

דו"ח מסכם לתכנית מחקר מספר 430-0519-16

שנת המחקר: 2016 שלישית מתוך 3 שנים

תוכנית אינטגרטיבית לפיתוח זני אקליפטוס מבוקשים לשיווק כענפי קישוט: פתרון בעיות בגידול,

בריבוי ובייצוא בתובלה ימית

Integrative proposal for development of demanded Eucalyptus species for marketing as cut branches: Solving problems of growth, propagation and export by sea transport

מוגש לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות ופיתוח הכפר

ע"י

סוניה פילוסוף-הדס, שמעון מאיר, ילנה שחר-איונוב*, יעקב פרצלן*, שושי סלים, תמר צדקה** -**

המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיפה, מינהל המחקר החקלאי

נירית ברנשטיין, רבקה רוזנברג*, שני שושן, אורי דיקן** - המחלקה לפיסיקה סביבתית והשקיה, מינהל**

המחקר החקלאי

עינת שדות, מוחמד אבו-עביד, סימה קגן - המחלקה לפרחים, מינהל המחקר החקלאי

יוסי ריוב - המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות ע"ש רוברט ה. סמית, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה

ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים

חניטה צמח - המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי

אליעזר שפיגל, שוש וייצמן, מולי זקס, יאיר תמרי - שה"מ, משרד החקלאות**

*** שמות חברי צוות שהופיעו בדף השער של התוכנית בשנה הראשונה, ופרשו מן המינהל במהלך השנה השנייה או השלישית.**

**** שמות חברי צוות שלא הופיעו בדף השער של התוכנית והצטרפו לעבודה במהלך השנה הראשונה או השנייה.**

Sonia Philosoph-Hadas, Shimon Meir, Yelena Shahr-Ivanov, Yaacov Perzelan, Shoshi Salim, Tamar Zadka – Dept. of Postharvest Science of Fresh Produce, ARO, The Volcani Center. vtsoniap@volcani.agri.gov.il

Nirit Bernstein, Rivka Rosenberg, Shani Shushan, Uri Diken – Dept. of Environmental Physics and Irrigation, ARO, The Volcani Center. nirit@volcani.agri.gov.il

Einat Sadot, Muhamad Abuabied, Sima Kagan – Dept. of Ornamental Plants and Agricultural Biotechnology, ARO, The Volcani Center. vhesadot@volcani.agri.gov.il

Joseph Riov - The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture, The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food & Environment, The Hebrew University of Jerusalem. joseph.riov@mail.huji.ac.il

Hanita Zemach – Institute of Plant Sciences, ARO, The Volcani Center.
Hanita@volcani.agri.gov.il

Eliezer Spiegel, Shosh Weizmann, Mollie Zachs, Yair Tamari – Shaham, Ministry of Agriculture.
elispi@shaham.moag.gov.il

תקציר

הבעיה: ענפי אקליפטוס סובלים מבעיות בגידול, בריבוי ובאיכות הענפים בשדה ולאחר הקטיף.

מטרות לשנה ג': (1) המשך בחינת משטרי דישון, בניסוי המבוקר משנה ב', על איכות ענפי סילבר דולר בשדה ובאגרטה; (2) המשך בחינת טיפולים לעידוד השתרשות בייחורי סילבר דולר ובחינת הסיבות לעיכוב ההשרשה; (3) המשך פיתוח טיפולים לשיפור איכות ענפי קטיף של שלושה מיני אקליפטוס.

שיטות: בקרת משטרי הדישון, אנליזות של יסודות הזנה בעלים, בדיקות פיסולוגיות ומדדי איכות של ענפי קטיף; יישום טיפולי השרשה חדשים; מיצוי חומרים מגבעולי סילבר דולר ובדיקת השפעתם על השתרשות ייחורי מודל; מיצוי שעווה מעלי אקליפטוס לאחר אחסון וחיי אגרטה.

תוצאות עיקריות: צמחי סילבר דולר הראו רגישות גבוהה של קליטת יסודות מאקרו-קטיונים בתגובה לשינויים בריכוז הקטיונים בדשן. תחרות לקליטה בצמח בין אשלגן לבין חנקן, סידן ומגנזיום משפיעה על תכולת היסודות בעלים בתנאי דישון שונים. עודפי מקרואלמנטים בדישון מעל לריכוזי ה-NPK ששימשו כביקורת גרמו לנזקי עלים בסילבר דולר, שהופיעו בעיקר בקיץ. השתרשות ייחורי סילבר דולר שופרה רק ע"י גידול צמחי האם תחת הצללה כבדה, וטיפולים בתצמיד אוקסין וניטרוטירוזין. מיצוי מימי מגבעולי סילבר דולר ומקטע ליפופילי שלו עודדו השרשה בייחורי שעועית זהובה. אותרו שינויים בתכולת השעווה בעלים של ייחורי סילבר דולר, פולברולנטה ומסמרי 'כדורי קקל' במהלך האחסון וחיי האגרטה. הטענה ב-ABA, ששיפרה את מאזן המים בענף, העלתה את תכולת השעווה במינים אלו.

מסקנות והמלצות: משטר הביקורת (חנקן 50 ח"מ, זרחן 10 ח"מ, אשלגן 60 ח"מ) נמצא כטיפול ההזנה המתאים ביותר לסילבר דולר. איכות הענפים תלויה גם בעונת הקטיף. אושרו תפקידי האוקסין והמיקרובובלי בעידוד השתרשות של ייחורי סילבר דולר. כושר ההשתרשות הנמוך של ייחורי סילבר דולר נובע כנראה מתגובה חלשה יחסית לאוקסינים ו/או מיכולת נמוכה של תאי הענפים להתמין לתחיליות שורשים, ולא מנוכחות חומרים מעכבי השתרשות. תכולת השעווה במיני אקליפטוס שונים עוברת רגנרציה באחסון ובחיי אגרטה, ועולה בתגובה ל-ABA, ולכן הוא טיפול מצוין לענפי אקליפטוס. הטיפולים המיטביים שפותחו למיני אקליפטוס עשויים לאפשר את הייצוא שלהם כענפי קטיף.

מעריכים מומלצים לבדיקת הדוח המדעי

1. ד"ר יעקב בן-יעקב, מינהל המחקר החקלאי
 2. פרופ' מיכה רביב, מינהל המחקר החקלאי
 3. פרופ' עוזי כפכפי, הפקולטה לחקלאות
-

הצהרת החוקרת הראשית:

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקרת 1/5 י"י

תאריך: 1.3.2017

תוכן העניינים

סעיף	עמוד
דף פותח	1
מבוא – רקע מדעי קצר ומטרות המחקר לתקופת הדו"ח	4
פירוט עיקרי הניסויים שבוצעו ותוצאות המחקר שהתקבלו לשנה ג'	6
דיון הכולל מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר או סיומו	16
סיכום עם שאלות מנחות	22
רשימה מלאה של הפרסומים המדעיים	23
ביבליוגרפיה	24
נספח תוצאות	25

מבוא ובו רקע מדעי קצר ומטרות המחקר לתקופת הדו"ח

אחת האפשרויות להגדלת מגוון ענפי הקישוט המיוצאים מהארץ היא פיתוח של ענפי אקליפטוס, שהביקוש להם רב. ייחודם של מיני האקליפטוס המשמשים כענפי קישוט הוא בצורת העלים המגוונת, בציפוי השעווה שעליהם, במיקומם בענף, בצבעם האפור-כסוף עד תכול, בריחם העז האופייני ובהיותם צמחים חסכני מים. יחד עם זאת, הייצוא של ענפי קישוט אלו מוגבל בשל בעיות בגידול, בריבוי ובאיכות לאחר הקטיפה. תוכנית מחקר אינטגרטיבית זו באה לטפל בבעיות המרכזיות של ענף האקליפטוס, במטרה לפתוח כענף מוביל בייצוא של ענפי קישוט מישראל, ולשם כך גובש צוות מחקר רב-תחומי לבחינת משטר ההזנה וההשקיה המיטבי לגידול, לשיפור הריבוי של קלונים מצטיינים במינים וזנים קשי-השתרשות, ולהבטחת איכות מרבית של ענפי הקטיפה לייצוא בתובלה ימית הרווחית למגדלים.

המטרה הכללית של התוכנית היא לפתח את השיווק והייצוא של ענפי אקליפטוס כענפי קישוט ולהרחיב את שטחי גידולו, תוך פתרון בעיות הגידול, הריבוי והווגטטיבי והאיכות שלאחר הקטיפה. לצורך זה הוגדו מטרות המשנה הבאות: א) התאמת משטר דישון מיטבי לגידול אקליפטוס לענפי קישוט, אשר יאפשר מניעת נזקי עלים וכלורוזה לשיפור כמות ואיכות היבול: (1) זיהוי הקשר בין נזקי עלים במטע לבין מצב ההזנה של הצמח, משטר הדישון הנהוג וסוג הקרקע (יתבצע ע"י סקר בשדות החקלאיים בשנה א'; (2) פיתוח פרוטוקולים לאופטימיזציה של ההזנה במאקרו/מיקרואלמנטים למניעת סוגים שונים של נזקי עלים ולשיפור כמות היבול ואיכותו; ב) שיפור כושר ההשתרשות של ייחורי אקליפטוס כחלחלים והבנת הסיבות לקשיים בהשתרשותם: (1) בחינת טיפולים לעידוד השתרשות ייחורים; (2) השוואת הפרופיל המטבולי של ייחורים כחלחלים וירוקים; ג) פיתוח פתרונות וטיפולים לשיפור האיכות והארכת חיי האגרטל של מינים/זנים קיימים וחדשים של ענפי אקליפטוס המיועדים לשוק המקומי ולייצוא: (1) לימוד מאזן המים בענפי זנים/מינים שונים של אקליפטוס, בחינת השפעתו על שינויים מורפולוגיים-אנטומיים במבנה הקוטיקולה של העלים; (2) בחינת ההשפעה של טיפולים משפרי מאזן מים וטיפולים נוספים על איכות הענפים במהלך התובלה ובאגרטל; (3) גיבוש פרוטוקולים לחקלאים לגבי הטיפולים הנדרשים לאחר הקטיפה לשוק המקומי ולהובלה ימית מסחרית של ענפי אקליפטוס.

המטרות הספציפיות לשנת המחקר הראשונה כללו: (1) סקירת ההשפעות של האזור הגיאוגרפי, האגרוטכניקה ועונת השנה בקטיפה על יסודות ההזנה (מאקרו ומיקרואלמנטים) ואיכות (מדדים פיסילוגיים, פגמים בעלים, משך חיי אגרטל) בענפי אקליפטוס סילבר דולר בשדה ובאגרטל לאחר הדמיית משלוח לשוק המקומי; (2) בחינת מגוון טיפולים לעידוד השתרשות בייחורי סילבר דולר; (3) השוואת הפרופיל המטבולי של עלים בשני טיפוסים של אקליפטוס המקור, קשה השתרשות (בעל עלים כחלחלים עם כיסוי שעווה) ושמשתרש היטב (בעל עלים ירוקים ללא שעווה).

עיקרי התוצאות שהתקבלו בשנת המחקר הראשונה: הפגמים בעלים של אקליפטוס סילבר דולר לוו בירידה בריכוזי יסודות ההזנה ובתכולת הפיגמנטים, ובעליה בדליפת הממברנות. כמות הדישון המיושם במטעי אקליפטוס מצומצמת, אך לא ברור הקשר עם הופעת הפגמים בעלים. הופעת הפגמים בשדה ובחיי אגרטל הושפעה משילוב של גורמים אגרוטכניים ותנאי אקלים, והם הוגברו בעיקר בקיץ. תוצאות אלו סוכמו

במאמר הנמצא בהליכי פרסום בעיתון Israel Journal of Plant Sciences (פירוט בעמ' 23). כן נמצא שהצללה שיפרה במקצת את ההשתרשות בייחורי אקליפטוס סילבר דולר. תכולת החומרים הליפופיליים הייתה גבוהה יותר בעלים מכוסי שעווה של אקליפטוס המקור בהשוואה לעלים ללא שעווה.

המטרות הספציפיות לשנת המחקר השנייה כללו: (1) בניית ניסוי דישון בפקולטה לחקלאות וסקירת ההשפעות של משטרי הדישון שנבחנו בעונות השנה השונות על יסודות ההזנה (מאקרו ומיקרואלמנטים) והאיכות (מדדים פיסיולוגיים, פגמים בעלים, משך חיי אגרטל) בענפי אקליפטוס סילבר דולר בשדה ובאגרטל לאחר הדמיית משלוח לשוק המקומי; (2) המשך בחינת מגוון טיפולים לעידוד השתרשות בייחורי אקליפטוס סילבר דולר, ובחינת האפשרות שמיצויים מעלים מכוסי שעווה של אקליפטוס המקור יעכבו את ההשרשה של ייחורי מודל של שעועית זהובה; (3) בחינת ההשפעה של טיפולי הדישון על האיכות בחיי אגרטל של אקליפטוס סילבר דולר; (4) בחינת ההשפעה של טיפולים משפרי מאזן מים וטיפולים נוספים על איכות ענפי קטיפ של אקליפטוס סילבר דולר ומיני אקליפטוס נוספים במהלך התובלה ובאגרטל.

עיקרי התוצאות והמסקנות המדעיות שהתקבלו בשנת המחקר השנייה: לאור תוצאות הסקר שבוצע בשנה א' למחקר באקליפטוס סילבר דולר, תוכנן בשנה ב' ניסוי דישון לבחינת ההשפעות של טווח רחב של משטרי דישון מבוקרים על מדדי גידול, איכות וחיי האגרטל של ענפי אקליפטוס סילבר דולר הגדלים במצע פרלייט. הניסוי תוכנן לבחינת ההשפעות של מנת הדשן הכללית (3 רמות של NPK), שינויים ברמת מנת החנקן ושינויים בריכוזי סידן ואשלגן. הצמחים בניסוי הדישון התפתחו היטב, ובקרת טיפולי הדישון הייתה טובה. מסתמנת תחילת מגמה של השפעת ריכוזי חנקן הגבוהים מ-100 ח"מ, שיתכן וגורמים נזק לצמחים. בהתאם לכך, בשנה השנייה לניסוי מורכב זה (השנה השלישית למחקר זה) צפויים להתקבל תוצאות משמעותיות ומבוססות לגבי השפעות טיפולי ההזנה.

פותרו טיפולים לשיפור האיכות של ענפי קטיפ של מיני אקליפטוס שונים - סילבר דולר, וובסטריאנה ומסמרי 'כדורי קק"ל', שיאפשרו את הייצוא של ענפי קטיפ אלו. נמצא טיפול הטענה מיטבי לענפי קטיפ של אקליפטוס סילבר דולר, המבוסס על שילוב של חומצה אבציסית (ABA) בריכוז של 5 ח"מ בשילוב עם גלוקוז (תכשיר 1% LL). הטיפול אפשר משך חיי אגרטל של 14-15 יום, ללא תלות באזור הגידול. עובדה זו מצביעה על כך, שלמרות השונות באיכות הענפים שהובאו מאזורים שונים ובעונות שונות באחסון ובאגרטל, כפי שנמצא בסקר של שנה א', ניתן לשמור על איכות טובה באמצעות טיפול לאחר הקטיפ. נמצא, שניתן להגיע למשך חיי אגרטל ארוכים בענפי סילבר דולר באמצעות טיפול אחיד לאחר הקטיפ, ללא תלות באזור הגידול. הטיפול המשפר את מאזן המים בענף הקטוף, עשוי לאפשר ייצוא ענפים אלו בתובלה ימית. חלק מתוצאות ניסויים אלו דווחו בהרצאה שניתנה בכנס בינלאומי בנושא גידולי פרחים חדשים, שהתקיים באוגוסט 2015 ב-Perth, אוסטרליה, ופורסמו במאמר בעיתון Acta Horticulturae (פירוט בעמ' 23).

באקליפטוס וובסטריאנה ישנה בעיה של נשירת עלים המתרחשת לאחר מספר ימים באגרטל. נמצא, שמעכבי האתילן בכל צורות היישום הפחיתו ביעילות את נשירת העלים, כאשר הטיפול היעיל ביותר היה טיפול ההטענה ב-STs. גם טיפול הטבילה באוקסין NAA עיכב את הנשירה, בעוד שטיפול ההטענה ב-NAA לא השפיע.

הושג שיעור השתרשות מרבי של 24% בייחורים צעירים של אקליפטוס סילבר דולר, שגדלו תחת

הצללה של 60-80% וטופלו בתצמיד אוקסין בשילוב עם ניטרורזון, התורם לדינמיקה של המיקרוטובולי בשלד התוך-תאי. מיצוי מימי מגבעולי אקליפטוס המקור קשה-השרשה גרם לעיכוב השתרשות בייחורי שעועית זהובה. הטיפולים שעודדו השתרשות של ייחורי סילבר דולר מבטיחים ומאשרים את תפקיד האוקסינים והדינמיות של המיקרוטובולי בשלד התוך-תאי בעידוד ההשתרשות. אושרה השערת המחקר שחומרים הנמצאים במיצוי מימי מגבעולים של אקליפטוס המקור קשה-ההשתרשות מעכבים השתרשות המושרית ע"י IBA במערכת מודל של ייחורי שעועית זהובה, וניתן יהיה לבודד בהמשך את החומרים מעכבי ההשתרשות ממיצוי זה.

