

עדכון ממשק הדישון החנקני בפרדסי הארץ

Update of Nitrogen Fertilization Recommendation for Israeli's Citrus Orchards

מוגש לקרן המדען הראשי- ענף ההדרים

ע"י

ערן רוה, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר, חוות גילת eran@vilcani.agri.gov.il

אשר בר-טל, המכון לקרע ומים, מנהל המחקר, בית דגן

משה אהרון, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר, חוות גילת

ציפי הילמן ברונסטיין, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר, חוות גילת

שמעון הולצמן, מדריכי הדריס, שה"מ

דבי רבר, מדריכי הדריס, שה"מ

Eran Raveh, Institute of Plant Sciences, A.R.O, Gilat

Asher Bar-Tal, Institute of Soil Sciences, A.R.O, Bet-Dagan

Moshe Aharon, Institute of Plant Sciences, A.R.O, Gilat

Zipi Hillman Bronshtain, Institute of Plant Sciences, A.R.O, Gilat

Shimon Holtzman, Citrus extension, SHAHAM

Dubi Raber, Citrus extension, SHAHAM

ספטמבר 2010

תשרי תשע"א

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים. הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר _____

תוכן עניינים :

<u>מספרי עמודים</u>	<u>נושא</u>
3	תקציר.....
4-6	מבוא.....
6	מטרת המחקר.....
7	פירוט עיקרי הניסויים לתקופת הדוח.....
7-13	תוצאות ודיון.....
14	רשימת ספרות.....
15	סיכום ושאלות מנחות.....
16-25	נספח א –מאמר "רמות המינרלים האופטימאליות בעלי הדריס מישראל
26-30	נספח ב- דוח מקוצר.....

עדכון ממשק הדישון החנקני בפרדסי הארץ

מוגש לקרן המדען הראשי- ענף ההדרים

ע"י

ערן רוה, אשר בר-טל, משה אהרון, ציפי הילמן-ברונשטיין, שמעון הולצמן, ודבי רבר

גופים ממנים: קרן המדען, ענף ההדרים (80000 ש"ח)

תקציר

הצגת הבעיה- נושא הדישון החנקני בפרדסי הארץ נמצא בהליך של כיוול. בעוד שלגבי הזנים הוותיקים ניתן להיעזר בטבלאות מהעבר או בטבלאות מחו"ל (אשר אותם יש להתאים לאופן דיגום העלים שנהוג בישראל), לגבי הזנים החדשים אין הדבר כך. מטרת המחקר הנוכחי למצוא את הקשר שבין ערכי החנקן הנמדדים בעלים לרמת היבולים ולרמת הדישון המיושמת בשטח, תוך בחינת השפעת עונות השנה על קליטת החנקן בעצים.

מהלך ושיטות עבודה- במהלך שנות המחקר יושמו חמש רמות של דישון חנקני (15, 20, 25, 30, ו-40 יחידות לדונם בשנה) בחלקת אור שבגבולות (פרדסי מעון- בכל רמת דשן שישה בלוקים באקראי, בכל בלוק כ-25 עצים; שטח כולל של 15 דונם), נעשה מעקב אחר העצים נבדקו המינרלים בעלים, איכות הפרי והיבול. במקביל הועמדה חלקת ליזימטרים בשפד"ן בה נחשפו עצי פומלית לארבע טיפולי דישון חנקני, תוך מעקב אחר מידת קליטתו לעצים בעונות השנה השונות. כמו כן נעשה עיבוד נתוני יסודות הזנה בעלים מהעשור האחרון, וניתוח נתוני סקר הקולחין לקביעת הקשר בין רמת החנקן בעלים והיבול המתקבל.

תוצאות עיקריות- בחלקת הניסוי אופיינו רמת המינרלים בעלים וכן הפרי (כמות, איכות ופיזור גודל). בכל המשתנים שנבדקו נראה כי למרות קיום מגמה התוצאות עדין ראשוניות. בחלקת הליזימטרים, התחלנו במעקב אחרי קליטת החנקן לעצים ומידת רמתו במי הנקז לאורך עונות השנה השונות. כמו כן נקבעה התפלגות רמת החנקן בעלי הדריים מפרדסי ישראל וכן הקשר בין רמת היבול וריכוז יסודות ההזנה שבעלים וניתן היה לקבוע רמה מומלצת לקבוצות ההדרים השונות.

מסקנות והמלצות- מאחר וגם בליזימטרים וגם בניסוי השדה המגמות היו ראשוניות, לא ניתן לגבש את התוצאות שנתקבלו מחלקות אלו לידי מסקנות חד משמעיות. כן ניתן היה להגיע לידי מסקנות מעבודת ניתוח סקר הקולחים ונתוני ההדרים מהעשור האחרון שנאספו ממעבדות שירות שדה. המלצות הדישון החנקני המתבססות על המחקר הנ"ל פורסמו במאמר מסכם בגיליון עת הדר 64, 2009, עמודים 24-27.

מבוא, רקע מדעי ומטרות המחקר לתקופת הדו"ח

דישון נכון בפרדס מהווה את אחד הגורמים החשובים בקביעת רווחיות הפרדס. בעולם רמת הדישון נקבעת על פי הזן, גיל העצים, ריכוז המינרלים בעלים, ורמת היבולים הצפויה. לגבי הזן, ישנן מדינות בעולם בהם לכל זן התייחסות משלו (כדוגמת ישראל, מרוקו ודרום אפריקה) ויש מדינות בהן ההתייחסות יותר כללית (כדוגמת ארה"ב ארגנטינה, ואוסטרליה). העלים המשמשים לקביעת מצב המינרלים של העצים הינם העלים מהלבוב האביבי הנדגמים בסוף הקיץ סביב חודש אוקטובר. גם לגבי אופן דיגום העלים ניתן לחלק את מדינות העולם לשתי קבוצות; כאלו הדוגלות בדיגום עלים מענפים נושאי פרי (כדוגמת ישראל, ברזיל, מרוקו, ספרד) וכאלו הדוגלות בדיגום עלים מענפים חסרי פרי (כדוגמת ארה"ב, ארגנטינה, אוסטרליה). לדבר משמעות מבחינת הערכים הנמדדים; עלים מענף נושא פרי מאופיינים בריכוז מינרלים נמוך יותר בהשוואה לעלים מענף חסר פרי. אופן קביעת רמת החנקן בעלים אחיד בכל העולם ומבוסס על מדידת ריכוז החנקן הכללי. בארץ לעומת זאת מבוססת קביעת רמת החנקן בעלים על מדידת רמת הניטראט. השיטה פותחה בראשית שנות השבעים על ידי פרופ' בר-עקיבא שניסה להזיל את עלויות הבדיקה. בעוד שבדיקת חנקן כללי נעשית על רקמה שעברה עיכול בחומצה, מדידת הניטראט נעשית על מיצויים מימיים. הנחת העבודה הייתה כי ריכוז הניטראט בעלים (רכיב המהווה כשני אחוז מכלל החנקן הכללי שבעלים) נמצא בהתאמה לריכוז החנקן הכללי שבהם.

השיטה בה רמת הניטראט מהווה מדד לקביעת דרישות הדישון החנקני בפרדס פורסמה כמאמר בכנס ההדרים העולמי שנערך בספרד (5). על פי אותו מאמר ערכי הניטראט המיטביים נעים בין 40 ח"מ ל-300 ח"מ בהתאם לקבוצה אליה שייך הזן. במקביל לפיתוח השיטה, שינו בארץ את אופן הצגת המלצות הדישון החנקני; מהמלצות המתייחסות לרמת החנקן הכללי שבעלים להמלצות המתייחסות לרמת הניטראט שבעלים. בהמשך נבחנה שיטת הניטראט גם על ידי מערכת ההדרכה והמחקר בפלורידה. מהבדיקות אותן ביצעו האמריקאים על מגוון מינים במשך מספר שנים עלה כי: 1. "שימוש במדד הניטראט לקביעת רמת החנקן הכללי בעלים הינו מטעה". 2. "לא קיים מתאם בין רמת החנקן הכללי והניטראט בעלים".

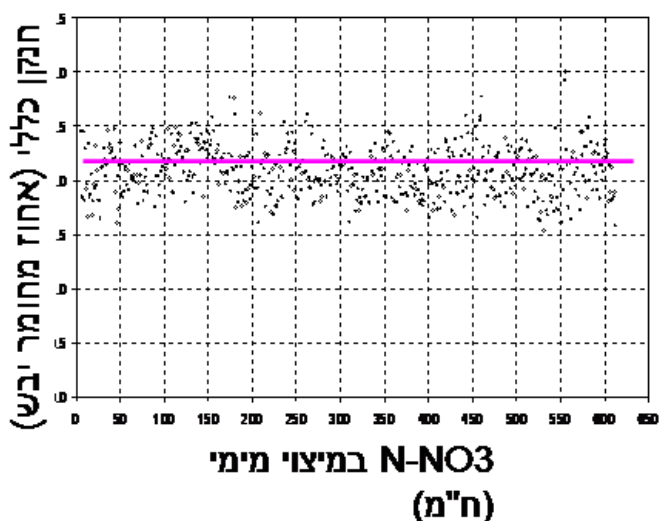
3. "רמת השונות הגבוהה של מדד הניטראט ביחס לחנקן הכללי מעלה ספקות בקשר ליכולתו לחזות את רמת החנקן הכללי בעצי הדר". השגות אלו של האמריקאים פורסמו כמובן בספרות המדעית המבוקרת (7,8) כאשר בארץ המשיכו לעבוד על פי מדד הניטראט.

מאז נבדקה השיטה לראשונה רבו המקרים בארץ בהם נמצא כי המדד הנ"ל אינו מספק תשובה מהימנה לקביעת דרישות החנקן של העצים. לדוגמה, רמת הניטראט הממוצעת בעלים מעצי אשכוליות שהשתתפו בניסוי זן/כנה בנגב הייתה כ-20 ח"מ, ערך המוגדר כמחסור. בפועל, בחינת רמת החנקן הכללי בעלים הייתה תקינה, והעצים הניבו כתשעה טון לדונם שנה אחר שנה. חוסר הקשר בין ערכי החנקן הכללי והניטראט שבעלי הדורים נמצע גם עבור פרדסים המשתתפים בסקר הקולחין הארצי (איור 1).

איור 1. חוסר הקשר בין ריכוז החנקן הכללי לריכוז הניטראט בעלי הדורים מעצים המשתתפים בסקר הקולחים הארצי (שמוטי, פומלית, מיכל וסטאר רובי). יש לציין כי הפרדת הנתונים על פי הזנים השונים או שילובי הזן/כנה השונים לא הביא לשינוי בקו המתאר המציג חוסר מתאם בין רמת החנקן הכללי ורמת הניטראט שבעלים.

נראה כי הקשר מתחזק טיפה כאשר כל הדיגומים

נעשים מאותו פרדס והתנאים הא-ביוטיים אליהם נחשפים העצים אחידים. במידה והתנאים הא-ביוטיים



(כדוגמאת איכות המים, מיקום הטפטפות או כמות מי ההשקיה) אליהם נחשפים העצים אינם אחידים, שוב מתקבל קשר לא מובהק בין שני משתנים אלו (ראה נתונים בהצעת המחקר המלאה).

חוסר המתאם בין רמת החנקן הכללי והניטראט שבעלים קיים גם עבור הזנים החדשים כדוגמת האור המהוה את ספינת הדגל של ענף ההדרים (נתונים אינם מובאים), ואשר לגביהם עדיין לא נעשה כיול בנושא רמות הדישון המיטביות.

בניסיון לחזור ולבנות המלצות דישון ראשוניות שיתבססו על מדד החנקן הכללי בעלים ולא על מדד הניטראט ניתן לחזור לעבודות שנעשו בארץ ובעולם, תוך בחינת ההמלצות המקובלות כיום בעולם. מספר רב של ניסיונות דישון נערכו בארץ במהלך שנות השישים (טרם המעבר לטפטוף), כאשר בהמשך (1977-1984) נערך ניסיון נורדיה המפורסם (1). ניסיון זה מהווה את אחד מניסיונות הדישון המקיפים והבולטים במורכבותם שנערכו בארץ. בניסיון זה בחנו את תגובת ההדרים (שמוטי) לרמות שונות של דישון, כאשר הניסוי כלל מעקב מפורט אחר קליטת ופיזור החנקן בחלקי העץ השונים, התפלגותו בשכבות הקרקע, תוך התייחסות לעונות השנה ועוד. מניתוח הקשר בין רמת הדשן ליבול (1 ; ציור 15 במאמר) נראה כי טיפולי החנקן אותם ישמו במחקר (9, 19, ו-31 ק"ג N צרוף לדונם) לא הובילו לרוויה מבחינת יבולי העץ. יתכן והדבר נבע מחוסר בטיפולי ביניים (כדוגמת 26 ק"ג N לדונם לשנה, הרמה המומלצת בארה"ב ואשר מעליה לא נצפתה תוספת יבולים) או מכך שאכן בארץ דרוש יותר חנקן על מנת להגיע לרוויה. כפועל יוצא, אין בניסיון נורדיה התייחסות לנושא דישון עודף או לנושא של רמה עודפת של חנקן בעלים. כן הוגדר בניסיון ריכוז החנקן בעלים המהווה סף תחתון שמתחתיו אין לרדת (1.9% חנקן מחומר יבש), נתון היכול לשמש כנקודת יחוס מעודכנת עבור מגדלי התפוזים.

