

# מאזן המינרלים בעצי הקליף הסירוגי וילקינג

א. גולומב<sup>1</sup>, א. גולדשמידט<sup>2</sup>

## מבוא

חשיבותו ההקלאית של זן המנדרינות "וילקינג" נמצאת בשנים האחרונות בירידה תלולה אולם הוא עשוי לשמש מודל נוח לחקר מנגנון פוריותם של עצים, בהיותו בעל תכונות סירוגיות מוחלטות בניה. עץ בשנת השפע נושא יכול מופרז של אלפי פירות, עד כדי דלדול ותמותה ובשנת השפל שלאחריה איננו פורח כלל. מחזוריות השפע והשפל אינדיבידואלית, באותה חלקה ניתן למצוא ברזומנית עצים בשלב השפע או בשלב השפל של מחזור הפוריות הדורשנית.

שלא כבצמחים חד-שנתיים סביר להניח כי דלדול או צבירה של חומרים חיוניים באברי העץ מושפעים ומשפיעים על פוריותו הרב-שנתית. לימוד המאזן של מאגרים חיוניים בעץ עשוי לסייע להבנת תהליכים, שתוצאותיהם קובעות את מחזורי הצימוח והפוריות.

החלק הראשון של עבודתנו עסק במאזן הפחמימות (2). במאמר הנוכחי אנו מדווחים על מאזן חומרי ההזנה המינרליים העיקריים בעץ השלם ובאבריו השונים, על רקע מחזור הפוריות הסירוגי.

## חומרים ושיטות

שני עצי וילקינג בני 15 שנה, על כנת חושש, דומים בגודלם, האחד בשנת שפע והשני בשנת שפל נעקרו על שורשיהם ב-11.2.78 (2). העצים נותחו ל-11 אברים שונים, לפי הרישום בטבלה מס' 1. מכל סוג של אברי העץ הוכנו 5 דוגמאות שיובשו לקביעת אחוז החומר היבש. הדוגמאות היבשות נטחנו והוכנו לבדיקות הכימיות של הפחמימות והמינרלים.

הבדיקות המינרליות הוכנו ונבדקו במקביל בשתי השיטות הסטנדרטיות המקובלות בישראל

1 המח' להדרים, מרכז וולקני.

2 המח' לבוסתנות, הפקולטה לחקלאות.

לבדיקות הדרים לצורך הנחיות דישון (4): איכול בחומצה גפרתית עם מי-חמצן קטליזטור לקביעת כלל המינרלים הנוכחים, ומיצוי מימי לקביעת חלקם המסיסים במים. נבדקו היסודות: חנקן, זרחן, אשלגן, סידן, מגנזיום ונתרן.

על מדגמים מקבילים הופעלה סדרה של ממיסים לצורך בדיקה מפורטת של תרכובות הסידן לפי מיקטעי מסיסות המייצגים סידן מסיס במים, סידן חליף כנגד נתרן, סידן קשור המסיס בחומצת חומץ וסידן-אוקסלטי המסיס בחומצת-מלח.

מנובמבר 1977 עד פברואר 1979 נערכו בדיקות עלים תקופתיות בעצי שפע ושפל, למעקב אחר קצב השינויים העונתיים הטבעיים בהרכב המינרלי.

בקיץ 1978 נבחרו באותה חלקה 8 עצי שפע ו-4 עצי שפל. מ-4 מעצי השפע הוסר לחלוטין כל הפרי ב-22 ביולי 1978, והארבעה האחרים נותרו כבקיורת. עלים וענפונים נדגמו מכל 12 העצים ב-12 בפברואר 1979, לבדיקות פחמימות ומינרלים. הלבולב האביבי נסקר ב-11 במרס 1979, לקביעת מספר וסוג הפקעים המלבבלים על 12 ענפונים מכל עץ. בדרך זו ניתן היה לקבל תמונה משלימה אודות השפעת נוכחות או העדר פרי לאורך כל או חלק מתקופת המחזור הטבעי על מאגרי הפחמימות, המינרלים והיחס צימוח / פריחה.

