

## דו"ח מסכם לתכנית מחקר מספר 16-1018-203

שנת המחקר: 2016, שנה 3 מתוך 3 שנים.

### פיתוח גידול אוכמניות (*Vaccinium spp.*) לאזור ההר Development of blueberry (*Vaccinium spp.*) production in the mountain region

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ע"י

ניר דאי (חוקר אחראי)	מדעי הצמח, וולקני
שמואל זילכה	עצי פרי, מינהל המחקר החקלאי, וולקני
אשר בר-טל	קרקע ומים, מינהל המחקר החקלאי, וולקני
גד אפיק	מו"פ ההר המרכזי
גיא תמיר	מו"פ ההר המרכזי
גלעד פרוינד	מו"פ ההר המרכזי
חיננית קולטאי	צמחי נוי, מינהל המחקר החקלאי, וולקני
אריה רוטבאום	עצי פרי, מינהל המחקר החקלאי, וולקני
רנין שוואהנה	קרקע ומים, מינהל המחקר החקלאי, וולקני
מיכאל רובינזון	מו"פ ההר המרכזי

Nir Dai, Plant science, ARO, E-mail: [nirdai@volcani.agri.gov.il](mailto:nirdai@volcani.agri.gov.il);

Shmuel Zilkah, Arie Rotbaum, Fruit Trees, ARO;

Asher Bar-Tal, Ranin Shuahama, Soil Chemistry, ARO;

Hinanit Koltai, Ornamentals, ARO;

Guy Tamir, Gilad Freund, Michael Robinson, Gad Afik- Agricultural R&D, Central Mountain Region

### תקציר

שטחי הגידול של צמחי אוכמניות גדלים ברחבי העולם, וצפויים להמשיך ולגדול בעתיד כתוצאה מהביקוש ההולך וגובר לפרי הנובע בין היתר מתכונותיו הבריאותיות. גידול זה יחייב את הרחבתם של שטחי הגידול לאזורים בעלי תנאים קרקע שאינם מיטביים לגידול אוכמניות. גידול אוכמניות מתבצע בקרקעות חומציות בעלות pH 4-5.5. מטרת המחקר העיקרית היא לפתח פרוטוקול גידול יעיל לגידול אוכמניות אשר יהווה בסיס להקמת ענף חדש ואינטנסיבי באזור ההר. מטרות משנה: 1. ייבוא זנים מצטיינים המתאימים לאזור, פיתוח שיטות ריבוי והכנת שתילים; 2. לבחון את ההשפעה של מצעי גידול שונים על התפתחות צמחי אוכמניות וקליטת יסודות הזנה; 3. לבחון את ההשפעה של שיטות החמצה שונות על התפתחות צמחי אוכמניות וקליטת יסודות הזנה.

שיטות העבודה: צמחי אוכמניות גודלו בכלים בנפח 25 ליטר במנהרה עבירה מכוסה ברשת צל והושקו בהדשייה בשיטת התמיסות הסופיות. במהלך המחקר נבחנו ההשפעות של מצעי גידול שונים וטיפול החמצה שונים על: pH של מי הנקז ומצע הגידול, הצטברות יסודות ההזנה בעלים והתפתחות הצמח. תוצאות עיקריות: מו"פ ההר ייבא 4 זנים מצטיינים מאוניברסיטת ג'ורג'יה ו-3 זנים נוספים מארה"ב, שעברו אקלום במכון וולקני. פותחו שיטות להשרשת ייחורים וריבוי בתרבות רקמה. מבין המצעים בניסוי, מצע הכבול 100% נמצא כטוב ביותר לגידול אוכמניות כתוצאה מערכי ה-pH שלו (5-6). טיפולי החמצה בריכוזי

אמון גבוהים (50-100%) וחומצה גופריתנית הובילו לירידה ב-pH, ובעקבות כך לעליה בזמינות הברזל והמנגן במצע הגידול. עליה בזמינות זו, הובילה להצטברות גבוהה יותר של יסודות אלה בעלים וכתוצאה מכך לעליה בריכוז הכלורופיל ולשיפור במדדי צימוח והנבה בהשוואה לטיפול הביקורת. החמצה באמצעות גופרית אלמנטרית מובילה לתוצאות דומות, אם כי לאורך זמן טיפול זה מצריך תוספת קבועה של גופרית, בנוסף לכך שריכוזים גבוהים יכולים לגרום להמלחה של המצע. מסקנות והמלצות: יש להרחיב ולבסס את פרוטוקולי הגידול לזני אוכמניות שונים באזורים נוספים במצע מנותק ובקרקע. יש לבצע טיפולים משולבים מבין אלה שהצטיינו.

### **מעריכים מומלצים לבדיקת הדו"ח המדעי:**

שמעון אנטמן-שה"מ,  
ניסים פינס, פנסיונר שה"מ,  
יוסי ריוב, הפקולטה לחקלאות.

### **הצהרת החוקר הראשי:**

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים  
תוצאות המחקר אינן מהוות המלצות לגידול.

## **מבוא**

האוכמניות (blueberries) הם מוצר בריאותי מובהק, העוזר במניעה של התפתחות מחלות סרטן, לב והתנוונות מוחית. בעשור האחרון חלה עליה דרמטית בצריכה של אוכמניות בארה"ב ובאירופה. מכירות האוכמניות באנגליה עלו מ-1000 טון ל-15,000 טון בעשור. בארה"ב עלתה הצריכה מ-33 אלף טון אוכמניות בשנת 2000 ל-178 אלף טון בשנת 2011. מכאן עולה הצורך העולמי להרחיב את שטחי הגידול. המכשלה העיקרית אשר מגבילה את היקף שטחי הגידול של האוכמניות היא הדרישה האולטימטיבית לתנאי קרקע מיוחדים: חומציות גבוהה (pH הנמוך מ-5.5), תכולת חומר אורגני גבוהה (>4%) וקרקע מנוקזת היטב. מכאן עולה הצורך העולמי להרחיב את שטחי הגידול לקרקעות שאינן מיטביות, כדוגמת אלה המצויות בישראל. רוב רובן של קרקעות ישראל מכילות גיר בריכוזים משתנים. מינרל הגיר הוא בעל כושר ההתרסה הגבוה ביותר מבין מרכיבי הקרקע לשינוי pH. מבחינה אקלימית אזורי ההר בישראל הינם מתאימים לגידול אוכמניות.

זני האוכמניות המצויים כיום, טופחו מ-3 מקורות גנטיים עיקריים: Lowbush, Rabbiteye ו-Highbush, הנבדלים בניהם על סמך דרישות הצינון ויכולת העמידות בפני תנאי קור בחורף. לזנים מקבוצת Rabbiteye ("עין הארנב") יש דרישות צינון נמוכות, צמיחה נמרצת ואיכות פרי בינונית. לזנים מקבוצת ה-Highbush ("שיח גבוה") יש דרישות קור שיכולות להיות מסופקות באזורי ההר בארץ ומניבים פרי באיכות

גבוהה. זנים מקבוצת ה-Lowbush ("שיח נמוך") הם בעלי דרישות צינן גבוהות מאד ומתאימים לאזורים מאד מוגבלים בארץ. בישראל מגדלים, כיום, אוכמניות על פני מספר דונמים מצומצם, בקרקעות הטוף והבזלת של רמת הגולן, קרקעות אלה הינן עניות בגיר ולכן ניתן להחמיצן בקלות יחסית לערכי pH המתאימים לגידול. בנוסף, מתבצע גידול אוכמניות בהיקף מצומצם במצעים מנותקים באזור ההר המרכזי. הזנים המגודלים כיום בישראל, הם זני אוכמניות ישנים, בני למעלה מ-30 שנה, שאינם מגיעים באיכותם לזנים החדשים. כתוצאה מביקוש גבוה של הפרי בארץ לצד מחסור בפרי, מחיר הפרי לצרכן מגיע לרמות של 100 ₪ לק"ג ויותר. מטרת המחקר העיקרית היא לפתח פרוטוקול גידול יעיל לגידול אוכמניות אשר יהווה בסיס להקמת ענף חדש ואינטנסיבי באזור ההר. מטרה זו תקודם דרך מטרות משנה: 1. ייבוא זנים מצטיינים המתאימים לאזורי ההר, פיתוח שיטות ריבוי והכנת שתילים; 2. לבחון את ההשפעה של מצעי גידול מנותקים שונים על התפתחות צמחי אוכמניות וקליטת יסודות הזנה; 3. לבחון את ההשפעה של שיטות החמצה שונות במצע מנותק על התפתחות צמחי אוכמניות וקליטת יסודות הזנה.

### פירוט עיקרי הניסויים ותוצאות המחקר

1. במטרה לבצע את מטרה 1- בשנה הראשונה יובאו 7 זני אוכמניות חדשים. הזנים נבחנו בתחנת ההסגר ושוחררו. פותח פרוטוקול לריבוי אוכמניות בתרביות רקמה ומייחורים ירוקים. יישום השיטה של ריבוי מייחורים ירוקים מתבצע כיום במשתלה מסחרית.

2. במטרה לבחון את מטרה 2- צמחי אוכמניות גודלו במנהרה עבירה מכוסה רשת צל 50% (צבע לבן פנינה), בגוש עציון בחוות 'קשואלה' (600 מטר מעל פני הים). במנהרה הותקנה מערכת צינן בערפול המופעלת לסירוגין בשעות הצהריים בחודשי הקיץ. הגידול נעשה בדליים בנפח של 25 ליטר שמולאו בסוגי מצעים שונים: תערובת טוף (0-8 ו-0-4 מ"מ), כבול, חול ים, קליפות אורן, תערובת טוף לכבול/קוקוס (50%, 25%, 25% בהתאמה - "אודם 85" של חברת טוף מרום גולן בע"מ) ותערובת קליפות אורן/כבול (50\50- "מיקס"). ניסוי זה נערך על צמחי אוכמניות ב-12 חזרות לכל טיפול שפוזרו בצורה אקראית על פני שישה בלוקים. הצמחים הודשו בתמיסת דשן סופית ממכלים בנפח 1.5 מ"ק. ריכוז יסודות ההזנה בתמיסת ההדשייה אחיד לכל הטיפולים: 98 (25% אמון מכלל החנקן), 15, 146, 0.5, 0.25, 0.125 ו-0.013 מ"ג לליטר חנקן, זרחן, ברזל, מנגן, אבץ ומולבידן כיסודות צרופים, בהתאמה. יסודות הקורט ניתנו כ"קורטין" של חברת דשנים וחומרים כימיים בע"מ. בתמיסת הקורטין הברזל בכילאציה עם EDTA.

