדויק עם האמוניה האל-מימית. אשר לרמות החנקן שהושור, היה למנה של 23.6 ק"ג חנקן לדונאם יתרון מובהק לעומת המנה הקטנה ממנה והיא לא נפלה במידה מובהקת מהמנות הגבוהות יותר.

## ט ב ל ה 8

השפעת דשנים חנקניים ברמות שונות על יבול הגרגרים של תירס (ק"ג/דונאם)

יבול גרגרים ללא דישון חנקני	השפעת הדישון החנקני מהמקורות דלקמן:			הפרש מובהק ( $P=0.05$ )	
	גפרת אמון	אמוניה מימית	אמוניה אל-מימית	בין ביקורת לדשנים	דשנים ביניהם
607	תוספת ממוצעת של יבול-גרגרים לכל מנות החנקן			59	48
	160	188	226		
	תוספת יבול לכל ק"ג חנקן			—	—
	7.6	8.9	7.7		
תוספת גרגרים ממוצעת לכל מקורות החנקן במנות כדלקמן:					
16.8 ק"ג/ד'		23.6 ק"ג/ד'	25.2 ק"ג/ד'	35.0 ק"ג/ד'	
139	207	208	245		

## 5. סורגום-בעל (ניסוי ח')

בניסוי זה חלה היענות מסוימת לדישון חנקני, בניגוד להעדר תגובה לדישון כזה האופייני בדרך-כלל בגידולי קייץ. ייתכן כי סיבת ההיענות נעוצה בצורת ההצנעה לעומק שתוארה בפרק השיטות. התוצאות המובאות בטבלה 9 מראות כי במקרה של דישון בגפרת אמון, תוספת היבול הינה בעיקר תוצאה של הגדלת מספר המכבדים; מאידך הסיבה להעלאת היבול בהשפעת האמוניה האל-מימית היא הגדלת משקל המכבד. בדישון באמוניה מימית פועלים שני הגורמים הללו גם יחד.

## ט ב ל ה 9

השפעת דשנים חנקניים ברמות שונות על היבול של סורגום-בעל

יבול גרגרים ללא דישון חנקני	תוספת ממוצעת (ק"ג/ד') לשתי מנות חנקן כתוצאה מדישון ב-			הפרש מובהק ( $P=0.05$ )
	גפרת אמון	אמוניה מימית	אמוניה אל-מימית	
יבול גרגרים (ק"ג/ד') מספר מכבדים ל-מ <sup>2</sup> משקל מכבד (גראמים)	217	12	15	23.3
	11.8	1.0	—0.4	—
	18.4	0.2	2.1	—
	תוספת ממוצעת ל-3 צורות דשן חנקני שניתנו במנות הבאות:			
יבול גרגרים (ק"ג/ד') מספר מכבדים ל-מ <sup>2</sup> משקל מכבד (גר')	7 ק"ג חנקן לדונאם		10 ק"ג חנקן לדונאם	
	15		22	19.1
	0.1		0.7	—
	1.3		0.2	—

השפעת הדשנים השונים על יכול החיטה סוכמה בטבלה 10. בשלושת הניסויים גרם הדישן החנקני בכללו לעלייה ביבול החיטה. עלייה זו היתה מובהקת בבית-דגן ועין-דור ובלתי מובהקת בנוה-יער. מנת החנקן הגדולה היתה בכל הניסויים עדיפה על המנה הקטנה. כשהחיטה דושה ב-2.5 ק"ג N לדונאם לא היה הבדל מהותי ביבול החלקות, בהשפעת הדשנים השונים ואילו כאשר ניתנה מנה כפולה של דשן בעין-דור נסתמנה עדיפות מסויימת לאמוניה המימית והאל-מימית על יתר הדשנים.