## תוצאות

א. ריכוז המינרלים באברי העץ השונים

בחודש פברואר נמצאו ריכוזי החנקן, הזרחן, האשלגן והנתרן נמוכים באופן מובהק בעלים של עצים בשנת שפע לעומת עליהם של עצים בשנת שפל. ההיפך מכך נמצא ביחס לריכוזי סידן ומגנזיום (טבלה מס' 1). הצטברות מגנזיום בעלי עץ שפע לא נמצאה בבדיקות שנערכו בשנה שלאחר מכן (טבלה מס' 2).

בענפונים הדקים, שקוטרם קטן מ-10 מ"מ, נמצא



מצב דומה לזה שבעלים, אך ככל שהענפים עבים יותר כך הרכבם המינרלי יציב יותר וההבדלים בין עצי שפע ועצי שפל הולכים ומיטשטשים.

ריכוזם של המינרלים גדול בעיקר ברקמות פעילות מבחינת הצימוח. הריכוז גבוה ביותר בעלים, הולך ופוחת באברים המעוצים ככל שהם עבים וזקנים יותר וחוזר ועולה ברקמות השורש, ככל שהשורשים דקים וצעירים יותר. ריכוז המינרלים בשורשונים שקוטרם קטן מ-5 מ"מ, דהיינו השורשונים הפעילים ביותר, מתקרב לריכוזם בעלים, אם כי לא דוקא ביחסים זהים בין עצי שפע ועצי שפל.

בעוד שמחסור בזרחן והצטברות סידן מאפיינים גם עלים וגם שורשונים של עצי שפע לעומת שפל, מיטשטשים בשורשונים ההבדלים בין ריכוזי החנקן, האשלגן והמגנזיום ואילו ריכוזי הנתרן גבוה במובהק בשורשונים שפע, בדיוק ההיפך מהמצוי בעלים.

ריכוז המינרלים בפירות השלמים גבוה למדי, אך יוצא מכלל זה הסידן, אשר ריכוזו בפירות הוא הנמוך ביותר ביחס לכל אברי העץ האחרים. בדרך כלל נשמר באברים השונים יחס כמותי דומה ואופייני לכל יסוד בין ריכוזו הכללי לבין חלקו המצוי בצורה מסיסה במים. יוצאים מכלל זה הסידן והחנקן.

בעלים מצויים כ-30%-50% מן הסידן במצב מסיס במים, אך בפירות רק כ-10% וברקמות המעוצות כ-3%-5% בלבד.

ריכוז החנקן המסיס (כניטראט) נמצא גבוה יותר דוקא בכל רקמות עץ השפע, גם כשאלה היו נחותות במובהק בריכוז החנקן הכללי. ממצא זה גורע מאמינותו הדיאגנוסטית של ריכוז החנקן הניטריטי כמדד בלעדי לזמינות החנקן בעץ-ההדר (5).

ב. מאזן המינרלים באברים השונים ובעץ השלם  
ממאזן כמותי מסתבר כי ליכול הפירות אשר נושא העץ בשנת השפע אכן נדרשות כמויות ניכרות של מינרלים, העשויות להסביר את דלדול המאגרים בעץ גופו (טבלה מס' 3).

א של גן - יסוד זה מצוי בפירות בכמות זהה או אף גדולה מכלל כמות האשלגן בשאר אבריו של עץ בשנת השפע.

מרבית האשלגן מצויה במצב מסיס במים וסביר

ריכוז המינרלים באברים השונים של עצי שפע ועצי שפל, עצי שפע ועצי שפל פירורים חוסר ב-22.7.78. כל נתון ממוצע של 4 חזרות (עצים). חנקן ניטריטי, חלקי מיליון ממשקל יבש. כל שאר הנתונים = % ממשקל יבש. כל נתון ממוצע מועד הבדיקה: 12.2.79.