3. במטרה לבחון את מטרה 3- צמחי אוכמניות גודלו במצע גידול אודם 85, באותם תנאים וריכוזי יסודות הזנה שפורטו לעיל. שלושה טיפולי החמצה נבחנו במהלך תקופת הניסוי: א. יחסי אמון/חנקה - 25% (ביקורת), 50%, ו-100% אחוז חנקן בצורת אמון מסך כלל החנקן (98 מ"ג לליטר), ב. חומצה גופריתנית-חומצה גופריתנית מרוכזת (98%) הוספה בריכוז  $5.5 \cdot 10^{-3} \%$  למיכל ההדשייה, המכיל 25% אמון מכלל החנקן, במטרה לקבל מי הדשייה בעלי  $pH = 5$  וג. גופרית אלמנטרית- גופרית אלמנטרית עורבבה במצע הגידול בשלושה ריכוזים שונים: 2 ו-4 גרם לליטר מצע וללא תוספת (ביקורת). הניסוי בוצע על שני זני

אוכמניות, שיובאו במסגרת התכנית הנוכחית, Sunshine blue (טיפוס דרומי לא נשיר) ו-Blue ray (טיפוס צפוני נשיר) בשיטת הבלוקים באקראי, תשע חזרות שפוזרו בשיטה אקראית על פני שישה בלוקים. כל הצמחים נשתלו בקיץ 2014.

**מעקב אחר הטיפולים - במהלך הניסוי נבחנו משתני קרקע ונקז ומשתני צמח.**

א. **משתני קרקע-** במהלך הגידול בוצעו מדידות של pH, EC ותכולת יסודות ההזנה בנקז. בנוסף, התבצעו בדיקות pH גם באופן ישיר במצע הגידול מספר פעמים בעונה במטרה לבחון את ההבדלים בין שתי שיטות המדידה של ה-pH.

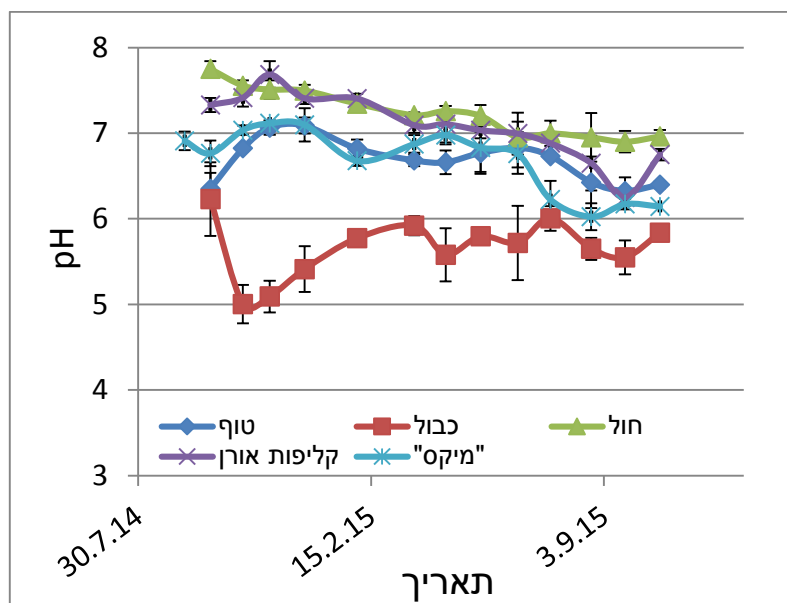
ב. **משתני צמח-** במהלך הגידול נבחנו מדדים פיסיולוגיים שונים של צימוח (גובה, קוטר גבעול), רמת פריחה וחנטה וכן נערכו בדיקות של ריכוז היסודות בעלים אחידים (העלה הבוגר הצעיר ביותר- עלה 5-6 מקודקוד הצימוח).

## תוצאות

א. **בחינת מצעי גידול:**

### 1. השפעת סוג המצע על ה-pH בנקז

מדידות ה-pH בנקז (איור 1) ובמצע (לא מוצג) מראות הבדל משמעותי בין ה-pH במצע הכבול לבין שאר המצעים ברוב תקופת הניסוי. במצעי הכבול והמיקס מתרחשת הירידה החדה ביותר ב-pH, לאורך הניסוי. בעוד שהירידה במצע הכבול מתרחשת בזמן קצר, במשך חמשת החודשים הראשונים ה-pH יורד לערך של כ-5, ירידה זו מלווה בעלייה הדרגתית ב-pH לערך של 6 במשך השנה שלאחר מכן, במצע המיקס הירידה מ-pH 7 ל-6 מרחשת בצורה הדרגתית במשך שנה וחצי של גידול. במצעי החול וקליפות האורן מתרחשת ירידה מתונה ב-pH מכ-7.5 ל-7 במהלך תקופת הגידול. במצע הטוף קיימת תנודתיות ב-pH אך הוא נשמר בטווח של 6.5-7 לאורך כל תקופת הגידול.



איור 1- מהלך דו עונתי של ה-pH במדידת מי הנקז במצעים השונים. כל נקודה מייצגת ממוצע

חודשי של 4 מדידות שבועיות. קווי השגיאה מייצגים שגיאות תקן.

## 2. השפעת סוג המצע על קליטת היסודות בעלים בתקופת האביב-

**חנקן-** אחוזי החנקן הגבוהים ביותר נמצאו במצעי האודם 85 והמיקס (1.5%) והנמוכים ביותר במצע קליפות האורן (1.2%) (טבלה 1). ריכוזי החנקן בעלים תואמים ברוב מצעי הגידול את הריכוזים המומלצים בספרות (1.5-2.1%, Retamales and Hancock, 2012).

**זרחן-** אחוז הזרחן הגבוה ביותר נמצא במצע המיקס (0.15%) והנמוך ביותר במצע קליפות האורן (0.11%). ריכוזי הזרחן בעלים תואמים את הריכוזים המומלצים בספרות Retamales (0.08-0.4%) (and Hancock, 2012).

**אשלגן-** אחוז האשלגן הגבוה ביותר נמצא במצע המיקס (1.14%) והנמוך ביותר בצורה משמעותית במצע קליפת האורן (0.67%). ריכוזי האשלגן בעלים גבוהים מהריכוזים המומלצים בספרות בחלק ממצעי הגידול (0.4-0.8%, Retamales and Hancock, 2012), ככל הנראה כתוצאה מריכוז גבוה שהוסף במי ההדשייה.

**סידן-** אחוז הסידן הגבוה ביותר נמצא בטיפול המיקס (0.35%) והנמוך ביותר במצע קליפות האורן (0.29%). ריכוזי הסידן בעלים תואמים את הריכוזים המומלצים בספרות Retamales and Hancock (0.3-0.9%), (Hancock, 2012).

**מגנזיום-** אחוזי המגנזיום הגבוהים ביותר נמצאו במצעי האודם 85 והמיקס (0.18%) ונמוך ביותר במצע קליפות האורן (0.15%). ריכוזי המגנזיום בעלים תואמים את הריכוזים המומלצים בספרות Retamales and Hancock (0.1-0.3%), (Retamales and Hancock, 2012).

**ברזל-** אחוז הברזל הגבוה ביותר נמצא במצע הכבול (119 מ"ג לק"ג חומר יבש) והנמוך ביותר בצורה משמעותית בטיפול קליפות האורן (80 מ"ג לק"ג חומר יבש). ריכוזי הברזל בעלים תואמים את הריכוזים המומלצים בספרות Retamales and Hancock (60-200 מ"ג לק"ג חומר יבש).

**מנגן-** אחוז המנגן הגבוה ביותר נמצא במצע הכבול (118 מ"ג לק"ג חומר יבש) והנמוך ביותר במצע החול 39 (מ"ג לק"ג חומר יבש). ריכוזי המנגן בעלים תואמים את הריכוזים המומלצים בספרות Retamales and Hancock (30-350 מ"ג לק"ג חומר יבש, Retamales and Hancock, 2012).

**אבץ-** אחוז האבץ הגבוה ביותר נמצא במצע חול (105 מ"ג לק"ג חומר יבש) והנמוך ביותר במצע האודם 85 (15 מ"ג לק"ג חומר יבש). ריכוזי האבץ בעלים גבוהים ברוב הטיפולים, בהשוואה לריכוזים המומלצים בספרות Retamales and Hancock (8.0-30 מ"ג לק"ג חומר יבש).

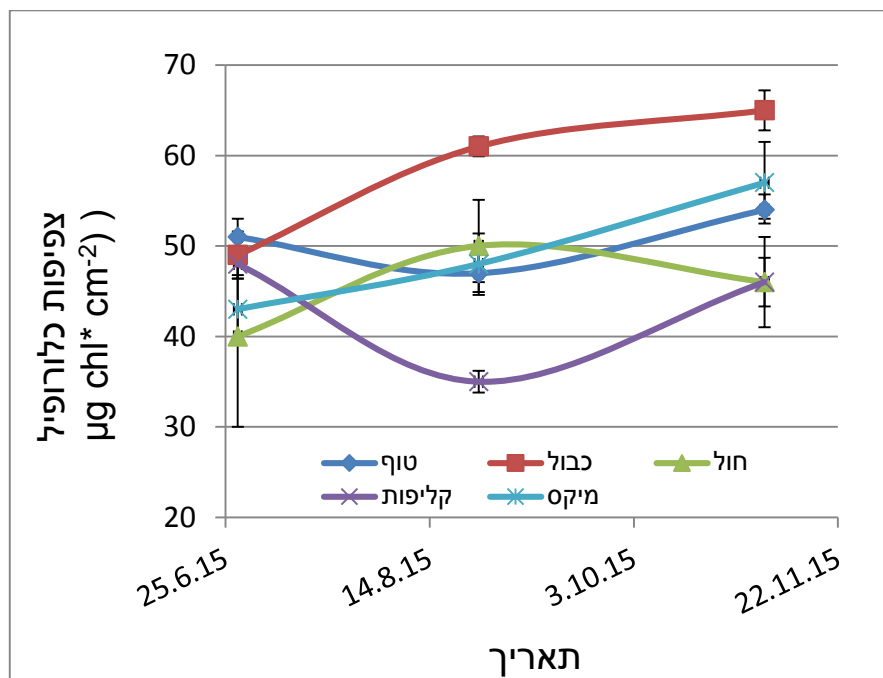
**טבלה 1-** ריכוז יסודות בעלים במצעי הגידול השונים, אביב 2015. (שגיאת התקן בסוגריים).