התייחסות מקיפה נוספת לנושא צריכת החנקן בפרדס ניתנה בניסיון ההשקיה בקולחין שניוניים מרמת הכובש (2). בדומה לדישון הביניים בניסיון נורדיה, רמת החנקן שסופקה לעץ (בין אם מקורו במי הקולחין או בדשן כימי) עמדה על 21-23 ק"ג חנקן צרוף לדונם בטיפולים המיטביים, ודווח כי רמה זו הייתה מספקת על מנת לקבל יבולים ברמות המקובלות לאזור. יחד עם זאת, במחקר הנ"ל לא נבחן הקשר שבין רמת החנקן הכללי בעלים ליבול המתקבל, מאחר ונושא זה לא היווה חלק ממטרות המחקר (2). יחד עם זאת, מאחר והתוצאות קיימות, עדין ישנה אפשרות לנסות ולנתח מתוצאות המחקר את הקשר הנ"ל, ולנסות לגבש המלצות לגבי רמות חנקן מיטביות בעלים ואת הקשר שלהן לרמת הדישון המיושמת.

עבודה אחרת שפורסמה לאחרונה (4), מסכמת שמונה שנות מחקר בנושא דישון חנקני עבור תפוזי המלין בפלורידה (עצים בני 20 בעלי יבול ממוצע של 8 טון לדונם). בניסיון זה יעילות ניצולת החנקן הייתה דומה לזו המתוארת בניסיון נורדיה (1.6 - 3.3 לעומת 1.5 - 3.9 ק"ג חנקן צרוף לטון יבול, בהתאמה). בעבודה דווח כי רמת הדישון המיטבית עבור תפוזי המלין עומדת על 26 יחידות חנקן צרוף לדונם לשנה. כמו כן דווח כי על מנת לשמר את היבולים ברמתם המקסימאלית יש לשמר את רמת החנקן הכללי שבעלים בתחום שבין 2.75 ל-2.35 אחוז מחומר יבש (מדידות מעלים שנדגמו מענפים חסרי פרי). ערכים אלו אקוויוולנטיים ל-2.55 עד 2.15 אחוז מחומר יבש עבור בעלים הנדגמים מענפים נושאי פרי (6).

למרות כל הידע הקיים בספרות, ואשר בחלקו הוצג פה, ישנם מספר רב של שאלות שנשארו ללא מענה. עדיין לא ברור מהן ההמלצות הנכונות לגבי רמות הדשן אותם יש ליישם בארץ על מנת להגיע לערכי החנקן המיטביים, והאם שמירה על רמות חנקן כללי כפי שמקובל בעולם יאפשרו קבלת יבולים מקסימאליים. כמו כן לא ידוע מהן ערכי החנקן הכללי בעלים אליו יש לשאוף בזנים החדשים לגביהם אין נתונים בספרות. על הסף ניתן לומר כי ברור שלא ניתן לחזור להמלצות הדישון החנקני של 1971 (טרם המעבר לניטראט). המלצות אלו אמנם נותנות התייחסות מפורטת לרמות החנקן הכללי אליהם יש לשאוף (בעלי שמוטי, ולנסיה ואשכולית), אך כמויות הדשן המופיעות בהמלצות אלו נראות כלא רלוונטיות ונמוכות מהמקובל בארץ ובעולם. לדוגמה, עבור פרדס בו רמת החנקן בעלים תקינה מומלץ לדשן בין 10 ל-12 יחידות חנקן לדונם. ערכים אלו הינם כחצי מהמקובל בפרדסים

מרחבי העולם, וכשליש עד רבע מההמלצות בפועל אותם קיבלו החקלאים בארץ בשנים האחרונות (35 - 40 יחידות חנקן צרוף לדונם, ולעיתים אף יותר).

חשוב להדגיש כי רמות הדישון המופיעות בעלוני ההדרכה של שה"מ עבור פרדסים בהם רמת הניטראט בעלים הוגדרה כתקינה יושבות בקנה אחד עם המקובל בעולם (20-25 יחידות חנקן צרוף לדונם בזנים השונים בארץ לעומת 26 יחידות חנקן בפלורידה). בעצם הנתון שחסר לנו כיום הוא אותו סרגל כיוול שמחבר בין ערכי הדישון אופטימאליים ורמות החנקן הכללי אותם אנו מצפים למצוא בעלים. בעוד שעבור זני העבר נעשה כיוול בתנאים כאלו או אחרים (בין אם בארץ ובין אם בעולם), עבור הזנים החדשים אין הדבר כך, ולכן אין בידינו את הנתונים. לפיכך, לפחות עבור הזנים החדשים שפותחו בארץ, יש מחויבות למציאת הקשר שבין רמת החנקן הכללי בעלים לבין רמות הדישון והיבולים.

מטרת המחקר

מטרת המחקר הכוללת הייתה עדכון ובנייה מחדש של סרגל הדישון החנקני בפרדס, תוך הגדרת הקשר שבין רמות הדישון המומלצות לערכי החנקן הכללי הנמדדים בעלים. בפועל המחקר התמקד בזן אור שלגביו (בניגוד לקיים עבור זנים וותיקים) עדיין לא נקבע הקשר שבין רמת החנקן הכללי בעלים, רמת היבולים, וכמויות הדשן אותן מיישמים. במקביל השונו את תוצאות ניסוי השדה לערכים הנמדדים מחלקות מסחריות מרחבי הארץ.

פירוט הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו לתקופת הדו"ח

שיטות וחומרים

הניסיון הוקם בפרדס האור של הדרי מעון. העצים מנטיעת 1997 מורכבים על כנת החושחש, מושקים ומדושנים על פי המלצות האזור. הוגדר מצב המינרלים בעלים על בסיס אנליזה כימית (חנקן וזרחן על פי עיכול בחומצה, ואילו כלוריד, נתרן ואשלגן על בסיס מיצוי מימי). הבדיקה נעשתה על עלים מהלבלוב האביבי האחרון (ענפים נושאי פרי). במקביל לבדיקות העלים אופינו היבולים של החלקה. הבדיקה כללה שקילת יבול ממוצע לעץ ונתונים לגבי איכות הפרי (רמת סוכר, חומצה, יחס הבשלה ואחוז מיץ). במקביל בתום עונת ההשקיה והדישון נעשה דיגום קרקע בעומק 30, 60, 90 ס"מ במרחק של 20 ס"מ המטפטפת.

כמו כן הוקמה חלקת לזימטרים בשפד"ן בה נחשפו עצי פומלית לארבע טיפולי חנקן : 120 מ"ג חנקול, 60 מ"ג חנקול, 15 מ"ג חנקול וטיפול משולב בו ריכוז החנקן הלך וירד במהלך העונה על פי הפרוט הבא : 120-60-15 מ"ג חנקול. בחלקה הנ"ל נעשה מעקב אחר קליטת החנקן לעץ ורמתו במי הנקז. במקביל נעשתה עבודת מחשוב שכללה עיבוד תוצאות עבור נתוני יסודות ההזנה בעלים מפרדסי ישראל בעשור האחרון, וניתוח תוצאות סקר הקולחין הארצי (7 שנות מחקר על 150 חלקות שונות אשר הושקו במים שפירים או במי קולחין מטוהרים). תוצאות הסקר הועברו אלינו באדיבותו של מוטי פרס משה"ס. עיבוד הנתונים כלל מציאת הקשר בין יסודות ההזנה השונים (כולל חנקן כללי) והיבול.

תוצאות

חלקת המחקר בפרדסי מעון

הטיפולים בחלקה פוזרו על בסיס מבנה של בלוקים באקראי. סך הכל נבחנו חמש רמות דישון (15, 20, 25, 30, ו-40 יחידות חנקן בשנה). בכל רמת דשן שישה בלוקים באקראי, בכל בלוק כ-25 עצים. בפרק זה מובאות התוצאות של שנת 2009 שנת המחקר האחרונה, תוצאות השנים 2007-2008 הוצגו בדוחות הקודמים. רמת המינרלים שנמדדה בעלים בסוף עונת ההשקיה מובאת בטבלה מספר 1.

טבלה 1. רמת המינרלים בעלים

העלים נדגמו בעונה המקובלת (בתום עונת ההשקיה; אוקטובר 2009). אותיות שונות באותה עמודה מציינות

הבדל מובהק סטטיסטית ברמת מובהקות של 5% על פי מבחן LSMeans Differences Student's

K (% DW)	P (% DW)	N (% DW)	Na (% DW)	Cl (% DW)	Treatment (יחידות חנקן בשנה)
0.80ab	0.120ab	2.40a	0.22a	0.25b	15
0.74b	0.115b	2.20a	0.21a	0.24b	20
0.80ab	0.124a	2.30a	0.21a	0.21b	25
0.76b	0.119ab	2.27a	0.20a	0.32a	30
0.87a	0.126a	2.37a	0.22a	0.23b	40

ניתן לראות כי קיים שוני מובהק בין הטיפולים ברמת הכלוריד, הזרחן והאשלגן שבעלים, על אף השוני ניתן לראות כי בכל הטיפולים רמת המינרלים הללו בעלים הינה בטווח המוגדר כתקין. לעומת זאת, בניגוד למצופה לא ניתן לראות הבדלים ברמת החנקן, הגורם לכך עשוי לנבוע מכמה סיבות.

ראשית, יישום חומרי הזנה נוספים בפרדס שיושמו כחלק מהטיפול המשקי של הפרדס, כגון ריסוסי עלוומיד, חנקת-אשלגן הטמנת קומפוסט שנעשתה בשנת 2007 (טרם תחילת הניסוי), מובילים לכך שרמת החנקן אותה

"רואה" העץ בפועל גבוהה יותר ומחפה על רמות החנקן הנמוכות הניתנות בחלק מטיפולי הדישון. שנית יש לזכור כי מדובר בניסוי בעצים, תהליך של היוצרות השפעה של טיפולי הזנה, הוא תהליך ארוך וממושך ופרק זמן של שנתיים אינו מספיק על מנת שיוצר הגרדיאנט המצופה. בחינת השפעת טיפולי החנקן על היבול ואיכותו מוצגים בטבלאות 2 – 3 ואיור 2.

טבלה 2. איכות הפרי

20 פירות מכל חזרה נדגמו, נסחטו ונבדקה איכות הפרי (סה"כ 120 פירות לכל טיפול) במיץ הטרי. דיגום הפרי נעשה בסמוך למועד הקטיף שהתקיים בינואר 2010. אותיות שונות באותה עמודה מציינות הבדל מובהק סטטיסטית ברמת מובהקות של 5% על פי מבחן L.SMeans Differences Student's t.

Yield 2009 (Kg/ tree)	Ripening ratio	Sugar (%)	Acid (%)	TSS (%)	Juice (%)	Fruit diameter (mm)	Fruit weight (g)	Treatment (יחידות חנקן בשנה)
50.8a	13.7a	13.6a	1.00a	14.2a	49.8a	70.2bc	156.0a	15
47.3a	13.4a	13.3a	0.99a	13.9a	50.1a	69.4c	150.0a	20
61.4a	13.6a	13.2a	0.99a	13.8a	50.0a	71.2ab	160.3a	25
51.7a	13.3a	13.4a	0.98a	14.1a	49.2a	71.4ab	161.1a	30
53.4a	13.6a	13.3a	0.97a	13.9a	50.3a	71.9a	164.6a	40

מתוך התוצאות המובאות בטבלה 2 ניתן לראות כי אין הבדלים מובהקים באיכות הפרי בבחינת משקל הפרי, אחוז המיץ, TSS, רמת החומצה, רמת הסוכר ויחס הבשלה. בבחינת קוטר הפרי, נראה כי יש הבדל מובהק אך יחד עם זאת בכול הטיפולים הקוטר בטוח המקובל ומתאים לייצוא. מבחינת יבול (ק"ג/עץ) לא ניתן לראות הבדל סטטיסטי אך קיימת מגמה ובה ניתן לראות כי בטיפולי הדשן הנמוך והגבוה ישנה פחיתה של היבול.

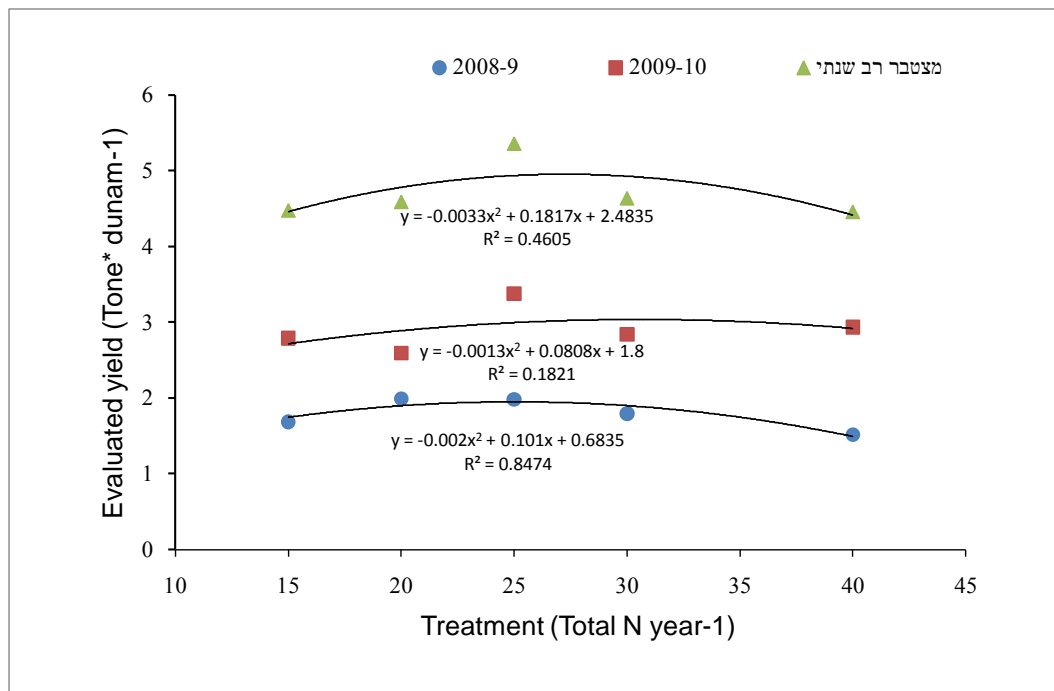
טבלה 3. יבול השוואה בין שנות המחקר ויבול מצטבר.