ע ל י ם	נתרן	מגנזיום	סידן	אשלגן	זרחן	חנקן	ע ל י ם
	מס'ס	מס'ס	מס'ס	מס'ס	מס'ס	מס'ס כניטראט ח"מ	ע ל י ם
שפל	0.07	0.10	0.210	0.294	0.72	22.6	שפל
שפע	0.12	0.15	0.260	0.288	2.91	36.7	שפע
שפע, חסרת כל הפרי ביולי	0.08	0.09	0.160	0.232	0.85	30.6	שפע, חסרת כל הפרי ביולי
שפל	0.02	0.05	0.105	0.175	0.35	33.8	שפל
שפע	0.10	0.16	0.110	0.213	0.53	53.9	שפע
שפע, חסרת כל הפרי ביולי	0.02	0.05	0.070	0.157	0.31	19.8	שפע, חסרת כל הפרי ביולי



נחר		מגניון		סידן		אשלגן		זרחן		חנקן		משקל האברים ל"ג ח"י לעץ		האברים הנבדקים ומקורם	
מס'ם	כללי	מס'ם	כללי	מס'ם	כללי	מס'ם	כללי	מס'ם	כללי	מס'ם כניטרט מ"ג	כללי	מס'ם	כללי	שפל	עלים
34.9	34.9	21.2	30.7	106	329	73.0	70.9	4.9	11.6	265	212	10.58	7.72	שפע	שפל
20.1	17.8	26.2	32.8	199	383	11.6	11.6	2.4	6.2	432	117				
2.6	3.9	6.5	10.2	23	221	26.0	27.3	1.4	4.5	110	60	6.49	6.78	שפל	ענפונים
9.5	10.2	4.7	9.8	16	251	10.2	10.9	1.4	2.7	244	45			שפע	שפל
7.3	8.6	14.1	32.7	68	1964	142.3	141.2	8.9	22.1	351	363	90.44	95.62	שפל	שלד העץ
12.3	11.3	10.4	32.1	53	1930	101.2	181.5	9.7	24.1	1010	336			שפע	שפל
10.1	15.1	5.1	14.2	22	398	54.8	60.5	5.7	14.7	367	165	35.47	19.64	שפל	שורשים
10.3	15.0	1.8	5.9	9	211	21.8	27.5	3.2	5.9	242	77			שפע	עיקרניים
0.3	0.6	1.2	3.9	3	34	4.6	5.3	0.3	1.3	60	11	1.06	0.60	שפל	שורשונים
1.0	1.5	0.6	2.4	2	25	2.6	3.3	0.1	0.5	90	7			שפע	שפל
55.2	63.1	48.1	91.7	222	2946	300.7	305.2	21.2	54.2	1153	811	144.04	130.36	שפל	בעץ השלם
53.2	45.8	43.7	83.0	279	2800	147.4	234.8	16.8	39.4	2018	582			שפע	שפל
7.7	7.7	18.1	27.1	18	175	276.1	255.4	12.9	31.0	1032	276	25.80	156.16	שפע	פירות
60.9	53.5	61.8	110.1	297	2975	423.5	590.2	29.7	70.4	3050	858			שפע	בעץ + פירות שפע

החנקן המס'ם במיליגרמים, כל שאר החנקנים - בגרמים.

מועד הבדיקה: 11.2.78. כל נתון הוא ממוצע של 5 חזרות של אברי עץ יחיד.

להנחיה שהוא נייד וזמין. אולם, המאגר המירבי בעץ בשנת השפל אינו מכיל יותר מכרבע מן הכמות הדרושה ליצור הפרי. פרט לקליטה מן הקרקע מנצל הפרי אשלגן מן העלים, הענפונים והשורשים. שלד העץ אינו מתדלדל ביסוד זה גם בשנת שפע.

**ז ר ח נ** - גם כמות הזרחן בפירות גדולה יחסית ושווה כמעט לזו שבכל שאר אברי העץ. אברי עץ שפל מכילים כמות זרחן עודפת על זו שבעץ שפע, העשויה לספק כדי 50% מכלל הזרחן הדרוש ליצור פירות. כ-40% מכלל הזרחן מצויים באברים השונים בצורה מסיסה במים.

**ח נ ק נ** - כמות החנקן בפירות היא כמחצית מכמותו בשאר אבריו של עץ שפע. מבחינת המאזן הכמותי מגיע ההפרש בין כמות החנקן המצויה בעץ שפל לעומת עץ שפע לכדי 80% ויותר מכמות החנקן בפרי.

החנקן הניטרטי, הצורה המסיסה והניידת של יסוד חיוני זה, מצוי בכמויות זעירות - גרמים ספורים לעץ שלם, פחות מחצי אחוז מן החנקן הכללי.