Zn	Mn	Fe	Mg	Ca	K	P	N	
ppm			%					טיפול
15 (1.7)	109 (30)	107 (14)	0.18 (0.01)	0.3 (0.04)	1.05 (0.07)	0.13 (0.008)	1.53 (0.07)	אודם

93 (26)	118 (16)	119 (10)	0.17 (0.006)	0.34 (0.04)	0.86 (0.09)	0.12 (0.009)	1.4 (0.09)	<b>כבול</b>
105 (80)	39 (13)	107 (3)	0.16 (0.05)	0.31 (0.1)	1.05 (0.3)	0.12 (0.002)	1.3 (0.04)	<b>חול</b>
93	86	80	0.15	0.29	0.67	0.11	1.2	<b>קליפות אורן</b>
100 (20)	74 (10)	111 (8)	0.18 (0.01)	0.35 (0.03)	1.14 (0.21)	0.15 (0.007)	1.5 (0.06)	<b>מיקס</b>

### 3. השפעת סוג המצע על ריכוזי הכלורופיל

בחודש יולי נמצאו ריכוזי הכלורופיל הנמוכים ביותר בכל הטיפולים (40-50 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup>) ללא הבדלים משמעותיים בניהם. ריכוזי הכלורופיל הלכו ועלו במהלך הסתיו והחורף תוך יצירת הבדלים בין הטיפולים השונים (איור 2). ריכוזי הכלורופיל בעלים נבדלים בין הטיפולים השונים בצורה משמעותית בעיקר בתקופת סוף הקיץ והחורף. הטיפול בעל הריכוזים הגבוהים ביותר בתקופה זו הוא מצע הכבול (60-65 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup>) והטיפולים בעלי הריכוזים הנמוכים ביותר הם קליפות האורן (35-45 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup>) והחול (45-50 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup>).

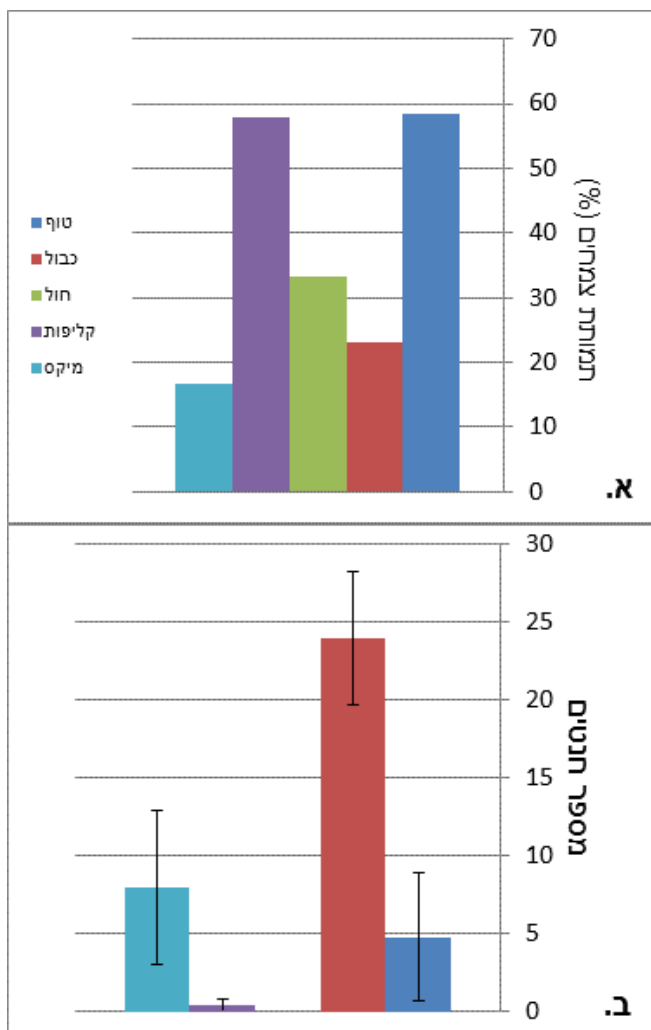


איור 2- מהלך עונתי (2015) של מדידות צפיפות הכלורופיל בעלים במצעי הגידול השונים. קווי השגיאה מייצגים שגיאות תקן.

### השפעת סוג המצע על מדדים פיסיולוגיים

השפעת מצע הגידול ניכרה גם במצבם הפיסיולוגי של הצמחים כגון: מספר העלים, מספר הענפים, גודל הצמחים (תוצאות לא מוצגות), באחוזי התמותה של הצמחים (איור 3 א.) וכן במספר הפירות שחנטו באביב 2015 (איור 3 ב.). שיעורי התמותה הגבוהים ביותר נמצאו במצעי הטוף וקליפות אורן (כ-60%)

והנמוכים ביותר במצעי המיקס והכבול ( 18% ו-22% בהתאמה). במצע החול שיעורי התמותה היו כ-30%. שיעורי החנטה בגבוהים ביותר באביב 2015 נמצאו במצע הכבול (כ- 25%). בכל יתר הטיפולי שיעורי החנטה הממוצעים למצע היו נמוכים מאוד (מתחת 10%).



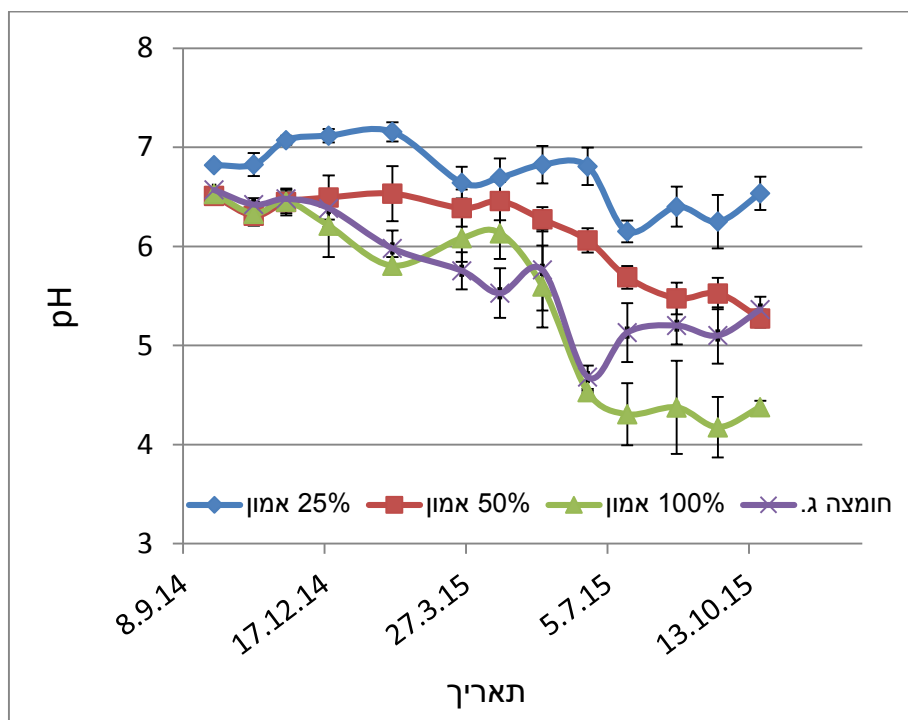
**איור 3- א.** אחוזי התמותה לכל אורך הניסוי במצעי הגידול השונים; **ב.** מספר החנטים ממוצע לצמח במצעי הגידול השונים, אפריל 2015. קווי השגיאה מייצגים שגיאות תקן.

## ב. בחינת שיטות החמצה:

### 1. השפעת שיטות החמצה על ה-pH בנקז

השפעת יחסי אמון\חנקת ותוספת חומצה גופריתנית על ה-pH של מי הנקז היה משמעותי לאורך רוב הניסוי (איור 4). השינוי המינימלי בערכי ה-pH מוצג בטיפול הביקורת (25%) בו ערכי ה-pH מצויים בטווח שבין 6-7 לאורך רוב שלבי הגידול. השינוי המכסימלי בערכי ה-pH מוצגים בטיפול 100% אמון בו ערכי ה-pH יורדים מ-6.5 לכ-4.5 במהלך 8 חודשים מיישום. תהליך החמצה זה מתרחש גם בטיפול בחומצה גופריתנית, רק שבניגוד לטיפול ב-100% אמון בטיפול זה נצפתה עליה ב-pH לערך של 5.5, בהמשך תקופת הגידול. טיפול 50% אמון הוביל לירידה מתונה יותר ב-pH, כך שרק בעונת הגידול השנייה הערכים בטיפול זה ירדו לערך

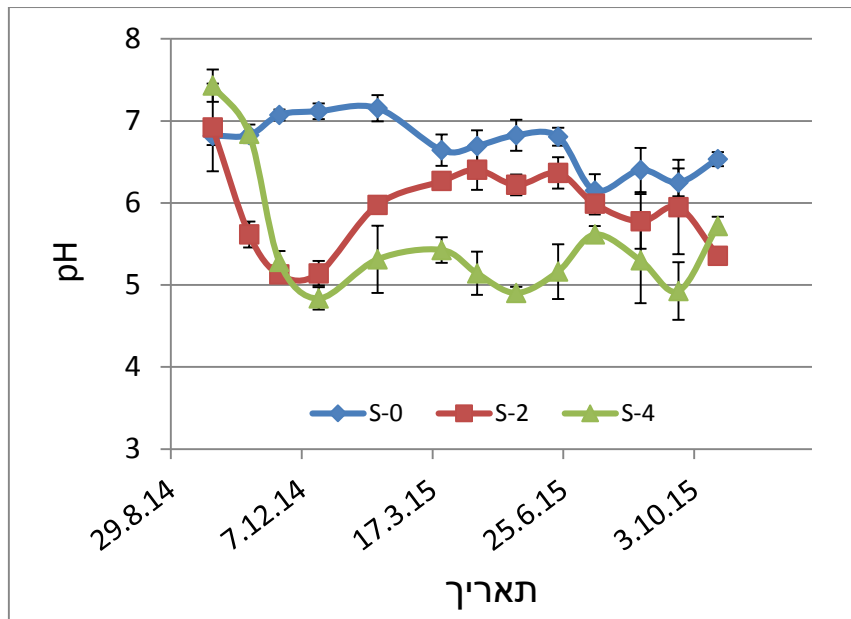
של 5.5, הדומה לערך שמתקבל בטיפול בחומצה גופריתנית. מגמה דומה התקבלה בבדיקת ה-pH במצע (לא מוצג).