ט ב ל ה 10

השפעת דשנים חנקניים שונים בשתי רמות חנקן על יבול הגרגרים של חיטה (בק"ג/דונאם)

הפרש מובהק (P=0.05)	תוספת יבול שנתקבלה כתוצאה מדישון חנקני ב-						יבול גרגרים ללא דשן חנקני	הניסוי	
	אמוניה אל-מימית		אמוניה מימית		אמון חנקני				גפרת אמון
	2.5 ק"ג חנקן/ד'	5 ק"ג חנקן/ד'	2.5 ק"ג חנקן/ד'	5 ק"ג חנקן/ד'	2.5 ק"ג חנקן/ד'	5 ק"ג חנקן/ד'			
28	59	79	39	81	24	72	52	153	ט'
56	37	53	55	25	47	60	7	213	י'
33	25	88	52	82	52	50	61	258	י"א
	40	73	49	63	41	61	40	208	ממוצע

בבית-דגן נערכו בדיקות לקביעת השפעת מקורות החנקן השונים על תכולת החלבון ויבול החלבון. נקבע גם יבול הקש והיחס בין גרגרים לקש. נתונים אלה מובאים בטבלה 11. נראה כי כל הדשנים החנקניים, ללא הבדל מהותי ביניהם, העלו את יבול החלבון במידה מובהקת, מבלי להשפיע השפעה ניכרת על תכולת החלבון. יבול הקש עלה במידה מובהקת עקב הדישון ב-5 ק"ג N לדונאם. מחצית כמות זו לא העלתה את יבול הקש באופן מובהק. לא היה הבדל בין מקורות החנקן מבחינה זו. היחס בין הגרגרים לקש גדל במידת-מה בהשפעת הדישון החנקני, ללא הבדל בין מקורותיו.

ט ב ל ה 11

השפעת דשנים חנקניים שונים בשתי רמות על כמה מתכונות החיטה בניסוי ט' (בית-דגן)

הפרש מובהק (P=0.05)	תוספת שנתקבלה כתוצאה מדישון חנקני ב-						ללא דשן חנקני	תכולת חלבון בגרגרים (%)		
	אמוניה אל-מימית		אמוניה מימית		אמון חנקני				גפרת אמון	
	2.5 ק"ג חנקן/ד'	5 ק"ג חנקן/ד'	2.5 ק"ג חנקן/ד'	5 ק"ג חנקן/ד'	2.5 ק"ג חנקן/ד'	5 ק"ג חנקן/ד'			2.5 ק"ג חנקן/ד'	5 ק"ג חנקן/ד'
ב.מ.	0.6	-0.4	0.2	0.1	-0.4	0.2	0.2	0.0	14.3	יבול החלבון (ק"ג/ד') יבול הקש (ק"ג/ד') יחס גרגרים/קש (%)
4.0	12.7	7.6	11.1	5.7	9.8	3.8	10.1	7.4	21.9	
6.0	97	57	95	27	90	10	80	33	295	
ב.מ.	7.3	8.3	8.1	7.7	6.5	6.1	7.0	10.6	51.9	

ד י י

א. השוואת מקורות החנקן

מטרתו העיקרית של מחקרנו היתה להשוות את יעילותם של כמה סוגי דשן חנקני העשויים לשמש את החקלאי הישראלי ואשר יש לקבוע מדיניות-ייצור. יעילותו של דשן נבחנת בראש



יבראשונה על-פי השפעתו על חלקי הצמח המהווים את היבול, אבל קיימת גם בעיית תוצרת הלוואי, הרכב, טיב, בכירות, הפרגה וכו' אשר גם אותם צריך לבחון בעת הסקת מסקנות על תרונותיהם או חסרונותיהם של דשנים חנקניים שונים. בחינות אלה נכללו במחקרנו ואילו האספקט הכלכלי והטכני לא נכלל בו.

