

השפעת ממשק ההדשיה על נשירת עלים וחנטים\פירות של אבוקדו

צוות המחקר: אבנר זילבר, עמוס נאור, מנשה לוי, מוטי פרס, ראובן דור – מו"פ צפון; מיקי נוי – שה"מ; הדר כהן, נעם יחיאלי, אור כהן – חוות ניסויים עכו; שמואל אסולין, כפיר נרקיס – המכון למדעי הקרקע והמים, המנהל המחקר החקלאי.

מבוא

תופעות של נשירת עלים במהלך הפריחה של עצי אבוקדו וחנטים\פירות לאחר מכן אופייניות לענף האבוקדו בכל אזורי הגידול בישראל. באביב 2013 אובחנה בניסוי ההשקיה בעכו נשירת עלים חזקה שהתרחשה בזמן הפריחה (מרץ-אפריל). נשירת העלים הייתה בהתאמה איכותית לעצמת הפריחה ז.א. הגברת נשירת העלים ככל שעצמת הפריחה הייתה גדולה יותר. לאחר הפריחה הייתה נשירה של חנטים ובהמשך נשירה של פירות. נשירת עלים במהלך הפריחה וחנטים\פירות לאחר מכן היא תופעה נפוצה במטעי האבוקדו בישראל אולם סיבותיה אינן ידועות. בדיונים שקוימו ע"י צוות הניסוי הועלתה אפשרות כי הנשירה קשורה למחסור ביסוד מזון חיוני. תהליך הפריחה, החנטה והתפתחות הזרע העוברי דורשים אספקה מוגברת של יסודות מזון (בעיקר זרחן וחנקן) ובעת מחסור הצמח משנע יסודות מהעלים לכיוון האיברים הפרודוקטיביים (תפרחות וחנטים\פירות) בתהליך המביא לעיתים רבות לתמותת העלים ולנשירתם מאוחר יותר. קיום עלווה בריאה וצפופה הוא תנאי הכרחי לכל ניסיון להביא לשיפור ביבול ולכן מניעה\הפחתה של נשירת העלים בתקופת הפריחה וחנטים\פירות לאחר מכן חיוניים לקידום ענף האבוקדו בישראל.

בנוסף לבעיה של נשירת עלים, חנטים ופירות נתקלנו גם בבעיה של הגדרת מנת המים בניסוי ההשקיה. מקדמי ההשקיה לטיפולים השונים בניסוי ההשקיה היו צריכים להתבסס על נתוני התאדות מגיית או מחושבים על פי נוסחת (P-M) Penman-Monteith. אולם, מקדמי הגידול התבססו על תובנות מהניסוי בצמח בעוד שהניסוי מתבצע באזור אקלימי אחר (עכו – גליל המערבי). מדידה ישירה של קליטת מים ויסודות המזון היא תנאי הכרחי להבנת ההשפעה של גורמים אלו על הצמח ובחינת המנגנונים המעורבים אולם בפועל, לא ניתן למדד בצורה ישירה בניסוי שדה. מדידה ישירה של הדיות וקליטת יסודות המזון של העץ אפשרית רק בניסוי ליזימטרים ולכן לחוות הניסויים בעכו שלושים עצי אבוקדו מזן האס (מורכבים על כנת דגניה 117) שגדלו בו תוך מיכל של 1000 ליטר ושמשו בעבר לניסוי השקיה שהתבצע בצמח עמק הירדן.

מטרות המחקר

- א'. מדידה ישירה של קליטת מים על ידי עצי אבוקדו כתלות בשינויים האקלימיים והפיסיולוגיים במהלך העונה על מנת להביא לשיפור בקרת ההשקיה בשדה.
- ב'. מעקב אחרי ריכוזי יסודות המזון בעלים, ובאיברי מטרה (פרחים, חנטים ופירות) במהלך עונת הגידול על מנת לבסס פרוטוקול דישון לעצי אבוקדו.