**איור 4-** מהלך דו עונתי של ה-pH בנקז בטיפולי אמון חנקת וחומצה גופריתנית כל נקודה מייצגת ] ממוצע של ארבע מדידות חודשיות. קווי השגיאה מייצגים שגיאות תקן.

השפעת תוספת הגופרית האלמנטרית על ה-pH של מי הנקז הייתה מהירה יותר בהשוואה לטיפולי האמון\חנקת והחומצה הגופריתנית (איור 5). תוספת גופרית בריכוזים של 2 (S-2) ו-4 (S-4) גרם לליטר מצע הובילה לירידה חדה ב-pH של מי הנקז לערך של 5 לאחר חודשיים מיישום, ללא הבדל ניכר בין הטיפולים. בעוד שבטיפול ללא תוספת גופרית (ביקורת) ה-pH נשמר יחסית יציב (6-7), בטיפול S-4 ערכי ה-pH נשמרו יחסית נמוכים ויציבים (5-5.5) לאורך תקופת הגידול, בטיפול S-2 חלה עלייה בערכי ה-pH, לערך של כ-6.5 כחצי שנה לאחר יישום. כתוצאה מכך, בוצעו יישומים נוספים של 15 גרם גופרית לצמח 3 פעמים במהלך עונת הגידול 2015 בטיפול זה. חמצון הגופרית גורם לשחרור של יוני סולפט, תהליך שגרם לעלייה חדה במוליכות החשמלית (5.5 דציסימנס למטר) בטיפול של תוספת הגופרית בריכוז הגבוה (S-4) (לא מוצג). לאחר הגברת ההשקיה ושטיפה טבעית בעונת החורף התאזנו ערכי המוליכות החשמלית על ערך של כ-2 דציסימנס למטר בכל הטיפולים.





**איור 5-** מהלך דו עונתי של רמת החומציות בנקז בטיפולי גופרית אלמנטרית. כל נקודה מייצגת ממוצעת של ארבע מדידות חודשיות. קווי השגיאה מייצגים שגיאות תקן.

## 2. השפעת טיפולי ההחמצה על קליטת היסודות בעלים

**חנקן-** ערכי החנקן שנמדדו לאורך כל תקופת הניסוי נעו בטווח 1-1.8% בשני הזנים ובכל הטיפולים (טבלאות 2-4), למעט בטיפולים בתוספת גופרית בחודש נובמבר 15 (טבלה 4) בו נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים וריכוזים נמוכים יחסית של חנקן בעלים (0.4-0.9%). באופן כללי, לא הייתה השפעה מובהקת לא של טיפולי ההחמצה השונים, לא של יחסי אמון\חנקה, לא של הזנים ולא של עונת הדיגום על ריכוז החנקן בעלים. ריכוזי החנקן בעלים תואמים ברוב הדיגומים את הריכוזים המומלצים בספרות (1.5-2.1%, Retamales and Hancock, 2012).

**זרחן-** ריכוזי הזרחן שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.07-0.13% (טבלה 2). במהלך חודשי הסתיו ישנה ירידה בריכוזים (0.07-0.10%) בהשוואה לחודשי הקיץ (0.10-0.13%). ערכי הזרחן שנמדדו בעלים של צמחי Blue ray בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.08-0.21% (טבלה 3). בדומה לזן ה-Sunshine blue, ריכוזי הזרחן בקיץ גבוהים (0.08-0.21%) בהשוואה לריכוזים במהלך חודשי הסתיו (0.08-0.11%). ריכוזי הזרחן שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בטיפולי הגופרית האלמנטרית בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.07-0.13%, למעט מחודש נובמבר 2015, בו נמצאו ערכים נמוכים יחסית ליתר מועדי הדיגום בדומה לתופעה שמתרחשת בריכוזי החנקן בעלים (טבלה 2). באופן כללי, לא הייתה השפעה מובהקת לא של טיפולי ההחמצה השונים, לא של יחסי אמון\חנקה, לא של הזנים ולא של עונת הדיגום על ריכוז הזרחן בעלים. ריכוזי הזרחן תואמים ברוב הדיגומים את הריכוזים המומלצים בספרות (0.08-0.4%, Retamales and Hancock, 2012).

**אשלגן-** ריכוזי האשלגן שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.4-2.8% (טבלה 2). במהלך חודשי הסתיו ישנה עליה בריכוזים (1.0-2.8%) בהשוואה לחודשי הקיץ (0.4-

1%). ערכי האשלגן שנמדדו בעלים של צמחי Blue ray בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.9-3.2% (טבלה 3). בדומה לזן ה-Sunshine blue, ריכוזי האשלגן בקיץ נמוכים (0.4-1.4%) בהשוואה לריכוזים במהלך חודשי הסתיו (2-3.2%). ריכוזי האשלגן שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בטיפול הגופרית האלמנטרית בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.5-3.5% (טבלה 4). בדומה לתוצאות שהתקבלו מטיפול ההחמצה באמון וחומצה גופריתית התקבלה מגמה של צבירה של יסוד זה לאורך עונת הגידול. בנוסף, ריכוזי האשלגן בעלים הושפעו באופן מובהק בחלק ממועדי הדיגום מטיפול ההחמצה באמון. בטיפול האמון הגבוה (100%) ריכוזי האשלגן בעלים היו נמוכים בהשוואה לטיפול האמון הנמוך (25%) ככל הנראה כתוצאה מתחרות בקליטה בין האשלגן לאמון. האשלגן נקלט בריכוזים גבוהים ביותר בהשוואה ליתר יסודות ההזנה. בנוסף, ריכוזי האשלגן בעלים גבוהים מהריכוזים המומלצים בספרות בחלק ממועדי הדיגום (Retamales and Hancock, 2012, 0.4-0.8%), ככל הנראה כתוצאה מריכוז גבוה שהוסף במי ההדשייה.

**סידן**- ריכוזי הסידן שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.25-0.8% (טבלה 2). ערכי הסידן שנמדדו בעלים של צמחי Blue ray בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.3-1% (טבלה 3). ריכוזי הסידן שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בטיפול הגופרית האלמנטרית בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.25-1% (טבלה 4). באופן כללי, לא הייתה השפעה מובהקת לא של טיפולי ההחמצה השונים, לא של יחסי אמון\חנקן, לא של הזנים ולא של עונת הדיגום על ריכוזי הסידן בעלים. ריכוזי הסידן בעלים ברוב מועדי הדיגום תואמים את הריכוזים המומלצים בספרות, 0.3-0.9%, (Retamales and Hancock, 2012).

**מגנזיום**- ריכוזי המגנזיום שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.1-0.3% (טבלה 2). ריכוזי המגנזיום בעלים הושפעו באופן מובהק מטיפול ההחמצה באמון וחומצה גופריתית במהלך דיגום קיץ 2015, בו נמצאו ריכוזים גבוהים יותר של מגנזיום בטיפול האמון הגבוה והחומצה הגופריתית. ריכוזי המגנזיום שנמדדו בעלים של צמחי Blue ray בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.15-0.3% (טבלה 3). ריכוזי המגנזיום שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בטיפול הגופרית האלמנטרית בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 0.1-0.3% (טבלה 4). באופן כללי, לא הייתה השפעה מובהקת לא של טיפולי ההחמצה השונים, לא של יחסי אמון\חנקן, לא של הזנים ולא של עונת הדיגום על ריכוזי המגנזיום בעלים. ריכוזי המגנזיום בעלים ברוב מועדי הדיגום תואמים את הריכוזים המומלצים בספרות (0.1-0.3%, Retamales and Hancock, 2012).

#### **יסודות הקורט**

**ברזל**- ריכוזי הברזל שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 60-220 מ"ג לק"ג חומר יבש (טבלה 2). ריכוזי הברזל בעלים הינם במגמת עלייה לאורך עונת הגידול. ריכוזי הברזל הגבוהים ביותר (120 ו-146 מ"ג לק"ג חומר יבש) מתקבלים בטיפול אמון הגבוה ביותר וטיפול בחומצה גופריתית, בהתאמה, והנמוך ביותר בטיפול אמון הנמוך (70 מ"ג לק"ג חומר יבש) במהלך הקיץ. בסוף עונת הגידול לא נמצאו הבדלים מובהקים בריכוזים בין הטיפולים השונים. ריכוזי הברזל שנמדדו בעלים של צמחי Blue ray בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 80-300 מ"ג לק"ג חומר יבש (טבלה

3). בדומה, ל-Sunshine blue ריכוזי הברזל עולים במהלך עונת הגידול. ריכוזי הברזל שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בטיפול הגופרית האלמנטרית בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 60-200 מ"ג לק"ג חומר יבש (טבלה 4). בדומה לטיפול ההחמצה באמון וחומצה גופריתנית ריכוזי הברזל עולים לאורך עונת הגידול. הבדלים מובהקים בריכוזים בין ריכוזי הגופרית השונים מושגים רק במהלך עונת האביב. הריכוזים הגבוהים ביותר מתקבלים ברמת גופרית הגבוהה (105 מ"ג לק"ג חומר יבש) בהשוואה טיפול הביקורת (64 מ"ג לק"ג חומר יבש). באופן כללי, ריכוזי הברזל עולים במהלך עונת הגידול, במועדים אלה ניתן לראות הבדלים מובהקים בין טיפולי ההחמצה השונים. בסוף עונת הגידול ההבדלים בריכוזים בין הטיפולים השונים מטשטשים ככל הנראה כתוצאה מצימוח קטן יותר (איור 9) בטיפול ההחמצה הנמוך ביותר (25% אמון). ריכוזי הברזל בעלים ברוב מועדי הדיגום תואמים את הריכוזים המומלצים בספרות (Retamales and Hancock, 2012, 60-200 מ"ג לק"ג חומר יבש).