Accumulate Yield 2008-2009 (Tone/ Doman)	Accumulate Yield 2008-2009 (Kg/ tree)	Yield 2009 (Kg/ tree)	Yield 2008 (Kg/ tree)	Treatment (יחידות חנקן בשנה)
4.5a	81.4a	50.8a	30.6a	15
4.6a	83.5a	47.3a	36.2a	20
5.4a	97.5a	61.4a	36.1a	25
4.6a	84.3a	51.7a	32.7a	30
4.5a	81.0a	53.4a	27.7a	40

על סמך הנתונים המוצגים בטבלה 3 ניתן לראות כי לא נראו הבדלים מובהקים ברמה הסטטיסטית מבחינת יבול במהלך המחקר, ובאופן כללי היבול היה נמוך לאורך כל שנות המחקר. מהשוואה בין היבול בשנת 2008 לשנת 2009 ניתן לעמוד על תופעת הסירוגיות של הזן האור. על אף שההבדלים אינם מובהקים ניתן לראות מגמה של פחיתה יבול בטיפולי הדשן הגבוה והנמוך, ושיא בטיפול הדשן של 25 יחידות חנקן לשנה.

פרק הזמן הקצר אינו מאפשר להסיק מסקנות סופיות אלא מאפשר להצביע על מגמה בלבד, על מנת להסיק מסקנות ולהגיע לתוצאות מובהקות בנוגע ליבול ומתן הדשן יש לערוך מחקר ארוך טווח.

איור 2. יבול במהלך שנות המחקר



באיור זה מוצג היבול הממוצע לדונם הנעשה על סמך חישוב (יבול הממוצע לעץ בכל טיפול * 55 עצים לדונם). במהלך עונות המחקר וכן הערכה של היבול המצטבר הרב שנתי. מן האיור ניתן לראות כי ישנה השפעה של כמות החנקן שהושמה על היבול. בשנה הראשונה התקבלה עקומת פעמון, שבה שיא היבול התקבל סביב 25 ק"ג חנקן לדונם בשנה. בשנה השנייה לא התקבל קשר ברור אך שוב שיא היבול היה במנה האמצעית, 25 ק"ג חנקן לדונם בשנה. גם בבחינת היבול המצטבר נראה כי המגמה הכללית היא כי השפעת החנקן יוצרת עקומת פעמון, בו ניתן לראות כי השיא מתקבל סביב 25 יחידות חנקן בשנה. יחד עם זאת ייתכן שעבור עצים בהם רמת היבול עומדת סביב חמישה טון לדונם יידרשו יותר מ-25 יחידות חנקן לשנה לצורך מענה על דרישות העץ.

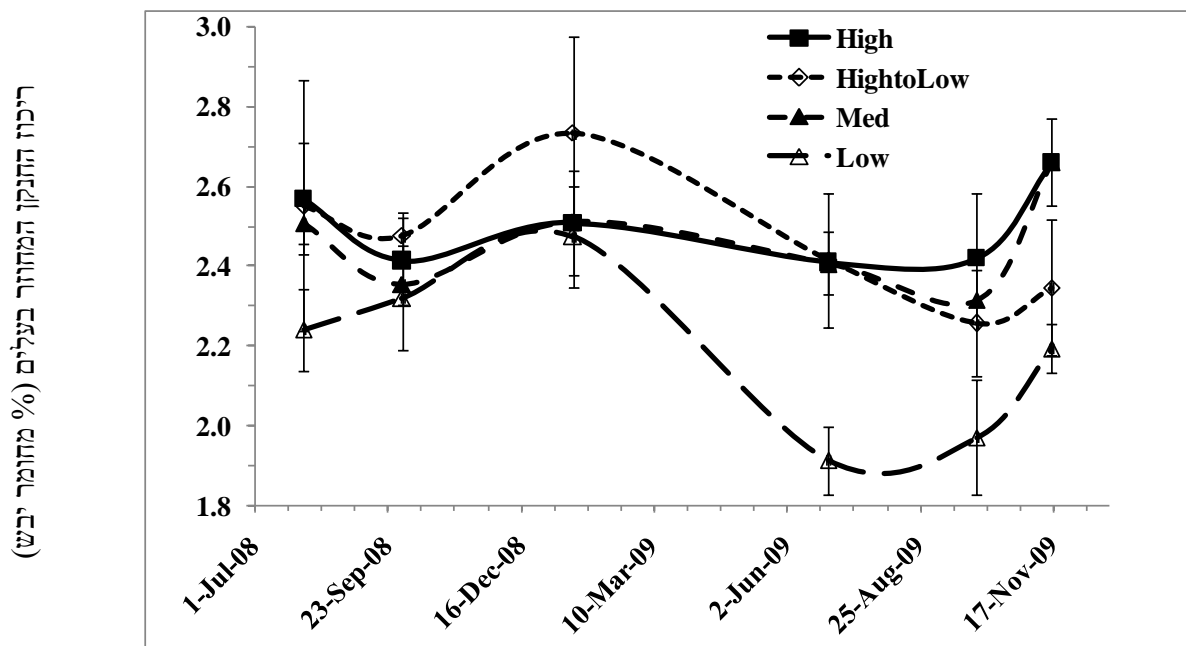
נבדקה השפעת מנת הדשן השנתית על ריכוז החנקן בחתך הקרקע בפרדס- נמצא כי הגדלת מנת החנקן השנתית מהרמות הנמוכות לרמות הגבוהות גרמה לעליה בריכוז החנקן בקרקע בכול החתך הנמדד (0-90 ס"מ) מ – 3.1 ל- 5.0 מ"ג/ק"ג (תוצאות מובאות בנספח הדוח המקוצר). כל הערכים נמוכים יחסית ואינם מצביעים על דליפת חנקן מתחת לבית השורשים העיקרי גם ברמות החנקן הגבוהות.

חלקת הליזמטרים בשפד"ן

בניסוי לזימטרים עם עצי פומלית שנמשך גם הוא שנתיים התקבלו הבדלים בריכוז החנקן בנקז בהתאם לריכוזו במי ההשקיה תוך זמן קצר של מספר שבועות.

ריכוז החנקן בעלים הושפע באופן מובהק מהטיפול, במיוחד בשנה השנייה שבה גם המעבר מריכוז גבוה לנמוך במהלך העונה השפיע על ריכוז החנקן בעלים (איור 3). ניסוי זה מצביע על הפוטנציאל הגלום בניסוי לזימטרים לקבלת תגובה תוך זמן קצר יחסית לעומת ניסוי בשדה, לאפשרות לערוך שינויים עם הזמן בריכוז החנקן בתמיסת ההשקיה ובמקביל בריכוזו בנקז ועל ידי כך ליצור ממשקי אספקת חנקן שונים מבחינת חלוקת מנת החנקן לאורך עונת ההשקיה.

איור 3. השפעת ריכוז החנקן בתמיסת ההשקיה על ריכוז החנקן המחזור בעלים (אחוז ממשקל יבש) במועדי דיגום שונים.



מקרא לאיור 3: High - 120 מ"ג חנקן/ל, Med - 60 מ"ג חנקן/ל, Low - 15 מ"ג חנקן/ל.

High-Med-Low - 120-60-15 מ"ג חנקן/ל, (גבוהה בתחילת עונת ההשקיה, בינוני באמצע עונת ההשקיה, ונמוך בסוף עונת ההשקיה).

טבלה 4. השפעת טיפולי חנקן על יבול פומלית

יבול מצטבר (ק"ג/עץ) 2010 + 2009	מ"ג חנקן/ליטר	Treatment
80	120	High
83	15 ← 60 ← 120	High-Med-Low
61	60	Med
72	15	Low

בניסוי זה לא הייתה השפעה מובהקת על יבול הפרי (טבלה 4), אך התקבלה נטייה ליבול גבוה יותר בטיפולים של רמת חנקן גבוהה (קבועה והולכת ויורדת עם הזמן) לעומת רמת חנקן בינונית או נמוכה באופן קבוע כל הקיץ.

עיבוד תוצאות סקר הקולחין

בעבודה זו מוצג ניתוח תמונת מצב עדכני של רמת החנקן בעלי הדריס כפי שנמדדה בעשור האחרון בפרדסי ישראל. בנוסף מוצג ניתוח של הרמה האופטימאלית של החנקן אליה יש לשאוף על מנת לאפשר בתנאים מיטביים קבלת יבול מרבי המבוסס על נתוני סקר הקולחין הארצי. בניגוד להמלצות העבר שבוססו ברובן על ההמלצות מחו"ל, זוהי הפעם הראשונה בה אנו מאפשרים קבלת החלטות על בסיס הזנים המגודלים בארץ אשר מתבססים על תנאי הגידול המקומיים וטכנולוגיות גידול והשקיה העדכניות לתקופתנו. ההגדרות של רמות המינרלים הרצויות עבור פרדסי ישראל מבוססות בעיקרן על עבודות שעשו בפלורידה לפני כארבעים שנה, מקום בו עדיין מרבית הפרדסים מושקים בהצפה או ממטירים, ודיגום העלים נעשה מענף שאינו נושא פרי. מאחר ובארץ דוגמים עלים מענפים נושאי פרי המתאפיינים ברמות נמוכות יותר של יסודות ההזנה, היה צורך לעדכן את אותם ערכים שהוגדרו כמומלצים, כאשר מרבית העדכונים נעשו שלא על בסיס ניסויים או מחקרים מסודרים אלא על בסיס תצפיות ותחושות של אנשי ההדרכה.

התפלגות החנקן בעלי ההדרים אל מול ההמלצות

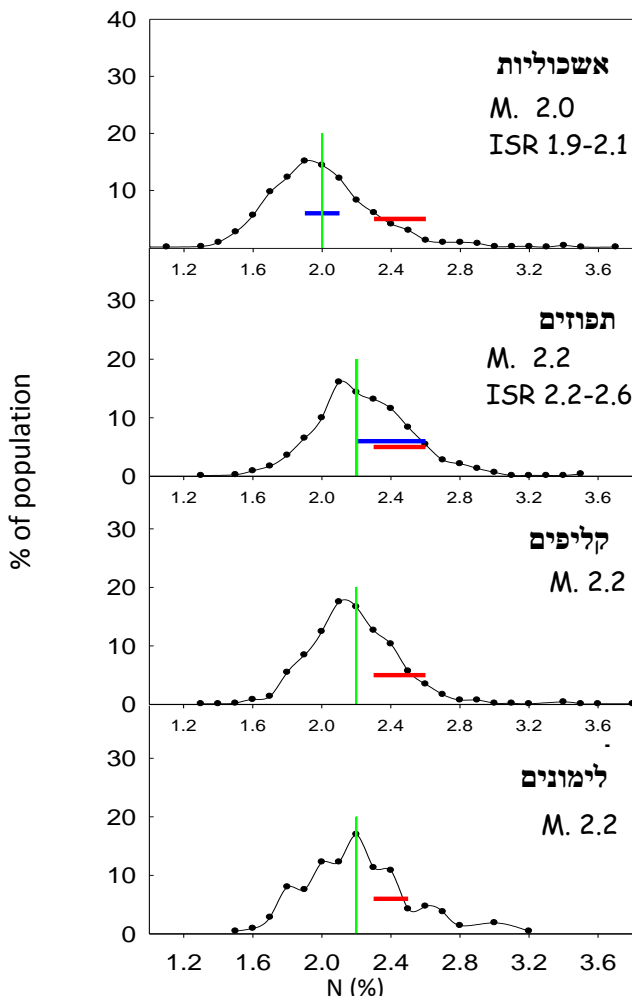
באיור 4 מוצגת התפלגות החנקן בפרדסי ישראל בעשור האחרון תוך השוואת ערך החציון לתחום הערכים שהומלץ בארץ (במידה וקיים כזה- מבוסס על דפון הנחיות שה"מ 1971 שעודכן לאחרונה ב- 2005) או לזה המומלץ בפלורידה (ערכים שעודכנו לערכים המתקבלים מעלים שנדגמו מענפים נושאי פרי על פי המאמר של Embleton 2001 (10) והמאמר של Obreza et al. 1999 (11)).

עבור חנקן כללי (איור 4) ניתן לראות כי החציון של האשכוליות (2% חנקן בעלים) נמצא בהתאמה לערכים

המומלצים (תחום המסומן כקו אופקי כחול באיור וערכו המספרי מסומן באותיות ISR 1.9-2.1% שבפינת האיור). עבור התפוזים ערך החציון שנמדד בעשור האחרון (2.2%) נמצא בקצה התחום המומלץ (ISR 2.2-2.6%). עבור קליפים ולימונים לא נמצאו ערכים מומלצים אך ערכי החציון של החנקן בעשור האחרון היו 2.2% מחומר יבש (בדומה לערך שנתקבל עבור התפוזים). לגבי תחום החנקן המומלץ בפלורידה (הקו האדום האופקי שבגרפים), נראה כי תחום זה גבוה תמיד מהחציון הנמדד ללא קשר לקבוצת ההדרים אליה הוא מיוחס.