דווקא בעץ שפע, הדל בחנקן כללי, נמצאה כמות ניטרטים כפולה מבעץ שפל. גם הפירות נמצאו עשירים יחסית בניטרט, בכמות הדומה לזו שבכל שאר אבריו של עץ שפל (וכמחצית מן הכמות שבאבריו הוגסטיביים של עץ שפע). תופעה זו היא כנראה בעלת משמעות מטבולית חשובה, לנוכח העובדה כי כמות החנקן הכללי שבפירות רק כשליש מזו שבעץ שפל.

**מ ג נ י ו נ** - כמות המגנזיום בפרי היא כשליש מזו המצויה בחלקיו הוגסטיביים של עץ שפע. בשורשיו של העץ בשפל מצאנו כמות מגנזיום עודפת על עץ שפע בשיעור השווה לשליש מכמות המגנזיום המצויה בפרי. אולם, עיקר ההפרש הכמותי היה תולדה של השוני במשקל השורשים בעצים שבדקנו.

בעלים, בענפונים ובשלד העל-קרקעי של עצי שפע ושפל נמצאה כמות מגנזיום דומה מאד. למעלה ממחצית כמות המגנזיום באברים השונים מסיסה במים.

**נ ת ר נ** - כמות הנתרן בפירות קטנה, כ-17% מכלל הכמות המצויה בשאר כל אברי עץ שפע. כמות הנתרן בעץ שפל גדולה בכ-40% מזו שבאבריו הוגסטיביים של עץ שפע וההפרש כפול מן הכמות המצויה בפרי.

כמעט כל הנתרן מצוי בצורה מסיסה במים. תכולת הנתרן בעלי שפל כפולה מזו שבעלי שפע, בשאר אברי העץ המצב הפוך.

**ס י ד נ** - באברים הוגסטיביים הסיידן הוא מרכיב דומיננטי מבחינה כמותית ואילו הפירות דלים בו במיוחד ומכילים כ-6% בלבד מן הכמות שבשאר אברי העץ. רק כעשירית מכמות סידן קטנה זו היא בצורה מסיסה במים.

למרות שמצאנו ריכוז סידן גבוה במובהק בעלים, בענפונים ובשורשונים של עצי שפע, אין הדבר מתבטא בכמות הסיידן לעץ, בגלל השוני במשקל היבש של כלל העלוה וכלל מערכת השורשים. הסיידן הוא המינרל המצוי בכמות הגדולה ביותר,

**טבלה מס' 4:** מעקב אחר השתנות ריכוזי המינרלים בעלים של קבוצות עצים ('א', 'ב') הנמצאות במצב מנוגד המחלק מרי שנה במחזוריות שפל-שפע.  
מודגש בקו - עץ נושא יכול שפע.  
מודגש בקו ובחור סוגריים - עץ שנשא יכול שפע וכל פיריו הורחב ב-22.7.78.  
כל נתון הוא ממוצע של 3 או 4 חזרות. הקטיף כוצע מרי שנה בחורש מרץ.

מועד הבדיקה	ריכוז המינרלים ב-1% מחומר יבש					
	סידן		אשלגן		זרחן	
	(א)	(ב)	(א)	(ב)	(א)	(ב)
(1) נובמבר 1977 (2) פברואר 1978	2.80	<u>5.20</u>	1.13	<u>0.25</u>	0.16	<u>0.09</u>
	3.15	<u>5.00</u>	0.65	<u>0.15</u>	0.11	<u>0.08</u>
(2) יוני 1978 (3) פברואר 1979	<u>5.40</u>	5.10	<u>0.45</u>	0.41	<u>0.09</u>	0.08
	<u>6.68</u>	3.94	<u>0.21</u>	0.88	<u>0.06</u>	0.15
	(2.88)		(0.83)		(0.15)	(2.14)

- (1) עלים שלבלבו באביב 1977.  
(2) עלים שלבלבו בקיץ 1977.  
(3) עלים שלבלבו בקיץ 1978.

כ-3 ק"ג לעץ, על רקע זה הכמות הקטנה הכלולה בפרי היא חסרת משמעות במאזן הכמותי שפע-שפל.

בבדיקות סידן לפי מקטעי מסיסות (טבלאות 6,5) נמצא כי התרכובת אוקסלט-הסידן היא הקובעת את עיקר ההפרשים בין האברים עתירי הסידן א הדלים בו וחלקה מכלל הסידן נע בין 40% ל-80%.