מכיון שהבחינה נעשתה בששה גידולים, בשלושה מקומות ובמשך שנתיים, אין לצפות למסקנות בעלות תוקף כללי לגבי כל הגידולים ובכל התנאים. זאת ועוד – במרבית המקרים היו הדשנים החנקניים דומים ביעילותם. כך, למשל, לא נמצא הבדל מהותי בהשפעתם על יכול החומר הירוק והיבש של שבולת שועל לירק כשמתן החנקן היא 2.5–3 ק"ג לדונאם; כן לא נמצא הבדל בהשפעתם על תכולת החלבון, יכול החלבון ושאר המרכיבים הקובעים את טיב השחת. הדשנים החנקניים לא נבדלו זה מזה גם בהשפעתם על סלק-הסוכר כשניתנו כדשן ראש אביבי וכן כשניתנו בצורה המקובלת של דשן-יסוד ודשן ראש סתוי, בבית-דגן. גם על הצטברות הניטראטים בפטוטרות עלי הסלק אין מקורות החנקן משפיעים באופן שונה אחד ממישנהו, אפילו ב-60 ימי הגידול הראשונים, ולא כל שכן בתקופת הגידול המאוחרת יותר, כאשר גם ההבדלים בינם לבין הביקורת מטשטשים.

הדשנים החנקניים דמו זה לזה בהשפעתם על יכול גרגרי הסורגום (בבעל) ועל יכול החיטה בשניים מתוך שלושה מקומות הניסוי בהם הושו. הם לא נבדלו גם בהשפעתם על תכולת החלבון ויכול החלבון שבגרגירים, על יכול הקש ועל היחס בין הגרגירים לקש. בספרות המקצועית מוצאים סימוכין לדיעה שאין הבדל מעשי ומהותי בין דשנים ממקורות שונים, מוצקים או נוזליים, אמוניאקליים או חנקתיים. למסקנה זו הגיעו קראפורד וחבריו (6) בניסוייהם בשבולת שועל, נובקובסקי (14) בניסוייו בזון האיטלקי כצמח מיספוא, לומיס וחבריו (11) בעבודתם על סלק סוכר, וגיימסון (8) בעבודתו בחיטה. העבודות שצוטטו ורבות אחרות משקיפות על בעיית השוני או השיוויון בין מקורות החנקן וצורתו בעיקר מנקודת מבט של התועלת החקלאית הישירה מהגידול ולא דווקא מבחינת השפעת דשנים אלה על תכונות הקרקע והמאזן החנקני שלה. מחקרים רבים הוקדשו גם לצד זה של הבעייה ובעקבותיהם (5) אפשר להניח, שהמקרים בהם היו הבדלים מובהקים או כמעט מובהקים בניסויים בין מקורות החנקן נבעו מהבדלים בהשפעת תרכובות אלה על ריאקצית הקרקע וחדירותה למים, על שיעור וקצב הניטריפיקציה, או על הפסדי החנקן עקב שטיפה, התנדפות האמוניה או דניטריפיקציה. ואולם מאידך מיעוט ההבדלים המובהקים בין הדשנים השונים בניסויים, אינו יכול לשמש ראיה מספקת להנחות אלו ודרוש מחקר נוסף להבהרתן.

ב. השפעת הדישון החנקני בכלל  
אם נסקור את תוצאות הדישון החנקני, מבלי לשים לב להבדלים בין מקורות החנקן השונים, נמצא כי הוא העלה את היבולים של החומר הירוק והיבש (שבולת שועל, סלק מיספוא וסוכר, תירס, סורגום וחיטה), את יכול הסוכר, את יכול החלבון (שבולת שועל וחיטה) ואת יכול הקש. בסלק-סוכר ומיספוא הגביר הדישון החנקני את שיעור ההפרגה. הדישון החנקני לא העלה את תכולת החלבון בגרגרי החיטה ואפילו הפחית במקצת את תכולת החלבון בשחת ש"ש. התופעה האחרונה עומדת בניגוד למימצאים של חוקרים שונים כגון גרונס וקרניץ (7) או נובקובסקי (14) אשר לפיהם מעלה הדישון החנקני את תכולת החלבון בירק ובגרגירים של שבולת-שועל או זון. גם לגבי השפעת הדישון החנקני על תכולת הסוכר בסלק-סוכר קיים ניגוד מסוים בין תוצאותינו לבין תוצאותיהם של חוקרים בחו"ל כגון לומיס ואולרייך (11) אשר הגיעו למסקנה שהדישון החנקני מפחית את תכולת הסוכר. בניסוינו פחתה תכולת הסוכר (במידה בלתי מובהקת) רק במקרה של דישון ראש אביבי, אבל כשהדשן ניתן בסתיו לא פחתה