פירוט עיקרי הניסויים שבוצעו ותוצאות המחקר שהתקבלו בשנה ג'

א. ניסוי גידול אקליפטוס סילבר דולר במשטרי דישון שונים

1.א. אפיון משטרי הדישון והשפעתם על מדדים פיסיוולוגיים ותכולת מינרלים בעלים

מכיוון שלא קימות המלצות דישון מסודרות לאקליפטוס, חסר מידע בדבר הקשר בין דישון, לצימוח ואיכות היבול, והפרקטיקה הנהוגה משתנה ממשק למשק, בחרנו לבחון את ההשפעות של טווח רחב של משטרי דישון בניסוי מסודר שהחל בשנה השנייה לפרויקט. הצמחים נשתלו ביוני 2015 וגודלו במערכת הניסוינית במשך 25 חודשים עד לתחילת אוגוסט 2016. בניסוי נבחנו צמחים של אקליפטוס סילבר דולר בגידול במצע פרלייט, שנחשפו ל- 11 טיפולי דשן כמפורט בטבלה 1, בחמש חזרות לכל טיפול. הניסוי התבצע בחוות הפקולטה לחקלאות, במערכת גידול במצע מנותק הערוכה לביצוע של 11 טיפולים ב- 5 חזרות. במערכת זו תמיסת ההדשייה עבור כל צמח מעורבת באופן עצמאי בסט של שתי חביות המהוות יחידה עצמאית ומשמשות כמאגר של מי השקיה למצע הגידול של הצמח הממוקם מעליה. תמיסת ההדשייה בחביות הוחלפה מידי שלושה שבועות במהלך כל חודשי הניסוי.

נבחנו ההשפעות של 11 טיפולי דישון שסווגו באופן ענייני ל- 4 ניסויים שונים, כאשר טיפול 1 משמש כביקורת בכל הניסויים, כמפורט בטבלה 1:

- 1) שלוש רמות של מנת הדשן הכללית NPK – 50%, 100% ו- 150% (טיפולים 1-3 בטבלה 1).
- 2) העלאת רמת החנקן בלבד במנת הדשן של NPK (טיפולים 4-7 בטבלה 1).
- 3) העלאת מנת החנקן בתוספת שתי רמות סידן (טיפולים 8, 10 בטבלה 1).
- 4) העלאת מנת החנקן בתוספת שתי רמות אשלגן (טיפולים 9, 11 בטבלה 1).

במהלך הניסוי בוצעו הבדיקות והמעקבים הבאים:

- א. מעקב חזותי אחר התפתחות הצמחים, ותיעוד מופע סימני נזק ייחודיים בעלים;
- ב. בקרת טיפולי הדישון: מידי 3 שבועות, לאחר החלפת תמיסות ההדשייה בחביות נדגמה התמיסה לאנליזת יסודות הזנה - מקרו ומיקרואלמנטים, מוליכות (EC ו-pH);
- ג. תכולת מיקרו ומאקרואלמנטים ונתרן בעלים הבוגרים הצעירים ביותר על הענף נבדקה בכלורידומטר, פוטומטר להבה, AA/AE, ואוטואנלייזר (1, 6). העלים נדגמו לקראת סיום הניסוי ב- 17.7.2016.
- ד. דליפת יונים מהרקמה הצמחית ופוטנציאל אוסמוטי (2, 7), לאומדן מצב העקה ויחסי המים ברקמה,

בהתאמה, נבדקו ביולי 2016 בעלים הבוגרים הצעירים ביותר על הענף.

טבלה 1: פירוט משטרי הדישון בניסוי שבוצע בפקולטה לחקלאות וחלוקתם לארבעה ניסויים נפרדים. כל ניסוי כלל את הביקורת של דשן NPK 4-2-6 במינון של 1 ליטר למ"ק (טיפול 1).

מספר טיפול	מספר ניסוי				פירוט משטר הדישון
	1	2	3	4	
1	X	X	X	X	ביקורת: דשן NPK 4-2-6 במינון 1 ליטר למ"ק (חנקן 50 ח"מ, זרחן 10 ח"מ, אשלגן 60 ח"מ)
2	X				דשן 4-2-6 במינון של 0.5 ליטר למ"ק
3	X				דשן 4-2-6 במינון של 1.5 ליטר למ"ק
4		X			אמון חנקתי להעלאת החנקן ל- 75 ח"מ
5		X			אמון חנקתי להעלאת החנקן ל- 100 ח"מ
6		X			אמון חנקתי להעלאת החנקן ל- 125 ח"מ
7		X			אמון חנקתי להעלאת החנקן ל- 150 ח"מ
8		X			חנקת הסידן להעלאת החנקן ל- 75 ח"מ והסידן ב- 35 ח"מ
9	X				אשלגן חנקתי להעלאת החנקן ל- 75 ח"מ והאשלגן ל- 73 ח"מ
10		X			חנקת הסידן להעלאת החנקן ל- 100 ח"מ והסידן ל- 70 ח"מ
11	X				אשלגן חנקתי להעלאת החנקן ל- 100 ח"מ והאשלגן ל- 145 ח"מ

סיכום תוצאות

א. מופע חזותי של הצמחים: בקיץ הופיעו בעלי הצמחים סימנים חזותיים של נזק, בעיקר התייבשויות של קצות העלים. הנזקים הושפעו ממשטרי הדישון כדלקמן:

השפעת רמת החנקן בתמיסת ההדשייה: עד לרמת חנקן של 50 ח"מ בתמיסת הדשן לא נצפו נזקים. בריכוזי חנקן גבוהים יותר, בטווח של 75-150 ח"מ, נזקי התייבשויות קצות העלים הלכו והחמירו עם העלייה בריכוז החנקן.

השפעת תוספת סידן: תוספת סידן לתמיסת ההדשייה גרמה להחמרה בנזקי התייבשויות קצות העלים בשני הטיפולים שנבחנו (אשר קבלו 75 ח"מ N כמו גם 100 ח"מ N).

השפעת אשלגן: תוספת אשלגן לתמיסת ההדשייה החמירה את מידת הנזק של ההחמות וההתייבשויות בעלים.

השפעת מנת הדשן: נזקי התייבשות קצות העלים גברו עם העלייה במנת הדשן. הנזקים היו מועטים במנת הדשן של 50% מהביקורת (N=25, P=5, K=30 ppm) והוגברו עם העלייה בריכוז ל- 100% ו- 150% במנת הדשן. כלומר, נזקים כבדים יותר הופיעו בטיפול הדישון הכללי הגבוה יותר (טיפול 3 בטבלה 1).

ב. בקרת טיפולי הדישון: במהלך חודשי הניסוי, מידי שלושה שבועות, לאחר החלפת תמיסות ההדשייה בחביות, התמיסה נדגמת לבחינת מרכיבם כימיים (האלמנטים Na, Cl, N, P, K, Ca, Mg, (Fe, Zn, Mn ופיסיקליים (EC, pH). תוצאות האנליזות מצביעות על הדירות של המרכיבים האלו בתמיסות ההדשייה לאורך זמן (איורים 1 ו-2), ולכן על בקרה טובה של הטיפולים בניסוי. הנתרן והכלור בתמיסת הדישון מקורם במי ההשקיה והתנודות בהם במהלך חודשי הניסוי (איור 1) מייצגות תנודות אופייניות בריכוזם במי המקור באזור רחובות.

ג. ריכוזי מינרלים בעלווה: אנליזות העלים מדגימות כי צבירת שלושת המאקרואלמנטים הראשוניים חנקן, זרחן ואשלגן בעלי אקליפטוס סילבר-דולר, עלתה עם העלייה בריכוזם בתמיסת הדישון (איור 3). צבירת החנקן בעלים הייתה פרופורציונלית לריכוז החנקן בדשן בטווח הדישון שבין 50-125 ח"מ חנקן בתמיסת ההדשייה (איור 3A). עליה נוספת בריכוז, ל- 150 ח"מ חנקן, לא גרמה לעליה בריכוז החנקן בעלווה. תוספת סידן לתמיסת ההדשייה לא השפיעה על מידת הצבירה של חנקן בעלווה (איור 3A). נצפתה תחרות בין חנקן לאשלגן לקליטה לצמח, ותוספת של 145 ח"מ אשלגן לתמיסת 100 ח"מ חנקן הורידה באופן מובהק את צבירת החנקן בעלווה (איור 3A).

בדומה לחנקן, ריכוזי הזרחן בעלווה הושפעו אף הם מריכוז הזרחן בתמיסת הדישון (איור 3B), וריכוזו בעלווה, בדומה לריכוזו בתמיסת ההדשייה בטיפולים השונים, היה דומה בכל הטיפולים פרט לטיפולים 2 ו- 3 אשר קבלו 50% ו- 150% ממנת הדשן הכללית, בהתאמה. העשרת תמיסת הדישון באשלגן או בסידן לא השפיעה על צבירת זרחן בצמח (איור 3B). ריכוז האשלגן בעלווה היה גבוה בטיפולים שקיבלו העשרה באשלגן ובטיפול אשר קיבל 50% יותר דשן בהשוואה לביקורת (150%) מאשר בכל שאר הטיפולים (איור 3C).

תוצאות אנליזות העלים מעידות על קיום תחרות לקליטה בצמח בין מגנזיום ואשלגן באקליפטוס סילבר-דולר, כאשר בשני טיפולי ההעשרה באשלגן ריכוז המגנזיום בעלים היה נמוך משמעותית בהשוואה לשאר הטיפולים (איור 4A). כמו כן, השוני בריכוז המגנזיום בעלים בין שלושת הטיפולים אשר קיבלו מנות שונות של כלל מנת הדשן - 0.5, 1.0 (ביקורת) ו- 1.5 (איור 4A) נובע כנראה משילוב של ההבדל בריכוז המגנזיום בתמיסת ההדשייה והתחרות לקליטה שלו עם אשלגן.

בדומה למגנזיום, נצפתה גם תחרות בין סידן ואשלגן לקליטה לצמח, כך שבשני טיפולי ההעשרה באשלגן ריכוז הסידן בעלים היה נמוך באופן מובהק בהשוואה לטיפולים האחרים (איור 4B). ריכוז הסידן בעלווה של צמחים שקיבלו העשרה של 70 ח"מ סידן היה גבוה בהשוואה לביקורת, אולם בדומה לתוצאות המגנזיום, ריכוז הסידן בעלווה היה גבוה יותר בטיפול שקיבל את מנת הדישון הנמוכה ביותר (0.5) בהשוואה לביקורת ולטיפול שקיבל מנת דשן כללית גבוהה יותר מהביקורת (1.5) (איור 4B). ריכוז הכלורידים בעלווה (איור 4C), בדומה לשאר יסודות הקורט (תוצאות לא מוצגות), היה דומה בטיפולי הדישון השונים.

תוצאות אלו מדגימות רגישות גבוהה של קליטת יסודות מאקרו קטיונים בצמחי אקליפטוס סילבר

דולר בתגובה לשינויים בריכוז הקטיונים בתמיסת הדשן. תחרות בין אשלגן/סידן/מגנזיום משפיעה רבות על תכולת היסודות בעלים בתנאי דישון שונים.

ד. דליפת יונים מהממברנה הצמחית ופוטנציאל אוסמוטי: מידת דליפת היונים היחסית מהרקמה הצמחית היא מדד טוב למצב עקה. נזקי חמצון האופייניים לעקות שונות מגבירים את חמצון הממברנה הצמחית ולכן את דליפת היונים ממנה. בדומה לתוצאות שהתקבלו בשנה הראשונה לניסוי, גם בשנה השנייה של הניסוי (הנוכחית), מידת דליפת היונים עלתה עם העלייה ברמת החנקן בתמיסת ההדשייה מעל לריכוז של 75 ח"מ (איור 5A). עלייה זו רומזת על נזקי עלים עקב עודפי חנקן, ונמצאת בהקבלה לממצאים הראשוניים במבדקי מופע חזותי של העלים (סעיף א' למעלה) בהם נצפו נזקי עלים ברמות החנקן הגבוהות מעל 50 ח"מ ברמת הדשן. בעוד שבשנה הראשונה לניסוי הנזקים הופיעו רק מעל לרמה של 100 ח"מ חנקן, בשנה הנוכחית, במהלך הקיץ, הנזקים הופיעו כבר ברמה של 75 ח"מ חנקן. בדומה להשפעה על המופע החזותי של נזקי העלים (מתואר בסעיף א') מידת דליפת היונים מהרקמה הצמחית עלתה בהשפעת תוספת סידן לתמיסת הדישון, אך לא בהשפעת תוספת האשלגן (איור 5A). הפוטנציאל האוסמוטי של מוהל העלה הוא מדד טוב למצב המים ברקמה הצמחית. התוצאות שהתקבלו מראות, שלא היה הבדל בפוטנציאל האוסמוטי (איור 5B) וגם באחוז המים ברקמה (איור 5C) בין הטיפולים השונים, תוצאות הרומזות לכך שהטיפולים לא השפיעו על יחסי המים ברקמה הצמחית.

מכאן ניתן להסיק, שמידת התייבשויות קצות העלים מתגברת בהשפעת עודפי דישון חנקני, דישון בסידן, כמו גם עליה ברמת הדשן הכללי. נזקים אלו אינם נובעים משינויים ביחסי מים ברקמה הצמחית, שכן הפוטנציאל האוסמוטי, כמו גם % המים ברקמה הצמחית לא הושפעו מהטיפולים.

2. השפעת משטרי הדישון על איכות הענפים לאחר הקטיף

לבחינת השפעת משטרי הדישון על איכות הענפים לאחר הקטיף, בוצעו במהלך שנת 2016 3 קטיפים מכל ארבעת הניסויים המתוארים בטבלה 1, כמפורט להלן:

קטיף 1: בוצע בתאריך 20.3.2016. בקטיף זה נקטפו ענפי ה"שמלה" הצדדיים שהושארו בגיזום שבוצע 4 חודשים קודם (24.11.2015). בגיזום זה נגזמו ענפי הנוף אך נשארו הענפים התחתונים המכונים ענפי ה"שמלה", כך שענפים אלו מייצגים ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם במשך החורף.

קטיף 2: בוצע בתאריך 18.4.2016 מהנוף העליון של הצמח. מייצג ענפי חורף שפרצו וצמחו לאחר הגיזום שבוצע ב- 24.11.2015.

קטיף 3: בוצע מענפי "שמלה" חדשים שפרצו לאחר קטיף 1 בו נגזמו כל ענפי ה"שמלה". קטיף זה מייצג ענפי קיץ. יש לציין שבקטיף זה אחוז הענפים הראויים לבחינת חיי אגרטל היה נמוך כיוון שאחוז ההחמות וההתייבשויות בעלים היה גבוה.

סיכום תוצאות:

ברוב הניסויים והקטיפים שנבדקו לא היו השפעות בולטות של משטרי הדישון על מדדים הקשורים למאזן מים של הענפים – איבוד משקל, כמישה ומשך חיי האגרטל. בכל הניסויים המתוארים להלן יודגשו המדדים בהם נמצאה השפעה מובהקת למשטר ההזנה ויובאו האיורים המתארים הבדלים אלה. בשני הקטיפים הראשונים בוצע מיון לאחר הערכת איכות הענפים בקטיף, ולבחינת השפעת הטיפולים נלקחו רק

ענפים ללא פגמים בהם נבחנו שינויים במשקל, קצבי טרנספירציה וקליטת מים ומשך חיי האגרטל. בקטיף השלישי (ענפי הקיץ) לא ניתן היה לבצע בדיקות אלו כיוון שברוב הענפים הייתה החמה רבה של העלים ולא היו מספיק ענפים לביצוע מעקב על המדדים הנ"ל. טיפול 1 בטבלה 1 הוא משטר הביקורת ששימש כביקורת בכל הניסויים. לכן, תוארו להלן בנפרד נתוני מאזני המים ומשך חיי האגרטל בהשפעת משטר הביקורת במועדי הקטיף השונים. בקטיף הראשון הענפים הקטופים שגדלו במשטר הביקורת לא איבדו ממשקלם במהלך 7 ימים ראשונים באגרטל, ולאחר מכן עד היום התשיעי איבדו רק 5% ממשקלם (איור 6א'). בקטיף השני שכלל ענפי חורף, הענפים עלו במשקלם ב- 7 הימים הראשונים באגרטל (איור 6ב') ולאחר מכן חזרו למשקלם המקורי ביום ה- 12. כלומר - יחס קצבי הטרנספירציה וקליטה המים שלהם היה 1 או קרוב ל-1. משך חיי האגרטל של הענפים שגדלו במשטר הביקורת הגיע לכ- 10.5 ימים בקטיף הראשון (איור 7א'), שכלל ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף ולכ- 14 ימים בקטיף השני (איור 7ב'), שכלל ענפי חורף. כלומר, נמצא שינוי עונתי באיכות הענפים, וענפי החורף היו בעלי חיי אגרטל ארוכים יותר.