ג. השפעה ישירה של נוכחות הפרי על הרכבם המינרלי של העלים והענפונים

משך 15 חודשים נערך מעקב עונתי אחר השינויים בהרכב המינרלי של העלים וממנו הסתבר כי להעדר או לנוכחות פרי על העץ השפעה מכרעת. השפעה זו חזקה הרבה יותר מאשר עצם גיל העלים או השתייכותם למועד לבלוב מסוים (טבלה מס' 4). כאשר חונט העץ את פריו ונכנס לשנת השפע מסוגלים גם עלים בוגרים למדי לשנות במהירות יחסית את הרכבם המינרלי, מהרכב האופייני לעלי שפל לזה האופייני לעלי שפע. הדבר מתאפיין בעיקר ע"י דלדול החנקן, הזרחן והאשלגן והצטברות הסידן. ראשית המהפך בין המצב התזונתי השפיר בשפל לתנאי המחסור בשפע נראתה מיד לאחר גמר נשירת יוני. עד חודש נובמבר התרחשו כבר מרבית השינויים, אשר נמשכו בקצב מואט במקצת עד פברואר, כל זאת פחות או יותר במקביל לקצב הגידול בנפח של פירות ההדר (3).

מעבודתנו עולה גם כי ע"י הרחקה מוחלטת של כל הפירות הצעירים בחודש יולי אפשר לעצור את דלדול העלים והענפונים מן היסודות המינרליים וגם להגיע לחידוש ניכר של מאגרי הפחמימות (טבלאות 2, 4, 6) (8).

## דיון

אין ספק כי מבחינת ההרכב המינרלי עץ וילקינג בשנת שפע הוא במצב "מורעב" לשלושת יסודות ההזנה העיקריים. למעשה היו בשנים קודמות מקרים רבים של התמוטטות ומוות של עצים בסוף שנת שפע, עד אשר אומץ בחלקת הניסוי נוהג של דילול פירות ידני וריסוס הזנה עלוותי באשלגן-חנקתי כטיפול שיגרתיים. מאז לא אבדו אמנם עצים נוספים, אך מן האנליזות שבעבודה זו

טבלה מס' 5: סידן באברים שונים של עץ שפע ועץ שפל לפי מקטעי מסיסות שונים.

פירות	שורשונים	עיקריים	שורשים	שלד העץ	ענפונים	עלים	האבר הנבדק
שפע	שפל	שפע	שפל	שפל	שפל	שפל	שלב הפוריות
181	34	207	403	1866	200	381	סה"כ סידן (גרם)
25	25	207	403	1901	248	431	ריכוז כלל (גר' לק"ג)
7.0	32.3	10.5	11.4	20.6	30.8	36.0	סידן באבר (גר' לק"ג)
8.6	5.4	3.9	6.1	2.7	7.9	28.5	תרכובות הסידן לפי מסיסות, כ- % מחוץ כלל הסידן
32.9	18.9	20.1	17.8	12.7	12.6	17.2	סידן חליף
12.9	35.4	12.0	11.2	7.7	5.6	4.3	סידן מסיס בחומץ
45.7	40.4	64.0	64.9	76.9	73.9	50.0	סידן מסיס בחומצת מלח (אוקסלט הסידן)



טבלה 6: ריכוזי סידן לפי מיקטעי מסיסות בעלים ובענפונים של עצי שפל, עצי שפע ועצי שפע שכל פריים הוסר ב-22.7.78.

כל נתון הוא ממוצע של 4 חזרות (עצים).

מועד הבדיקה: 12.2.79.

האיבר הנבדק	שלב הפוריות	ריכוז כלל סידן באיבר (גר' לק"ג)	סידן מסיס בכלל סידן (%)	סידן חליף בכלל סידן (%)	סידן מסיס בחומץ סידן (%)	סידן מסיס בח' (אוקסלט הסידן) בכלל סידן (%)
עלים	שפל	32.4	19.1	16.2	4.5	60.2
"	שפע	59.7	24.3	11.7	3.0	61.0
"	שפע, כל הפרי הוסר ביולי	26.7	21.4	18.7	5.6	54.3
ענפונים	שפל	24.9	10.8	14.1	4.8	70.3
"	שפע	37.8	8.2	11.4	4.1	76.4
"	שפע, כל הפרי הוסר ביולי	22.8	12.5	20.2	5.9	61.4

לנוכחות או להעדר פרי על העץ כבר בחודש יוני.