**מנגן**- ריכוזי המנגן שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 10-90 מ"ג לק"ג חומר יבש (טבלה 2). ריכוזי המנגן בעלים הינם במגמת עלייה לאורך עונת הגידול. לאורך כל עונת הגידול נמצאו הבדלים מובהקים בין ריכוז המנגן בטיפול הביקורת (25% אמון) ליתר טיפולי ההחמצה. בטיפול ההחמצה הגבוהים (50%, 100% אמון וחומצה גופריתנית), ריכוזי המנגן אינם שונים באופן מובהק. ריכוזי המנגן שנמדדו בעלים של צמחי Blue ray בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 65-310 מ"ג לק"ג חומר יבש (טבלה 3). בדומה ל-Sunshine blue, ריכוזי המנגן בעלים הינם במגמת עלייה לאורך עונת הגידול. לאורך רוב עונת הגידול נמצאו הבדלים מובהקים בין ריכוז המנגן בטיפול הביקורת (25% אמון) ליתר טיפולי ההחמצה. בטיפול ההחמצה הגבוהים (50%, 100% אמון וחומצה גופריתנית), ריכוזי המנגן אינם שונים באופן מובהק לאורך רוב עונת הגידול. באופן לא מוסבר, בדיגום נובמבר 2015 התקבל ריכוז מנגן נמוך בטיפול בחומצה גופריתנית בהשוואה ליתר הטיפולים (באופן לא מובהק). ריכוזי המנגן שנמדדו בעלים של צמחי Sunshine blue בטיפול הגופרית האלמנטרית בכל תקופת הניסוי נעו בטווח 20-95 מ"ג לק"ג חומר יבש (טבלה 4). ריכוזים אלה נמוכים בהשוואה לשיטות ההחמצה באמון ובחומצה גופריתנית. בדומה לטיפול ההחמצה האחרים, ריכוזי המנגן בעלים הינם במגמת עלייה לאורך עונת הגידול. ריכוזי המנגן בטיפול הגופרית, בשני הריכוזים, גבוהים באופן משמעותי בהשוואה לטיפול הביקורת, ללא תוספת גופרית. באופן כללי, ריכוזי המנגן עולים במהלך עונת הגידול, במועדים אלה ניתן לראות הבדלים מובהקים בין טיפולי ההחמצה השונים. בסוף עונת הגידול ההבדלים בריכוזים בין הטיפולים השונים מטשטשים ככל הנראה כתוצאה מצימוח קטן יותר (איור 9) בטיפול ההחמצה הנמוך ביותר (25% אמון). ריכוזי המנגן בעלים ברוב מועדי הדיגום תואמים את הריכוזים המומלצים בספרות (Retamales and Hancock, 2012, 30-350 מ"ג לק"ג חומר יבש), למעט בטיפול הביקורת בזן Sunshine blue לאורך רוב עונת הגידול, בהם ריכוזי המנגן בעלים היום בטווח שבין 10-35 מ"ג לק"ג חומר יבש.

**אבץ**- ריכוז האבץ שהתקבל בעלים נע בטווח 15-80 מ"ג לק"ג חומר יבש. באופן כללי, לא הייתה השפעה מובהקת לא של טיפולי ההחמצה השונים, לא של יחסי אמון\חנקן, לא של הזנים ולא של עונת הדיגום על ריכוז האבץ בעלים. ריכוזי האבץ בעלים תואמים ברוב הדיגומים את הריכוזים המומלצים

בספרות (Retamales and Hancock, 2012) 8.0-30 מ"ג לק"ג חומר יבש), למעט מטיפול ההחמצה בגופרית וטיפול הביקורת, בזן Sunshine blue, בחודש יוני 2015, בהם ריכוזי האבץ היו גבוהים באופן משמעותי מהמומלץ (60-85 מ"ג לק"ג חומר יבש).

**טבלה 2- ריכוז יסודות ההזנה בעלים בזן 'Sunshine blue' בטיפולי אמן וחומצה גופריתנית.**

אבץ	מנגן	ברזל	מגנזיום	סידן	אשלגן	זרחן	חנקן		
ppm			%						
<b>אוקטובר-14</b>									
N.D	35.8 C	160 C	0.15 A	N.D	2.67 A	0.07 B	1.27 A	<b>25%</b>	
N.D	59.4 BC	198 BC	0.15 A	N.D	2.78 A	0.09 AB	1.42 A	<b>50%</b>	
N.D	136 AB	197 AB	0.15 A	N.D	2.04 A	0.10 A	1.58 A	<b>100%</b>	
N.D	111 A	281 A	0.15 A	N.D	2.30 A	0.10 A	1.60 A	<b>חומצה</b>	
-	0.0043	0.0002	0.9352	-	0.1503	0.0147	0.0484	<b>Prob&gt;F</b>	
<b>יוני-15</b>									
28.3 AB	28.7 B	95 A	0.12 AB	0.26 A	0.46 A	0.10 A	1.4 A	<b>25%</b>	
25.0 B	41.6 AB	73 AB	0.11 B	0.25 A	0.43 A	0.10 A	1.37 A	<b>50%</b>	
44.4 A	49.1 A	68 AB	0.13 AB	0.26 A	0.38 A	0.11 A	1.57 A	<b>100%</b>	
33.9 AB	52.9 A	63 B	0.15 A	0.3 A	0.41 A	0.13 A	1.87 A	<b>חומצה</b>	
0.0282	0.0150	0.0253	0.0285	0.1102	0.7026	0.3438	0.1375	<b>Prob&gt;F</b>	
<b>אוגוסט-15</b>									
25.4 A	10.6 B	71 B	0.12 C	0.59 A	0.66 AB	0.11 A	1.01 A	<b>25%</b>	
22.2 A	54.4 A	108 AB	0.20 B	0.66 A	0.55 B	0.08 B	1.01 A	<b>50%</b>	
28.4 A	51.6 A	120 A	0.24 AB	0.77 A	0.49 B	0.08 B	1.04 A	<b>100%</b>	
40.4 A	61.0 A	146 A	0.27 A	0.81 A	0.97 A	0.08 B	1.00 A	<b>חומצה</b>	
0.8435	>0.0001	0.0053	>0.0001	0.2136	0.0095	<0.0001	0.9165	<b>Prob&gt;F</b>	
<b>נובמבר-15</b>									
27.5 A	31.0 B	143 A	0.16 A	0.41 A	2.54 A	0.07 A	1.04 A	<b>25%</b>	
28.5 A	89.1 A	160 A	N.D	N.D	N.D	0.07 A	1.09 A	<b>50%</b>	
17.5 A	87.8 A	149 A	0.20 A	0.40 A	1.01 B	0.07 A	1.20 A	<b>100%</b>	
17.2 A	82.0 A	142 A	0.16 A	0.38 A	1.17 B	0.08 A	1.14 A	<b>חומצה</b>	
0.7606	0.0101	0.7785	0.0499	0.7514	0.0042	0.7407	0.2721	<b>Prob&gt;F</b>	

טבלה 3- ריכוז יסודות ההזנה שנמדדו בעלים בזן 'blue ray' בטיפולי אמון וחומצה גופריתנית.