ניסוי 1: השפעת שינויים במנת הדשן של NPK על איכות ענפי אקליפטוס סילבר דולר לאחר הקטיף

ניסוי זה כלל משטרי דישון של NPK 100% בהשוואה למינון של 50% ו- NPK 150%. (טיפולים 3-1 בטבלה 1). טיפולי ההזנה לא השפיעו על מאזן המים ושינוי במשקל הטרי במשך 7 הימים הראשונים באגרטל, אך לאחר מכן מנת הדשן הגבוהה של NPK 150% הגבירה את הירידה במשקל האגד במהלך חיי האגרטל, בשני מועדי הקטיף (איור 6). מנת הדשן הגבוהה גרמה גם לירידה במשך חיי האגרטל בעיקר בענפי החורף (איור 7). בנוסף, טיפולי ההזנה השפיעו באופן מובהק על התפתחות כתמי שמן בעלים (איור 8). בריכוז דשן נמוך של NPK 50% לא הופיעו כתמי שמן פרט לענפים בקטיף הראשון (איור 8A), אך העלאת המנה ל- 150% גרמה להופעה משמעותית של כתמי שמן בכל הקטיפים (איור 8). הכמישה וההחמות בעלים הושפעו מאוד מהעונתיות והיו חמורות מאוד בענפים משני הקטיפים 1 ו- 3 (איור 9). חלק מהבעיה נבע מבעיות טכניות במערך הדישון שגרמו לעקבות מים בצמחים, אך ברור גם שהיו השפעות של משטרי הדישון. הטיפול שגרם להחמות החמורות ביותר היה משטר של NPK 150% (איור 9), כאשר בטיפול זה הופיעו החמות ב- 30% מהענפים גם בענפי החורף – קטיף 2 (איור 9ב'). נמצאו השפעות מנגדות של מנות הדשן על גודל העלים: בקטיף הראשון העלים הקטנים ביותר התקבלו בענפים שגדלו במנת הדשן של 100%, אם כי ההבדלים לא היו מובהקים (איור 10א'). לעומת זאת, בקטיף השלישי העלים הגדולים ביותר התקבלו ב- NPK 100% והקטנים ביותר באופן משמעותי ב- NPK 150% (איור 10ב'). הופעה של שוליים אדומים בעלים נצפתה רק בענפי הקיץ של קטיף 3 (איור 11א'). דרגת השוליים האדומים הייתה ביחס הפוך לרמת הדשן: הדרגה הגבוהה הופיעה ב- 50% מנת NPK בעוד שבדישון של NPK 150% כמעט ולא הופיעו שוליים אדומים בעלים (איור 11ב'). אך בענפים אלו נצפתה ההתייבשות הרבה ביותר, שהתבטאה בהחמת העלים (איור 9ג'). בהסתמך על רוב מדדי האיכות שנבחנו נראה, שמנת הדשן המתאימה ביותר לצמחי סילבר דולר היא המנה שנבחרה כביקורת לניסוי זה ולשאר הניסויים – NPK 100% (טיפול 1 בטבלה 1).

סיכום ניסוי 1 – השפעת ריכוזי NPK במנת הדשן: בניסוי 1 נבחנה השפעת ריכוזים שונים של מנת הדשן על איכות ענפי אקליפטוס סילבר דולר קטופים, כאשר המקרואלמנטים ניתנו כדשן NPK 4-2-6 במינון

של 1 ליטר למ"ק (חנקן 50 ח"מ, זרחן 10 ח"מ, אשלגן 60 ח"מ) בהשוואה ל- 50% או ל- 150% NPK. בהסתמך על התוצאות שתוארו לעיל נראה, שמנת הביקורת היא האופטימלית ביותר. בטיפול זה התקבל מאזן מים הטוב ביותר במהלך חיי אגרטל, משך חיי אגרטל הארוך ביותר ודרגה נמוכה ביותר של כתמי שמן והתייבשות עלים. העלאת רמת הדישון ל- 150% החמירה את הנזקים באופן המשמעותי ביותר. בחלק מהמדדים, בעיקר מאזן המים, התייבשות עלים והופעה של שוליים אדומים בעלים, נצפתה גם השפעה עונתית. בקטיפ ענפי חורף מהנוף העליון התקבל יבול באיכות הטובה ביותר.

ניסוי 2: השפעת העלאת ריכוז החנקן, כאמון חנקתי, במנת הדשן על איכות ענפי אקליפטוס סילבר דולר לאחר הקטיפ

הניסוי השני בחן את ההשפעה של העלאת ריכוז החנקן כאמון חנקתי בתמיסת הדשן מבלי לשנות את ריכוזי המקרואלמנטים האחרים, על איכות הענפים של אקליפטוס סילבר דולר. נבחנו ריכוזים של 50 ח"מ חנקן במנת הביקורת בהשוואה לריכוזים של 75, 100, 125 ו- 150 ח"מ חנקן (טיפולים מס' 4-7 בטבלה 1). כל טיפול נבחן ב- 5 חזרות. שינוי בריכוז החנקן לא השפיע באופן מובהק על שינוי המשקל של הענפים במהלך חיי האגרטל, למעט יוצא מהכלל בהשפעת ריכוז כפול של 100 ח"מ בקטיפ הראשון – בענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף – קטיפ 1 (איור 12א'). בטיפול זה הירידה במשקל הענפים החלה כבר לאחר 3 ימים באגרטל ומשך חיי האגרטל של הענפים מטיפול זה בקטיפ הראשון פחת ביומיים ל- 8.5 ימים, כששאר ריכוזי החנקן לא השפיעו על משך חיי האגרטל (תוצאות לא מובאות). ריכוזי החנקן הגבוהים: 125 ו- 150 ח"מ הגבירו באופן משמעותי ביותר את הופעת כתמי השמן בעלים של ענפים מהקטיפ הראשון (איור 13א'). לעומת זאת נראה, שריכוזי חנקן אלו הפחיתו את הופעת כתמי השמן בענפי הקטיפ השלישי (איור 13ג'). במועד הקטיפ השני לא נראתה השפעה ברורה לריכוז החנקן על הופעת כתמי השמן, נצפתה תנודתיות עם עליית הריכוז של החנקן, אך לא היה הבדל מובהק בין הטיפולים (איור 13ב'). עם זאת, יש להסתייג מהערכת כתמי השמן בקטיפ השלישי, מכיוון שבכרוב הענפים בקטיפ זה העלים סבלו מהתייבשות עקב החמות (איור 14ג'), שמסכו את המופע של כתמי השמן. בנוסף, נראה שהעלאת ריכוז החנקן החמירה את התייבשות העלים בענפי הקיץ (איור 14ג').

השפעת העלאת ריכוזי החנקן על גודל העלה הייתה תלויה בעונה. בקטיפ הראשון נראה שיא ברוחב העלה בריכוז של 100 ח"מ חנקן (איור 15א'). לעומת זאת, בעלי החורף (קטיפ שני) רוחב העלה ירד ככל שריכוז החנקן עלה (איור 15ב'). כמצוין לעיל, שוליים אדומים הופיעו רק במועד הקטיפ השלישי. לא היה הבדל בין השפעות הטיפולים על מדד זה, מלבד טיפול ההזנה ב- 150 ח"מ חנקן בו לא הופיעו שוליים אדומים בעלים (איור 16).

סיכום ניסוי 2 – השפעת העלאת ריכוזי החנקן: בניסוי 2 נבחנה ההשפעה של העלאת ריכוז החנקן

כאמון חנקתי בתמיסת הדשן מבלי לשנות את ריכוזי המקרואלמנטים האחרים, על האיכות של ענפי אקליפטוס סילבר דולר קטופים. בהסתמך על התוצאות שתוארו לעיל נראה, שאין שום סיבה להעלות את ריכוז החנקן מעבר לריכוז של 50 ח"מ – משטר הביקורת. במשטר זה התקבל מאזן המים הטוב ביותר בענפים במהלך חיי האגרטל, משך חיי אגרטל הארוך ביותר ודרגה נמוכה ביותר של כתמי שמן והתייבשות

ענפים. בקטיף הראשון הייתה הגדלה של רוחב העלים עם הגדלת ריכוז החנקן ל- 100 ח"מ, בעוד שבקטיף השני (ענפי חורף) התקבלו עלים גדולים ביותר במשטר הביקורת.

ניסוי 3: השפעת העלאת ריכוז החנקן כאמון חנקתי בשילוב תוספת סידן על איכות ענפי אקליפטוס

סילבר דולר לאחר הקטיף

בניסוי השלישי נבחנה ההשפעה של תוספת סידן בריכוזים של 35 או 70 ח"מ למשטר הביקורת (טיפול 1, טבלה 1), בשילוב עם העלאת ריכוז החנקן כאמון חנקתי בתמיסת הדשן ל- 75 או 100 ח"מ, בהתאמה (טיפולים 8 ו- 10 בטבלה 1), על איכות הענפים של אקליפטוס סילבר דולר קטופים. הטיפולים שנבחנו לא השפיעו על שינוי משקל הענפים במהלך חיי האגרטל ולא על משך חיי האגרטל של הענפים (תוצאות לא מובאות). תוספת של סידן בריכוז של 35 ח"מ בשילוב עם העלאת החנקן ל- 75 ח"מ גרמו להפחתה של כתמי השמן בעלים בכל מועדי הקטיף (איור 17), להפחתה של ההחמות (איור 18א') והגדלת רוחב העלים (איור 19א') בקטיף הראשון, בעוד שבקטיף השני נצפו תוצאות הפוכות: הגדלת ההחמות (איור 18ב') והקטנת רוחב העלים (איור 19ב').

סיכום ניסוי 3 – השפעת תוספת סידן והעלאת ריכוזי החנקן: בניסוי 3 נבחנה ההשפעה של תוספת סידן בריכוזים של 35 ו- 70 ח"מ, בשילוב עם העלאת ריכוז החנקן ל- 75 או 100 ח"מ, על איכות ענפי אקליפטוס סילבר דולר קטופים. התוצאות מראות, שלא נמצאה השפעה של הטיפולים על רוב מדדי האיכות, ובעיקר על איבוד המשקל ומשך חיי האגרטל. נראה, שתוספת של 35 ח"מ סידן הפחיתה את כתמי השמן, אך על המדדים של רוחב העלה והתייבשות העלים ההשפעה הייתה שונה בקטיפים השונים, כך שלא ניתן להגיע למסקנות חד-משמעיות לגבי ההשפעות של תוספת מתונה של סידן לתמיסת ההזנה על שיפור האיכות של הענפים.

ניסוי 4: השפעת העלאת ריכוז החנקן כאמון חנקתי בשילוב תוספת אשלגן על איכות ענפי אקליפטוס

סילבר דולר לאחר הקטיף

בניסוי הרביעי נבחנה ההשפעה של תוספת אשלגן בריכוזים של 73 או 145 ח"מ למשטר הביקורת (טיפול 1, טבלה 1), בשילוב עם העלאת ריכוז החנקן כאמון חנקתי בתמיסת הדשן ל- 75 או 100 ח"מ, בהתאמה (טיפולים 9 ו- 11 בטבלה 1), על איכות הענפים של אקליפטוס סילבר דולר קטופים. השפעת תוספת אשלגן לתמיסת ההזנה על מאזן המים באגרטל הייתה שונה בשני מועדי הקטיף: בקטיף הראשון הריכוז הגבוה של האשלגן עיכב את הירידה במשקל הטרי של האגד (איור 20א'), אך לעומת זאת טיפול זה החמיר באופן מובהק את הירידה במשקל הענפים בקטיף השני (איור 20ב'). השפעת הטיפולים על מאזן המים תאמה את השפעתם על משך חיי האגרטל, וטיפול האשלגן הגבוה האריך ביומיים את משך חיי האגרטל בקטיף הראשון (איור 21א') והפחית ב- 4 ימים את משך חיי האגרטל בקטיף השני (איור 21ב'). טיפול האשלגן הגבוה החמיר את הופעת כתמי השמן בעלים בעיקר בקטיף הראשון והשלישי (איור 22) וגם את התייבשות הענפים (איור 23). שני טיפולי תוספת האשלגן הפחיתו את הופעת השוליים האדומים בעלים (איור 24), אך במקרה זה נראה שההשפעה קשורה יותר לכך שרוב העלים היו עם החמות בקטיף זה (איור 23ג'), ומצב זה האפיל על מופע השוליים האדומים.

סיכום ניסוי 4 – השפעת תוספת אשלגן והעלאת ריכוזי החנקן: בניסוי 4 נבחנה ההשפעה של תוספת

אשלגן בריכוזים של 73 או 145 ח"מ בשילוב עם העלאת ריכוז החנקן ל- 75 או 100 ח"מ, על איכות ענפי אקליפטוס סילבר דולר קטופים. התוצאות מראות, שלגבי המדדים העיקריים של חיי אגרטל, איבוד המשקל ומשך חיי האגרטל, התקבלו השפעות מנוגדות בשני הקטבים (הראשון והשני). לכן מבחינה זו לא נראה שיש הצדקה לתוספת אשלגן והעלאת ריכוז החנקן. מכיוון שתוספת האשלגן גרמה גם להגברת כתמי השמן בעלים והתייבשות הענפים, ברור שאין להוסיף אשלגן לתמיסת ההזנה.

סיכום: בהסתמך על תוצאות ארבעת ניסויי ההזנה נראה, שמשטר הביקורת (טיפול 1 בטבלה 1) הוא טיפול ההזנה המתאים ביותר לאקליפטוס סילבר דולר, ולכן אין צורך בשינוי הריכוזים של המקרואלמנטים השונים שנבחנו.

ב. טיפולים לאחר הקטיף במיני אקליפטוס שונים

1.1. שינויים בכיסויי השעווה במהלך האחסון ובהשפעת טיפולים ב- 3 מיני אקליפטוס

הניסויים המתוארים להלן בוצעו בסוף הקיץ (בחודשים אוגוסט-ספטמבר) ולא נבחנו השפעות עונתיות על כיסויי השעווה בעלים. השעווה מוצתה ממדגם של 15 עלים ע"י הדגרתם ב- 40 מ"ל כלורופורם למשך 30 שניות, סינון המיצוי ונידופו עד יובש בטמפרטורת החדר, ושקילת המשקע כמפורט בספרות (8). תכולת השעווה חושבה ביחידות של מ"ג לגרם רקמה. מהתוצאות המוצגות באיור 25 נראה, שתכולת השעווה בעלים של שלושת המינים שנבחנו הייתה שונה באופן מובהק במועד הקטיף (לפני אחסון). עלי אקליפטוס סילבר דולר הכילו את כמות השעווה הרבה ביותר כ- 10.2 מ"ג שעווה לגרם עלה; עלי אקליפטוס פולברולנטה הכילו כ- 7.65 מ"ג שעווה לגרם עלה; ועלי אקליפטוס מסמרי 'כדורי קק"ל' הכילו את הרמה הנמוכה ביותר, כ- 3.85 מ"ג שעווה לגרם עלה (איור 25). יש לציין, שגוון העלים של האקליפטוס המסמרי הוא ירוק בעוד שהגוון של שני המינים האחרים הוא כחול-אפרפר (איור 26), אך הבדל זה אינו נובע מכמות השעווה אלא מהמבנה שלה, כשהגוון האפור נובע משעווה המסודרת בצורת צינוריות, בעוד שהגוון הירוק נובע משעווה המסודרת בצורת רעפים (3). גם השפעות האחסון בקור וההדגרה באגרטל ב- 20 מ"צ על השינויים בכיסויי השעווה היו שונות במיני האקליפטוס השונים: הן באחסון והן במהלך חיי האגרטל שלאחר מכן הייתה עליה דרמטית בתכולת השעווה בעלי אקליפטוס מסמרי, שהגיעה לרמה של פי 2.4 (9.1 מ"ג/ג עלה) בהשוואה לרמה בקטיף (איור 25). בסילבר דולר חלה ירידה בתכולת השעווה באחסון והרמה עלתה חזרה במהלך חיי האגרטל, בעוד שבפולברולנטה הייתה עליה בתכולת השעווה באחסון, שירדה חזרה במהלך חיי האגרטל (איור 25). הביטוי החזותי (צילום העלה וצילום בבינוקולר) של השינויים הנ"ל בתכולת השעווה בהשפעת האחסון וחיי האגרטל לאחר האחסון מוצג באיור 26. יש לציין, שלשעווה יש כושר רגנרציה גם בשלב של חיי האגרטל, וישנם הבדלים בכושר הרגנרציה בין זנים שונים, עובדה היכולה לשמש כמדד לאיכות זנים המתאימים לענף קטוף (3, 4).

כפי שדווח בשנת המחקר השנייה, נמצא טיפול הטענה מיטבי לענפי קטיף של אקליפטוס סילבר דולר, המבוסס על הטענה ב- ABA בריכוז של 5 ח"מ בשילוב עם תמיסת גלוקוז 1% (תכשיר LL). הטיפול מאפשר משך חיי אגרטל של 14-15 יום, ללא תלות באזור הגידול, ומאפשר גם יצוא של ענפי אקליפטוס

בתובלה ימית. לכן חשוב היה לבדוק האם לטיפול ההטענה ב-ABA ישנה גם השפעה על כיסוי השעווה של ענפי אקליפטוס מסמרי 'כדורי קק"ל" בעל העלים הירוקים, ועל ענפי אקליפטוס סילבר דולר ואקליפטוס פולברולנטה, שהם בעלי עלים בגוון הכחלחל-אפרפר. התוצאות מראות ש-ABA לא השפיע על כיסוי השעווה של אקליפטוס מסמרי (איור 27א'), אך העלה באופן מובהק את תכולת השעווה של שני המינים האחרים במהלך האחסון (איורים 27ב', 27ג'), וכן בעלים של אקליפטוס פולברולנטה במהלך חיי האגרטל לאחר האחסון (איור 27ג').

סיכום: התוצאות מראות שבמהלך האחסון חלה עליה מסוימת בתכולת השעווה באקליפטוס כדורי 'מסמרי קק"ל" ובאקליפטוס פולברולנטה, בעוד שבאקליפטוס סילבר דולר הובחנה ירידה בתכולת השעווה. בשלב האגרטל הייתה עליה נוספת בתכולת השעווה באקליפטוס כדורי, בעוד שבשני המינים האחרים תכולת השעווה חזרה לרמתה ההתחלתית מלפני האחסון. טיפול ב-ABA ששיפר את מאזן המים וחיי האגרטל (דו"ח שנה ב') העלה גם את תכולת השעווה בעלי אקליפטוס סילבר דולר ופולברולנטה, ולכן הוא טיפול מצוין לענפי אקליפטוס. ממצא זה גם מחזק את הקשר שבין שיפור מאזן המים בענף (באמצעות ABA) לבין עליה בתכולת תכולת השעווה בעלים.