תכולת הסוכר, או אפילו עלתה במידת-מה (בנוה יצר, ניסוי ו'). הורוביץ (2) הגיע לתוצאה דומה לשלנו בנוה-יער בשלושה ניסויי-דישון קודמים בשנים 1954, 1955, ו-1956. להבהרת תופעה זו דרוש מחקר נוסף.

בבית-דגן נודעה לדישון החנקני על צורותיו השונות השפעה מענינת על סלק-הסוכר, עקב השהייתו בשדה לחודש נוסף. יבולי האסיף המאוחר פחתו במידה רבה עקב ההפחתה המובהקת במספר האשרושים; דבר זה נבע ממחלת קישיון הרופלס שפקדה את האשרושים בתקופת השהייתם בשדה. הדישון החנקני הקטין באופן ברור את ההפסדים ביבול (במספר האשרושים) לעומת הביקורת, כנראה עקב השפעתו החיובית על רקבונות השורש; דבר זה עולה בקנה אחד עם מסקנותיהם של לייטש ודייווי (9). לחובר והרשנזון (3) הוכיחו אף הם שתמיסת אמוניאק מדבירה את קישיון הרופלס. בניסוינו פעל הדישון החנקני בכללו נגד הרקבונות ולאמוניה המימית לא נודע יתרון מיוחד בשטח זה, אולי עקב הצנעתה חודשים אחדים לפני הופעת המחלה.

### ג. השפעת שעור החנקן

בעייה זו אמנם לא נחקרה באופן מעמיק, אך עם זאת יצויין שלמנות הגדולות נודעה עפ"י השפעה חיובית על היבולים. לעתים נמצא כי ההבדלים בין הדשנים השונים לא התבלטו אלא לאחר דישון במנת החנקן הגדולה. נובקובסקי (14) מציין תופעה דומה בניסויי הדישון שלו בון האיטלקי.

## סיכום

1. הושו חמישה מיני דשנים חנקניים בגידולי מיספוא, סוכר וגרגירים בשלושה מקומות ניסוי. שניים מהדשנים היו מוצקים-גבישיים (גפרת אמון ואמון כלורי), שלושה היו נוזליים (אמון חנקת, אמוניה מימית ואמוניה אל-מימית). האמוניה האל-מימית היתה אמנם נוזלית תחת לחץ במיכל, אך הפכה לנו בשעת ההחדרה לקרקע. השפעת הדשנים הנ"ל נבחנה בכמה מהתכונות החשובות מבחינה חקלאית של שבולת שועל לירק, סלק מיספוא, סלק סוכר, תירס, סורגום וחיטה.
2. הדשנים הנוזליים והאמון הכלורי, אינם נבדלים בהשפעתם במידה מובהקת מגפרת האמון שהוא הדשן החנקני המקובל. יתרונותיו של דשן מסויים בגידול כלשהו ובמקום פלוני היו קטנים ועל-פי רוב בלתי וודאיים.
3. האמון הכלורי, שנבחן בסלק סוכר ומיספוא בלבד, היה עדיף במקצת על גפרת האמון בהשפעתו על יבול חומר יבש בסלק מיספוא ועל יבול עלווה וקודקודים בסלק סוכר. השפעתו על יבול האשרושים והסוכר היתה פחותה מזו של גפרת האמון והשתוותה להשפעתם של שאר סוגי הדשן.
4. שלושת סוגי הדשן הנוזלי לא נבדלו זה מזה במידה מובהקת בהשפעתם על הגידולים השונים.
5. לא נמצאו הבדלים מהותיים בהשפעתם של סוגי הדשן החנקני על טיב התוצרת, כלומר על תכולת חומר יבש, סוכר, או חלבון.
6. תגובת הגידולים, ובעיקר היבולים, למנות חנקן גדולות היתה חיובית בדרך-כלל.
7. נוכח ההבדלים הקטנים ביעילותם של הדשנים השונים, נראה כי שיקולים כלכליים וטכניים יצטרכו להכריע בראש ובראשונה איזה מהם עדיף בשימוש החקלאי.