שיטות וחומרים

שלושים עצי אבוקדו מזן האס מורכבים על כנת דגניה 117 שגדלו בתוך מיכל של 1000 ליטר ושמשו בעבר לניסוי השקיה שהתבצע בצמח עמק הירדן הועברו לחוות הניסויים בעכו. המרחק בין העצים בשורה היה ארבעה מטר ובין השורות היה חמישה מטר. שנת 2013-14 הוגדרה כשנת "התאמה" של העצים שסבלו בתהליך ההעברה ובחינה של המערכת הניסויית. בגלל מגבלות טכנולוגיות (העדר חשמל רשת בחווה בעכו) לא ניתן היה להתקין מערכות של מאזניים דיגיטליות ואיסוף תשטיפים במקביל, כפי שהיה בניסוי צמח. הותקנו רק מערכות של איסוף ומדידה רציפה של התשטיפים. תדירות ההשקיה בניסוי הייתה גבוהה בכל הטיפולים (5-10 פעימות ביום, כתלות בעונה) ולכן בחישובי הדיות ניתן להזניח את השינויים הדינמיים במשקל כלי הגידול. לשישה עצים הותקנה מערכת אוטומטית לאיסוף נקז המאפשרת מדידה רציפה של הדיות (נפח השקיה פחות נפח התשטיפ). יתרת העצים היוו בסיס לניסוי הזנה. הגורם העיקרי שנבחן בעונת 2015 היה עיתוי תחילת הדישון. הרכב מי ההשקיה (מעיינות כברי) היה (מ"ג לליטר): $N=8-10$, $P=0.2-0.3$, $K=2.3-2.5$, $Ca=100-120$, $Mg=30-40$, $Na=25-35$, $Cl=60-70$ pH היה 6.7-7.0, והמוליכות החשמלית הייתה $0.9-1.0 \text{ dS m}^{-1}$. הניסוי התחיל בראשית חודש נובמבר 2014 וכלל שלושה טיפולים: (A) דישון מלא לאורך כל עונת הגידול, (דשן 7-3-7 בתוספת יסודות קורט). מנת הדשן הותאמה לקבלת 40 מ"ג לליטר של חנקן כאשר יתר יסודות המזון נמצאים בהתאמה (כ-7 וכ-43 מ"ג לליטר של זרחן ואשלגן בהתאמה); (C) ללא דישון בתחילת העונה (עד 15 מרץ 2015, תחילת פריחה) ולאחר מכן דישון מלא כפי שפורט עבור טיפול A; (D) ללא דישון עד ראשון למאי 2015 ולאחר מכן דישון של 100% כפי שפורט עבור טיפול A. מערכות איסוף ומדידה של הנקז הותקנו בעצים מטיפול A ומשמים לאומדן כמות המים שתינתן לעצים בטיפול שדה (ניסוי מרכזי). ריכוז יסודות המזון בתשטיפים מכלים עם עצים, בעלים הבוגרים, בניצני הפריחה ובחנטיספירות נמדד תקופתית. כל המדידות הכימיות בוצעו במעבדת נווה יער. כל הפירות מהעצים נקטפו בתאריך 15 נובמבר 2015. הפירות נספרו וכל פרי נשקל בנפרד.

תוצאות

התפתחות העצים ויבול

מתחילת פברואר 2014 ניתן היה להבחין בסימני כלורוזה בעלים של עצים שלא דושנו (טיפולים C, D) בעוד שעלים מטיפול A היו ירוקים ובריאים. עם הופעת ניצני הפריחה (אמצע מרץ) החלה נשירת עלים לפי הסדר (מנשירה חזקה לנשירה קלה בלבד): $A < C < D$. טיפולי הדישון השפיעו גם על נשירת החנטיספירות לפי הסדר (מנשירה חזקה לנשירה קלה בלבד): $A < C < D$. טיפולי הדישון השפיעו על מספר הפירות ועל משקלם הממוצע. היבול (מספר ומשקל פירות לעץ) היה גבוה יחסית, במיוחד בעצים שדושנו רציף (טיפול A). נתוני היבול מוצגים בטבלה 1.