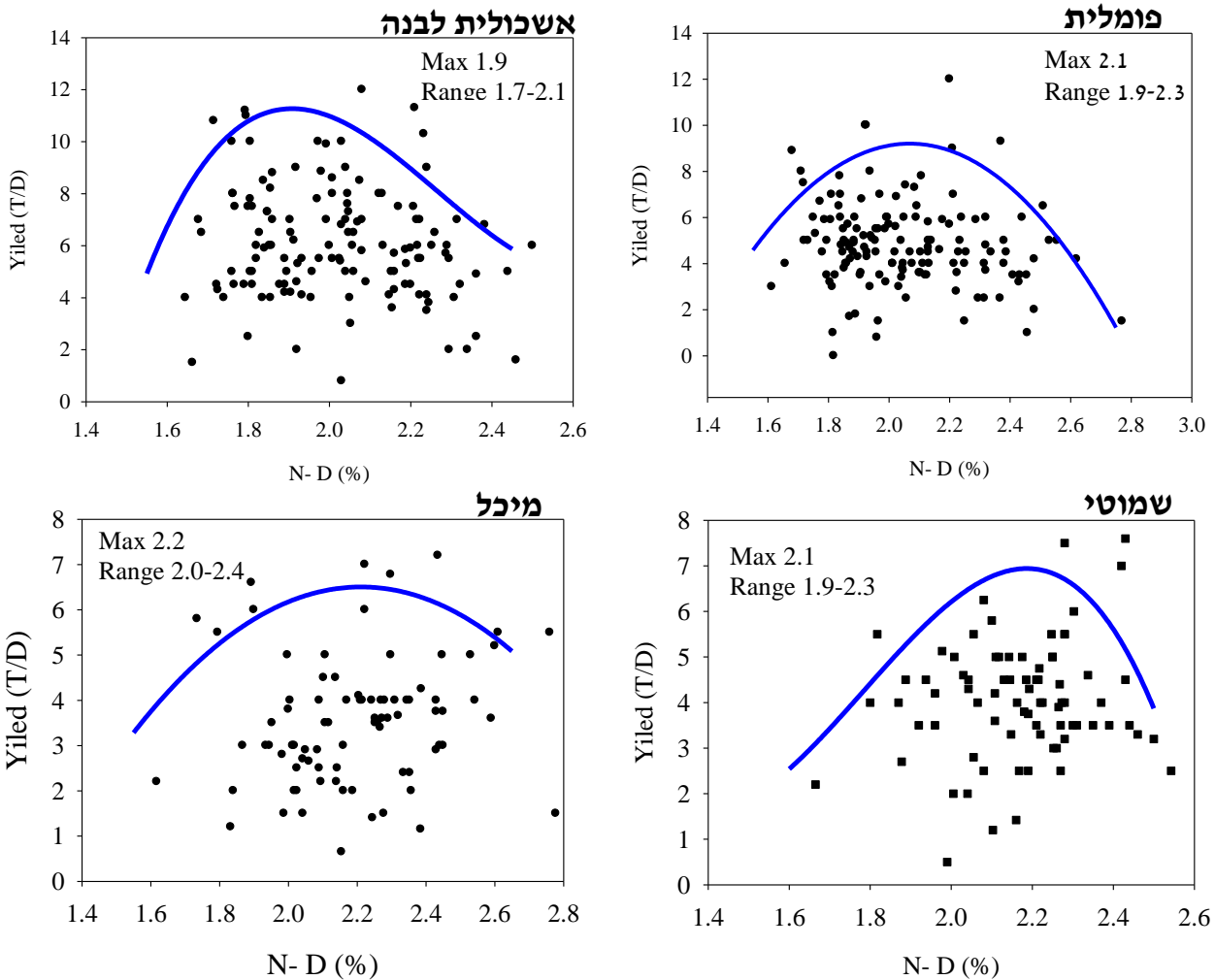
איור 4 . התפלגות החנקן הכללי בעשור האחרון
באשכוליות, תפוזים, קליפים ולימונים אל מול הערכים המומלצים (במידה וקיימים) בארץ (קו כחול) ובארצות הברית (קו אדום). ערכי החציון (הערך האמצעי סביבו נעו הערכים שנמדדו) מצויר כעמודה ירוקה באיור, וערכו המספרי מסומן באות M שבפינת האיור. הערכים המומלצים בארץ מופיעים גם כערכים מספריים מתחת לערך החציון (ISR=xxx-xxx).

הקשר בין רמת היבולים וריכוז המינרלים בפרדסי ישראל
הקשר בין רמת היבולים וריכוז המינרלים בעלים חולץ מתוצאות סקר הקולחין הארצי שהתמקד באשכוליות לבנה, שמוטי, מיכל ופומלית. חילוץ הערך האופטימאלי נעשה על בסיס עקומת המעטפת של הנקודות המייצגות את הקשר שנמדד בין ריכוז המינרלים השונים וכמות היבול המתקבל (איור 5). הנחת היסוד הייתה כי כל הנקודות



שאינן ממוקמות על המעטפת ויושבות מתחתיו מייצגות מצבים בהם היה גורם מגביל שהוביל לקבל יבול נמוך, כדוגמת שנה בה היה אירוע אקלים קיצוני (חום או קור), מצבים בהם היה מחסורים בזמינות יסודות אחרים, נתונים שנאספו משנות off, נתונים שנאספו מחלקות שהתאפיינו בנוכחות גבוהה של מזיקים שלא טופלו כיהא, וכו'.

איור 5. הקשר בין ריכוז החנקן שבעלים לרמת היבול בפומלית, אשכולית לבנה, שמוטי ומיכל. ערכי האופטימום לכל יסוד ויסוד נקבעו על בסיס הערך המקסימאלי של עקומת המעטפת. ערך זה מופיע בציוד הימני העליון של כל איור. התחום המומלץ לכל יסוד ויסוד (תחום המופיע מתחת לערך המקסימאלי) נקבע על פי מידת רגישות ודיוק שיטת המדידה. מבוסס על נתוני סקר הקולחין הארצי.



ריכוז התחומים המומלצים עבור אשכולית לבנה, שמוטי ומיכל מובא בטבלה 5. קביעת התחום המומלץ נעשתה בהתאם למידת השונות המאפיינת את בדיקת המינרלים השונים (כפי שנקבע מניתוח שונות תוצאות של 150 מעבדות אנליטיות שונות ברחבי העולם נתון, שנתקבל מדרי' רעיה וולקן (מעבדת שירות שדה שבגילת). ניתן לראות כי עבור חנקן כללי, התחום שהוגדר בעבר כאופטימאלי הינו גבוה בממוצע בעשרה אחוז מהתחום שנמצא כמיטבי בסקר הקולחין הארצי.

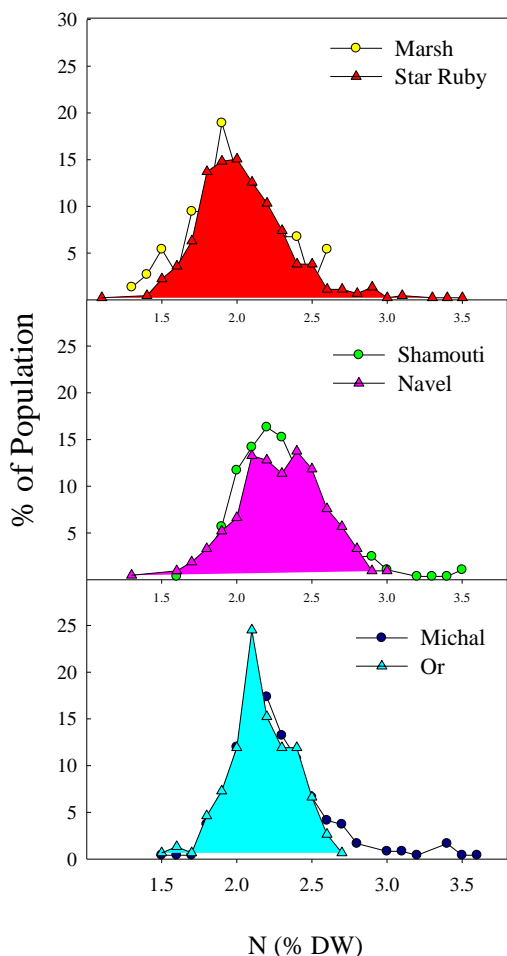
טבלה 5. ההמלצה הנהוגה בארה"ב, המלצות העבר והמלצות על פי סקר הקולחין של חנקן.

כל הערכים הינם ביחידות של אחוז ממשקל יבש כפי שנימדד עבור עלים מהלבלוב האביבי שנדגמו בסתיו ועברו עיכול בחומצה.

סקר קולחין	ISR Rec.	USA Rec.	
1.7-2.1	1.9-2.1	2.3-2.6	אשכולית
1.9-2.3	2.2-2.6	2.3-2.6	תפוז
2.0-2.4		2.3-2.6	קליפים
		2.3-2.6	לימון

בבחינת הקשר בין ערכי החציון של העשור האחרון ומידת התאמת לתחומים המומלצים ניתן לראות כי בחלק מהמקרים ערכי החציון יותר קרובים להמלצות העבר ואילו באחרים להמלצות המתקבלות מנתוני סקר הקולחין הארצי.

נשאלת השאלה האם נתונים שנמצאו כמתאימים עבור האשכולית הלבנה, השמוטי והמיכל נכונים עבור כלל



האשכוליות, התפוזים והקליפים, בהתאמה. על מנת לבחון סוגיה זו בחרנו מכל קבוצה שני זנים הנבדלים ביניהם במועד הקטיף ובחנו עד כמה היה שונה אופן התפלגות החנקן ביניהם בעשור האחרון (איור 6). את האשכולית הלבנה (מארש) השווינו עם הסטאר רובי, את השמוטי השווינו עם הטבורי, ואת המיכל השווינו עם האור. ניתן לראות כי למרות השוני הרב בין הזנים שבחרנו להשוות, התפלגות החנקן של הזוגות השונים הייתה דומה. משמעות הדבר כי לפחות לגבי החנקן, ניתן להשתמש בנתוני האופטימום שנמצאו בסקר הקולחין כהגדרת התחום אליו יש לשאוף בפרדס.

איור 6. השוואת אופן התפלגות החנקן בשני זנים של אשכולית, תפוז או קליף.

באשכוליות ההשוואה נעשתה בין הזן מארש לסטאר רובי. בתפוזים ההשוואה נעשתה בין הזן שמוטי לטבורי. בקליפים ההשוואה נעשתה בין הזן מיכל לאור.

רשימת ספרות:

1. בילוראי ח., דסברג ש., ארנר י., וברום מ., 1986. ניסוי נורדיה, תגובת פרדס למשטרי השקיה ודישון בהרטבה חלקית של איזור בית השורשים. עלון הנוטע 9; 829-854.
2. בר-טל וחובריו י. ארנר, ש. דסברג, פ. פיין, ר. זליגמן, מ. רוזנר, א. חיימוביץ 2001. דווח סופי לתכנית מדען 304-0209-00 בנושא שמוש בקולחין בדרגת טהור שניוניית להשקיית מטעים. (ספטמבר 2001).
3. רוה, ע., אורן, י., הולצמן, ש. לוי, י., רבר, ד., זילברמן, ג., שרייבר, א., ענבל, צ., ליפשיץ, י., ואהרון, מ. 2007. עלון הנוטע 61, עמודים 30-33.
4. Alva, A.K., Paramasivam, S., Obreza, T.A., and Schumann A.W. 2006. Nitrogen best management practice for citrus trees; I. Fruit yield, quality, and leaf nutritional status. Scientia Hort. 107; 233-244.
5. Bar-Akiva, A. 1973. Nitrate estimation in citrus leaves as a mean of evaluating nitrogen fertilizer requirement of citrus trees, Proc. Int. Soc.. Citricult., I. 159-164.
6. Embelton, T.W. Khan, I.A., and Srikandakumar, A. 2000. Interrelationship of nutrient status of orange leaves from fruiting and non-fruiting terminals and their conversion factors. Proc. Int. Soc.. Citricult. IX. 433-434.
7. Wutscher, H.K. 1984. Nitrate distribution in mature citrus trees. HortSci. 19; 433-434.
8. Wutscher, H.K. 1987. Seasonal total and NO₃-N levels in the leaves of orange and grapefruit trees growing in humid climate. HortSci. 22; 44-46.
9. Embleton T. W. 2001 Plant nutrition – Food security and sustainability of agro-ecosystems. 724-725.
10. Obreza T.A., Alva A.K., Hanlon E.A., and Rouse R.E. 1999. Citrus Grove Leaf Tissue and Soil Testing: Sampling, Analysis, and Interpretation (SL-115). <http://edis.ifas.ufl.edu>.

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה :

מטרת המחקר הנוכחי למצוא את הקשר שבין ערכי החנקן הנמדדים בעלים לרמת היבולים ולרמת הדישון המיושמת בשטח.

עיקרי הניסויים ותוצאות שהוגשו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח:

לאחר העמדת הניסוי בשנה הראשונה, החל במהלך השנה השנייה והשלישית מתן חמשת טיפולי הדישון החנקני (15, 20, 25, 30, ו- 40 יחידות לדונם בשנה) בחלקת אור שבגבולות (פרדסי מעון- בכל רמת דשן שישה בלוקים באקראי, בכל בלוק כ-25 עצים; שטח כולל של 15 דונם), ונעשה מעקב אחר העצים. נבדקו המינרלים בעלים, איכות הפרי והיבול. במקביל נבחנה השפעת רמות דישון ומועד מתן הדשן על ריכוז החנקן בעלים והיבול בעצי הפומלית שגודלו בליזמטר. נעשה עיבוד נתוני יסודות הזנה בעלים מהעשור האחרון, וניתוח נתוני סקר הקולחין. בכל המשתנים שנבדקו נראה כי למרות קיום מגמה התוצאות עדין ראשוניות. נקבעה התפלגות רמת החנקן בעלי הדריס מפרדסי ישראל וכן הקשר בין רמת היבול וריכוז יסודות ההזנה שבעלים.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?

פרק הזמן שהועמד לרשות המחקר לא אפשר הגעה למסקנות נחרצות בקשר רמת הדישון האופטימאלית בהדריס. יש לשקול לאפשר מחקרים ארוכי טווח לתקופת של מעל לשלוש שנים. יחד עם זאת בזכות ניתוח נתוני העשור האחרון כולל נתוני סקר הקולחין הארצי הושגו חלק ממטרות המחקר- קביעת רמת החנקן האופטימלית בעלי הדריס.

בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים , שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה ; התייחסות

המשך המחקר לגביהן , האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתורה לביצוע תוכנית המחקר?

כאשר מדובר בניסוי כגון זה העוסק בהזנה בעצים ישנה בעיתיות בעצירת המחקר בתום שלוש שנים, פרק זמן זה אינו מספיק לקבלת תגובות מובהקות והתייצבות המערכת.

הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח.

רוה ע., הילמן צ., אהרון מ., פרס מ., 2009. עת הדר 64 , עמודים 24-27.

נספח א- מאמר - רמות המינרלים האופטימאליות בעלי הדרים מישראל

הקדמה- במהלך שנת המחקר האחרונה שהה החוקר הראשי בשבתון בפלורידה. במהלך תקופה זו נערך דיון מקצועי עם ראשי יחידת ה-Extension, פרופ' תומס אוברזה, האחראי על נושא המלצות הדישון בפרדסי פלורידה ונחשב מהמובילים בעולם בתחום. במהלך הדיון הוצגה עבודת המחקר כולל פרק ניתוח נתוני העבר וסקר הקולחין של פרדסי ישראל. כשנשאל אוברזה מה השלב הבא שמתכננים לעשות בפלורידה בנוגע לדישון חנקני ענה פרופ' אוברזה כי היה שמח לבצע ניתוח דומה לפרדסי פלורידה וביקש ללמוד את השיטות הסטטיסטיות אותן יישמנו בעבודה הישראלית. הדבר מצביע על דעתם של אנשי המקצוע על חוזק וחשיבות הניתוח שבוצע.

Raveh, E., Hilman, Z., Aharon, M., and Peres, M. 2009. Optimal leaf mineral concentration for citrus. Et Hadar, 64; 24-27.

רמות המינרלים האופטימאליות בעלי הדרים מישראל

(עת הדר 2009 גיליון 64 עמודים 24-27)

ד"ר ערן רוה, ציפי הילמן, משה אהרון

המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי (חוות גילת)

מוטי פרס

שירות שדה

בעבודה שלפניכם מוצג ניתוח תמונת מצב עדכני של רמות היסודות חנקן, זרחן, אשלגן ומגניזיום בעלי הדרים כפי שנמדדו בעשור האחרון בפרדסי ישראל. בנוסף מוצג ניתוח של הרמה האופטימאלית של אותם יסודות אליה יש לשאוף על מנת לאפשר בתנאים מיטביים קבלת יבול מרבי המבוסס על נתוני סקר הקולחין הארצי. בניגוד להמלצות העבר שבוססו ברובן על ההמלצות מחו"ל, זוהי הפעם הראשונה בה אנו מאפשרים קבלת החלטות על בסיס הזנים המגודלים בארץ אשר מתבססים על תנאי הגידול המקומיים וטכנולוגיות גידול והשקיה העדכניות לתקופתנו.

מבוא

נכון להיום, אנו עומדים בפתחו של החורף, לאחר שכבר שלחנו דיגומי עלים לאנליזת מינרלים במעבדות שירות שדה השונות, ובהמתנה לקבלת התוצאות על מנת שנוכל לתכנן ולהיערך לעונת הדישון הבאה. ההגדרות של רמות המינרלים הרצויות עבור פרדסי ישראל מבוססות בעיקרן על עבודות שעשו בפלורידה לפני כארבעים שנה, מקום בו עדיין מרבית הפרדסים מושקים בהצפה או ממטירים, ודיגום העלים נעשה מענף שאינו נושא פרי. מאחר ובארץ דוגמים עלים מענפים נושאי פרי המתאפיינים ברמות נמוכות יותר של יסודות ההזנה, היה צורך לעדכן את אותם ערכים שהוגדרו כמומלצים, כאשר מרבית העדכונים נעשו שלא על בסיס ניסויים או מחקרים מסודרים אלה על בסיס תצפיות ותחושות של אנשי ההדרכה.

לפני כשנתיים, לאחר שהובלנו תהליך לשינוי המדד לקביעת רמת החנקן בפרדס (מעבר מבדיקת רמת הניטארט בעלים לבדיקת רמת החנקן הכללי. רוה וחובריו, 2007) חלו שינויים בלתי מתוכננים בשיטות אותן ישמו המעבדות למיצוי המינרלים מהעלים. זרחן, אשלגן ומגניזיום שעד לפני כשנתיים היו נקבעו על בסיס מיצוי מימי עברו להיקבע על בסיס מיצוי בחומצה (אותו עיכול רטוב, בהגה המקצועית, המשמש לקביעת החנקן הכללי). המעבר נעשה לא בחינה של מידת השפעת השינוי על הערכים הנמדדים.

אכן פנו אלינו מספר מגדלים שבמשך שנים נהגו לקבל נתונים המצביעים על חוסר בזרחן ופיתאום, בבת אחת רמות הזרחן שנמדדו עבורם היו בעודף משמעותי בלא ששינו בפרדס את נוסחת הדישון. בדומה לעבודתנו בעבר, גם הפעם הרמנו את הכפפה והחלטנו לבדוק את כל הקשור להמלצות הדישון עבור פרדסי ישראל לעומק. תחילה, קבענו במדויק כיצד משפיע שינוי שיטת המיצוי על הערכים הנמדדים, דבר שיאפשר עדכון ההמלצות לגבי

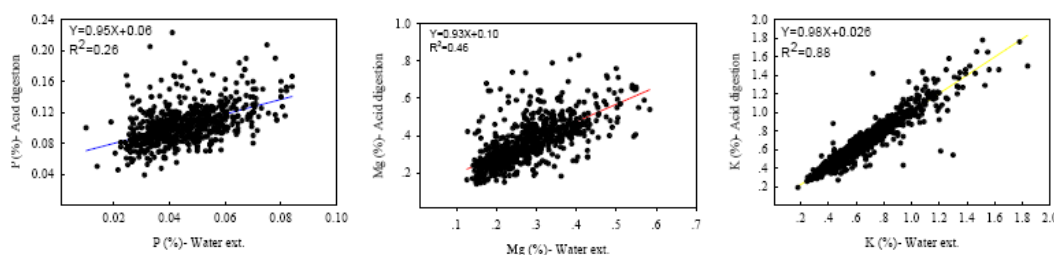
אותם מינרלים שרמתם מושפעת משיטת המינרליזציה, לאחר ניצולנו את מאגרי המידע מהעשור האחרון על מנת לבחון את רמות המינרלים השונים בפרדסי ישראל אל מול ההמלצות. בהמשך נעזרנו בנתוני סקר הקולחים הארצי (המשלבים נתוני יבול אל מול נתוני מינרלים) לקביעת רמות המינרלים האופטימליות בפרדס. לסיום בחנו (לגבי החנקן בלבד) עד כמה המלצות שנקבעות עבור זן אחד יהיו דומות לזנים אחרים השייכים לאותה קבוצה (תזים, קליפס, אשכוליות).

תוצאות

קביעת מידת השפעת שיטת המינרליזציה על הערכים הנמדדים

הבדיקה נערכה על בסיס השוואה בין הערכים של זרחן, מגניון ואשלגן שנמדדו במינרליזציה מימי לאלו שנמדדו מחומר צמחי שעבר עיכול רטוב (איור 1). הבדיקה נעשתה על בסיס מאגר הנתונים סקר הקולחים הארצי. ניתן לראות כי בעוד עבור הזרחן שיטת המינרליזציה (ממינרליזציה מימי לעיכול בחומצה) הובילה להכפלת הערכים הנמדדים, עבור מגניון השינוי היה נמוך יותר ואילו עבור אשלגן כמעט ולא הייתה השפעה.

איור 1. השפעת שיטת המינרליזציה על ערכי המינרלים הנמדדים (זרחן משמאל, מגניון באמצע ואשלגן מימין). ציר ה-X הינו ריכוז המינרל כפי שנמדד במינרליזציה מימי, ואילו ציר ה-Y הינו ריכוז המינרל כפי שנמדד לאחר עיכול רטוב של העלה.

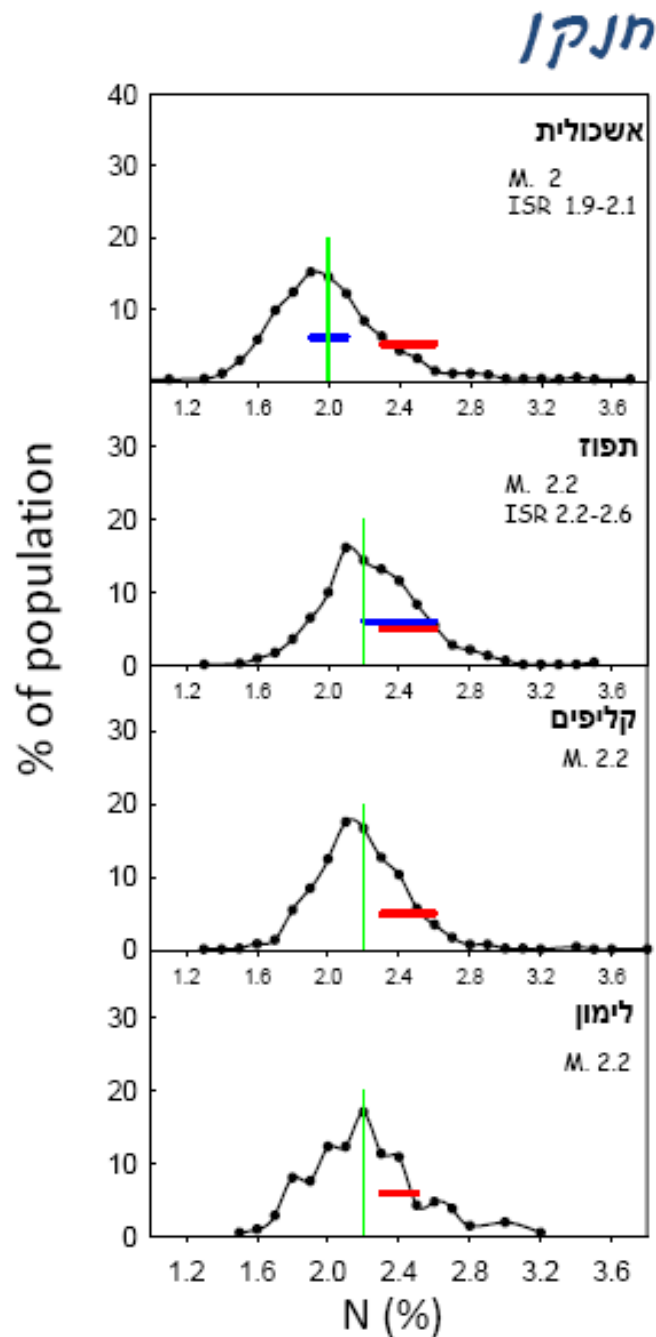


התפלגות המינרלים בעלי ההדרים אל מול ההמלצות

לאחר שהיה בידינו את הקשר בין שיטת המינרליזציה לערכים הנמדדים, ניתחנו את התפלגות המינרלים השונים (חנקן, זרחן, אשלגן ומגניון) בפרדסי ישראל בעשור האחרון תוך השוואת ערך החציון לתחום הערכים שהומלץ בארץ (במידה וקיים כזה) מבוסס על דפון הנחיות שה"מ 1971 שעודכן לאחרונה ב-2005) או לזה המומלץ בפלורידה (ערכים שעודכנו לערכים המתקבלים מעלים שנדגמו מענפים נושאי פרי על פי המאמר של Embleton 2001 והמאמר של Obreza et al. 1999).

עבור חנקן כללי (איור 2) ניתן לראות כי החציון של האשכוליות (2% חנקן בעלים) נמצא בהתאמה לערכים המומלצים (תחום המסומן כקו אופקי כחול בגרף וערכו המספרי מסומן באותיות 1.9-2.1% ISR שבפינת הגרף). עבור התפוזים ערך החציון שנמדד בעשור האחרון (2.2%) נמצא בקצה התחום המומלץ (2.2-2.6% ISR). עבור קליפס ולימונים לא נמצאו ערכים מומלצים אך ערכי החציון של החנקן בעשור האחרון היו 2.2% מחומר יבש (בדומה לערך שנתקבל עבור התפוזים). לגבי תחום החנקן המומלץ בפלורידה (הקו האדום האופקי שבגרפים), נראה כי תחום זה גבוה תמיד מהחציון הנמדד ללא קשר לקבוצת ההדרים אליה הוא מיוחס.

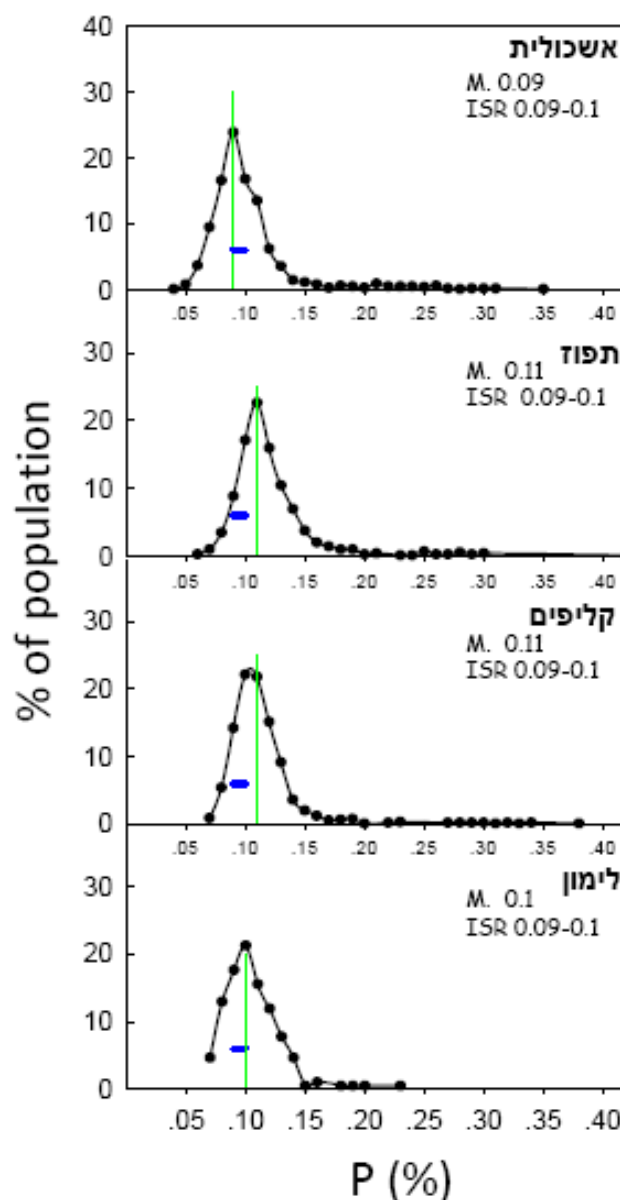
איור 2. התפלגות החנקן הכללי בעשור האחרון באשכוליות, תפוזים, קליפים ולימונים אל מול הערכים המומלצים (במידה וקיימים) בארץ (קו כחול) ובארה"ב (קו אדום). ערכי החציון (הערך האמצעי סביבו נעו הערכים שנמדדו) מצויר כעמודה ירוקה בגרף, וערכו המספרי מסומן באות M שבפינת הגרף. הערכים המומלצים בארץ מופיעים גם כערכים מספריים מתחת לערך החציון (xxx-xxx=ISR).