מאידך, הסרת כל הפרי מעצי שפע באמצע הקיץ השפיעה באופן ברור על הרכבם המינרלי של העלים והענפונים.

תקופת "מנוחה", מיולי עד פברואר, הספיקה להביא את ההרכב המינרלי לרמה דומה מאד לזו של עצי שפל שלא פרחו, לא חנטו והיו נעדרי פרי מלכתחילה, באופן טבעי. די היה במנוחה זו גם כדי להשפיע על מאזן הפחמימות ועל ההשראה וההתמינות לפריחה (8).

מהשוואה של ריכוזי המינרלים בעלי וילקינג לעלים של זנייהדר אחרים (5) מסתבר שאין אגירת עודפים ממשית בעלי השפל והללו מכילים מינרלים ברמה הנחשבת ל"רצויה". לעומת זאת, העלים של עצי השפע אכן מדולדלים לכדי רמת "מחסור".

מן המאזן הכמותי ברור כי הפירות הם אמנם צרכן דומיננטי מאד, הנזקק לכמויות משמעותיות של חנקן, אשלגן וזרחן ומושך "משיכתיתך" ממאגרי העץ, מבלי שהגרעון יאוזן ע"י קליטה והובלה מן הקרקע.

על בסיס של משקל טרי, בהשוואה להרכב טיפוסי של פירות תפוז (1), מצאנו בפירות הוילקינג ריכוז דומה של זרחן ואשלגן, אולם ריכוז כפול כמעט של חנקן.

קשה להבין מדוע כבר באמצע הקיץ אין מערכת השורשים מסוגלת לספק לעץ את צרכיו

וכן ממראה העלווה, ברור כי אספקת יסודות המזון העיקריים עדיין לקויה.

סטיוארט וחובריו (11) תיארו התמוטטות דומה של עצי הזן מורקוט, בגלל רעב חריף לחנקן ואשלגן בעקבות נשיאת יבול פירות כבד. התוצאות של אנליזת עלים ופירות המוצגות על ידם דומות מאד לתוצאות שלנו בוילקינג. לדבריהם, דישון קרקעי מוגבר בחנקן ובאשלגן שיפר במידה רבה מאד את בריאות העצים ואת יכוליהם. סמית, אשר בחן עצי מורקוט מדוושנים בשפע (10), לא מצא השפעה של ריכוזי החנקן או האשלגן בעלים על התמוטטות העצים ומייחס תופעה זו להרעבת מערכת השורשים, המתנוונת כתוצאה ממחסור במוטמעים מספקי אנרגיה כאשר העץ עמוס בעודף יבול. לפי עבודתו של סמית, עד חודש אוגוסט לא קדם כל שינוי בהרכב המינרלי של העלים להתמוטטות עצי המורקוט. סימני ההתמוטטות לא נראו לפני אוקטובר והם אופיינו תחילה ע"י כמישה ונשירת עלים, רק שבועות ספורים אחר כך התגלו בעלים הנשארים סימני מחסור במינרלים.

אצלנו, לעומת זאת, לא הגענו בעצי הוילקינג להתמוטטות כה חריפה מאז שהנהגנו משטר של ריסוסי הזנה וסבלם של עצי השפע התבטא בבלבול אפסי עד מועט ובהצטנבות איטית ובלתי מוגדרת של העלווה. במקביל לכך, הרכבם המינרלי של עלי הוילקינג התחיל להשתנות במהירות בתגובה

השערה אפשרית אחת היא שכּוּשֶׁר חִזּוֹר הניטראט או כּוּשֶׁר הניצול של התוצרים הראשוניים של חִזּוֹר זה עלולים להוות גורם מטבולי מגביל ראשוני.