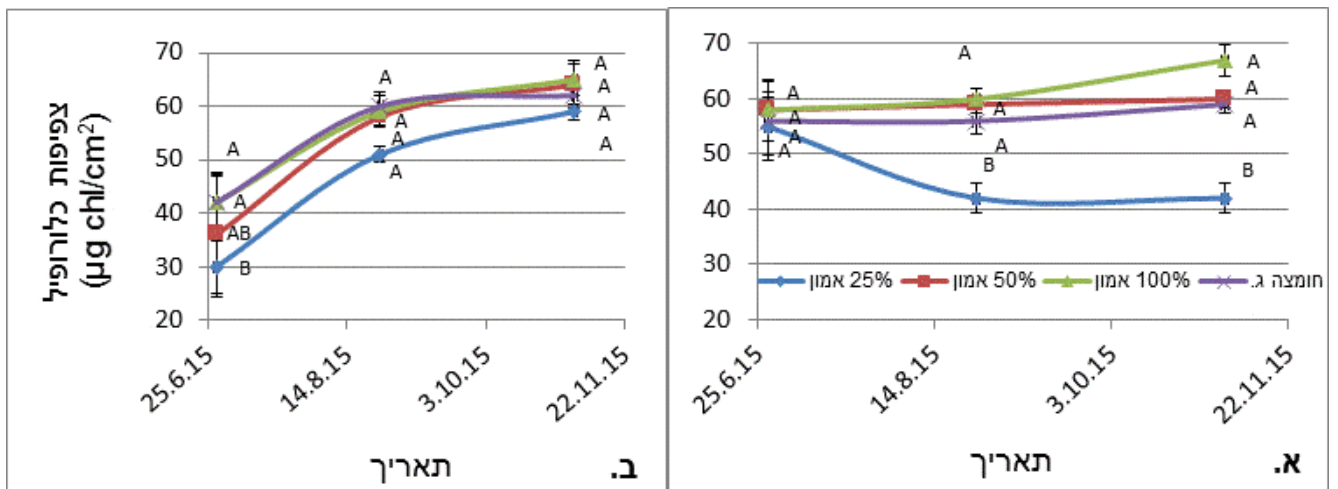
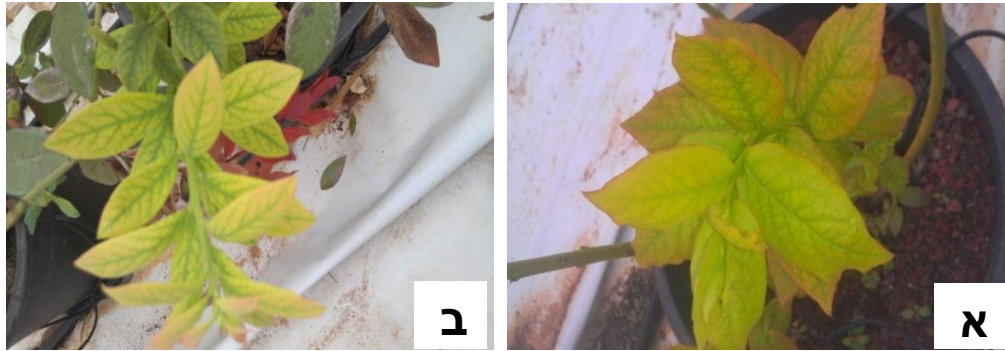
חנקן	זרחן	אשלגן	סידן	מגנזיום	ברזל	מנגן	אבץ	
							ppm	%
<b>אוקטובר-14</b>								
1.59	0.10	3.20	N.D	0.18	220	64.9	N.D	<b>25%</b>
A	A	A		A	A	B		
1.56	0.11	2.35	N.D	0.15	232	142	N.D	<b>50%</b>
A	A	AB		A	A	AB		
1.58	0.11	2.07	N.D	0.16	311	311	N.D	<b>100%</b>
A	A	B		A	A	A		
1.33	0.09	2.14	N.D	0.17	409	265	N.D	<b>חומצה</b>
A	A	B		A	A	A		
0.1073	0.2540	0.0040	-	0.6799	0.1018	0.0030	-	<b>Prob&gt;F</b>
<b>יוני-15</b>								
1.75	0.21	1.31	0.42	0.3	85	71.6	28.3	<b>25%</b>
A	A	AB	A	A	A	A	AB	
1.66	0.20	1.35	0.43	0.25	96	179	25	<b>50%</b>
A	A	A	A	AB	A	A	B	
1.49	0.19	0.9	0.34	0.21	119	151	44.4	<b>100%</b>
A	A	AB	A	B	A	A	A	
1.42	0.19	1.03	0.36	0.23	127	145	34	<b>חומצה</b>
A	A	B	A	AB	A	A	AB	
0.0453	0.8126	0.0198	0.1386	0.0269	0.2510	0.0840	0.8395	<b>Prob&gt;F</b>
<b>אוגוסט-15</b>								
1.05	0.08	0.89	0.92	0.26	132	63.4	23.0	<b>25%</b>
A	A	A	A	AB	A	B	A	
1.33	0.13	0.93	0.87	0.23	130	195	25.8	<b>50%</b>
A	A	A	A	B	A	A	A	
1.30	0.15	0.84	0.93	0.25	245	180	19.7	<b>100%</b>
A	A	A	A	B	A	A	A	
1.26	0.11	0.74	1.06	0.31	181	194	23.7	<b>חומצה</b>
A	A	A	A	A	A	A	A	
0.1131	0.1383	0.3111	0.4036	0.0008	0.0805	0.0028	0.3512	<b>Prob&gt;F</b>
<b>נובמבר-15</b>								
1.32	0.09	3.29	0.81	0.16	213	156	15.0	<b>25%</b>
A	A	A	A	B	A	B	A	
1.39	0.09	N.D	N.D	N.D	302	298	15.3	<b>50%</b>
A	A				A	A	A	<b>NH4</b>
1.33	0.08	2.56	1.02	0.26	221	300	15.5	<b>100%</b>
A	A	A	A	A	A	A	A	<b>NH4</b>
1.36	0.09	2.17	0.78	0.20	200	124	16.9	<b>חומצה</b>
A	A	A	A	A	A	B	A	
0.9351	0.9870	0.1668	0.5275	0.0013	0.2053	0.0013	0.4906	<b>Prob&gt;F</b>

טבלה 4- ריכוז יסודות ההזנה שנמדדו בעלים בזן 'Sunshine blue' בטיפול גופרית אלמנטרית.

חנקן	זרחן	אשלגן	סידן	מגנזיום	ברזל	מנגן	אבץ	
						ppm		
						%		
אוקטובר-14								
1.08	0.07	3.13	N.D	0.23	199	32.0	N.D	S-0
1.11	0.10	3.45	N.D	0.21	190	42.5	N.D	S-2
1.40	0.09	3.45	N.D	0.16	170	94.5	N.D	S-4
יוני-15								
1.06	0.12	0.52	0.3	0.11	64	37.4	62.7	S-0
	AB	A	A	A	B	B	A	
1.14	0.11	0.52	0.36	0.13	83	67.7	84	S-2
	B	A	A	A	AB	A	A	
1.05	0.13	0.56	0.26	0.11	106	59.9	61.4	S-4
	A	A	A	A	A	A	A	
0.4774	0.0402	0.4839	0.6159	0.1787	0.002	0.0093	0.8308	Prob>F
אוגוסט-15								
1.07	0.09	1.31	0.78	0.26	99	24.8	28.3	S-0
	AB	A	AB	A	A	B	A	
1.06	0.08	0.70	1.04	0.24	140	46.9	21.1	S-2
	B	B	A	A	A	A	A	
1.11	0.10	0.71	0.73	0.27	114	42.5	50.8	S-4
	A	B	B	A	A	A	A	
0.6862	0.0402	0.0094	0.0293	0.0520	0.3931	0.0080	0.1086	Prob>F
נובמבר-15								
0.83	0.05	N.D	N.D	N.D	141	25.4	15.0	S-0
	A				A	B	A	
0.49	0.04	1.45	0.31	0.13	143	51.7	14.0	S-2
	A	A	A	A	A	A	A	
0.46	0.03	1.20	0.45	0.16	210	31.2	16.9	S-4
	A	A	A	A	A	B	A	
0.0337	0.0597	0.5030	0.1333	0.1463	0.3844	0.0038	0.2369	Prob>F

### 3. השפעת שיטות ההמצה על ריכוזי הכלורופיל

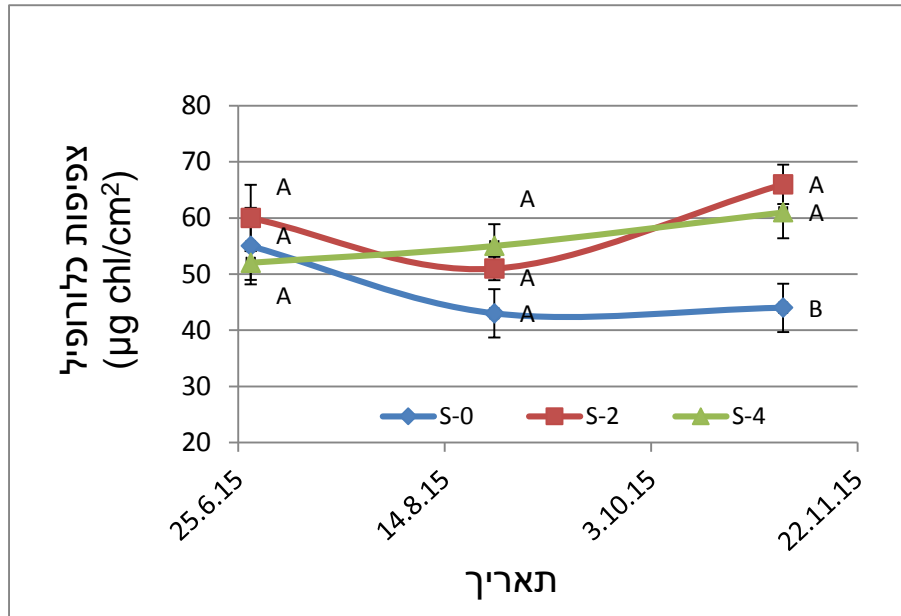
בדיקות הכלורופיל משקפות את מצב הכלרוזה של הצמחים, שהינו ביטוי למחסורים ביסודות הזנה (לרוב ברזל ומנגן) (איור 6). ריכוזי הכלורופיל בזן ה-Sunshine blue, שהינו זן ירוק עד, נשמרים יציבים (55-60 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup>), באופן כללי לאורך כל עונת הגידול (אבי-סוף הסתיו) למעט בטיפול הביקורת (25% אמון) בו ריכוזי הכלורופיל יורדים באופן מובהק לאורך תקופת הגידול לערך מינימלי של כ-45 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup>, ובטיפול ב-100% אמון בו מתרחשת הצטברות בריכוז הכלורופיל בחודשי הסתיו לערך מכסימלי של כ-62 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup> (איור 7 א.). לעומת זאת, בזן ה-Blue ray, שהינו זן נשיר, בכל הטיפולים התקבלה מגמה של צבירת כלורופיל מריכוזים של 30-40 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup> בתקופת האביב לריכוזים של 60-65 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup>, ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים (איור 7 ב.).



**איור 6** – תמונה המציגה כלורוזת בצמחי הביקורת בזנים 'Blue ray' (א) ו-'Sunshine blue' (ב).

**איור 7** - מהלך עונתי של צפיפות הכלורופיל בעלים בטיפולי אמון/חנקה וחומצה גופריתנית בזנים 'Sunshine blue' (א.) ו-'Blue ray' (ב.). קווי השגיאה מייצגים שגיאות תקן.