טבלה 1. השפעת הטיפולים על: מספר (Num), משקל פירות (Wgt), משקל פרי ממוצע (Frt Avg), חציון (Median), והיכול המחושב לדונם (50 עצים לדונם) בשנת 2015.

Tr	Num	Wgt	Frt Avg	Median	kg dunam ⁻¹
A	238	50.4	221.0	222.5	2.5
C	114	27.1	239.9	237.3	1.4
D	175	35.7	205.7	201.7	1.8
Means	160	34.7	226.9	216.0	1.7
Prob>F	0.0455	0.0269	0.0472	0.0305	
LSD _{0.05}	116.8	20.11	32.42	31.23	

צריכת מים

צריכת המים המדודה בניסוי ליזימטרים והדיות המחושב על פי משוואת P-M מוצגים באיור 2. עד העשירי אפריל (חץ באיור 2) צריכת המים הייתה נמוכה יחסית (20-40 ליטר לעץ ליום) ולאחר מכן היא עלתה באופן חד עד סוף חודש מאי 2015 והגיעה לערכים של 100-120 ליטר לעץ ליום. עלייה חדה זו נבעה מתהליכים פיסולוגיים בעץ (חנטה והתפתחות הפירות) ולא משינויים אקלימיים. מסוף יוני ועד הקטיפה צריכת המים הושפעה בעיקר מהשינויים האקלימיים כפי שנראה מההתאמה בין צריכת המים לבין ההתאדות המחושבת על פי משוואת P-M (איור 2), ולבין טמפרטורת האוויר, גרעון המים האטמוספירי והקרנה (אינו מוצג). לממצאים אלו יש חשיבות רבה והם מהווים את הבסיס בממצים לשיפור בקרת ההשקיה. דיון בנושא יוצג בדו"ח השנתי של ניסוי ההשקיה.

ריכוז יסודות מזון בעלים

טיפול הדישון לא השפיעו על ריכוזי החנקן בעלים בתחילת העונה (דצמבר-ינואר) אולם עם תחילת הפריחה (אמצע מרץ - יום 75, איור 3 עליון) הייתה להם השפעה סטטיסטית מובהקת. ריכוזי החנקן בעלים של עצים שדושנו במהלך כל עונת הגידול (טיפול A) נעו סביב 2 אחוז מהחומר היבש ולכן סביר מאוד להניח כי ריכוז חנקן בעלים של 1.8 אחוז מהחומר היבש המומלץ על ידי גורמי ההדרכה (קו אופקי מרוסק באיור 3 עליון) מייצג כהלכה עצי אבוקדו שדושנו כראות. השפעת טיפולי הדישון על ריכוזי הזרחן בעלים הייתה מובהקת (סטטיסטית) מוקדם יחסית (ראשית פברואר - יום 40, איור 3 אמצע). ריכוזי הזרחן בעלים של עצים מכל שלושת הטיפולים היו גבוהים בהרבה מהריכוז המומלץ על ידי מערכת ההדרכה (0.13 אחוז מהחומר היבש, קו אופקי מרוסק באיור 3 אמצע) ולכן אנו מניחים כי המלצות הדישון בזרחה בישראל ובעולם אינן הולמות. מכאן, נדרש מחקר ממוקד לבחינת משטר הדישון המיטבי שיביא לשיפור יכול הפירות. השפעת טיפולי הדישון על ריכוזי האשלגן בעלים הייתה מוקדמת יחסית (בדומה לזרחן, ראשית פברואר - יום 40, איור 3 תחתון). ריכוזי האשלגן בעלים ו סביב 0.8-1.0 אחוז מהחומר היבש ולכן אנו מניחים כי ריכוז של 0.75 אחוז המומלץ על ידי גורמי ההדרכה (קו אופקי מרוסק באיור 3 תחתון) מייצג כהלכה עצי אבוקדו שדושנו כראות באשלגן.