התפלגות הזרחן בפרדסי ישראל בעשור האחרון מוצגת באיור 3. ניתן לראות כי ערכי החציון של הזרחן המאפיינים את התפוזים, הקליפים, והלימונים של ישראל בעשור האחרון הינם גבוהים מאלו שהוגדרו כמומלצים ונעים בין 0.10 ל- 0.11 אחוז מחומר יבש. עבור האשכוליות, החציון נמצא בתוך התחום שהוגדר כמומלץ ויושב על ריכוז של 0.09 אחוז מחומר יבש.

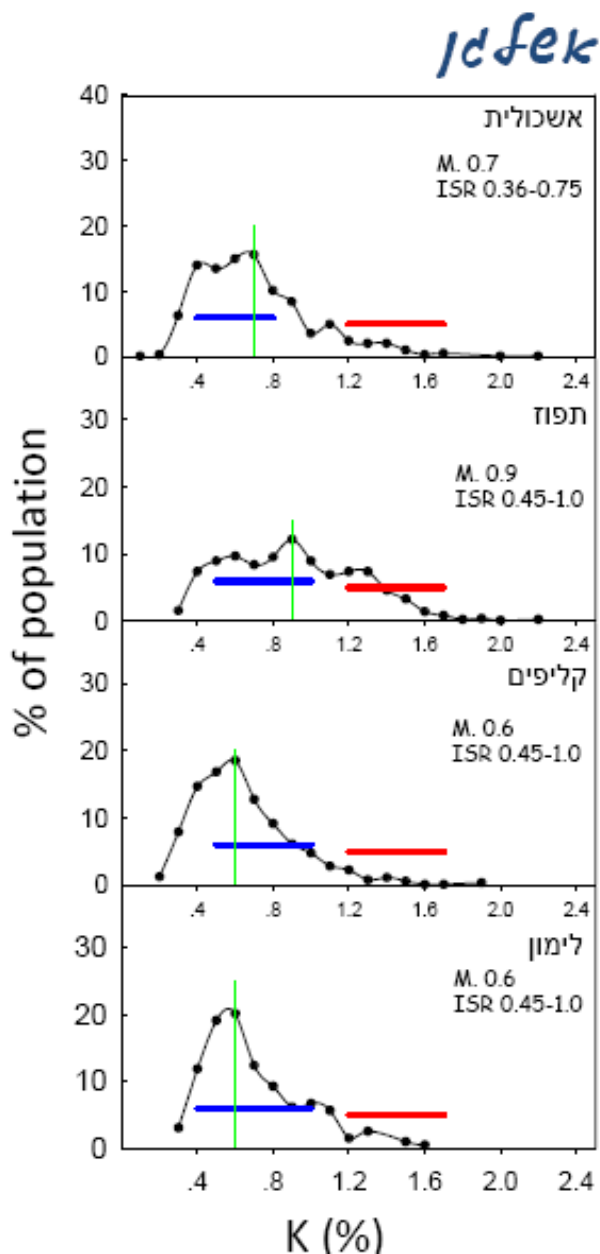
איור 3. התפלגות הזרחן בעשור האחרון באשכוליות, תפוזים, קליפים ולימונים אל מול הערכים המומלצים בארץ (קו כחול). ערכי החציון (הערך האמצעי סביבו נעו הערכים שנמדדו) מצויר כעמודה ירוקה בגרף, וערכו המספרי מסומן באות M שבפינת הגרף. הערכים המומלצים בארץ מופיעים גם כערכים מספריים מתחת לערך החציון (xxx-xxx=ISR).

לזרחן



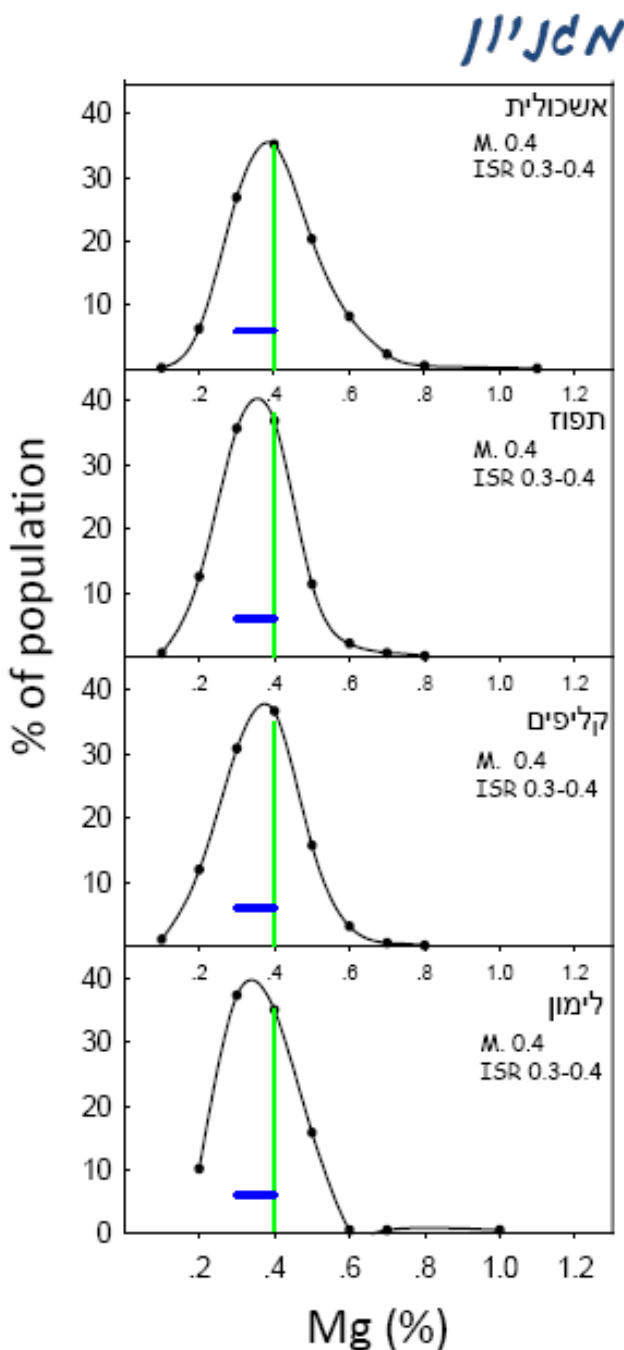
התפלגות ריכוז האשלגן באשכוליות, תפוזים ולימון (איור 4) התאפיין בפיזור עם מספר נקודות שיא, מבנה השונה מזה של החנקן, הזרחן, והמגניום (שיוצג בהמשך). יחד עם זאת, בכל המקרים החציון של רמות האשלגן שנמדדו היה בתחום שהוגדר בעבר כמומלץ עבור פרדסי ישראל. עבור האשכוליות, הקליפים והלימונים ערך החציון היה 0.6 עד 0.7 אחוז מחומר יבש ואילו עבור התפוזים ערך החציון היה 0.9 אחוז מחומר יבש. השוואת הנתונים להמלצות האמריקאיות (לאחר תרגומן לערכים המתקבלים מעלים שנדגמו מענפים נושאי פרי) מראה חוסר קשר בין השניים.

איור 4. התפלגות האשלגן בעשור האחרון באשכוליות, תפוזים, קליפים ולימונים אל מול הערכים המומלצים בארץ (קו כחול) ובארה"ב (קו אדום). ערכי החציון (הערך האמצעי סביבו נעו הערכים שנמדדו) מצויר כעמודה ירוקה בגרף, וערכו המספרי מסומן באות M שבפינת הגרף. הערכים המומלצים בארץ מופיעים גם כערכים מספריים מתחת לערך החציון (xxx-xxx=ISR).



ערכי החציון של ריכוז המגניזיום שנמדדו בפרדסי ישראל (איור 5) ישבו תמיד בקצה העליון של התחום המומלץ, היו דומים בערכם עבור כל קבוצות ההדרים (0.4 אחוז מחומר יבש), ובדומה להתפלגות החנקן והאשלגן היו בעלי מבנה פיזור נורמאלי (פיק בולט אחד).

איור 5. התפלגות המגניום בעשור האחרון באשכוליות, תפוזים, קליפים ולימונים אל מול הערכים המומלצים בארץ (קו כחול). ערכי החציון (הערך האמצעי סביבו נעו הערכים שנמדדו) מצויר כעמודה ירוקה בגרף, וערכו המספרי מסומן באות M שבפינת הגרף. הערכים המומלצים בארץ מופיעים גם כערכים מספריים מתחת לערך החציון (xxx-xxx=ISR).

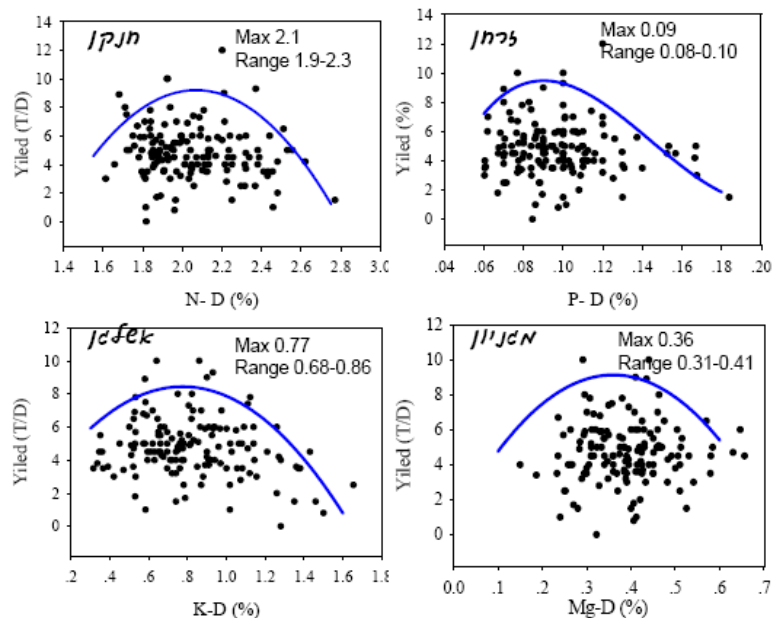


למרות שניתן להניח כי מרבית הפרדסים המיוצגים במדגמים שהצגנו הינם פרדסים רווחיים, אין זה מחייב שערך החציון אותו מצאנו אכן גם משקף את הערך אשר עבורו מתקבל היבול המרבי. על מנת לבחון השערה זו, תחילה חיפשנו את הקשר בין רמות יבולים לריכוזי מינרלים בעלים מפרדסים הגדלים בארץ. לצורך העניין נעזרנו בנתוני סקר הקולחים הארצי בו במשך שבע שנים עקבו גם אחר רמות יבולים וגם אחר רמות מינרלים בעלים במספר רב של חלקות אשר בחלקן היו מושקות במים שפירים ובחלקן בקולחין.

הקשר בין רמת היבולים וריכוז המינרלים בפרדסי ישראל

כפי שציינו קודם לכן, הקשר בין רמת היבולים וריכוז המינרלים בעלים חולץ מתוצאות סקר הקולחין הארצי שהתמקד באשכולית לבנה, שמוטי, מיכל ופומלית. חלוץ הערך האופטימאלי נעשה על בסיס עקומת המעטפת של הנקודות המייצגות את הקשר שנמדד בין ריכוז המינרלים השונים וכמות היבול המתקבל (ראה איור 6, עקומות מעטפת וערכי אופטימום עבור פומלית). הנחת היסוד הייתה כי כל הנקודות שאינן ממוקמות על המעטפת ויושבות מתחתיו מייצגות מצבים בהם היה גורם מגביל שהוביל לקבל יבול נמוך, כדוגמת שנה בה היה אירוע אקלים קיצוני (חום או קור), מצבים בהם היה מחסורים בזמינות יסודות אחרים, נתונים שנאספו משנות off, נתונים שנאספו מחלקות שהתאפיינו בנוכחות גבוהה של מזיקים שלא טופלו כיהא, וכו'.

איור 6. הקשר בין ריכוז החנקן, הזרחן, האשלגן והמגניזיום שבעלים לרמת היבול בפומלית. ערכי האופטימום לכל יסוד ויסוד נקבעו על בסיס הערך המקסימאלי של עקומת המעטפת. ערך זה מופיע בצידו הימני העליון של כל גרף. התחום המומלץ לכל יסוד ויסוד (תחום המופיע מתחת לערך המקסימאלי) נקבע על פי מידת רגישות ודיוק שיטת המדידה. מבוסס על נתוני סקר הקולחין הארצי. ניתוח דומה נעשה עבור האשכולית הלבנה, השמוטי והמיכל (נתונים מוצגים בטבלה 1).