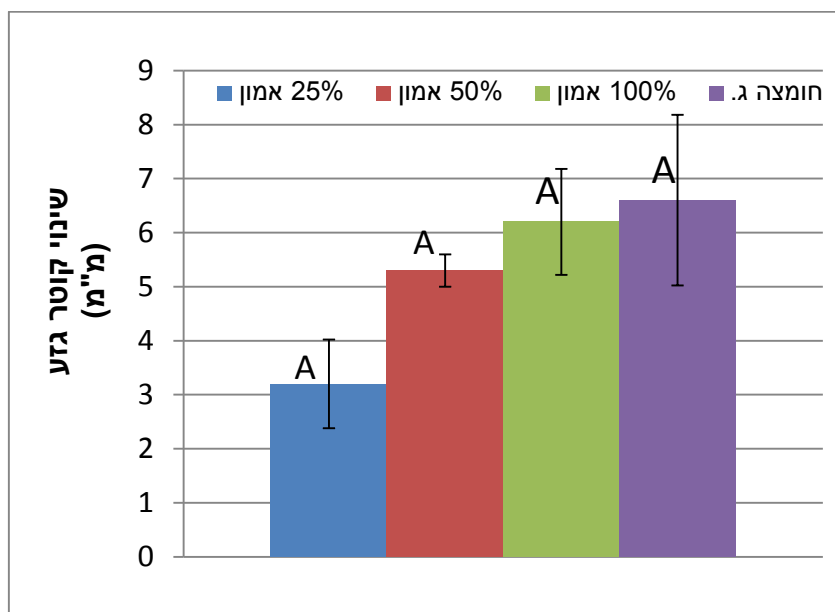
טיפול החמצה באמצעות גופרית אלמנטרית השפיעו גם הם על ריכוזי הכלורופיל (איור 8). בטיפול בתוספת גופרית 4 גרם לליטר מצע (S-4) ריכוז הכלורופיל עלה במהלך עונת הגידול מ-50 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup> ל-60 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup>, בסוף הסתיו. בטיפול גופרית הבינוני (2 גרם לליטר מצע- S-2) ריכוז הכלורופיל ירד במהלך תקופת האביב-קיץ מערך של 60 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup> לערך של 50 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup>, ככל הנראה כתוצאה מרידה בזמינות הברזל והמנגן כתוצאה מהעלייה ב-pH המוצגת באיור 5, ירידה שלווה בעלייה בריכוזים לערך של 65 מיקרוגרם כלורופיל לס"מ<sup>2</sup>, במהלך הסתיו. עליה זאת נובעת ככל הנראה מהירידה המחודשת ב-pH (איור 5) שנגרמה בעקבות הוספת גופרית, והובילה לעליה זמינות יסודות הברזל והמנגן.



**איור 8-** מהלך עונתי של צפיפות הכלורופיל בעלים בטיפולי גופרית אלמנטרית בזן 'Sunshine blue'. קווי השגיאה מייצגים שגיאות תקן.

#### 4. השפעת שיטות ההחמצה על מדדים פיסילוגיים

רמת הסיעוף הגדולה של צמחי ה- Sunshine blue וצורת השיח שלהם הקשתה במדידות הקוטר והגובה. זן ה-Blue ray, הינו זן בעל רמת סיעוף יותר נמוכה, ולכן, בוצעו מדידות קוטר 2015 על 3 ענפים מרכזיים בכל צמח. טיפולי האמון השפיעו על התעבות קוטר הענף במהלך עונת גידול (איור 9). הטיפול בחומצה גופריתנית הוביל להתעבות הגבוהה ביותר, כ-6 מ"מ, בהשוואה לטיפול הביקורת שהוביל להתעבות להתעבות הנמוכה ביותר כ-3 מ"מ. על אף שקיבלנו הבדל גדול בהתעבות הענפים במהלך העונה, הבדל זה אינו מובהק סטטיסטית ככל הנראה כתוצאה מפריצת סורים רבים נוספים שהעלתה מאוד את השונות.

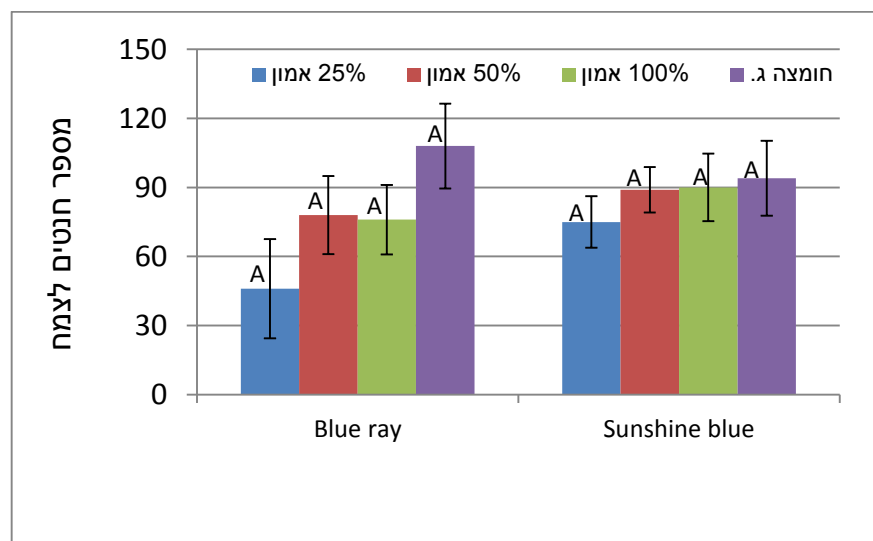


**איור 9-** שינוי בקוטר גזע במהלך עונת 2015 בזן 'Blue ray'. קווי השגיאה מייצגים שגיאות תקן.



טיפולי ההחמצה באמון השפיעו על מספר החנטים הממוצע לצמח בשני הזנים, אולם לא בצורה מובהקת סטטיסטית (איור 10). מספר החנטים הגבוה ביותר בשני הזנים היה בטיפול החמצה בחומצה גופריתנית, כ-100 חנטים בממוצע לצמח, והנמוך ביותר היה בטיפול ביקורת, כ-70 ו-40 חנטים בממוצע לצמח בזני ה-Sunshine blue וה-Blue ray, בהתאמה. שני טיפולי ההחמצה האחרים באמון התקבלו בממוצע כ-80 חנטים לצמח בשני הזנים. באיור 11, ניתן לראות דוגמא מייצגת של פירות וחנטים בזן ה-Blue ray.

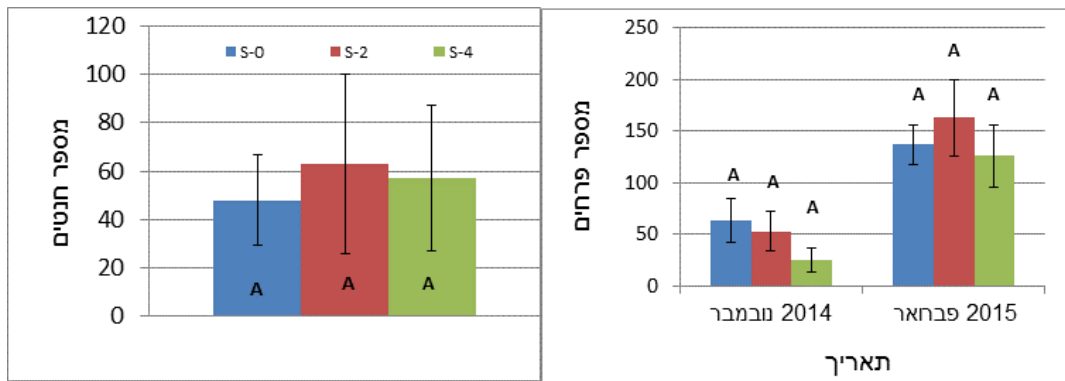
טיפולי ההחמצה בגופרית אלמנטרית השפיעו אף הם על מספר הפרחים (איור 12 א.) והחנטים (איור 12 ב.) בזן ה-Sunshine blue, אולם לא בצורה מובהקת סטטיסטית. מספר הפרחים בעונת גידול הראשונה (2014) היה כ-40 פרחים לצמח, בהשוואה לכ-150 פרחים לצמח בעונת הגידול השניה (2015). מספר החנטים לצמח בטיפול זה היה נמוך (כ-50 חנטים לצמח בממוצע) בהשוואה לכל טיפולי ההחמצה באמון וחומצה גופריתנית (איור 10), אולם השונות בטיפולי ההחמצה בגופרית אלמנטרית הייתה גבוהה יותר בהשוואה לטיפולי ההחמצה באמון וחומצה גופריתנית.



**איור 10-** תוצאות חנטה באביב 2015 בשני הזנים בטיפולי אמון וחומצה גופריתנית. קווי השגיאה מייצגים שגיאות תקן.



**איור 11-** תמונה המציגה הנבה בזן ה-Blue ray, אביב 2015.



**איור 12- מספר הפרחים (א) והחנטים בנובמבר 2014 (ב) הממוצעים לצמח בטיפולי גופרית אלמנטרית, בזן 'Sunshine blue'. קווי השגיאה מייצגים שגיאות תקן.**

## דיון ומסקנות –

- 1. בחינת מצעים- השפעת המצעים השונים על הצטברות יסודות המקרו אינה משמעותית. לעומת זאת, קיימת השפעה גדולה מאוד של המצעים על ה-pH של מי הנקז וכתוצאה מכך על הצטברות יסודות הקורט המובילים לשינויים בריכוז הכלורופיל בעלים והתפתחות הצמח. מצע הכבול מציג את ערכי ה-pH המתאימים ביותר לגידול אוכמניות (5.5-6) לאורך רוב תקופת הגידול, תכונה אשר מגבירה את זמינותם של יסודות הקורט (ברזל, מנגן ואבץ) לקליטה על ידי הצמח, כפי שניתן לראות בטבלה מספר 1, הצטברות יסודות אלה בעלים היא הגבוהים ביותר במצע הכבול. קליטת יסודות אלה הובילה לריכוזי כלורופיל הגבוהים ביותר במצע זה (איור 2) והתפתחות אופטימלית של צמחים בטיפול זה. לעומת זאת, במצעי החול וקליפות האורן, ה-pH הוא הגבוה ביותר ונע בתחום שבין 7-8, הצטברות הברזל (קליפות האורן) והמנגן (חול) בעלים, היא הנמוכה ביותר מבין המצעים. במצעי התערובת, אודם 85 ומיקס ה-pH נמצא בתחום שבין 6 ל-7, והצטברות יסודות הקורט והכלורופיל נמוכה בהשוואה למצע הכבול וגבוהה בהשוואה למצעי החול וקליפות האורן.**
- 2. בחינת שיטות החמצה- השפעת שיטות החמצה השונות על הצטברות יסודות המקרו אינה משמעותית. לעומת זאת, קיימת השפעה גדולה מאוד של שיטות החמצה השונות על ה-pH של מי הנקז וכתוצאה מכך על הצטברות יסודות הקורט בעלים שגורמים לעלייה בריכוז הכלורופיל בעלים ובהתפתחות הצמח. טיפול החמצה ב-100% אמון הוביל לירידה חדה ביותר ב-pH של מי הנקז מ-6.5 ל-4.5 בסוף תקופת הגידול. לעומת זאת, טיפול החמצה בתוספת גופרית אלמנטרית, בשני המינונים והחומצה גופריתנית הובילו לירידה חדה מאוד ב-pH של מי הנקז בתחילת הגידול, אולם התייצבו על ערכים הדומים לטיפול החמצה ב-50% אמון בסוף עונת הגידול, 5-5.5 (איורים 4-5). זאת, לאחר תוספות קטנות של גופרית אלמנטרית לאורך עונת הגידול לטיפול S-2. בטיפול הביקורת, (החמצה באמצעות 25% אמון) ערכי ה-pH התייצבו על 6.5.**