רמזים (אם כי לא יותר מכך) להפרעות בחיזור הניטראטים אפשר לראות בשני מימצאים: הצטברות הסידן בעלי, ענפוני ושוורשוני "שפע" והצטברות בויזמנית של ניטראט, למרות המחסור בחנקן כללי. שני המימצאים הללו עשויים להיות צדדיו השונים של אותו מטבע. להצטברות סידן, בעיקר כאוקסלט, ישנו קשר הדוק עם תהליכי חיזור ניטראט, למרות שמהות קשר זה עדיין אינה ברורה (6, 7, 9). תצורות החנקן הרב עבור הפרי המתפתח מחייבת הפעלה מאומצת של מערכות חיזור הניטראט והצטברות הסידן רומזת כי זה מה שאכן מתרחש בפועל. מאידך, הצטברות החנקות, למרות המחסור החרירי בחנקן, עשויה לשמש אינדיקציה להפרעות בסדירות פעולתן של המערכות הללו, אשר בתנאים רגילים הן אדפטיביות – אינדוקטיביות ברגישות גבוהה, דבר שמשום מה אינו בא לידי ביטוי בעץ וילקינג בתנאי "שפע" (כפי שעולה מבדיקות ראשוניות שאינן מובאות כאן).

אם אמנם כך הדבר, מן הראוי לבחון ריסוסי הזנה בתרכובת חנקן מחזור (כאמון או כאוריאה) העשויים לעקוף מחסום מטבולי כזה ולשפר את מצבם התזונתי של עצי השפע.

אין במימצאים שבידינו די כדי להסביר את התנהגות עצי הוילקינג בשנת השפע, אך הם מצביעים על כך שכדאי לחקור את מגננוני החיזור והאסימילציה של הניטראטים, כדי להיווכח אם אמנם הם מהווים שלב מטבולי מגביל, או שהם רק חוליה בשרשרת של הפרעות שמקורן הראשוני במערכת מטבולית אחרת.

#### הבעת תודה

עבודה זו מומנה ע"י תקציבי ענף ההדרים. תודתנו נתונה לצוות הטכנאים במח' להדרים בפקולטה לחקלאות, במיוחד לי. קוסטו, מ. שמחי וד. גלילי.

לעובדי מעבדת שירות השדה בעכו ובמיוחד לזהבה שרון, וכן לעובדי חוות הנסיונות האזורית בעכו ובמיוחד לד. ריינהרץ, על העזרה הרבה והמסורה אשר הגישו בביצוע עבודה זו.

המינרליים. באותם תנאי קרקע, טיפול ומירווח נטיעה (וללא תוספת ריסוסי הזנה) ועל אותה כנת חושש גדלים עצי אשכולית מרש חסר זרעים בני גיל זהה, המניבים מדי שנה יכול כפול ויציב, דהיינו פי ארבעה בממוצע רב-שנתי לעומת הוילקינג הסירוגי. מכאן, הסיבה לגרעון אינה יכולה להיות ביסודה אי-זמינות המזונות בקרקע או מגבלות עקרוניות בכּוּשֶׁר הקליטה של שורשי כנת החושש. יש איפוא לחפש את ההסבר במגבלות פיסיולוגיות שמקורן ברוכב הוילקינג ממנו התפתח הנוף.

נפח נופם של עצי הוילקינג אכן קטן במידה ניכרת מזה של עצי האשכולית, לפחות חלק מפער זה ניתן ליחס לעצירת הצימוח בשנות השפע. אין כנראה מחלוקת שבגלל דלדול מאגר הפחמימות בעצי שפע מורעבת מערכת השורשים וצימחתה נעצרת עד כדי ניוון (2, 10, 11). אפשר גם לשער שפגיעה כזאת בשורשים מסוגלת להגביל את צימוח הנוף ואולי אף לצמצם את סינתזת "חומרי השורש" החיוניים לשלב של היווצרות הפריחה עבור יכול השנה שלאחר מכן.

מה שאיננו כה ברור הוא סדר ההתרחשויות: לפי מימצאי סמית (10) במורקוט קודמת כמישה והתמוטטות שורשונים לשינויים בהרכב המינרלי של העלים. במקרה כזה יש לראות את הדלדול ברמת המינרלים כתוצאת לוואי – קליטה מופחתת בגלל ניוון מערכת השורשים המורעבת לפחמימות. לעומת זאת, לפי מימצאינו בוילקינג, מתחיל שלב הדלדול ברמת המינרלים בעלים כבר באמצע הקיץ, בטרם ניתן להבחין בסימפטומים של ניוון מערכת השורשים. אם אמנם כך הדבר, הרי יתכן שדוקא המחסור במינרלים הוא הסיבה לפגיעה במערכות ההטמעה ולהרעבת השורשים!