טיפול הדישון לא השפיעו (סטטיסטית) על ריכוזי הסידן בעלים שעלו מ – 1 אחוז מהחומר היבש בתחילת דצמבר 2014 ל – 1.8-2.0 אחוז בראשית ינואר 2015 וירדו מאמצע מאי 2015 ל – 1.0-1.5 אחוז (אינו מוצג). השינויים בריכוזי הסידן נבעו כנראה מהבדלים בגיל העלים שנדגמו. גם ריכוזי המגנזיום בעלים לא הושפעו מהטיפולים בניסוי והם עלו מ – 0.6 אחוז מהחומר היבש בתחילת דצמבר 2014 לשיא של 1.0 אחוז באמצע מרץ 2015 וירדו לאחר מכן ל – 0.6-0.7 אחוז במהלך קיץ 2015 (אינו מוצג). ריכוזי האבץ בעלים עלו מ – 25-30 מ"ג לק"ג חומר יבש בראשית העונה ל – 40-35 מ"ג חומר יבש בסוף קיץ 2015 וכמעט ולא הושפעו מהטיפולים בניסוי. ריכוזי המגנזיום בעלים עלו מ – 10-11 מ"ג לק"ג חומר יבש בדצמבר 2014 ל – 140-150 מ"ג לק"ג חומר יבש במאי 2015. ריכוזי המגנזיום בעלים הושפעו מטיפול הדישון (מובהק סטטיסטית) והם עלו לפי הסדר $A > C > D$.

ריכוז יסודות מזון בניצני הפריחה ובחנטים\פירות

ניצני פריחה החלו להופיע בראשית חודש מרץ 2014 ודיגום ראשון נעשה ב-9 בפברואר 2015 (יום 40, איור 4). הריכוזים של חנקן, זרחן ואשלגן בניצני הפריחה לאחר מכן בחנטים\פירות היו גבוהים בהרבה מהריכוזים ופרט לדיגום שנעשה ביום 3 מאי 2015 (יום 123) הם לא הושפעו מהטיפולים בניסוי. איברים פרודוקטיביים באבוקדו כגון פרחים, חנטים ופירות מאופיינים במספר קטן של פיוניות ומכאן דיות נמוך. לכן, ריכוזים גבוהים של יסודות מזון באיברי מטרה אלו מעידים על הולכה בזרם השיפה (פלואם). הריכוז המרבי של חנקן וזרחן בחנטים\פירות היה ב – 3 למאי 2015 (יום 123) והעלייה החדה בריכוז יסודות אלו בתקופה שבין 9 פברואר לבין 3 למאי מצביעה (אולי) על פעילות מטבולית אינטנסיבית באיברי מטרה אלו. ריכוזי חנקן, זרחן ואשלגן בפירות ירדו לאחר מכן והגיעו לריכוזים אופייניים לעלים (איור 4). הריכוזים של סידן, מגנזיום, ברזל ומגנזיום בניצני הפריחה לאחר מכן בחנטים\פירות העצה היו נמוכים בהשוואה לריכוזים בעלים והם ירדו בהתמדה מפברואר 2015 עד סוף הקיץ. הריכוזים הנמוכים של יסודות אלו באיברי המטרה והירידה בריכוז עם הזמן מעידים על תנועה של יסודות אלו בזרם העצה (קסילים). ריכוזי האבץ בניצני הפריחה לאחר מכן בחנטים\פירות היו 60-80 מ"ג לק"ג חומר יבש לעומת 25-30 מ"ג לק"ג חומר יבש בעלים. בספרות המדעית מקובל כי התנועה של אבץ בצמח מתבצעת בעיקר בזרם העצה (בדומה לסידן ומגנזיום) אולם, הריכוז הגבוה של אבץ באיברי מטרה שכמעט ואינם מדייטים (בדומה לחנקן, זרחן ואשלגן) מצביעה כי בצמח האבוקדו אבץ נע בזרם השיפה. ממצא זה הוא כנראה ייחודי מאוד לצמח האבוקדו וסביר להניח כי הוא בעל משמעות רבה.