ריכוזי יסודות הקורט (בעיקר הברזל והמנגן) עולים במהלך עונת הגידול בכל הטיפולים. התאריכים היחידים בהם נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים ביסודות אלה מתרחשים באביב, בו יש לבלוב בשילוב עם חנטה, אברים שהינם אברי מטרה ליסודות ההזנה. בסוף עונת הגידול, בסתיו, ההשפעה של הטיפולים השונים על הצטברות היסודות השונים בעלים הופכת ללא מובהקת סטטיסטית. ולפיכך, מועד הדיגום המומלץ ככל הנראה הוא בתקופת האביב. ככלל ריכוזי המנגן בטיפולי הגופרית היו נמוכים יותר בהשוואה לטיפולי ההחמצה באמון בזן Sunshine Blue. בנוסף, בטיפולי ההחמצה באמון, ככל שריכוז האמון בתמיסת ההדשייה עלה הצטברות האשלגן בעלים ירדה כתוצאה מתחרות בין שני היסודות על הקליטה. אולם, דרישות הצמח לאשלגן נמוכות, וברוב רובם של המקרים ריכוזי האשלגן בעלים גבוהים בהשוואה למומלץ בספרות.

ריכוז הכלורופיל בעלים עלה ככל שריכוז האמון במי ההדשייה עלה בזן Sunshine Blue (איור 7 א.), בטיפול אמון 100% ריכוז הכלורופיל בעלים היה כ-62 מיקרוגרם לס"מ<sup>2</sup> בסוף עונת הגידול בהשוואה ל-60 מיקרוגרם לס"מ<sup>2</sup> בטיפול ההחמצה בחומצה גופריתנית ו-50% אמון ללא הבדלים מובהקים בניהם. אולם, ריכוזים אלה של כלורופיל היו גבוהים באופן משמעותי בהשוואה לטיפול הביקורת (החמצה ב-25% אמון). בטיפולי ההחמצה בגופרית אלמנטרית, ריכוזי הכלורופיל היו דומים לאלה שנמצאו בטיפולי ההחמצה הגבוהים (60-65 מיקרוגרם לס"מ<sup>2</sup>, איור 8). בזן ה-Blue ray, שהינו זן נשיר, ריכוזי הכלורופיל עולים לאורך עונת הגידול (איור 7 ב), ריכוזי הכלורופיל בטיפול הביקורת היו נמוכים בהשוואה לטיפולי ההחמצה האחרים, אם כי לא באופן מובהק.

בנוסף, השינוי בקוטר הגבעול ובמספר החנטים בזן Blue ray הושפע אף הוא מטיפולי ההחמצה (איור 10-11). השינוי בקוטר הגבעול ומספר החנטים הגבוה ביותר נמצא בטיפול ההחמצה בחומצה גופריתנית, אם כי לא באופן מובהק בהשוואה ליתר הטיפולים. בהשוואה בין טיפולי ההחמצה באמצעות ההדשייה (חומצה גופריתנית ואחוז האמון) לטיפולי ההחמצה באמצעות תוספת גופרית אלמנטרית, נראה שיש יתרון להחמצה באמצעות ההדשייה, בהם ערכי ה-pH נשמרים יציבים לאורך זמן ואינם תלויים בהעלמות החומר מהמצע. בנוסף, בטיפול ההחמצה במינון גבוה של גופרית אלמנטרית, נמצאו ערכי מוליכות חשמלית גבוהים מיד לאחר היישום, תהליכי המלחה שיכולים לפגוע בהתפתחות הצמח. בנוסף, לא נמצא יתרון, לא במהירות ההחמצה, לא בשמירה על רמת החומציות ולא בערכי ה-pH המושגים בהחמצה בגופרית אלמנטרית בהשוואה להחמצה ב-100% אמון ואף בחלק מהפרמטרים בהשוואה להחמצה ב-50% אמון. נראה שלאורך זמן טיפול ב-100% אמון מוריד את ערכי ה-pH לערכים הנמוכים מהמומלץ (4) במצע המדובר, תהליך שיש לקחתו בחשבון.

באופן כללי, על אף שלא נמצאו כמעט מחסורים בריכוזי היסודות בעלים בהשוואה למדווח בספרות, נמצאה השפעה משמעותית של טיפולי ההחמצה והמצעים על התפתחות הצמח, תוצאה שמעמידה בסימן שאלה הן הערכים המומלצים בספרות והן תקופות הדיגום, מאחר ונמצאה השפעה מובהקת לעונת הדיגום על ריכוז יסודות הקורט בעלים.

### 3. השפעת המיקוריזה

לא נמצאו השפעות מובהקות לטיפול במיקוריזה. ככל הנראה בעתיד, יש לבחון את ההשפעה של המיקוריזה בניסוי מבוקר נפרד בו הדגש העיקרי יהיה על: ריכוזי מיקוריזה, סוג המיקוריזה וכו'.

#### רשימת ספרות

Retamales, J. and J.F. Hancock. 2012. Blueberries. CAB International, Wallingford, UK.

### סיכום עם שאלות מנחות- 203-1018-16

#### מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה:

מטרת העל של תכנית העבודה הייתה לפתח פרוטוקול גידול יעיל לגידול אוכמניות אשר יהווה בסיס להקמת ענף חדש ואינטנסיבי באזור ההר. מטרה זאת אמורה להיות מקודמת דרך ייבוא זנים מצטיינים המתאימים לאזור; פיתוח שיטות לריבוי וגטטיבי של זנים אלה, איתור מצעי גידול אופטימליים, הפעלת טיפולים להחמצת מצעי הגידול, מעקב קינטי אחר תגובת הצמח לסוגי המצעים וטיפולי החמצה באמצעות ניטור מדדי התפתחות צמחית וקליטת יסודות הזנה.

#### פירוט עיקרי הניסויים ותוצאות המחקר:

במהלך המחקר נעשתה בחינה של השפעת סוגי מצעי גידול וטיפולי החמצה שונים (יחס אמון/חנקן), גופרית אלמנטרית וחומצה גופריתית) על ערכי ה-pH של מי הנקז, הצטברות יסודות הזנה בצמח והתפתחות הצמח. תוצאות עיקריות: פותחו שיטות לריבוי וגטטיבי של הזנים החדשים שיובאו במסגרת תכנית זאת. נמצא שטיפול החמצה באמון, חומצה גופריתית וגופרית אלמנטרית יעילים בהורדה משמעותית של ה-pH בנקז ובמצע הגידול. באותם טיפולים, הייתה עלייה בהצטברות של יסודות הקורט ברזל ומנגן בעלים. תוצאות הטיפולים שגרמו להחמצה באו לידי ביטוי גם במדדים חיוביים של התפתחות הצמח ופוריות.

#### אלו ממטרות המחקר הושגו בעבודת המחקר בנוכחית

פותחו שיטות לריבוי בתרביות רקמה, אופיינו מצעי גידול פוטנציאליים לגידול לאורך זמן של אוכמניות. טיפולי החמצה באמצעות גופרית אלמנטרית, הדשייה באמון בריכוז 50%-100% מכלל החנקן ובחומצה גופריתית גרמו להחמצה משמעותית ולשיפור מדדי הצימוח, באמצעות קליטה אופטימלית של יסודות הקורט (בעיקר ברזל ומנגן). בהשוואה בין טיפולי החמצה באמצעות ההדשייה (חומצה גופריתית ואחוז האמון) לטיפול החמצה באמצעות תוספת גופרית אלמנטרית, נראה שיש יתרון להחמצה באמצעות ההדשייה, בהם ערכי ה-pH נשמרים יציבים לאורך זמן ואינם תלויים בהעלמות החומר מהמצע. בנוסף, בטיפול החמצה במינון גבוה גופרית אלמנטרית, נמצאו ערכי מוליכות חשמלית גבוהים מיד לאחר היישום, תהליך שיכול לפגוע בהתפתחות הצמח. בנוסף, לא נמצא יתרון, לא במהירות החמצה, לא בשמירה על רמת החומציות ולא בערכי ה-pH המושגים בהשוואה שבין החמצה בחומצה גופריתית להחמצה ב-100% אמון ואף בחלק מהפרמטרים בהשוואה להחמצה ב-50% אמון. נראה שלאורך זמן טיפול ב-100% אמון מוריד את ערכי ה-pH לערכים הנמוכים מהמומלץ (4) במצע המדובר, תהליך שיש לקחתו בחשבון.

**מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.** האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח? נמצא מתאם חיובי בין התפתחות טובה של הצמח, הורדת pH, וקליטה טובה של ברזל ומנגן. על בסיס מתאם זה ניתן להמשיך ולכייל ביתר דיוק את הטיפולים היעילים יותר. בדיקות פיסיולוגיות ומדידות של התפתחות הצמח והפוריות אששו השנה את המתאם בין הורדת pH לבין התפתחות חיובית של הצמח. יש ליישם את הטיפולים הטובים להורדת pH על זני האינטרודוקציה החדשים. יש לקדם את ריבוי הזנים להיקף מסחרי. יש לציין כי בחינה של זני האינטרודוקציה החדשים ויישום שיטות הגדילה עליהם חייבים להימשך מעבר לתקופת המחקר הנוכחי. בשלב זה התכנית פתחה תשתית בסיסית וחיונית לאפשרות של גידול אוכמניות בכלים בהר.

#### **הרצאות וימי עיון:**

ימי עיון במסגרת מו"פ ההר המרכזי, יוני 2015 ו 2016, מרס ומאי 2017. כנס של האגודה למדעי הקרקע, יוני 2016, קצרין.

**פרסום הדו"ח:** אני ממליץ לפרסם את הדו"ח ללא הגבלה.

האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? **לא**