## הבעת תודה

תודת המחברים נתונה בזה למר א. הרצוק שביצע את בדיקות תכולת הניטראטים בפטוטרת עלי סלק-הסוכר, למהנדס ש. ריבנר ("דשנים"), למר א. דייגי (נוה-יער), ד. סלמון ו-י. זמיר (עין-דור) ומר י. כהן (בית-דגן) על עזרתם הפעילה בביצוע ניסויי-השדה.

## פפרות

1. ארנון, י., ברסקי, א., ברקוביץ, י., דור, צ., הורוביץ, מ., מנקס, י., לחובר, ד., (1958) ניסויים בצורות שונות של דשן חנקני. התחנה לחקר החקלאות, סקירה מוקדמת 222.
2. הורוביץ, מ. (1957) ניסויי דישון בסלק-סוכר. התחנה לחקר החקלאות, סקירה מוקדמת 172.
3. לחובר, ד., אביזר-הרשנון, זהרה (1960) הדישון בתמיסת אמוניאק כאמצעי להדברת קישיונות הפטריה רולפסי *Sclerotium Rolfsii* (Sacc.) "כתבים" י' (ב): 65-76.
4. הלישכה המרכזית לסטאטיסטיקה (1960) שנתון סטאטיסטי לישראל, תשי"ט. מס' 10.
5. Burris, R. H. (1959) Nitrogen nutrition. *Annu. Rev. Pl. Physiol.* **10** : 301-328.
6. Crawford, R. F., Kennedy, W. K. and Johnson, W. C. (1961) Some factors that affect nitrate accumulation in forages. *Agron. J.* **53** : 158-162.
7. Grunes, D. L. and Krantz, B. A. (1958) Nitrogen fertilization increases N, P and K concentrations in oats. *Agron. J.* **50** : 729-732.
8. Jameson, H. R. (1959) Liquid nitrogenous fertilizers. *J. agric. Sci.* **53** : 333-338.
9. Leach, L. D. and Davey, A. E. (1942) Reducing southern Sclerotium rot of sugar beets with nitrogenous fertilizers. *J. agric. Res.* **64** : 1-18.
10. Loomis, R. S., Brickey, J. H., Broadbent, F. E. and Worker, G. F. Jr. (1960) Comparisons of nitrogen source materials for midseason fertilization of sugar beets. *Agron. J.* **52**(2) : 97-101.
11. Loomis, R. S. and Ulrich, A. (1959) Response of sugar beets to nitrogen depletion in relation to root size. *Proc. Amer. Soc. Sug. Beet Tech.* **10** : 499-512.
12. Miller, E. C. (1938) *Plant Physiology*. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.
13. Nicholas, D. J. D. (1953) *Chemical Tissue Tests for Determining the Mineral Status of Plants in the Field*. The Tintometer Ltd., Salisbury.
14. Nowakowski, T. Z. (1961) The effect of different nitrogenous fertilizers, applied as solids or solutions, on the yield and nitrate N content of established grass and newly sown ryegrass. *J. agric. Sci.* **56** : 287-292.