סיכום ממצאים עיקריים

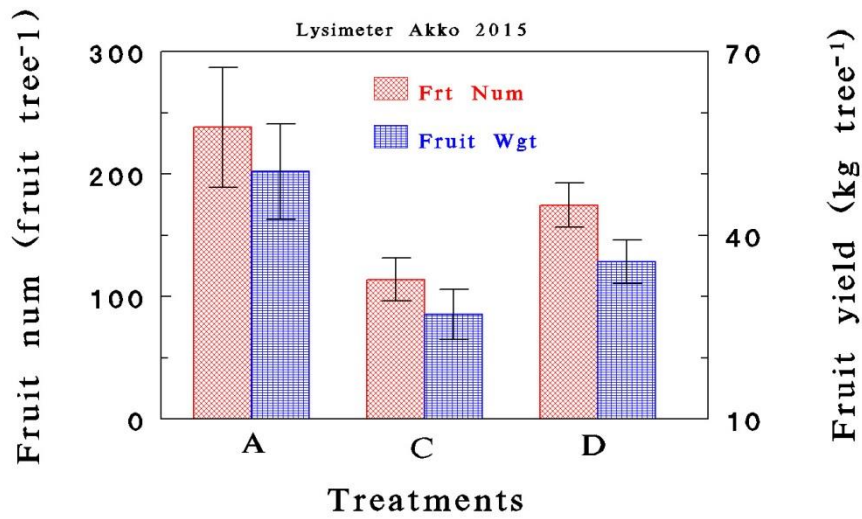
- א. ההשפעה העיקרית של טיפולי הדישון הייתה על ריכוזי חנקן, זרחן ואשלגן בצמח, בעיקר בעלים.
- ב. טיפולי הדישון השפיעו על נשירת עלים בזמן הפריחה ובהמשך העונה גם על נשירת חנטים\פירות.
- ג. שלב קובע היבול באבוקדו מתרחש כנראה בחודשים מרץ-מאי.

- ד. המלצות הדישון בזרחן בישראל ובעולם אינן הולמות ולכן נדרש מחקר ממוקד לבחינת משטר הדישון המיטבי שיביא לשיפור יכול הפירות.
- ה. התנועה של אבץ בצמח האבוקדו היא מאוד חריגה וסביר להניח כי היא מצביעה על תפקיד חיוני של אבץ בתהליכי פריחה, חנטה, ו\או התפתחות הזרע.