שאלת המפתח נשארת איפוא פתוחה: מה מקורו של חוסר האזון המטבולי בין התצורות לבין כּוּשֶׁר היצור של הפחמימות בעצי הדר סירווגיים הנושאים יכול שפע והאם הדבר נובע ביסודו ממגבלות תזונה מינרלית או ממגבלות פוטוסינתטיות?

המערכות כה שלובות זו בזו עד שבמהלך האירועים המתרחשים בעץ קשה מאד להבחין בין תהליכי קליטה ואסימילציה של מינרלים לבין תהליכים פוטוסינתטיים טהורים. באותה מידה קשה גם להבחין בין תהליכים שהם סיבת הסירווגיות לבין תהליכים שהם תוצאותיה.



# נוטרקס

נוזל מסיס במים  
משטח ומחדיר לחומרי הזנה המרוססים על נוף הצמח,  
המכיל חומרי קורט



מאושר ומומלץ ע"י משרד החקלאות  
לשיפור ריסוסי ההזנה העלוותיים:

תכשירי אבץ - במטעים  
תכשירי מגנזיום - בהדרים  
חנקת אשלגן - בהדרים



ט ב ע ו ן - כ י ס בע"מ,  
חיפה, דרך העצמאות 59, טל' 04-521866

למניעת נשירה  
ולשיפור הצבע  
בעצי תפוח

ר ס ס

ב-טיפימון

תכשיר הורמונלי

מיוצר על-ידי

תעשיות חימיות  
תפזול בע"מ



איזור התעשייה ראשון-לציון  
טל' 941593, ת"ד 1531, תליאביב

1. בר-עקיבא, א., קורץ, ח., שני מ., יגב א. (1981): סימני מחסור בהדרים. חוברת בהוצאת משרד החקלאות, שה"מ ומינהל המחקר החקלאי. 11 עמ'.  
2. גולדשמידט א., גולומב א. (1979): מאזן הפחמימות בעצי וילקינג סירוגיים: מאגרי הפחמימות באברי העץ ותרומתם להיווצרות היבול. "עלון-הנוטע" 513-511: 33.  
3. הרצוג פ. (1967): התפתחות פרי האשכוליות בשני אזורי אקלים שונים. עבודת גמר לתואר מוסמך, הפקולטה לחקלאות, רחובות.  
4. מדרך מעבדות. מינהל ההדרכה, שרות השדה, פרק מס' 5: בדיקות צמחים עמ' 1-10. + כנ"ל, תוספת מיום 22.7.76: בדיקות עלים במיצוי מימי. עמ' 2-1.  
5. סנה מ., נוי י., בר-עקיבא א. (1979): רמות היסודות המינרליים בעלי-ההדרים. סקר ארצי 1976, 1977. חוברת בהוצאת משרד החקלאות, שה"מ, שירות השדה. 31 עמ'.  
6. De Kock, P.C., A. Hall, A. Naylor and R.H.E. Inkson. 1979. Nitrate reduction in plant leaves in relation to calcium. In, Proceedings Symposium Nitrogen Assimilation in Plants. Long Ashton.  
7. Gilbert, S.G., C.B. Shear and C.M. Gropp. 1951. The effect of the form of nitrogen and the amount of base supply on the organic acids of tung leaves. Plant Physiol. 26: 750-756.  
8. Goldsmidt, E.E. and A. Golomb. 1981. The carbohydrate balance of alternate bearing citrus trees: the significance of reserves for flowering and fruiting. (in preparation).  
9. Paulsen, G.M. and J.E. Harper. 1968. Evidence for the role of calcium in nitrate assimilation in wheat seedlings. Plant Physiol. 43: 775-780.  
10. Smith, P.F. 1976. Collapse of 'Murcott' tangerine trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 23-25.  
11. Stewart, I., T.A. Wheaton and R.L. Reese. 1968. Collapse of 'Murcott' citrus trees. Hort-Science 3: 230-231.