ריכוז התחומים המומלצים עבור אשכולית לבנה, שמוטי ומיכל מובא בטבלה 1. קביעת התחום המומלץ נעשתה בהתאם למידת השונות המאפיינת את בדיקת המינרלים השונים (כפי שנקבע מניתוח שונות תוצאות של 150 מעבדות אנליטיות שונות ברחבי העולם נתון, שנתקבל מדרי רעיה וולקן (מעבדת שירות שדה שבגילת). ניתן לראות כי עבור מרבית היסודות ישנו תחום של חפיפה בין המלצות העבר לתחום המתקבל מניתוח גרפי המעטפת של נתוני סקר הקולחין הארצי. יחד עם זאת נמצא כי עבור חנקן כללי, התחום שהוגדר בעבר כאופטימאלי הינו גבוה בממוצע בעשרה אחוז מהתחום שנמצא בסקר הקולחין הארצי. עבור הזרחן התחום שנמצא כמתאים לקבלת יבול מקסימאלי בסקר הקולחין הארצי נמצא בהתאמה להמלצות העבר כשמדובר באשכוליות וקליפים, אך גבוהה מהמלצות העבר כשמדובר בתפוזים. לגבי האשלגן נמצא כי אין להצר את התחום המוגדר כאופטימאלי. כשמדובר בתפוזים הצרת התחום מקורה בעלאת ערך הסף התחתון, ואילו כשמדובר באשכוליות וקליפים הצרת התחום מקורה בהורדת ערך הסף העליון. לגבי מגניזיום, תחום הריכוז שהוגדר בעבר כאופטימאלי נמצא מתאים לנתוני סקר הקולחים הארצי, ואילו עבור תפוזים וקליפים, נמצא כי יש להוריד את ערכי התחום המוגדר כאופטימאלי בכ- 35%.

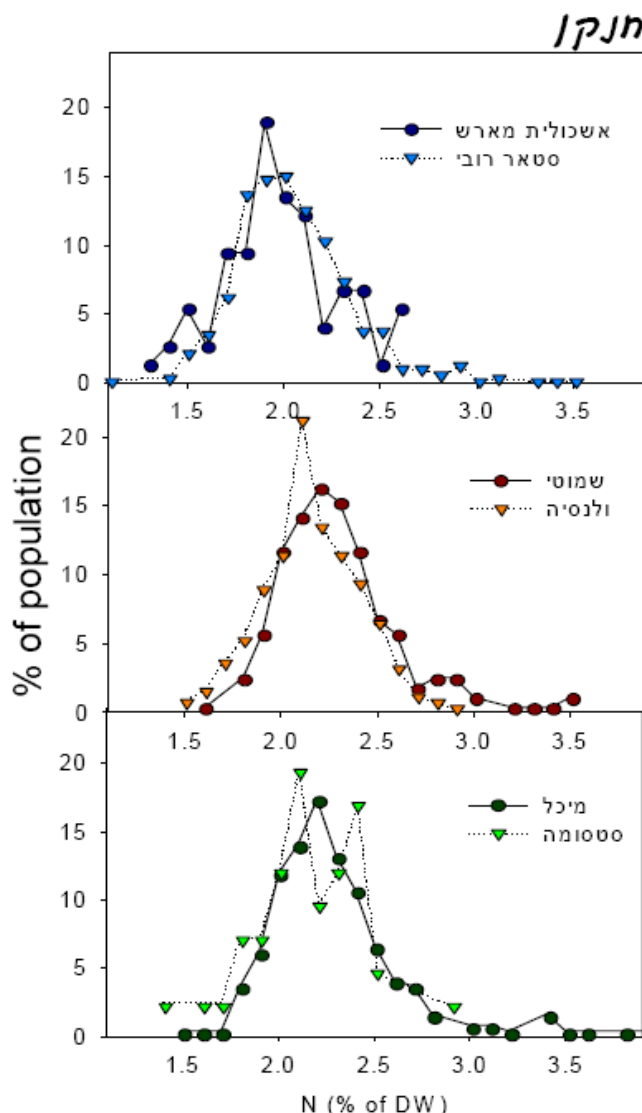
טבלה 1. ערכי החציון מהעשור האחרון, המלצות העבר והמלצות על פי סקר הקולחין של היסודות חנקן (N) זרחן (P) אשלגן (K) ומגניום (Mg) עבור אשכוליות, תפוזים, קליפים ולימונים. כל הערכים הינם ביחידות של אחוז ממשקל יבש כפי שנימדד עבור עלים מהלבלוב האביבי שנדגמו בסתיו ועברו עיכול בחומצה.

המלצות על פי סקר קולחין	המלצות העבר	ערך החציון מהעשור האחרון	יסוד	
1.7-2.1	1.9-2.1	2.0	N	אשכולית
0.08-0.10	0.09-0.1	0.09	P	
0.37-0.48	0.36-0.75	0.7	K	
0.33-0.45	0.3-0.4	0.4	Mg	
1.9-2.3	2.2-2.6	2.2	N	תפוז
0.11-0.14	0.095-0.105	0.11	P	
0.80-1.00	0.45-1.0	0.9	K	
0.19-0.26	0.3-0.4	0.4	Mg	
2.0-2.4	2.2-2.6	2.2	N	קליפים
0.09-0.12	0.095-0.105	0.11	P	
0.55-0.69	0.45-1.0	0.6	K	
0.19-0.26	0.3-0.4	0.4	Mg	
	2.2-2.6	2.2	N	לימון
	0.095-0.105	0.10	P	
	0.45-1.0	0.6	K	
	0.3-0.4	0.4	Mg	

בבחינת הקשר בין ערכי החציון של העשור האחרון ומידת התאמת לתחומים המומלצים ניתן לראות כי בחלק מהמקרים ערכי החציון יותר קרובים להמלצות העבר ואילו באחרים להמלצות המתקבלות מנתוני סקר הקולחין הארצי.

נשאלת השאלה האם נתונים שנמצאו כמתאימים עבור האשכולית הלבנה, השמוטי והמיכל נכונים עבור כלל האשכוליות, התפוזים והקליפים, בהתאמה. על מנת לבחון סוגיה זו בחרנו מכל קבוצה שני זנים הנבדלים ביניהם במועד הקטיף ובחנו עד כמה היה שונה אופן התפלגות החנקן ביניהם בעשור האחרון (איור 7). את האשכולית הלבנה (מארש) השווינו עם הסטאר רובי, את השמוטי השווינו עם הוולנסיה, ואת המיכל השווינו עם הסטסומה. ניתן לראות כי למרות השוני הרב בין הזנים שבחרנו להשוות, התפלגות החנקן של הזוגות השונים הייתה דומה. משמעות הדבר כי לפחות לגבי החנקן, ניתן להשתמש בנתוני האופטימום שנמצאו בסקר הקולחין כהגדרת התחום אליו יש לשאוף בפרדס.

איור 7. השוואת אופן התפלגות החנקן בשני זנים של אשכולית, תפוז או קליף. באשכוליות ההשוואה נעשתה בין הזן מארש לסטאר רובי. בתפוזים ההשוואה נעשתה בין הזן שמוטי לוולנסיה. בקליפים ההשוואה נעשתה בין הזן מיכל לסטסומה.



סיכום ומסקנות

בעבודה המוצגת לפניכם הינה הפעם הראשונה בה נעשה ניתוח מקיף ומעמיק של תחומי היסודות אליהם יש לשאוף בקבוצות ההדרים השונות אשר מבוסס על נתונים שנאספו מפרדסי ארץ ישראל ורלוונטיים לעשור האחרון (הן מבחינת הזנים והכנות, והן מהבחינה של טכניקות ותנאי הגידול). ניתן להיעזר בנתונים אלו כבסיס להכוונת כמויות הדשן אותן ניישם השנה הבאה (העלאה או הורדה ביחס לכמויות אותן ישמו בשנה שחלפה). חשוב לציין כי קיומם של רמות כאלו ואחרות של מינראלים בעלים מצביעות בעיקר על מידת זמינותו של אותו מינראל לעץ. יתכנו מצבים בהם ניתן לפרדס דישון "מספק" אך העץ עדיין יראה מחסורים עקב תחרות של אותו רכיב עם מומסים אחרים הנמצאים בתמיסת קרקע או גורמים סביבתיים אחרים המקשים על קליטתו של אותו רכיב לעץ (רמת חומציות וכו').

תודות: לד"ר רעיה וולקן על הייעוץ בנושא תחומי אי הוודאות של שיטות האנליזה השונות. למעבדות שירות שדה על ביצוע האנליזות. לענת לוינגרט וחורחה טרצ'יצקי שריכזו את נתוני סקר הקולחין הארצי. ולבסוף תודות להנהלת ענף ההדרים ולמגדלים על תמיכתם במחקר.

מקורות ספרות

רוה, ע., אורן, י., הולצמן, ש. לוי, י., רבר, ד., זילברמן, ג., שרייבר, א., ענבל, צ., ליפשיץ, י., ואהרון, מ. 2007. עלון הנוטע 61, עמודים 30-33.

T. W. Embleton (2001) Plant nutrition – Food security and sustainability of agro-ecosystems. 724-725.

T.A.Obreza, A.K. Alva, E.A.Hanlon, and R.E. Rouse 1999. Citrus Grove Leaf Tissue and Soil Testing:Sampling, Analysis,and Interpretation (SL-115). <http://edis.ifas.ufl.edu>.

הקדמה- במהלך שנת המחקר האחרונה שהה החוקר הראשי בשבתון בפלורידה, במהלך תקופה זו הוגש דוח מקוצר בלבד במסגרת הבקשה להמשך מימון, דו"ח זה מצורף במדויק בפורמט שהוגש.

דו"ח סופי מקוצר לתכנית מס' 203-0642-08

עדכון ממשק הדישון החנקני בפרדסי הארץ

ערן רוה¹, אשר בר-טל², משה אהרון¹, ציפי הילמן¹, שמעון הולצמן³, דבי רבר³

1 - המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר, חוות גילת, 2 - המכון למדעי הקרקע, מים והסביבה, מנהל המחקר, בית דגן, 3 - המחלקה להדרים, שה"מ

מבוא, רקע מדעי ומטרות המחקר

דישון נכון בפרדס מהווה את אחד הגורמים החשובים בקביעת רווחיות הפרדס. בעולם רמת הדישון נקבעת על פי הזן, גיל העצים, ריכוז המינרלים בעלים, ורמת היבולים הצפויה. לגבי הזן, ישנן מדינות בעולם בהם לכל זן התייחסות משלו (כדוגמת ישראל, מרוקו ודרום אפריקה) ויש מדינות בהן ההתייחסות יותר כללית (כדוגמת ארה"ב ארגנטינה, ואוסטרליה). העלים המשמשים לקביעת מצב המינרלים של העצים הינם העלים מהלבלוב האביבי הנדגמים בסוף הקיץ סביב חודש אוקטובר. אופן קביעת רמת החנקן בעלים אחיד בכל העולם ומבוסס על מדידת ריכוז החנקן הכללי.

מספר רב של ניסיונות דישון נערכו בארץ במהלך שנות השישים (טרם המעבר לטפטוף), כאשר בהמשך (-1977 1984) נערך ניסוי מקיף רב שנתי בנוורדיה, שבו בחנו את התגובה של תפוז (שמוטי) לרמות שונות של דישון. מניתוח הקשר בין רמת הדשן ליבול בניסוי נראה כי טיפולי החנקן אותם ישמו במחקר (9, 19, ו-31 ק"ג N צרוף לדונם) לא הובילו לרוויה מבחינת יבולי העץ. יתכן והדבר נבע מחוסר בטיפולי ביניים (כדוגמת 26 ק"ג N לדונם לשנה, הרמה המומלצת בארה"ב ואשר מעליה לא נצפתה תוספת יבולים) או מכך שאכן בארץ דרוש יותר חנקן על מנת להגיע לרוויה. כפועל יוצא, אין בניסיון נורדיה התייחסות לנושא דישון עודף או לנושא של רמה עודפת של חנקן בעלים. כן הוגדר בניסיון ריכוז החנקן בעלים המהווה סף תחתון שמתחתיו אין לרדת (1.9% חנקן מחומר יבש), נתון היכול לשמש כנקודת יחוס מעודכנת עבור מגדלי התפוזים.

התייחסות מקיפה נוספת לנושא צריכת החנקן בפרדס ניתנה בניסיון ההשקיה בקולחין שניוניים מרמת הכובש. בדומה לדישון הביניים בניסיון נורדיה, רמת החנקן שסופקה לעץ (בין אם מקורו במי הקולחין או בדשן כימי) עמדה על 21-23 ק"ג חנקן צרוף לדונם בטיפולים המיטביים, ודווח כי רמה זו הייתה מספקת על מנת לקבל יבולים ברמות המקובלות לאזור. יחד עם זאת, במחקר הנ"ל לא נבחן הקשר שבין רמת החנקן הכללי בעלים ליבול המתקבל, מאחר ונושא זה לא היווה חלק ממטרות המחקר. בעבודה אחרת המסכמת שמונה שנות מחקר בנושא דישון חנקני עבור תפוזי המלין בפלורידה (עצים בני 20 בעלי יבול ממוצע של 8 טון לדונם) דווח שיעילות ניצולת החנקן הייתה דומה לזו המתוארת בניסוי נורדיה (1.6 - 3.3 לעומת 1.5 - 3.9 ק"ג חנקן צרוף לטון יבול, בהתאמה). בעבודה זו דווח כי רמת הדישון המיטבית עבור תפוזי המלין עומדת על 26 יחידות חנקן צרוף לדונם לשנה. כמו כן דווח כי על מנת לשמר את היבולים ברמתם המקסימאלית יש לשמר את רמת החנקן הכללי שבעלים בתחום שבין 2.75 ל- 2.35 אחוז מחומר יבש (מדידות מעלים שנדגמו מענפים חסרי פרי). ערכים אלו אקוויוולנטים ל- 2.55 עד 2.15 אחוז מחומר יבש עבור בעלים הנדגמים מענפים נושאי פרי.