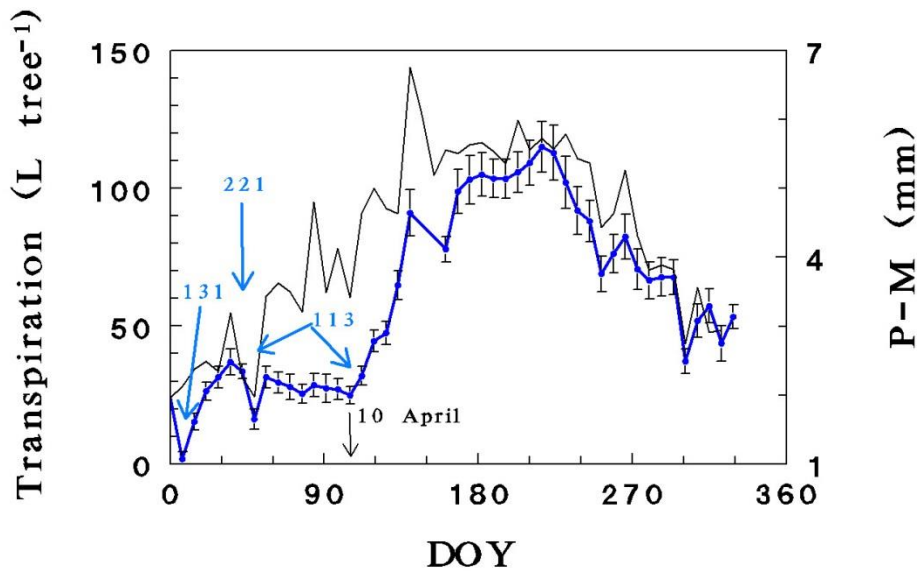
תכניות המשך לשנת 2016

- א. בשנת 2016 יתמקד המחקר בהשפעת הדישון בזרחן. תכנית הניסוי תהיה דומה לתכניות 2014 ו – 2015 אבל המשתנה היחיד יהיה עיתוי הדישון בזרחן כאשר ריכוז כל יסודות המזון האחרים יהיה אחיד לאורך העונה.
- ב. ריכוז מאמץ בבדיקות מעבדה במהלך חודשים מרץ-מאי (דיגומים שבועיים).
- ג. בדיקות מעבדה לבחינת ריכוזי סוכרים בעלים ובאיברים הפרודוקטיביים (פרחים, חנטים ופירות).
- ד. ייעשה מאמץ לבחינת המנגנון המעורב בתנועת אבץ בזרם השיפה.