2. השפעת חשיפה לאתילן על איכות ענפי אקליפטוס ממינים שונים לאחר תובלה אווירית

ענפי אקליפטוס קטופים משלושת המינים: סילבר דולר, פולברולנטה ומסמרי 'כדורי קק"ל" נחשפו לאתילן בריכוזים של 1 או 10 ח"מ למשך 24 שעות ב-20 מ"צ לפני הדמייה של תובלה אווירית (יומיים ב-6 מ"צ), בהשוואה לביקורת ללא אתילן. השפעות הטיפולים נבחנו על מאזן המים ומשך חיי האגרטל של הענפים. נמצא, שענפי אקליפטוס אינם רגישים לאתילן והחשיפה לאתילן לא השפיעה כלל על מאזן המים ולא היה שום הבדל בשינוי במשקל הענפים במהלך חיי האגרטל בהשוואה לביקורת (תוצאות לא מובאות).

ג. ניסויים לעידוד ההשתרשות בייחורי אקליפטוס

1. השפעת תצמידי אוקסין וחומרים נוספים על השתרשות ייחורי אקליפטוס סילבר דולר

מטרת המחקר הכוללת הייתה כיול פרוטוקול השרשה לאקליפטוס בעל עלים מאפירים. זאת על מנת לאפשר ריבוי וגטטיבי של קלונים מצטיינים מהשטח שאינם סובלים, או שעמידים יחסית לפגעי עלים. במהלך השנה הראשונה התמקדנו באקליפטוס סילבר דולר. בדקנו טיפולים רבים שלא הניבו תוצאות משמעותיות. בשנה השנייה הצלחנו להגיע לכ-24% השתרשות בממוצע בייחורי סילבר דולר ע"י טיפול משולב של טבילה ב-K-IBA בריכוז של 6000 ח"מ בתוספת של NO_2Tyr בריכוז של 500 nM וריסוס עלוותי של 4-CPA בריכוז של $100 \mu\text{M}$. הייחורים שהשתרשו טוב בעקבות הטיפול הזה היו מצמחים שגדלו תחת הצללה כבדה. בשנה השלישית בדקנו טיפולים שונים נוספים וטיפולים דומים גם על אקליפטוס גוני (*E. gunnii*), שגם הוא מין של אקליפטוס לנוי בעל עלים מאפירים. זרעים של אקליפטוס גוני הונבטו והצמחים הושרשו לראשונה כאשר השתילים הצעירים הגיעו לגובה של 10-12 ס"מ (איור 28). גם מין זה כמו אקליפטוס סילבר דולר איבד מהר מאד את יכולת ההשתרשות כמתואר להלן. בניסוי שנערך ב-8 בדצמבר 2015 וסוכם בתאריך 22 בדצמבר 2015 (תמונות באיור 28), השתרשו הייחורים בשיעור הגבוה ביותר של 100% בטיפול עם IBA בתוספת

ניטרוטירוזין. בנוכחות IBA לבד התקבל שיעור השתרשות של 75%, ואילו בנוכחות 4-CPA שיעור ההשתרשות הגיע ל- 40-60%. לעומת זאת, בניסוי שהתחיל ב- 29.12.15 כבר ירד כושר ההשתרשות. סיכום הניסוי הזה שנערך ב- 23.2.16 מראה רק על 40-60% השתרשות בהשפעת טיפולים השונים. בניסוי השלישי שנערך ביוני 2016 וסוכם ביולי 2016, שיעור ההשתרשות היה אפס (איור 28E).

במקביל, המשכנו לנסות לשפר את שיעורי ההשתרשות של אקליפטוס סילבר דולר. בדקנו טיפולים שונים ביניהם, טיפול בטבילה באמבט של 50 מ"צ ל- 10 דקות לפני הטבילה באוקסין, ריסוס עלויות בחומצת פנוקסי אחרת, MCPA במקום 4-CPA, ויישום תצמיד של ניטרוטירוזין לחומצה אצטית במקום ניטרוטירוזין חופשי. כל הטיפולים הנ"ל לא שיפרו ואף הפחיתו את שיעורי ההשתרשות. כמו כן בדקנו שימוש בתצמידים הבאים של חומצת פנוקסי 4-CPA במקום בחומר החופשי: 4-CPA-ethanol amine ו- 4-CPA-Glycine. התוצאות המוצגות באיור 29 מראות, שהטיפול המיטבי להשרשת אקליפטוס סילבר דולר הוא הטיפול שכוויל בשנה השנייה למחקר, שכלל טבילה ב- K-IBA בריכוז של 6000 ח"מ בתוספת של NO₂Tyr בריכוז של 500 nM וריסוס עלויות ב- 4-CPA בריכוז של 100 μM, ונתן ב- 2015 השתרשות בשיעור ממוצע של 24%. לעומת זאת, בעונת הקיץ של 2016 הצלחנו להגיע לכדי 80% השתרשות בהשפעת טיפול משולב זה. יש לציין, שהייחורים שהשתרשו בעונה זו אף התבססו יפה בעצצים לאחר העתקתם.

על מנת לבדוק האם הטיפול יהיה טוב להשרשת קלונים מצטיינים מהשטח, אספנו בנובמבר 2016 ייחורים מקלונים של עצים בעלי צימוח נמרץ וחסרי פגעי עלים נראים לעין מהחלקה במשק של ברק מלמד ממושב צור משה. הענפים נקטפו מפנים העץ, נמוך וקרוב לפני הקרקע, מאזור מוצל. העלים היו ירוקים באופן יחסי לעלים בענפים הגבוהים יותר מחלקו החיצוני של נוף העץ, שהיו בעלי גוון אפור יותר. הייחורים טופלו כנ"ל בטיפול המועדף, ולאחר חודש חודשו החתכים בבסיס הייחור והטיפול ניתן בשנית. עד כה שיעור ההשתרשות עומד על אפס.

סיכום: על מנת להשריש ייחורי אקליפטוס סילבר דולר יש לגדל את צמחי האם תחת הצללה כבדה (60-80%), כשהעונה המועדפת להשרשה היא הקיץ. הטיפול המיטבי הוא טיפול משולב הכולל טבילה ב- K-IBA בריכוז של 6000 ח"מ בתוספת של NO₂Tyr בריכוז של 500 nM וריסוס עלויות של 4-CPA בריכוז של 100 μM.

2.2. השפעת מיצויים מענפים של אקליפטוס 'סילבר דולר' על השתרשות נבטי שעועית זהובה

במהלך שנת המחקר השלישית המשכנו בבחינת האפשרות ששיעור ההשתרשות הנמוך מאד של אקליפטוס סילבר דולר נובע מנוכחות חומרים מעכבי השתרשות ברקמות הענפים. כמצוין לעיל, מיצוי מימי של ענפים של תת-מין של אקליפטוס המקור בעל גוון עלים אפור-כחלחל, הדומה לזה של אקליפטוס סילבר דולר, עיכב השתרשות ייחורים של צמח המודל שעועית זהובה. בטיפול זה בלט גם עיכוב ההתארכות של השורשים האדוונטיבים.

גבעולים של צמחי אקליפטוס סילבר דולר שגדלו ללא הצללה מוצו במים, ומחצית מהמיצוי עברה מקטוע עם אתיל אצטט בכדי לקבל מקטע של חומרים ליפופיליים. השפעת המיצויים האלו נבחנה על השתרשות ייחורים של שעועית זהובה כמערכת מודל, בהשוואה לביקורת מים ול- IBA בריכוז של 50 μM. בשני סוגי המיצויים נמצא עידוד בולט של ההשתרשות בשיעור הקרוב לזה שהתקבל ע"י IBA (איור 30). עם

זאת, בדומה לממצאים של השנה הקודמת, המיצוי המימי עיכב במידה מסוימת את ההתארכות של השורשים האדוונטיבים.

הממצאים החדשים האלו סותרים את ההנחה, שמעכבי השתרשות הם הגורם לכושר ההשתרשות הנמוך מאד של אקליפטוס סילבר דולר. מסקנה זו נתמכת ע"י הממצאים, שהטבלה של בסיסי הייחורים של צמח זה במים למשך 24 שעות תוך כדי ערבול עדין לא הביאה להעלאת שיעור ההשתרשות של הייחורים (תוצאות שלא הוצגו). ישנם ממצאים שבצמחים מסוימים, כמו צפצפת הפרת, שטיפה במים של כל הייחורים (בייחורים רדומים) או של בסיסי הייחורים (בייחורים ירוקים) משפרת מאד את ההשתרשות. שיפור זה מיוחס לסילוק מעכבי השתרשות ע"י השטיפה. גם הצללה בשיעור של 70% של צמחי האם של אקליפטוס סילבר דולר לא שיפרה את ההשתרשות (תוצאות שלא הוצגו). בניסוי זה נעשה שימוש ברשת הצללה כחולה, שמייחסים לה השפעה גדולה יחסית לעידוד השתרשות. בדומה לשטיפה במים, הצללה של צמחי אם עודדה השתרשות במינים רבים, כנראה בשל הפחתה של רמת הציטוקינינים הידועים כמעכבי השתרשות.

באקליפטוס גוני (*E. gunnii*), שגם הוא בעל גוון אפור-כחלחל ונחשב כקשה השתרשות, נמצאה בקווים בעלי כושר השתרשות גבוה יחסית רמה גבוהה של גליקוזידים של קוורציטין. עם זאת, גליקוזיד של קוורציטין שנרכש על ידינו לא שיפר את שיעור ההשתרשות של אקליפטוס סילבר דולר. נראה, שהגורמים לכושר ההשתרשות הנמוך מאד של אקליפטוס סילבר דולר מקורם בתגובה חלשה יחסית לאוקסינים ו/או מיכולת נמוכה של תאי הענפים להתמייין לתחיליות שורשים.

דיון הכולל מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר או סיומו

המטרה הכללית של התוכנית הייתה לפתח את השיווק והייצוא של ענפי אקליפטוס כענפי קישוט ולהרחיב את שטחי גידולו, תוך פתרון בעיות הגידול, הריבוי הווגטטיבי והאיכות שלאחר הקטיפה. העבודה בשלושת שנות הפרויקט התמקדה בעיקר במודל האקוטיפ של אקליפטוס סילבר דולר, בשלושה תחומים אלו של בחינת משטרי דיסון מיטביים, שיפור כושר ההשתרשות של הייחורים, ופיתוח טיפולים לשיפור האיכות לאחר הקטיפה. טיפולים לאחר הקטיפה נבחנו גם במיני אקליפטוס נוספים.

בחינת ההשפעות של משטרי דיסון

בשלב ראשון בוצע סקר שנתי במטעי אקליפטוס סילבר דולר בארץ, שהוא אחד האקוטיפים העיקריים של אקליפטוס המשמש כגידול לענפי קישוט. הסקר בוצע כדי לבחון את המצב הקיים, לאפיין את מגוון פגמי העלים המופיעים במטעים חקלאיים במועד הקטיפה ולאחר הדמיית אחסון, ולבחון מתאמים בין סוגי הפגמים לבין נתוני האקלים במועד הקטיפה ורמת יסודות ההזנה בעלים. הסקר בוצע ב-5 מטעי אקליפטוס חקלאיים באזורי גידול שונים בארץ (יסוד המעלה, כפר יהושע, רעננה, חצור וצור משה), והדיגומים בוצעו במשך 3 עונות – חורף (ינואר-מרץ, אביב (אפריל-מאי) וקיץ (יוני-ספטמבר). נמצא, שהפגמים בעלים של אקליפטוס סילבר דולר לוו בירידה בריכוזי יסודות ההזנה ובתכולת הפיגמנטים, ובעליה בדליפת הממברנות המשמשת כמדד לעקה. כמות הדיסון המיושם במטעי אקליפטוס מצומצמת, אך לא ברור הקשר עם הופעת הפגמים בעלים. התקבלה שונות רבה באיכות הענפים שהובאו מאזורים שונים ובעונות

שונות באחסון ובאגרטה. הופעת הפגמים בשדה ובחיי אגרטה הושפעה משילוב של גורמים אגרוטכניים ותנאי אקלים, והם הוגברו בעיקר בקיץ. תוצאות אלו סוכמו במאמר הנמצא בהליכי פרסום - Bernstein et al., 2017 (פירוט בעמ' 23).

לאור תוצאות הסקר שבוצע בשנה א' למחקר באקליפטוס סילבר דולר, תוכנן בשנה ב' ניסוי דיִשון לבחינת ההשפעות של טווח רחב של משטרי דיִשון מבוקרים על מדדי גידול, איכות וחיי האגרטה של ענפי אקליפטוס סילבר דולר הגדלים במצע פרלייט. נבחנו ההשפעות של מנת הדשן הכללית (3 רמות של NPK), שינויים ברמת מנת החנקן ושינויים בריכוזי סידן ואשלגן. הצמחים נשתלו ביוני 2015 וגודלו במערכת הניסיונית במשך 25 חודשים עד לתחילת אוגוסט 2016 (כלומר - הניסוי נמשך מאמצע שנה ב' ועד אמצע שנה ג' למחקר). הניסוי התבצע בחוות הפקולטה לחקלאות, במערכת גידול במצע מנותק הערוכה לביצוע של 11 טיפולים ב-5 חזרות לכל טיפול. במערכת זו תמיסת ההדשייה עבור כל צמח עורבבה באופן עצמאי בסט של שתי חביות שהיוו יחידה עצמאית ושימשו כמאגר של מי השקיה למצע הגידול של הצמח הממוקם מעליה. תמיסת ההדשייה בחביות הוחלפה מידי 3 שבועות במהלך כל חודשי הניסוי. הצמחים בניסוי התפתחו היטב, והאנליזות הכימיות של תמיסות ההדשייה הראו הדירות המצביעה על בקרה טובה של טיפולי הדיִשון.

תוצאות אנליזות המינרלים בעלים מדגימות כי צבירת שלושת המאקרואלמנטים הראשוניים, NPK בעלי אקליפטוס סילבר-דולר עלתה עם העלייה בריכוזם בתמיסת הדיִשון. התוצאות גם מעידות על קיום תחרות לקליטה לצמח בין חנקן לאשלגן, בין מגנזיום ואשלגן ובין סידן לאשלגן. תחרות זו משפיעה רבות על תכולת היסודות בעלים בתנאי הדיִשון השונים. לעומת זאת, ריכוז הכלורידים בעלווה, בדומה לשאר יסודות הקורט, לא הושפע מטיפול הדיִשון השונים. תוצאות אלו מעידות על רגישות גבוהה של קליטת יסודות מאקרו-קטיונים בצמחי אקליפטוס סילבר דולר בתגובה לשינויים בריכוז הקטיונים בתמיסת הדשן.

מידת דליפת היונים היחסית מהרקמה הצמחית מהווה מדד טוב למצב עקה. מידת דליפת היונים עלתה עם העלייה ברמת החנקן בתמיסת ההדשייה מעל לריכוז של 75 ח"מ. עלייה זו רומזת על נזקי עלים עקב עודפי חנקן, ותואמת את מבדקי המופע החזותי של העלים בהם נצפו נזקי עלים ברמות החנקן הגבוהות מעל 50 ח"מ ברמת הדשן. דליפת היונים גם עלתה בהשפעת תוספת סידן לתמיסת הדיִשון, אך לא בהשפעת תוספת האשלגן. טיפולי הדיִשון לא השפיעו על יחסי המים ברקמה הצמחית, שכן הם לא השפיעו על הפוטנציאל האוסמוטי של מוהל העלה, המהווה מדד טוב למצב המים ברקמה, וגם לא השפיעו על אחוז המים ברקמה. מכאן ניתן להסיק, שמידת התייבשויות קצות העלים מתגברת בהשפעת עודפי דיִשון חנקני, דיִשון בסידן, ועליה ברמת הדשן הכללי. נזקים אלו אינם נובעים משינויים ביחסי מים ברקמה הצמחית, אלא מהשפעות של המינרלים על הרקמה.

המופע החזותי הכללי של הצמחים הושפע מטיפול הדיִשון, כאשר טיפולי חנקן ואשלגן הגבוהים יותר (75 ו-73 ח"מ בהתאמה) הגבירו את סיעוף הענפים. בקיץ הופיעו בעלי הצמחים סימנים חזותיים של נזק, בעיקר התייבשויות של קצות העלים, שהחמירו עם העלייה בריכוז החנקן בטווח של 75-150 ח"מ, בתגובה לתוספת סידן ותוספת אשלגן לתמיסת ההדשייה, וכן עם העלייה במנת הדשן בריכוזים של 100% ו-150%.

NPK. תצפיות המופע החזותי של העלים תאמו באופן כללי את העלייה במדד דליפת היונים המרמז על מצבי עקה.

במקביל למדדים הכימיים והפיסיולוגיים של הרקמה, נבחנו ההשפעות של משטרי הדישון על איכות ענפי סילבר דולר לאחר הקטיפה. לשם כך בוצעו 3 קטיפים בעונות שונות במהלך שנת 2016, המייצגים ענפי קיץ מעונה קודמת שהמשיכו לצמוח גם במשך החורף (קטיפה 1), ענפי חורף חדשים (קטיפה 2), וענפי קיץ חדשים (קטיפה 3). קטיפים אלו אפשרו לנו לבחון גם השפעות עונתיות על איכות ענפי הקטיפה, בנוסף להשפעות של 11 משטרי הדישון שנבחנו. משטרי הדישון סווגו ל-4 ניסויים שונים, בהתאם לשינויים ברמות של חלק מהמאקרואלמנטים. ברוב הניסויים והקטיפים שנבדקו לא היו השפעות בולטות של משטרי הדישון על מדדים הקשורים למאזן מים של הענפים – איבוד משקל, כמישה ומשך חיי האגרטל. יחד עם זאת, נמצא שינוי עונתי באיכות הענפים, וענפי החורף היו בעלי חיי אגרטל ארוכים יותר. ממצא זה תואם את התצפיות הקודמות בסקר של שנה א' לגבי הופעת נזקים בעלים בעיקר בעונת הקיץ. יש לציין, שאכן בקטיפה השלישי של ענפי קיץ, אחוז הענפים הראויים לבחינת חיי אגרטל היה נמוך כיוון שאחוז ההחמות וההתייבשויות בעלים היה גבוה.