למרות כל הידע הקיים בספרות, ואשר בחלקו הוצג פה, ישנם מספר רב של שאלות שנשארו ללא מענה. עדיין לא ברור מהן ההמלצות הנכונות לגבי רמות הדשן אותם יש ליישם בארץ על מנת להגיע לערכי החנקן המיטביים, והאם שמירה על רמות חנקן כללי כפי שמקובל בעולם יאפשרו קבלת יבולים מקסימאליים. כמו כן לא ידוע מהן ערכי החנקן הכללי בעלים אליו יש לשאוף בזנים החדשים לגביהם אין נתונים בספרות.

מטרת המחקר

מטרת המחקר הכוללת הינה עדכון ובנייה מחדש של סרגל הדישון החנקני בפרדס בזני הקליפים החדשים כאשר הזן אור ישמש כזן מודל, תוך הגדרת הקשר שבין רמות הדישון המומלצות לערכי החנקן הכללי הנמדדים בעלים. מטרה משנית היא לבחון את הקשר בין ריכוז החנקן בתמיסת ההשקיה בתקופות שונות בעונת ההשקיה ותגובת עצי הדר. למטרה זו אנו משתמשים במערכת ליזימטרים מניסוי קודם שנטועים בה עצי פומלית מורכבים על חושחש.

פירוט הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו

שיטות וחומרים

הניסוי הוקם בפרדס האור של הדרי מעון. העצים מנטיעת 1997 מורכבים על כנת החושחש, מושקים ומדושנים על פי המלצות האזור. הוגדר מצב המינרלים בעלים על בסיס אנליזה כימית (חנקן וזרחן על פי עיכול בחומצה, ואילו כלוריד, נתרן ואשלגן על בסיס מיצוי מימי). הבדיקה נעשתה על עלים מהלבלוב האביבי האחרון (ענפים נושאי פרי). במקביל לבדיקות העלים אופינו היבולים של החלקה. הבדיקה כללה שקילת יבול ממוצע לעץ, ונתונים לגבי איכות הפרי (רמת סוכר, חומצה, יחס הבשלה ואחוז מיץ). כמו כן הוקמה חלקת ליזימטרים בשפד"ן בה נחשפו עצי פומלו לארבע טיפולי חנקן. בחלקה הנ"ל נעשה מעקב אחר קליטת החנקן לעץ ורמתו במי הנקז.

תוצאות

חלקת המחקר בפרדסי מעון

הטיפולים בחלקה פוזרו על בסיס מבנה של בלוקים באקראי. סך הכל נבחנו חמש רמות דישון (15, 20, 25, 30, ו-40 יחידות חנקן בשנה). ישנם שישה בלוקים, חמש חלקות בבלוק כאשר בכל חלקה כ-27 עצים.

טבלה 1: רמת המינרלים בעלים. העלים נדגמו בעונה המקובלת (בתום עונת ההשקיה; אוקטובר 2008 ו-2009).

אוקטובר 2008

K (% DW)	P (% DW)	N (% DW)	Na (% DW)	Cl (% DW)	Treatment יחידות חנקן בשנה
1.16	0.116b	2.47ab	0.14	0.18	15
1.11	0.115b	2.27b	0.13	0.18	20
1.16	0.119ab	2.35ab	0.13	0.16	25
1.25	0.124ab	2.37ab	0.15	0.19	30
1.26	0.126a	2.53a	0.13	0.17	40

K	P	N	Na	Cl	Treatment
0.80	0.120	2.40	0.220	0.25b	10
0.74	0.115	2.20	0.212	0.24b	20
0.80	0.124	2.30	0.207	0.21b	30
0.76	0.119	2.27	0.204	0.32a	40
0.87	0.126	2.37	0.221	0.23b	50

LSMeans אוטיות שונות באותה עמודה מציינות הבדל מובהק סטטיסטית ברמת מובהקות של 5% על פי מבחן Tukey HSD.

לא נמצא קשר בעל מגמה קבועה וניתנת להסבר בין מנת החנקן בפרדס לריכוז המינרלים בעלים, כאשר רק בשנה ראשונה מנת החנקן השפיעה על ריכוז החנקן בעלים וגם במקרה זה הריכוז הגבוה ביותר נמצא בטיפול הקצוות של הרמה הנמוכה ביותר והרמה הגבוהה ביותר.

טבלה 2: איכות הפרי והיבול. 20 פירות מכל חזרה נדגמו, נסחטו ונבדקה איכות הפרי (סה"כ 120 פירות לכל טיפול) במיץ הטרי.

2008

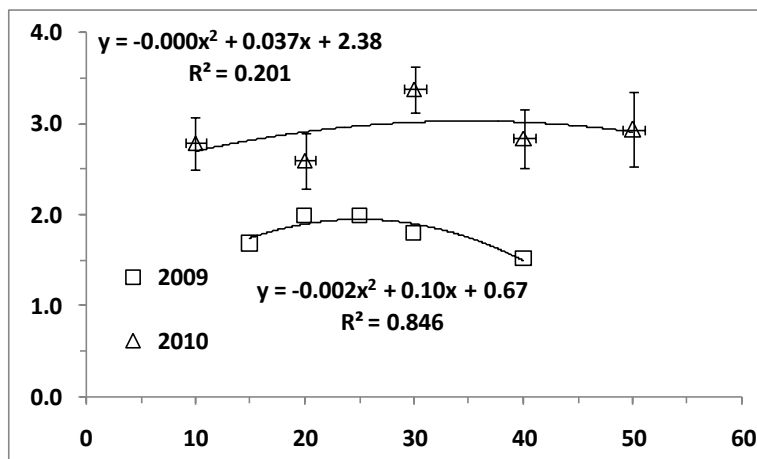
Yield (Kg/ tree)	Ripening ratio	Sugar (%)	Acid (%)	TSS (%)	Juice (%)	Fruit diameter (mm)	Fruit weight (g)	Treatment יחידות חנקן בשנה
30.6	14.4	13.3	0.9	13.9	47.2	69.2	158.3a	15
36.2	14.8	13.2	0.9	13.8	47.7	67.3	145.9b	20
36.1	15.1	12.9	0.9	13.4	48.1	68.7	155.9ab	25
32.7	14.4	13.2	0.9	13.7	47.5	67.9	149.5ab	30
27.7	14.7	13.2	0.9	13.8	46.9	68.9	155.9ab	40

2009

Yield (Kg/ tree)	Ripening ratio	Sugar (%)	Acid (%)	TSS (%)	Juice (%)	Fruit diameter (mm)	Fruit weight (g)	Treatment יחידות חנקן בשנה
51	13.7	13.6	0.99	14.2	49.8		156	10
47	13.4	13.3	1.00	13.9	50.1		150	20
61	13.6	13.2	0.97	13.8	50.0		160	30
52	13.3	13.4	1.01	14.1	49.2		161	40
53	13.6	13.3	0.98	13.9	50.3		165	50

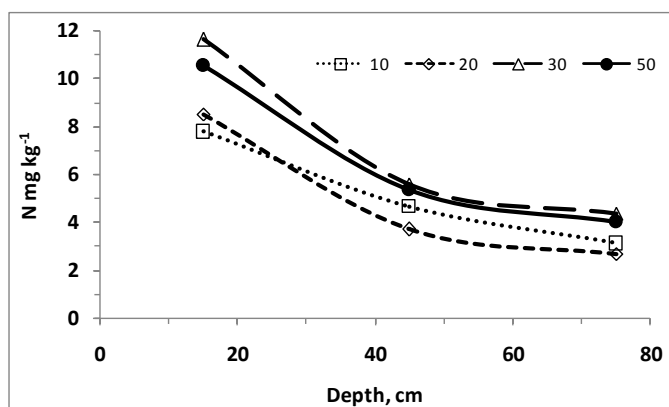
LSMeans אוטיות שונות באותה עמודה מציינות הבדל מובהק סטטיסטית ברמת מובהקות של 5% על פי מבחן Tukey HSD.

מתוך התוצאות המובאות בטבלה ניתן לראות כי אין הבדלים באיכות הפרי (TSS, חומצה, סוכר ויחס הבשלה). מבחינת גודל הפרי, בשתי השנים הייתה מגמה של עליה במשקל הפרי עם העלייה במנת הדשן החנקני, אך ההבדל לא מובהק ויש להמשיך ולעקוב אחרי ממצא זה בעתיד. מבחינת היבול לא ניתן לראות הבדל סטטיסטי אך קיימת מגמה ובה ניתן לראות כי בטיפול הדשן הנמוך והגבוה ישנה פחיתה של היבול. עוד עולה כי מבחינת היבולים בשנה הראשונה החלקה הייתה בשנת off והיבול באופן כללי היה נמוך ואילו בשנה האחרונה היבול היה גבוה.



איור 1: הערכת יבול

באיור זה מוצג חישוב של היבול הממוצע לדונם (יבול הממוצע לעץ בכל טיפול * 55 עצים לדונם). מתוך האיור ומן המשוואה ניתן לראות כי ישנה השפעה של כמות החנקן שהושמה על היבול. בשנה הראשונה התקבלה עקומת פעמון, שבה שיא היבול התקבל סביב 25 ק"ג חנקן לדונם בשנה. בשנה השנייה לא התקבל קשר ברור אך שוב שיא היבול היה במנה האמצעית, 30 ק"ג חנקן לדונם בשנה. גם בתכולת החנקן המינרלי בעלים לא התקבלו הבדלים בתום שתי עונות של ניסוי והריכוז הממוצע היה 2.3%. לעומת זאת מצאנו הגדלת מנת החנקן השנתית מהרמות הנמוכות - 10 ו-20 ל-30 או 50 ק"ג חנקן לדונם גרמה לעליה בריכוז החנקן בקרקע בכול החתך הנמדד (0-90 ס"מ) מ-3.1 ל-5.0 מ"ג/ק"ג. כל הערכים נמוכים יחסית ואינם מצביעים על דליפת חנקן מתחת לבית השורשים העיקרי גם ברמות החנקן הגבוהות.



איור 2. השפעת מנת הדשן השנתית על ריכוז החנקן בחתך הקרקע.

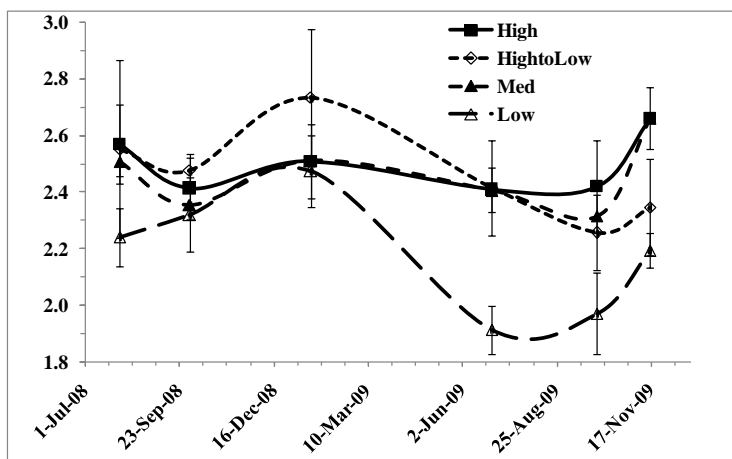
בניסוי ליזימטרים עם עצי פומלית שנמשך גם הוא שנתיים התקבלו הבדלים בריכוז החנקן בנקז בהתאם לריכוז במי ההשקיה תוך זמן קצר של מספר שבועות. גם בניסוי זה לא הייתה השפעה מובהקת על יבול הפרי (טבלה 3), אך

התקבלה נטייה ליכול גבוה יותר בטיפולים של רמת חנקן גבוהה (קבועה והולכת ויורדת עם הזמן) לעומת רמת חנקן בינונית או נמוכה באופן קבוע כל הקיץ.

טבלה 3.

הטיפול		יבול (ק"ג/עץ) 2010 + 2009
120	8.2	80
120 ← 15	9.1	83
60	8.8	61
15	5.6	72

ריכוז החנקן בעלים הושפע באופן מובהק מהטיפול, במיוחד בשנה השנייה שבה גם המעבר מריכוז גבוה לנמוך במהלך העונה השפיע על ריכוז החנקן בעלים (איור 3). ניסוי זה מצביע על הפוטנציאל הגלום בניסוי ליזימטרים לקבלת תגובה תוך זמן קצר יחסית לעומת ניסוי בשדה, לאפשרות לערוך שינויים עם הזמן בריכוז החנקן בתמיסת ההשקיה ובמקביל בריכוזו בנקז ועל ידי כך ליצור ממשקי אספקת חנקן שונים מבחינת חלוקת מנת החנקן לאורך עונת ההשקיה.



איור 3. השפעת ריכוז החנקן בתמיסת ההשקיה על ריכוז החנקן המחוזר בעלים. מקרא:

120 מ"ג חנקן/ל - high, 60 מ"ג חנקן/ל - Med, 15 מ"ג חנקן/ל - Low,

120-60-15 מ"ג חנקן/ל, (גבוהה בתחילת עונת ההשקיה, בינוני באמצע עונת ההשקיה, ונמוך בסוף עונת

ההשקיה) - High-Med-Low.

מסקנות והמלצות - ניסוי שדה במטעים שנמשך שנתיים בלבד קצר מדי מכדי לקבל תגובה ולשמש בסיס למסקנות. התוצאות הני"ל מצביעות על כך שביסוס טיפולי ממשק ובחינת השפעתם על עצים הינם תהליכים ארוכי טווח ויש צורך במחקר רב שנתי לתקופה ארוכה משלוש שנים להסקת מסקנות בעלות תוקף. הניסיון שצברנו בהקמה ותפעול של ליזימטרים ובגדול עצי הדר בהם יאפשרו לנו ללמוד על הדינמיקה של צריכת החנקן על ידי העצים והחשיבות של עיתוי האספקה, דבר שקשה (לא ניתן) לעשות בניסוי בקרקע.