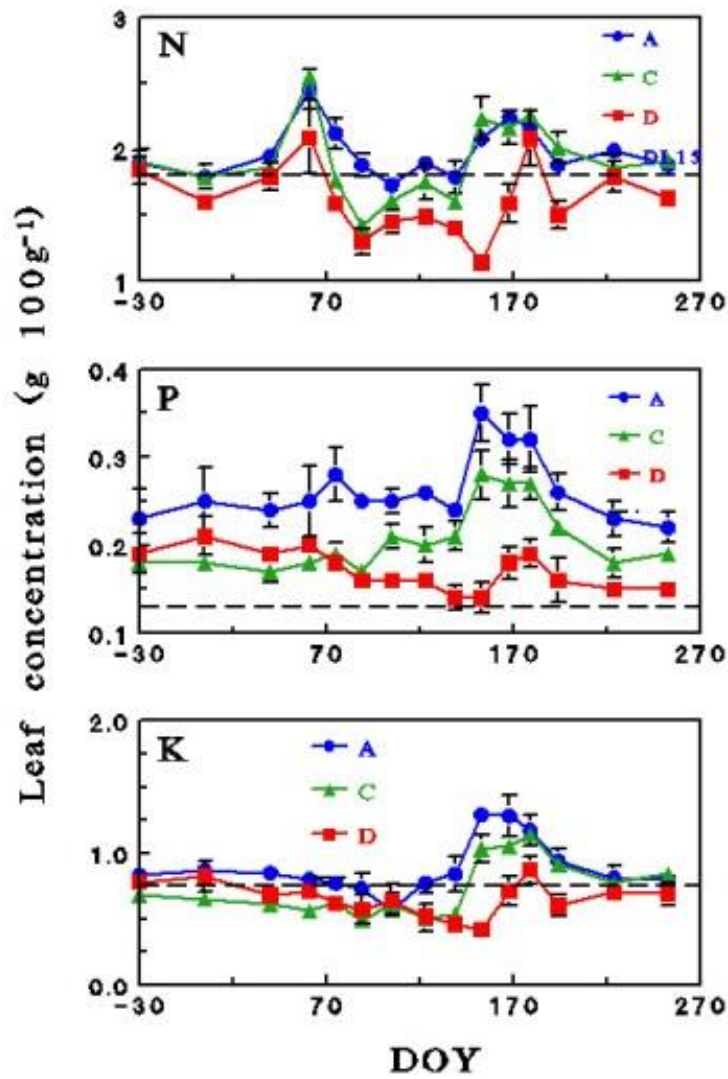
איורים



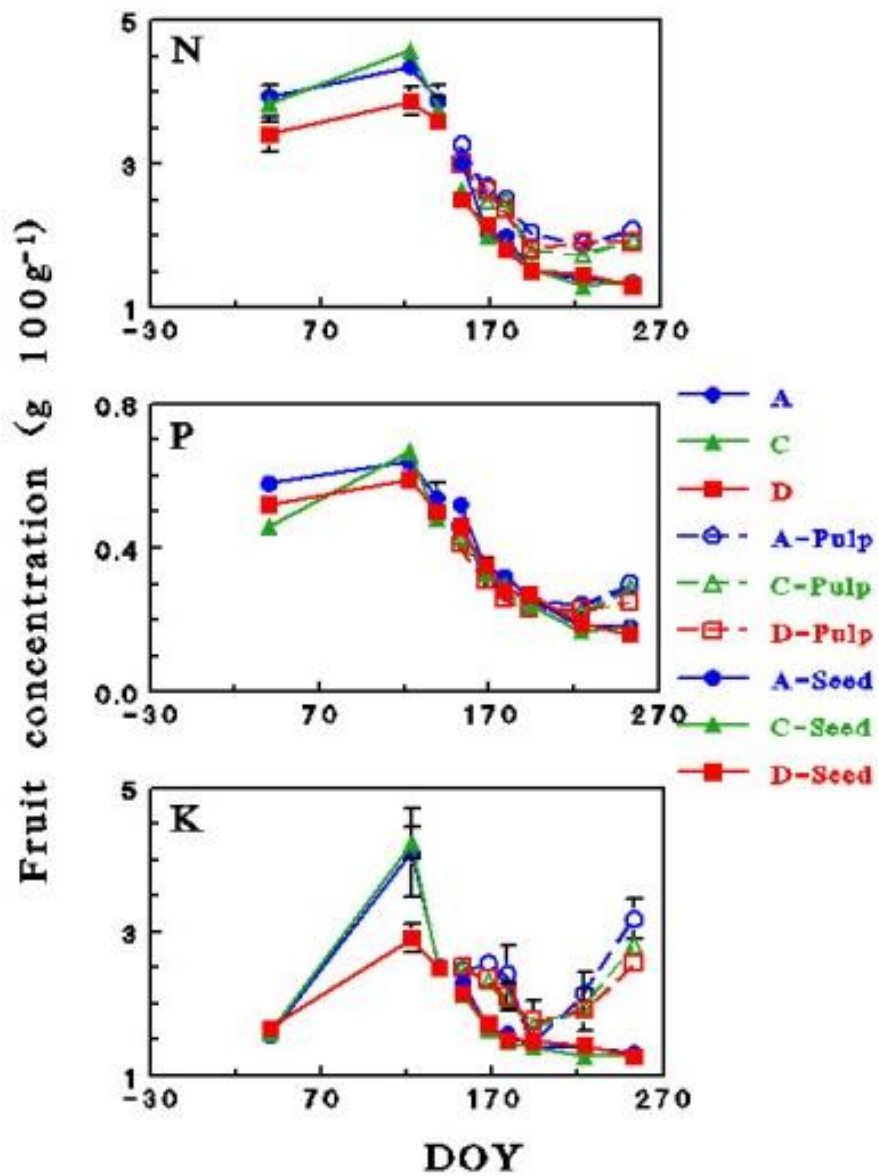
איור 1. השפעת הטיפולים בניסוי על מספר ומשקל הפירות לעץ. קוים אנכיים מציינים את שגיאת הניסוי של כל טיפול.



איור 2. מדידות דיות (סימנים כחולים) במהלך העונה בהשוואה לדיות מחושב על פי משוואת P-M. קוים אנכיים מציינים את שגיאת הניסוי. היצים ומספרים כחולים מסמנים אירועי גשם וכמות המשקעים שירדה. DOY מציינ את היום בשנה (1 בינואר 2015 הוא היום הראשון).



איור 3. השפעת הטיפולים בניסוי על ריכוזי חנקן (עליון), זרחן (אמצעי) ואשלגן (תחתון) בעלים בוגרים במהלך שנת 2015. קיום אנכיים מציינים את שגיאת הניסוי של כל טיפול (אינו מוצג כאשר הקו קטן מהסימן). DOY הוא היום בשנה (1 בינואר 2015 הוא היום הראשון).



איור 4. השפעת הטיפולים בניסוי על ריכוזי חנקן (עליון), זרחן (אמצעי) ואשלגן (תחתון) בחנטים, זרעים (Seed) ובציפה (Pulp) במהלך שנת 2015. קוים אנכיים מציינים את שגיאת הניסוי של כל טיפול (אינו מוצג כאשר הקו קטן מהסימן). DOY הוא היום בשנה (1 בינואר 2015 הוא היום הראשון).