בניסוי 1 נבחנה השפעת ריכוזים שונים של מנת הדשן על איכות ענפי הקטיפה, כאשר המקרואלמנטים ניתנו כדשן NPK 4-2-6 במינון של 1 ליטר למ"ק (חנקן 50 ח"מ, זרחן 10 ח"מ, אשלגן 60 ח"מ) בהשוואה ל-50% או ל-150% NPK. התוצאות מצביעות על כך, שמנת הביקורת היא האופטימלית ביותר, שכן בטיפול זה התקבל מאזן מים הטוב ביותר במהלך חיי אגרטל, משך חיי אגרטל הארוך ביותר ודרגה נמוכה ביותר של כתמי שמן והתייבשות עלים. העלאת רמת הדישון ל-150% החמירה את הנזקים באופן המשמעותי ביותר. בחלק מהמדדים, בעיקר מאזן המים, התייבשות עלים והופעה של שוליים אדומים בעלים, נצפתה גם השפעה עונתית. בקטיפה ענפי חורף מהנוף העליון התקבל יכול באיכות הטובה ביותר.

בניסוי 2 נבחנה ההשפעה של העלאת ריכוז החנקן כאמון חנקתי בתמיסת הדשן מבלי לשנות את ריכוזי המקרואלמנטים האחרים, על איכות ענפי הקטיפה. התוצאות מראות, שאין שום סיבה להעלות את ריכוז החנקן מעבר לריכוז של 50 ח"מ במשטר הביקורת. במשטר זה התקבל מאזן המים הטוב ביותר בענפים במהלך חיי האגרטל, משך חיי אגרטל הארוך ביותר, דרגה נמוכה ביותר של כתמי שמן והתייבשות ענפים ועלים גדולים יותר בענפי החורף.

בניסוי 3 נבחנה ההשפעה של תוספת סידן בריכוזים של 35 ו-70 ח"מ, בשילוב עם העלאת ריכוז החנקן ל-75 או 100 ח"מ, על איכות ענפי הקטיפה. התוצאות מראות, שלא נמצאה השפעה של הטיפולים על רוב מדדי האיכות, ובעיקר על איבוד המשקל ומשך חיי האגרטל. אמנם נמצא, שתוספת של 35 ח"מ סידן הפחיתה את כתמי השמן, אך על המדדים של רוחב העלה והתייבשות העלים ההשפעה הייתה שונה בקטיפים השונים, כך שלא ניתן להגיע למסקנות חד-משמעיות לגבי ההשפעות של תוספת מתונה של סידן לתמיסת ההזנה על שיפור האיכות של הענפים.

בניסוי 4 נבחנה ההשפעה של תוספת אשלגן בריכוזים של 73 או 145 ח"מ בשילוב עם העלאת ריכוז החנקן ל-75 או 100 ח"מ, על איכות ענפי הקטיפה. התוצאות מראות, שלגבי המדדים העיקריים של חיי אגרטל, איבוד המשקל ומשך חיי האגרטל, התקבלו השפעות מנוגדות בשני הקטיפים (הראשון והשני). לכן

מבחינה זו לא נראה שיש הצדקה לתוספת אשלגן והעלאת ריכוז החנקן. מכיוון שתוספת האשלגן גרמה גם להגברת כתמי השמן בעלים והתייבשות הענפים, ברור שאין להוסיף אשלגן לתמיסת ההזנה.

סיכום: בהסתמך על תוצאות ארבעת ניסויי ההזנה נראה, שמשטר הביקורת הוא טיפול ההזנה המתאים ביותר לאקליפטוס סילבר דולר, ולכן אין צורך בשינוי הריכוזים של המקרואלמנטים השונים שנבחנו. כן נצפתה השפעה עונתית, כאשר ענפי החורף היו באיכות טובה יותר מענפי הקיץ. תוצאות אלו תואמות את הממצאים שהתקבלו לגבי המדדים האחרים שנבחנו בניסוי זה.

פיתוח טיפולים לעידוד ההשתרשות בייחורי אקליפטוס סילבר דולר

מטרת המחקר הכוללת הייתה כיול פרוטוקול השרשה לאקליפטוס בעל עלים מאפירים. זאת על מנת לאפשר ריבוי וגטיבי של קלונים מצטיינים מהשטח שאינם סובלים או שעמידים יחסית לפגעי עלים. ההתמקדות הייתה באקליפטוס סילבר דולר, בו נבדקו טיפולים רבים שלא הניבו תוצאות משמעותיות, פרט להצללה ששיפרה במקצת את ההשתרשות בשנה הראשונה למחקר. בשנה השנייה הושג שיעור השתרשות מרבי של 24% בייחורים צעירים ורכים של אקליפטוס סילבר דולר, שנלקחו מצמחי אם שגדלו תחת הצללה כבדה של 60-80% (רשת שחורה בחממה) וטופלו לאחר מכן בתצמיד אוקסין בשילוב עם ניטרוטירוזין, התורם לדינמיקה של המיקרוטובולי בשלד התוך-תאי. הטיפול המשולב בייחורים כלל טבילה ב-K-IBA בריכוז של 6000 ח"מ בתוספת של NO₂Tyr בריכוז של 500 nM וריסוס עלוותי של 4-CPA בריכוז 100 μM. בעונת הקיץ של 2016 הצלחנו להגיע לכדי 80% השתרשות בהשפעת טיפול משולב זה. יש לציין, שהייחורים שהשתרשו בעונה זו אף התבססו יפה בעציצים לאחר העתקתם. הטיפולים שעודדו השתרשות של ייחורי סילבר דולר מבטיחים ומאשרים את תפקיד האוקסינים והדינמיות של המיקרוטובולי בשלד התוך-תאי בעידוד ההשתרשות. טיפולים רבים נוספים שנבחנו בשנה השנייה והשלישית עם תצמידים אחרים של אוקסין וניטרוטירוזין לא שיפרו את כושר ההשתרשות, ולכן הומלץ על הטיפול החדש והמיטבי שפותח ופורט לעיל.

בניסיון לברר את סיבת הקשיים בהשרשה של ייחורי סילבר דולר הועלתה האפשרות, ששיעור ההשתרשות הנמוך מאד של אקליפטוס סילבר דולר נובע מנוכחות חומרים מעכבי השתרשות ברקמות הענפים בעלי עלים בגוון אפור-כחלחל, הקשורים אולי לביוסינתזה של שכבת השעווה. השערה זו התבססה על ממצאי השנה הראשונה שהראו, שמיצוי מימי של ענפים של תת-מין של אקליפטוס המקור קשה-השרשה בעל גוון עלים אפור-כחלחל, הדומה לזה של אקליפטוס סילבר דולר, עיכב השתרשות ייחורים של צמח המודל שעועית זהובה (Mung bean). בטיפול זה בלט גם עיכוב ההתארכות של השורשים האדוונטיבים. ההנחה הייתה, שניתן יהיה לבודד בהמשך את החומרים מעכבי ההשתרשות ממיצוי זה. ממצאים ראשוניים הראו, שתכולת החומרים הליפופיליים הייתה גבוהה יותר בעלים מכוסי שעווה של אקליפטוס המקור בהשוואה לעלים ללא שעווה.

יחד עם זאת, ממצאים חדשים שהתקבלו בשנת המחקר השלישית סתרו את ההנחה, שחומרים מעכבי השתרשות הם הגורם לכושר ההשתרשות הנמוך מאד של אקליפטוס סילבר דולר. מסקנה זו נתמכה ע"י הממצאים שהראו, שמיצוי מימי של גבעולי אקליפטוס סילבר דולר ומקטע של אתיל אצטט של מיצוי זה שהכיל חומרים ליפופיליים, עודדו בצורה משמעותית את ההשתרשות של ייחורי שעועית זהובה בשיעור

הקרוב לזה שהתקבל ע"י האוקסיין IBA. תמיכה נוספת להפרכת השערת המחקר התקבלה גם משימוש באמצעים נוספים הידועים כמעודדי השתרשות, כמו שטיפה במים של הייחורים או הצללה של צמחי האם, ואשר לא שיפרו את השתרשות ייחורי סילבר דולר. שטיפה במים של כל הייחורים או של בסיסי הייחורים דווחה כמשפרת מאד את ההשתרשות בצמחים כמו צפצפת הפרת, ושיפור זה מיוחס לסילוק מעכבי השתרשות ע"י השטיפה. גם הצללה בשיעור של 70% של צמחי האם של אקליפטוס סילבר דולר, שבוצעה בשטח פתוח תחת רשת כחולה שמייחסים לה השפעה גדולה יחסית לעידוד השתרשות, לא שיפרה את השתרשות הייחורים החצי מעוצים שנבחנו. בדומה לשטיפה במים, הצללה של צמחי אם עודדה השתרשות במינים רבים, כנראה בשל הפחתה של רמת הציטוקינים הידועים כמעכבי השתרשות. נראה לכן, שהגורמים לכושר ההשתרשות הנמוך מאד של אקליפטוס סילבר דולר מקורם בתגובה חלשה יחסית לאוקסינים ו/או מיכולת נמוכה של תאי הענפים להתמייין לתחיליות שורשים, ולא מנוכחות של חומרים מעכבי השתרשות.

פיתוח טיפולים לאחר הקטיף לשיפור איכות ענפי אקליפטוס ממינים שונים

פיתוח טיפולים לשיפור האיכות של ענפי קטיף של מיני אקליפטוס שונים - סילבר דולר, וובסטריאנה, מסמרי 'כדורי קק"ל' ופולברולנטה, שיאפשרו את הייצוא של ענפי קטיף אלו.

סילבר דולר: נמצא טיפול הטענה מיטבי לענפי קטיף של אקליפטוס סילבר דולר, המבוסס על שילוב של חומצה אבציסית (ABA) בריכוז של 5 ח"מ בשילוב עם גלוקוז (תכשיר 1% LL). הטיפול אפשר משך חיי אגרטל של 14-15 יום, ללא תלות באזור הגידול. עובדה זו מצביעה על כך, שלמרות השונות באיכות הענפים שהובאו מאזורים שונים ובעונות שונות באחסון ובאגרטל, כפי שנמצא בסקר של שנה א', ניתן לשמור על איכות טובה באמצעות טיפול לאחר הקטיף. נמצא, שניתן להגיע למשך חיי אגרטל ארוכים בענפי סילבר דולר באמצעות טיפול אחיד לאחר הקטיף, ללא תלות באזור הגידול. הטיפול המשפר את מאזן המים בענף הקטוף עקב השפעת ההורמון ABA בסגירת הפיוניות, עשוי לאפשר ייצוא ענפים אלו בתובלה ימית. חלק מתוצאות ניסויים אלו דווחו בהרצאה שניתנה בכנס בינלאומי בנושא גידולי פרחים חדשים, שהתקיים באוגוסט 2015 באוסטרליה, ופורסמו במאמר - Philosoph-Hadas et al., 2015 (פירוט בעמ' 23). מבדיקת ערכי Q10 נמצא, שקצבי הנשימה של ענפי אקליפטוס סילבר דולר עולים עם עליית הטמפרטורה. נראה לכן, שכדאי לשמור על טמפרטורה נמוכה (2 מ"צ) במהלך המשלוח ולהימנע ככל האפשר מעליית טמפרטורת המשלוח ל-10 מ"צ.

אקליפטוס וובסטריאנה: לענפים אלו ישנה בעיה של נשירת עלים המתרחשת לאחר מספר ימים באגרטל. נמצא, שמעכבי האתילן בכל צורות היישום הפחיתו ביעילות את נשירת העלים, כאשר הטיפול היעיל ביותר היה טיפול ההטענה ב-STAS. גם טיפול הטבילה באוקסיין NAA עיכב את הנשירה, בעוד שטיפול ההטענה ב-NAA לא השפיע. התוצאות מראות, שגם נשירת העלים של אקליפטוס וובסטריאנה מבוקרת ע"י יחסי אוקסיין-אתילן, בהתאם למדווח לגבי צמחים אחרים (5).

אקליפטוס מסמרי 'כדורי קק"ל': זהו קלון שנמצא ביערות קק"ל, בעל מבנה כדורי ולבלוב צעיר אדמדם ודקורטיבי, המתאים לשיווק כענף קישוט. ענף זה נבחן במעבדתנו בתובלה ימית לאירופה (8 ימים ב-2 מ"צ), ונמצא שטיפול הכולל הטענה ב-0.5% גלוקוז (תכשיר LL), היה הטיפול המיטבי שהשפיע באופן חיובי על כל מדדי האיכות שנבחנו בהשוואה לענפים לא מטופלים, וניתן להמליץ עליו.

אקליפטוס פולברולנטה: ענף זה בעל עלים בגוון כחול-אפרפר נבחן לתכולת השעווה בעלים בהשפעת אחסון וטיפולים שונים, בהשוואה לענפי אקליפטוס סילבר דולר בעל העלים בגוון כחול-אפרפר וענפי אקליפטוס מסמרי 'כדורי קק"ל' בעל עלים בגוון ירוק. הבדל זה בגוון העלים אינו נובע מכמות השעווה אלא מהמבנה שלה. הצפיפות ואורך צינוריות השעווה הם הגורמים המשפיעים על החזר האור ומופע הצבע של העלה, כאשר המבנה השטוח-רעפי מקנה את הגוון הירוק והמבנה הצינורי את הגוון האפור-כחלחל הרצוי לענף הקישוט (3). לשעווה המכסה את הקוטיקולה תפקידים פיסולוגיים רבים: דחיית מים ולחות, הגנה מעודף קרינה, שמירה על מאזן המים, הגנה מפני פתוגנים ומזיקים והגנה מעקת צינה (3, 8), ולכן חשוב היה לבחון אם חלים שינויים בתכולת השעווה במהלך האחסון וחיי האגרטה. התוצאות של שנה ג' מראות, שבמהלך האחסון חלה עליה מסוימת בתכולת השעווה באקליפטוס כדורי 'מסמרי קק"ל' ובאקליפטוס פולברולנטה, בעוד שבאקליפטוס סילבר דולר הובחנה ירידה בתכולת השעווה. בשלב האגרטה הייתה עליה נוספת בתכולת השעווה באקליפטוס כדורי, בעוד שבשני המינים האחרים תכולת השעווה חזרה לרמתה ההתחלתית מלפני האחסון. יש לציין, שלשעווה יש כושר רגנרציה גם בשלב של חיי האגרטה, והבדלים בכושר הרגנרציה בין זנים שונים יכולים לשמש כמדד לאיכות זנים המתאימים לענף קטוף (3, 4). בנוסף, השעווה הצינורית רגישה יותר וניתנת להסרה בקלות ע"י שפשוף קל בזמן הטיפול בענף באריזה, אבק, ברד וטיפות מים הפוגעות בעלים (3, 8). השפעות סביבתיות, כגון טמפרטורה, גובה הגידול, לחות יחסית וגיל העלה משפיעים גם הם על צפיפות השעווה ואורך הצינוריות המרכיבים אותה (4), דבר שיכול להסביר את ההבדלים שהתקבלו לגבי השינויים בתכולת השעווה של המינים שנבחנו. טיפול ב-ABA ששיפר את מאזן המים וחיי האגרטה בענפי סילבר דולר, העלה גם את תכולת השעווה בעלי אקליפטוס סילבר דולר ופולברולנטה, ולכן הוא טיפול מצוין לענפי אקליפטוס. ממצא זה גם מחזק את הקשר שבין שיפור מאזן המים בענף (באמצעות ABA) לבין עליה בתכולת השעווה בעלים.

עם סיום המחקר המקיף שתואר לעיל, נראה שהושגו רוב מטרות התוכנית, והושגו מספר הישגים חדשים בנושא האקליפטוס. הסקר השנתי שבוצע לראשונה בארץ הצביע על בעיות בגידול, בדישון ובאיכות לאחר הקטיף של ענפי אקליפטוס סילבר דולר, בשילוב עם השפעות עונתיות, עם כי לא ניתן היה להצביע על גורם מרכזי להופעת פגמי עלים. לא הצלחנו להשרות בניסוי מעבדה את מופע פגמי העלים שהתקבל במטע. ניסוי משטרי הדישון שבוצע בצורה מבוקרת ומסודרת בחן לראשונה את ההשפעה של מספר משטרי דישון על גידול ואיכות של אקליפטוס סילבר דולר, ובעקבות התוצאות הגענו למשטר דישון אופטימלי שניתן להמליץ עליו כדי להימנע מהופעת פגמים. כן נראה, שענפי חורף הם בעלי איכות טובה יותר מאשר ענפי קיץ. ניסויי ההשתרשות האינטנסיביים הובילו לפיתוח טיפול משולב להשרשת ייחורים צעירים של סילבר דולר, הידועים כייחורים קשי השתרשות. יחד עם זאת, לא הצלחנו עדיין לברר לעומק את הסיבה המרכזית לקשיי ההשתרשות של מין זה. בחינת טיפולים לאחר הקטיף במיני אקליפטוס שונים הובילו לפיתוח של טיפולים מיטביים למספר מינים, שעשויים לאפשר את הייצוא שלהם כענפי קטיף.

סיכום עם שאלות מנחות

אנא פרט מהם הניסויים שנעשו תוך השוואה לתכנית העבודה המתוכננת והתאמתם למטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעה המקיפה:

הניסויים תוכננו עפ"י מטרות המחקר כדי להתמודד עם 3 הבעיות המרכזיות המגבילות את פיתוח ענף אקליפטוס, בגידול, בריבוי ובאיכות הענפים בשדה ולאחר הקטיף. נבחנו ההשפעות של משטרי דישון בסקר מטעים ארצי ובניסוי דישון מבוקר על מדדים פיסיולוגיים וכימיים ומדדי איכות לאחר הקטיף; נבחן מגוון רחב של טיפולי השרשה, כולל חומרים שמוצו מגבעולי סילבר דולר; נבחנו השפעות של טיפולים לאחר הקטיף.

מהם עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח?

בקרת משטרי הדישון, אנליזות של יסודות הזנה בעלים, בדיקות פיסיולוגיות ומדדי איכות של ענפי קטיף; יישום טיפולי השרשה חדשים; מיצוי חומרים מגבעולי סילבר דולר ובדיקת השפעתם על השתרשות ייחורי מודל; מיצוי שעווה מעלי אקליפטוס לאחר אחסון וחיי אגרטל. נמצא משטר דישון אופטימלי, פותח טיפול השרשה לייחורי סילבר דולר, פותחו טיפולים לאחר הקטיף לשיפור מאזן המים (ABA) והעלאת תכולת השעווה בעלים.

בעקבות הניסויים שנעשו, אנא פרט והסבר כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח או חלק מהן:

השגנו את רוב מטרות המחקר, והגענו להישגים חדשים בנושא האקליפטוס: הסקר השנתי שבוצע לראשונה בארץ הצביע על בעיות בגידול, בדישון ובאיכות לאחר הקטיף של ענפי סילבר דולר, בשילוב עם השפעות עונתיות. ניסוי משטרי הדישון שבוצע בצורה מבוקרת בחן לראשונה את השפעתם על גידול ואיכות של סילבר דולר, ונמצא משטר דישון אופטימלי. פותח טיפול משולב להשרשת ייחורי סילבר דולר, ופותחו טיפולי אחסון.

בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני דרך, כולל אבני דרך כמותיות

(סעיפים IV-VI) ומהם הקריטריונים שפורטו בהצעה המקיפה כבוחן להצלחת המחקר אכן הושגו:

רוב המשימות שהוגדרו בטבלת אבני הדרך לכל שנות המחקר הושגו: בוצע הסקר לאפיון נזקי העלים במטעי סילבר דולר ב-3 עונות; בוצעה אנליזה של הפרופיל המטבולי של קלונים שונים של אקליפטוס לבירור סיבת הקושי בהשתרשות; נבחן מגוון רחב של טיפולים להשרשת ייחורי סילבר דולר; פותחו פתרונות יישומיים לבעיות האיכות ב-4 מיני אקליפטוס (מאזן מים, קצב נשימה, אריזות, תכולת שעווה).

מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו בעתיד?

איכות ענפי סילבר דולר תלויה במשטר הדישון של NPK ובעונת הקטיף. אושרו תפקידי האוקסין והמיקרוטובולי בעידוד השתרשות של ייחורי סילבר דולר. כושר ההשתרשות הנמוך של ייחורי סילבר דולר נובע כנראה מתגובה חלשה יחסית לאוקסינים ו/או מיכולת נמוכה של תאי הענפים להתמין לתחיליות שורשים, ולא מנכחות חומרים מעכבי השתרשות. הטיפולים המיטביים שפותחו למיני אקליפטוס עשויים

לאפשר את הייצוא שלהם כענפי קטיפה.

מהן הבעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה ומה אמורה להיות ההתייחסות בהמשך?

בירור הסיבות לפגמי עלים שנצפו במטעי אקליפטוס בארץ והשראתם בתנאי מעבדה; ביצוע משלוחי ניסיון לחו"ל; המשך בירור הסיבות הפיסיולוגיות/אנטומיות לקשיי ההשתרשות של מיני אקליפטוס בעלי עלים אפורים. בהמשך, תוצאות המחקר יסייעו לביסוס ענפי קישוט של אקליפטוס כמרכיב מרכזי של מוצרי הנוי בארץ, יאפשרו את הריבוי הוגסטיבי שלהם ואת שיפור איכותם, ויתרמו להרחבת שטחי הגידול שלהם.

הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח:

צוות המחקר המורחב נפגש לתצפיות בניסוי משטרי הדישון בחוות הפקולטה לחקלאות ברחובות ודן בתוצאות בספטמבר ונובמבר 2015 ובמרץ 2016. חלק מהתוצאות לגבי חיי אגרטל של אקליפטוס מסמרי 'כדורי קק"ל' דווחו בהרצאה בכנס בינלאומי על פרחים חדשים (באוגוסט 2015 באוסטרליה), ופורסמו במאמר ב- 2015. חלק מתוצאות סקר האקליפטוס שבוצע בשנה א' למחקר יתפרסם ב- 2017 במאמר.

פרסום הדו"ח:

אני ממליצה לפרסם את הדו"ח ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט).

רשימה מלאה של הפרסומים המדעיים

- Philosoph-Hadas, S., Shtein, I., Perzelan, Y., Shahar-Ivanov, Y., Salim, S., Kochanek, B. and Meir, S. (2015). Postharvest handling and quality preservation of selected novel leafy ornamentals shipped by sea transport. *Acta Hortic.* 1097: 63-72.
- Bernstein, N., Shushan, S., Shargil, D., Perzelan, Y., Salim, S., Zadka, T., Riov, J., Sacks, M., Spiegel, E., Tamari, Y., Weizman, S., Zemach, H., Meir, S., and Philosoph-Hadas, S. (2017). Seasonal variation in leaf damage symptoms, mineral contents, and postharvest attributes of cut foliage of *Eucalyptus* silver dollar (*E. cinerea*). *Isr. J. Plant Sci.* In press.

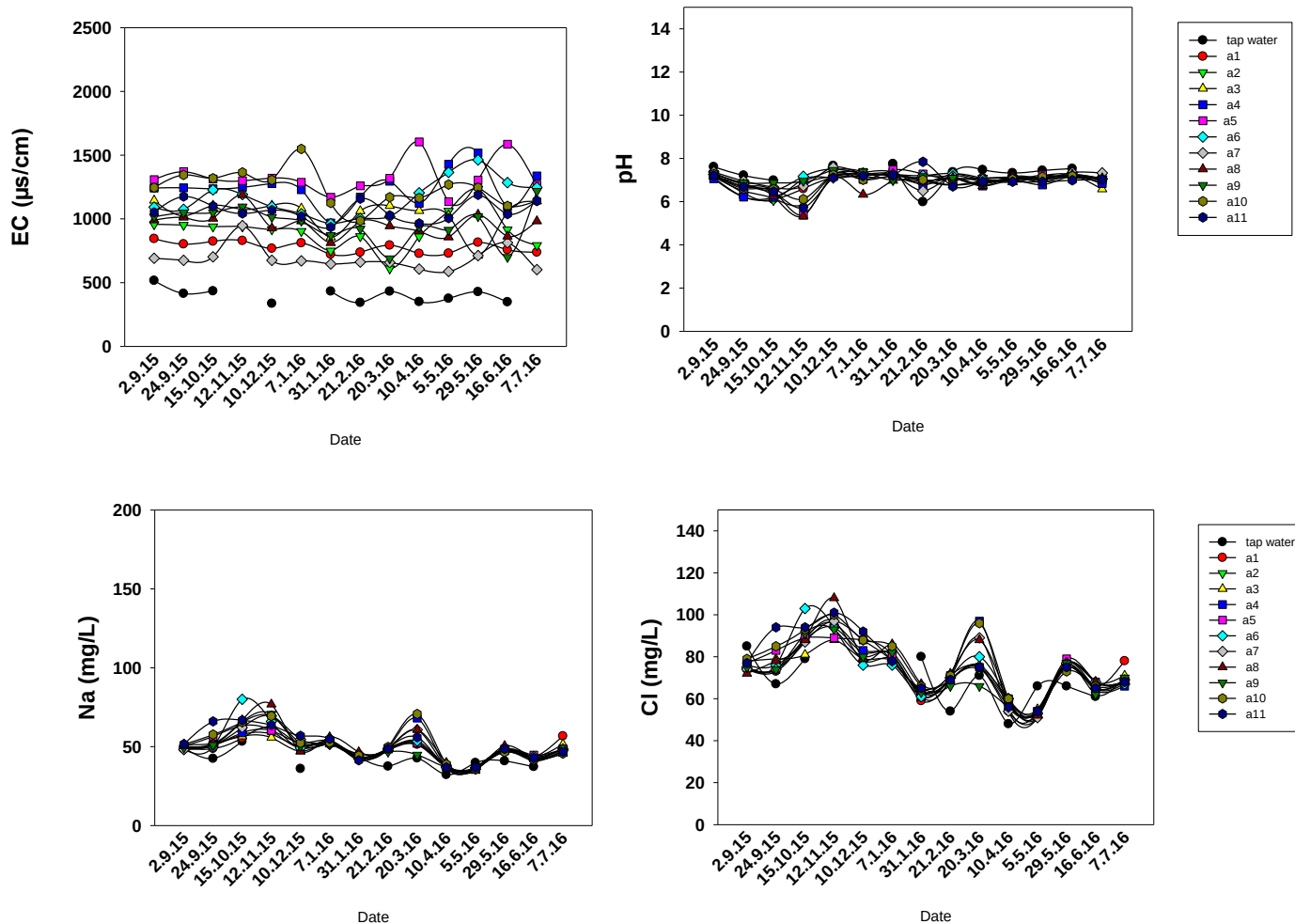
ביבליוגרפיה

1. Bernstein, N., Ioffe, M., Luria, G., Bruner, M., Nishri, Y., Philosoph-Hadas, S., Salim, S., Dori, I., Matan, E. (2010). Evaluation of a newly developed potassium and nitrogen fertilization regime for soil cultivation of *Ranunculus asiaticus*. Israel J. Plant Sci. 18: 33-41.
2. Bernstein, N., Ioffe, M., Luria, G., Bruner, M., Nishri, Y., Philosoph-Hadas, S., Salim, S., Dori, I., Matan, E. (2011). Effects of K and N nutrition on function and production in *Ranunculus asiaticus*. Pedosphere. 21: 288 - 301.
3. Hallam, N.D. (1970). Growth and regeneration of waxes on the leaves of *Eucalyptus*. Planta 93: 257-268.
4. Jones, M., Sedgley, M. (1993). Leaf waxes and postharvest quality of Eucalyptus foliage. J. Hort. Sci. 68: 939-946.
5. Meir, S., Sundaresan, S., Riov, J., Agarwal, I., Philosoph-Hadas, S. (2015). Role of auxin depletion in abscission control. Stewart Postharvest Review 11(2), 1-15.
6. Neves-Piestun, B.G., Bernstein, N. (2005). Salinity induced changes in the nutritional status of expanding cells may impact leaf growth inhibition in Maize. Functional Plant Biol. 32: 141-152.
7. Shores, M., Spivak, M., Bernstein, N. (2011). Involvement of calcium-mediated effects on ROS metabolism in regulation of growth improvement under salinity. Free Radicals Biol. Med. 51:1221-34.
8. Wirthensohn, M.G., Collins, G., Jones, G.P., Sedgley, M. (1999). Variability in waxiness of *Eucalyptus gunnii* foliage for floriculture. Sci. Hortic. 82: 279-288.

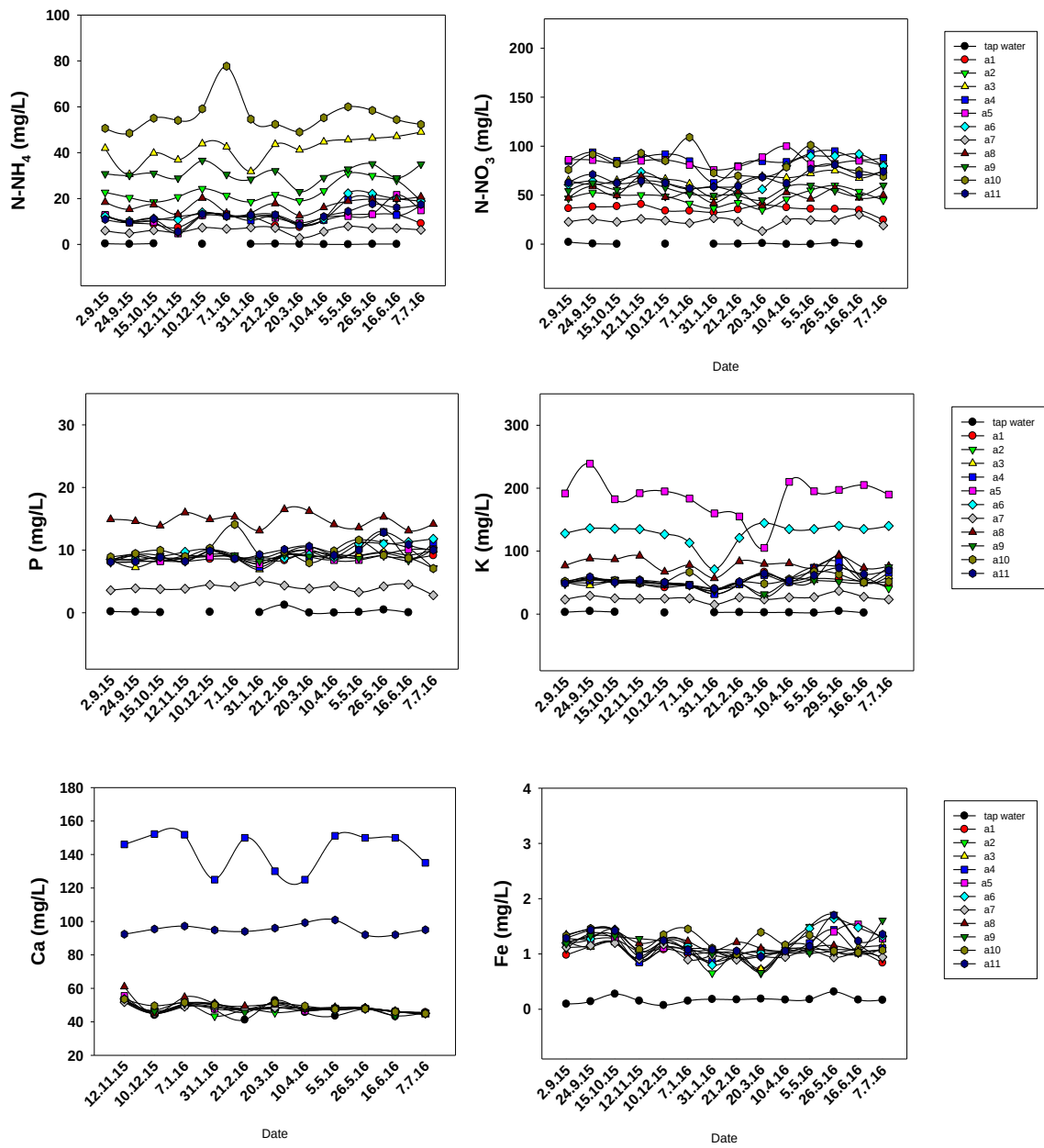
נספח תוצאות

א. ניסוי גידול אקליפטוס סילבר דולר במשטרי דישון שונים

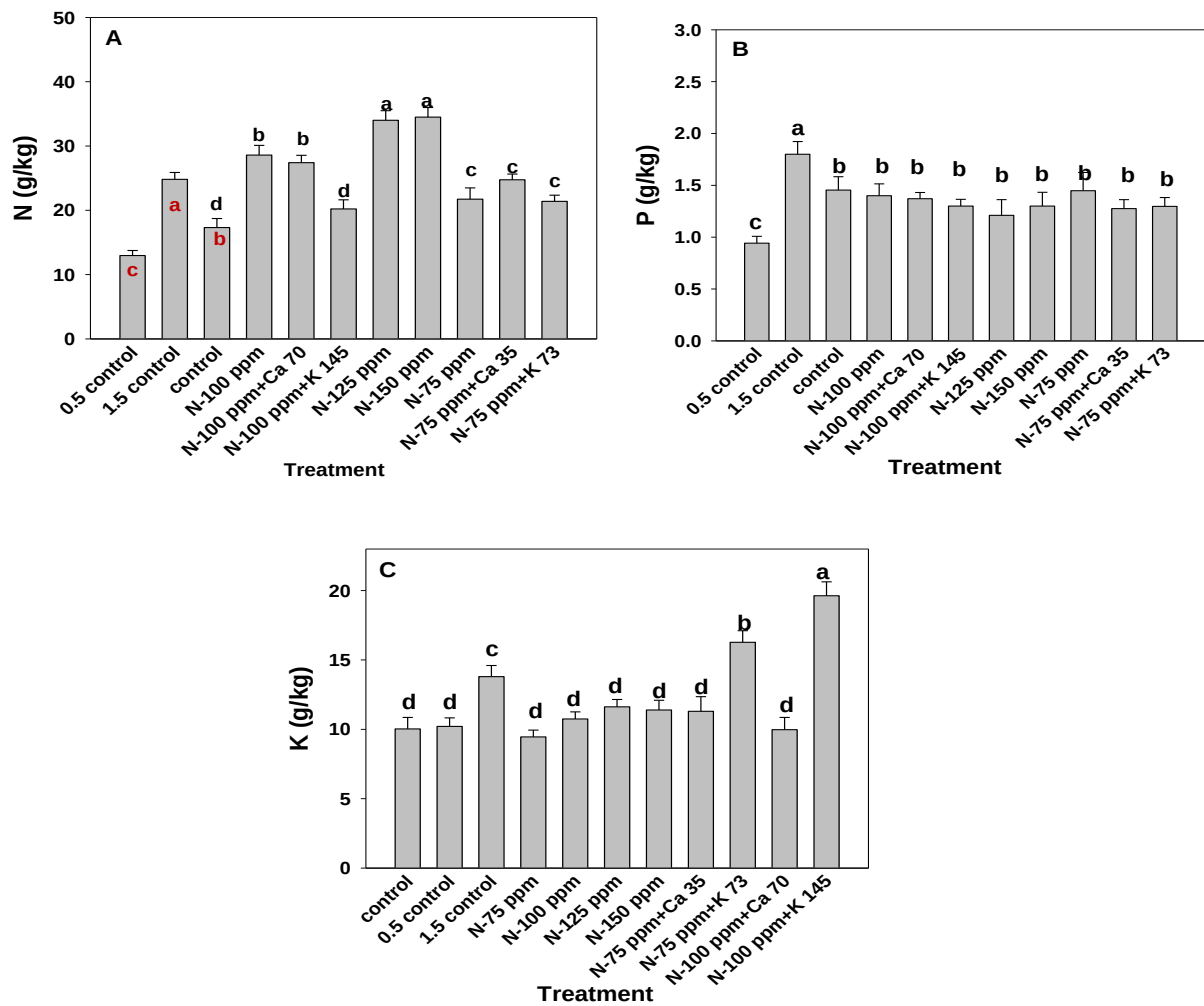
1.א. אפיון משטרי הדישון והשפעתם על מדדים פיסיולוגיים ותכולת המינרלים בעלים



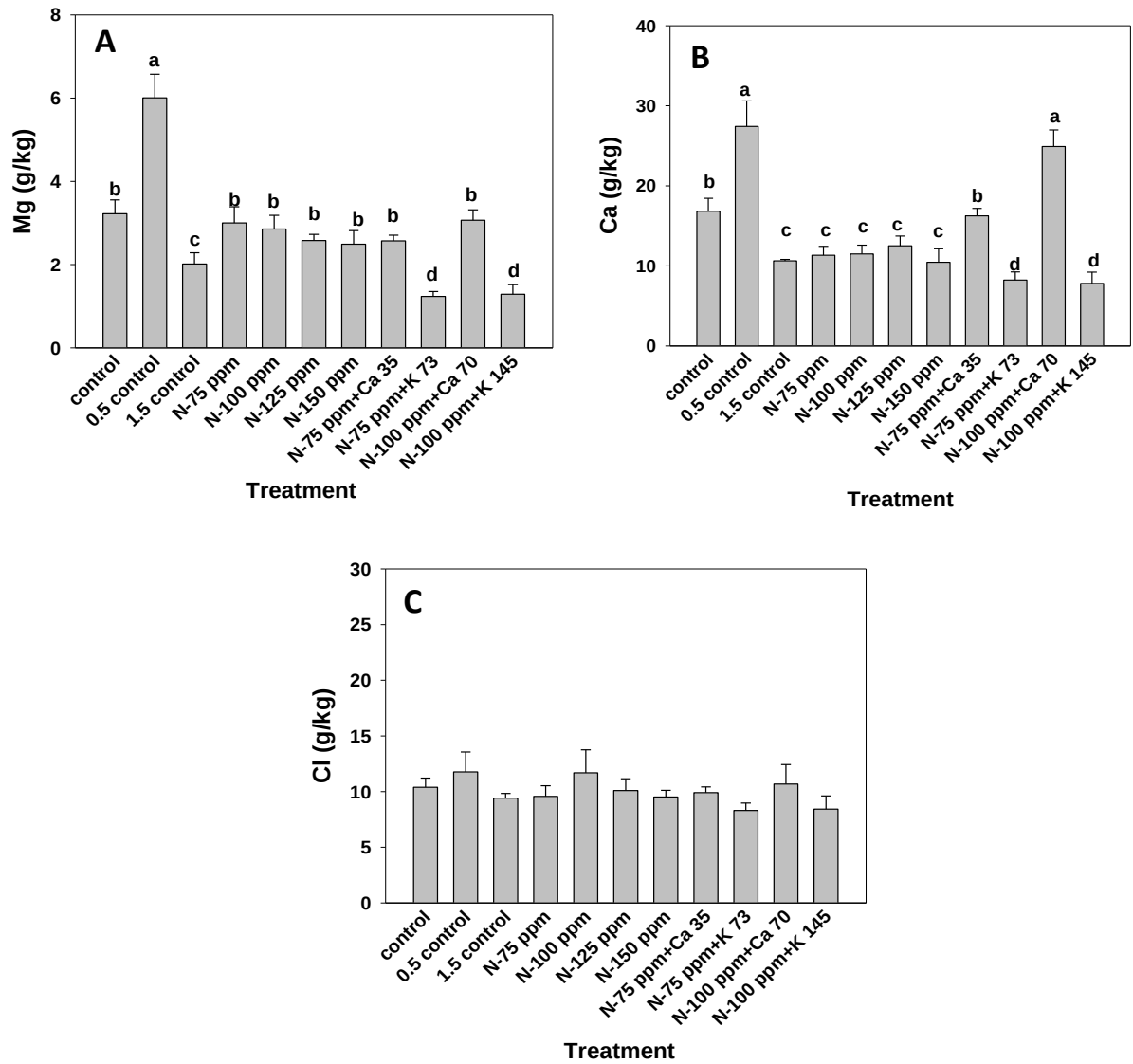
איור 1: השתנות ערכי המוליכות החשמלית (EC), pH וריכוזי המלחים נתרן וכלור בתמיסות ההדשייה בטיפולים השונים ובמי המקור במהלך כל חודשי הניסוי. הנתונים נבדקו מידי 3 שבועות במועד החלפת התמיסות בניסוי. הטיפולים מפורטים בטבלה 1. מספרי הטיפולים הם כדלקמן: ביקורת 100% (a1); חנקן 75 ח"מ (a2); חנקן 125 ח"מ (a3); חנקן 100 ח"מ + סידן 70 ח"מ (a4); חנקן 100 ח"מ + אשלגן 145 ח"מ (a5); חנקן 75 ח"מ + אשלגן 73 ח"מ (a6); ביקורת 50% (a7); ביקורת 150% (a8); חנקן 100 ח"מ (a9); חנקן 150 ח"מ (a10); חנקן 75 ח"מ + סידן 35 ח"מ (a11).



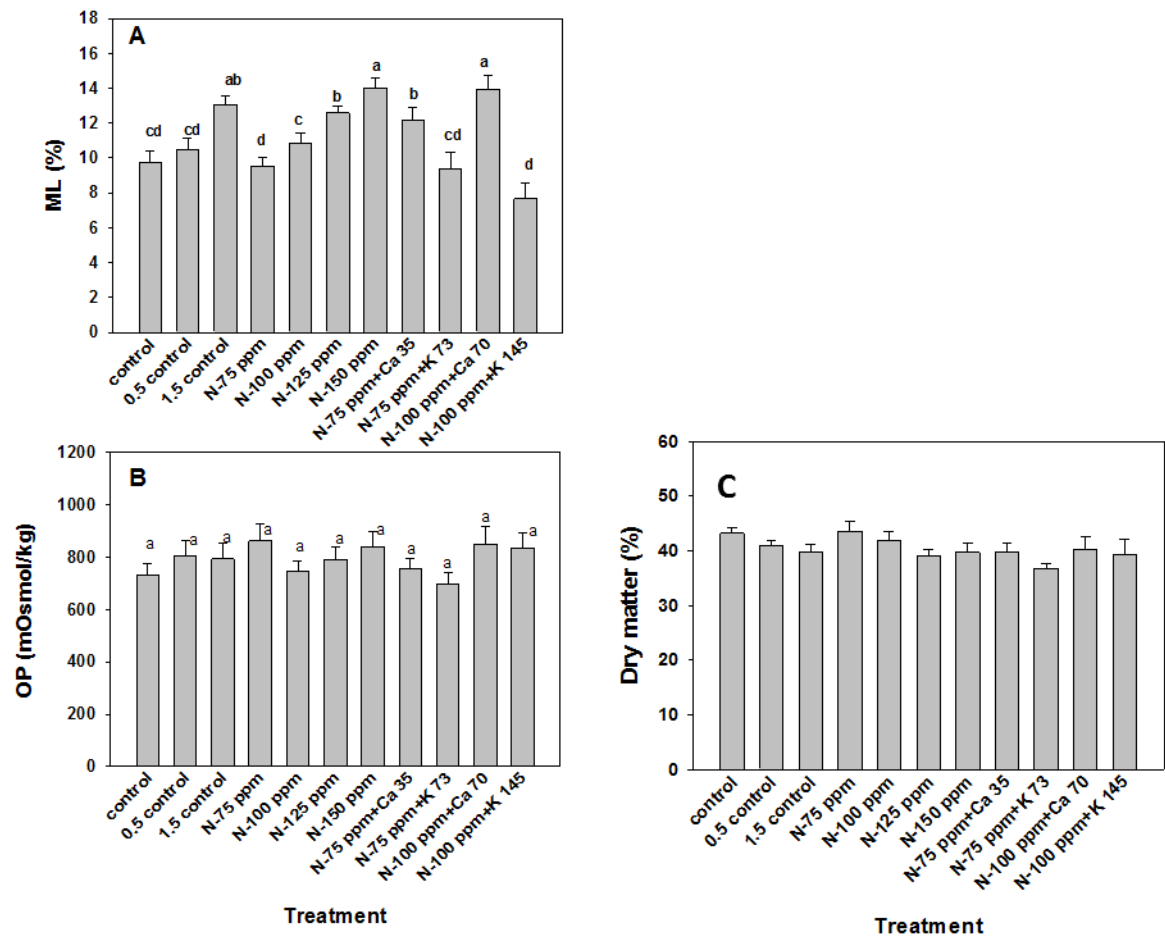
איור 2: השתנות מספר מיקרו ומאקרונוטריאנטים בתמיסות ההדשייה בטיפולים השונים ובמי המקור במהלך כל חודשי הניסוי. הנתונים נבדקו מידי 3 שבועות במועד החלפת התמיסות בניסוי. מספרי הטיפולים הם כמפורט באיור 1.



איור 3: השפעת טיפולי הדישון על ריכוז חנקן (A), זרחן (B), ואשלגן (C) בעלים שנדגמו ביולי 2016. התוצאות מייצגות ממוצעים וסטיות תקן של 5 חזרות. אותיות שונות מעל העמודות מייצגות מובהקות סטטיסטית עפ"י מבחן Tukey HSD ברמת מובהקות של $\alpha = 0.5$. בגרף A, אותיות שונות בתוך העמודות מסמנות מובהקות סטטיסטית עפ"י מבחן Tukey HSD ברמת מובהקות של $\alpha = 0.5$ במבחן סטטיסטי שהשווה בין טיפולי רמות הדשן הכללי (טיפולים 1-3 בטבלה 1).



איור 4: השפעת טיפולי הדישון על ריכוז מגנזיום (A), סידן (B) וכלורידים (C) בעלים שנדגמו ביולי 2016. התוצאות מייצגות ממוצעים וסטיות תקן של 5 חזרות. אותיות שונות מעל העמודות מייצגות מובהקות סטטיסטית עפ"י מבחן Tukey HSD ברמת מובהקות של $\alpha = 0.5$.

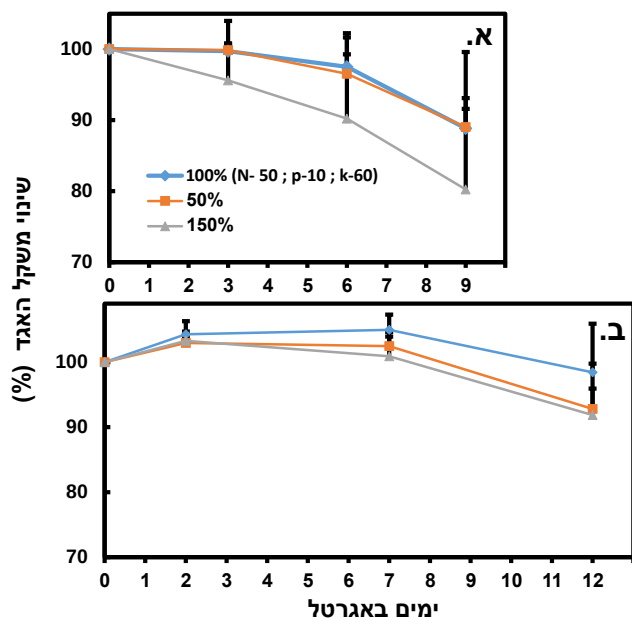


איור 5: השפעת טיפולי הדישון על דליפת יונים מרקמת העלה (A), הפוטנציאל האוסמוטי (OP) של מוהל תאי העלה (B), ואחוז חומר יבש (C) בעלים שנדגמו ביולי 2016. התוצאות מייצגות ממוצעים וסטיות תקן של 5 חזרות. אותיות שונות מעל העמודות מייצגות מובהקות סטטיסטית עפ"י מבחן Tukey HSD ברמת מובהקות של $\alpha = 0.5$.

2. השפעת משטרי הדישון על איכות הענפים לאחר הקטיפ

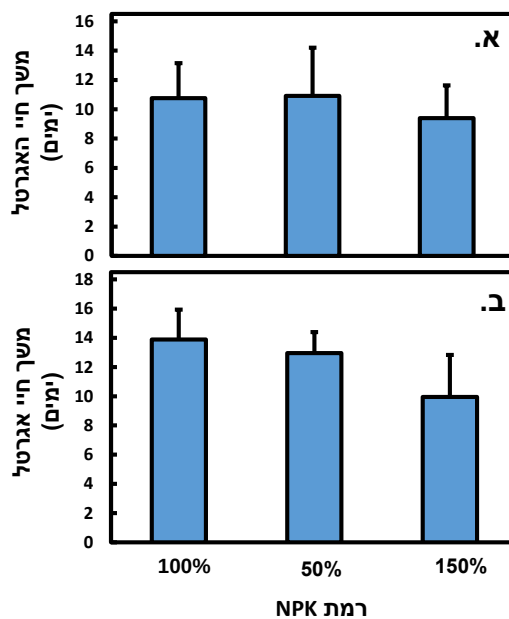
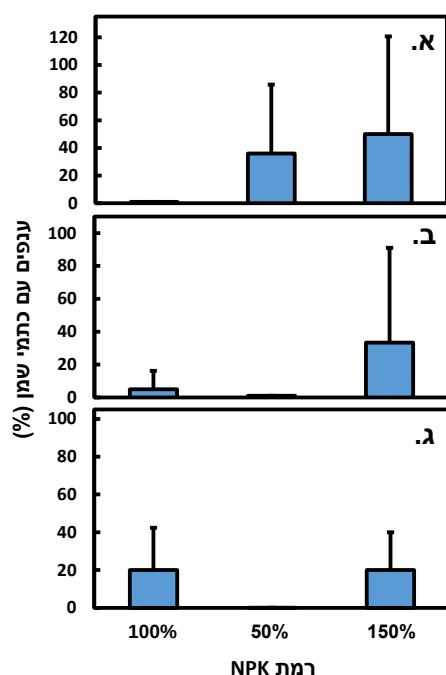
ניסוי 1: השפעת מנת הדשן (100% למנת הביקורת בהשוואה למינון של 50% ו- 150%) על איכות ענפי

אקליפטוס סילבר דולר לאחר הקטיפ

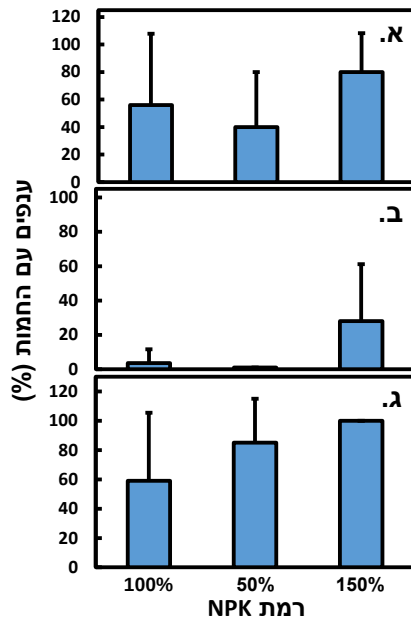


איור 6: השפעת רמות שונות של מנת NPK על השינוי במשקל האגדים במהלך חיי אגרסל של ענפים מקטיפ 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א') וענפים מקטיפ 2 – ענפי חורף (ב'). התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות (אגדים), 5 ענפים לאגד (חזרה) $\pm$ סטיית תקן (SD).

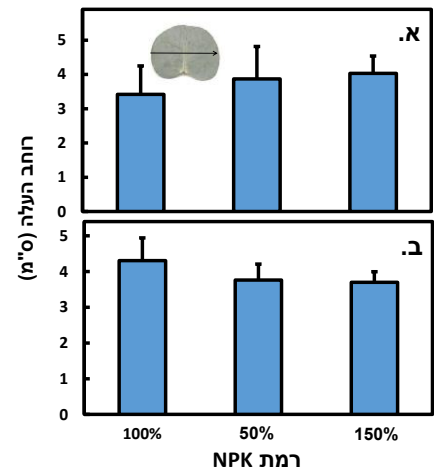
איור 7: השפעת רמות שונות של מנת NPK על משך חיי האגרסל של ענפים מקטיפ 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א') וענפים מקטיפ 2 – ענפי חורף (ב'). שאר הפרטים הם כמתואר באיור 6.



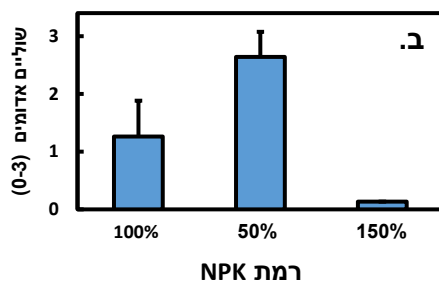
איור 8: השפעת רמות שונות של מנת NPK על אחוז ענפים עם כחמי שמו בעלים בקטיפ 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א'), ענפים מקטיפ 2 – ענפי חורף (ב') וענפים מקטיפ 3 – ענפי קיץ (ג'). שאר הפרטים הם כמתואר באיור 6.



איור 9: השפעת רמות שונות של מנת NPK על התייבשות העלים בענפים – אחוז ענפים עם החמות עלים בקטף 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א'), בענפים מקטף 2 – ענפי חורף (ב') ובענפים מקטף 3 – ענפי קיץ (ג'). שאר הפרטים הם כמתואר באיור 6.



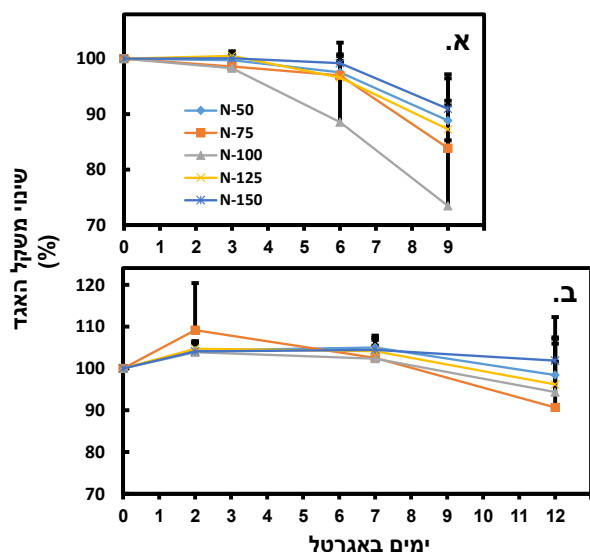
איור 10: השפעת רמות שונות של מנת NPK על רוחב העלים בענפים מקטף 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א') ובענפים מקטף 3 – ענפי קיץ (ב'). מדידת רוחב העלה בוצעה על העלה הבוגר הצעיר ביותר בענף. עלים כאלו שימשו גם כמדגמים לבדיקת היסודות בעלים. שאר הפרטים הם כמתואר באיור 6.



איור 11: השפעת רמות שונות של מנת NPK על הופעה חזותית של שוליים אדומים (א') בעלים של ענפים מקטף 3 – ענפי קיץ (ב'). הערכת דרגות השוליים האדומים בוצעה עפ"י סולם שבו 0 = ללא שוליים אדומים ו-3 = שוליים אדומים בכל העלים בענף. שאר הפרטים הם כמתואר באיור 6.

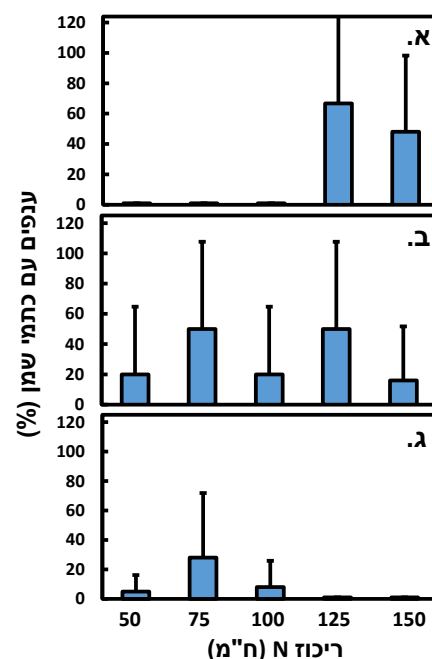
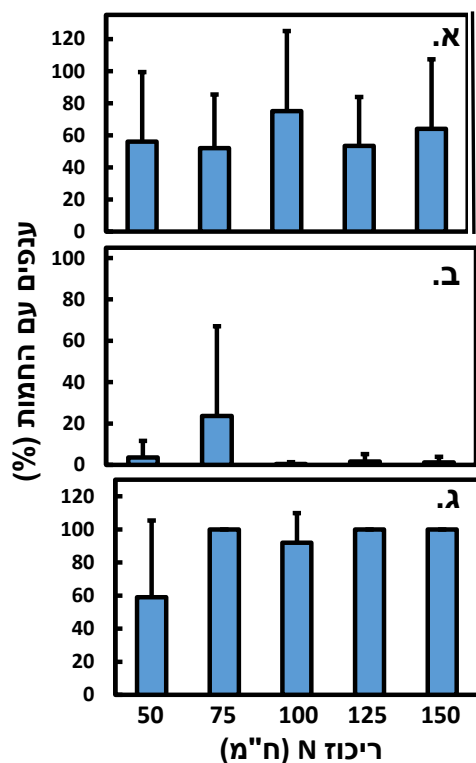
ניסוי 2: השפעת העלאת ריכוז החנקן כאמון חנקתי במנת הדשן על איכות ענפי אקליפטוס סילבר דולר

לאחר הקטיפ

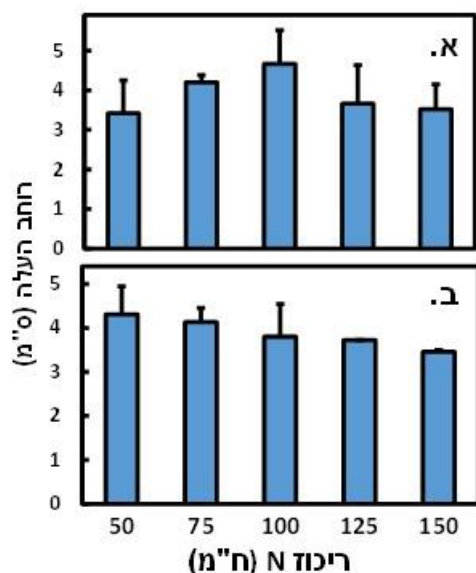


איור 12: השפעת ריכוזי אמון חנקתי בתמיסת ההזנה על השינוי במשקל האגדים במהלך חיי אגרטל של ענפים מקטיפ 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א') ובענפים מקטיפ 2 – ענפי חורף (ב'). התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות (אגדים), 5 ענפים לאגד (חזרה) $\pm$ סטיית תקן (SD).

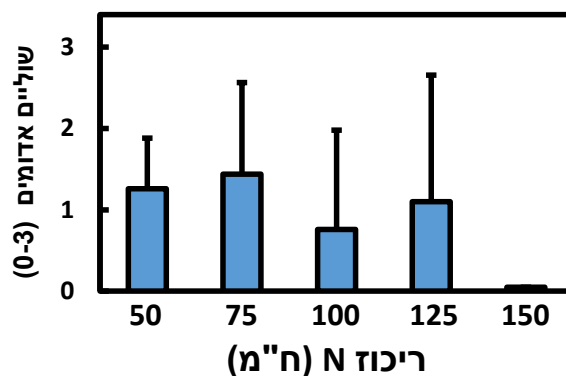
איור 13: השפעת ריכוזי אמון חנקתי בתמיסת ההזנה על אחוז ענפים עם כתמי שמן בעלים בקטיפ 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א'), בענפים מקטיפ 2 – ענפי חורף (ב') ובענפים מקטיפ 3 – ענפי קיץ (ג'). שאר הפרטים הם כמתואר באיור 12.



איור 14: השפעת ריכוזי אמון חנקתי בתמיסת ההזנה על התייבשות וכמישת העלים - אחוז ענפים עם החמות עלים בקטיפ 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א'), בקטיפ 2 – ענפי חורף (ב') ובקטיפ 3 – ענפי קיץ (ג'). שאר הפרטים הם כמתואר באיור 12.



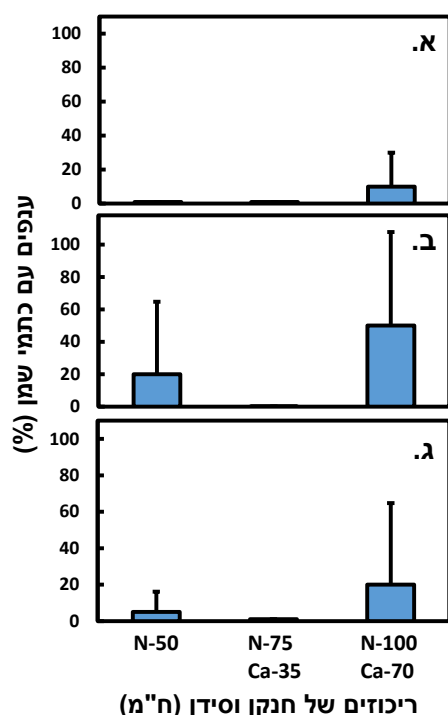
איור 15: השפעת ריכוזי אמון חנקתי בתמיסת ההזנה על רוחב העלים בענפים מקטיף 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א') ובענפים מקטיף 3 – ענפי קיץ (ב'). מדידת רוחב העלה בוצעה על העלה הבוגר הצעיר ביותר בענף. שאר הפרטים הם כמתואר באיורים 10 ו-12.



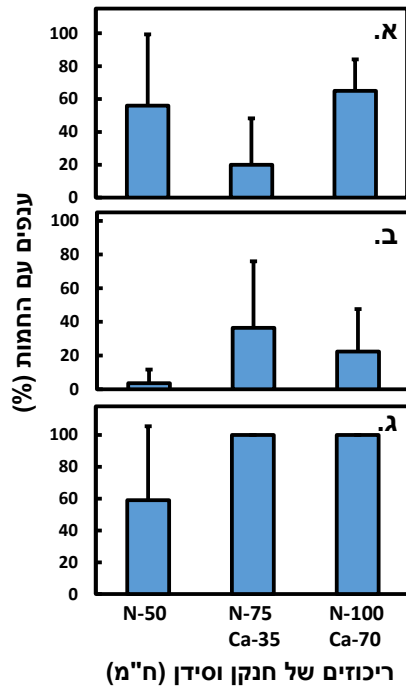
איור 16: השפעת ריכוזי אמון חנקתי בתמיסת ההזנה על הופעה חזותית של שוליים אדומים בעלים של ענפים מקטיף 3 – ענפי קיץ. הערכת דרגות השוליים האדומים בוצעה עפ"י סולם שבו 0 = ללא שוליים אדומים ו-3 = שוליים אדומים בכל העלים בענף. שאר הפרטים כמתואר באיורים 11 ו-12.

ניסוי 3: השפעת העלאת ריכוז החנקן כאמון חנקתי בשילוב תוספת סידן בהתאמה על איכות ענפי

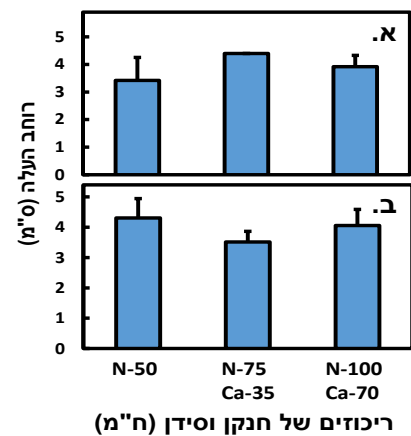
אקליפטוס סילבר דולר לאחר הקטיף



איור 17: השפעת תוספת סידן והעלאת ריכוזי אמון חנקתי בתמיסת ההזנה על אחוז ענפים עם כתמי שמן בעלים בקטיף 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א'), בקטיף 2 – ענפי חורף (ב') ובקטיף 3 – ענפי קיץ (ג'). שאר הפרטים הם כמתואר באיור 12.



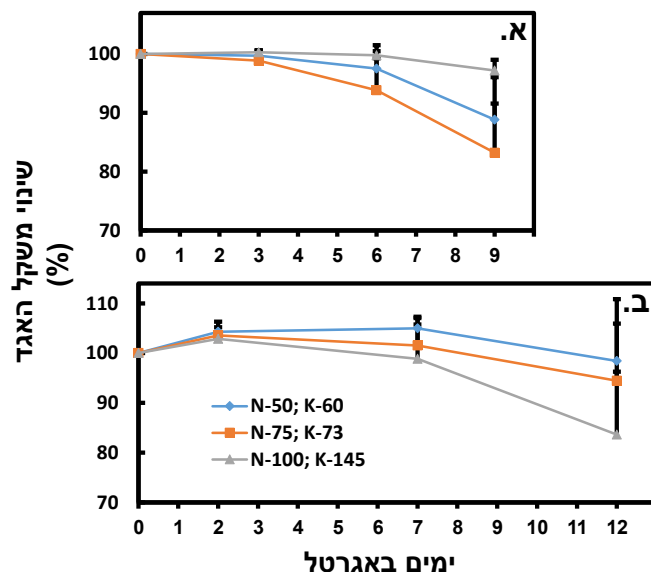
איור 18: השפעת תוספת סידן והעלאת ריכוזי אמוני חנקתי בתמיסת ההזנה על התייבשות וכמישת העלים אחוז ענפים עם החמות בקטיף 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א'), בקטיף 2 – ענפי חורף (ב') ובקטיף 3 – ענפי קיץ (ג'). שאר הפרטים הם כמתואר באיור 12.



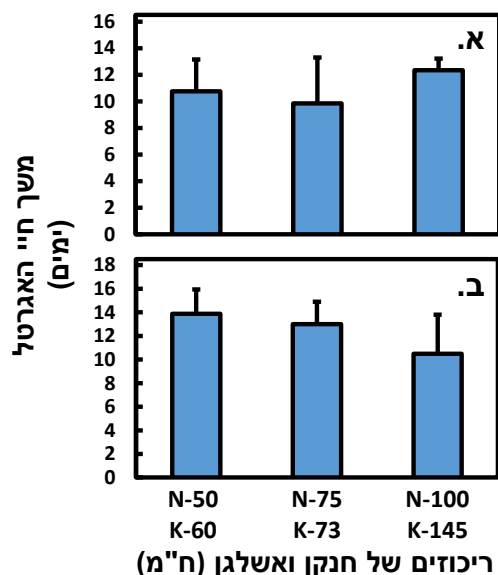
איור 19: השפעת תוספת סידן והעלאת ריכוזי אמוני חנקתי בתמיסת ההזנה על רוחב העלים בענפים מקטיף 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א') ובענפים מקטיף 3 – ענפי קיץ (ב'). מדידת רוחב העלה בוצעה על העלה הבוגר הצעיר ביותר בענף. שאר הפרטים הם כמתואר באיורים 10 ו-12.

ניסוי 4: השפעת העלאת ריכוז החנקן כאמון חנקתי בשילוב תוספת אשלגן בהתאמה על איכות ענפי

אקליפטוס סילבר דולר לאחר הקטיף

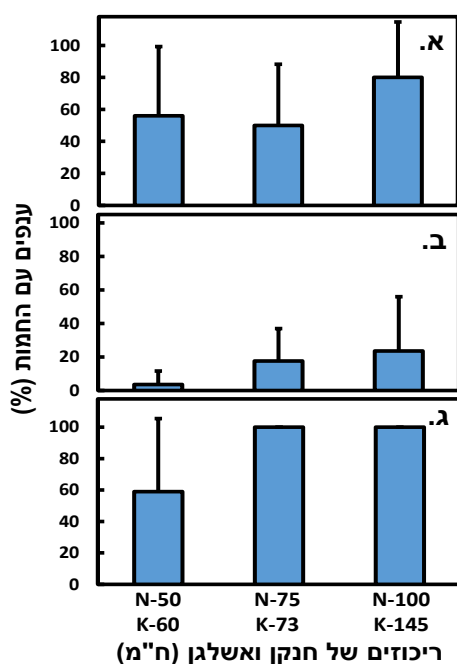
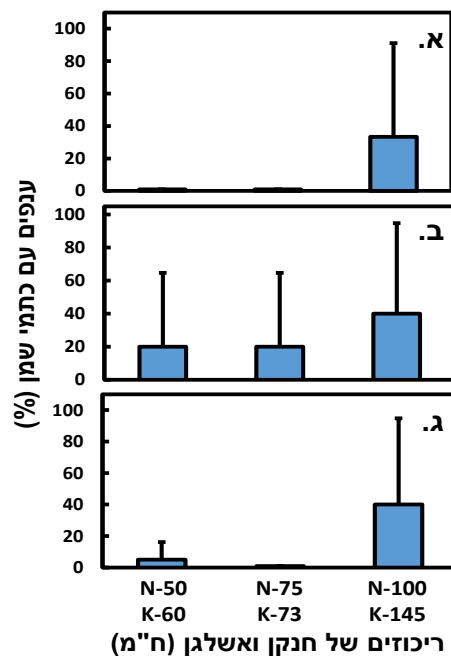


איור 20: השפעת תוספת אשלגן והעלאת ריכוזי אמוני חנקתי בתמיסת ההזנה על השינוי במשקל האגדים במהלך חיי אגרסל בענפים מקטיף 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א') ובענפים מקטיף 2 – ענפי חורף (ב'). התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות (אגדים), 5 ענפים לאגד (חזרה) $\pm$ סטיית תקן (SD).

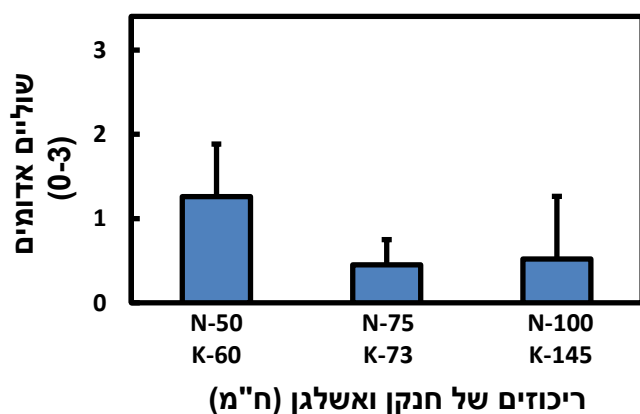


איור 21: השפעת תוספת אשלגן והעלאת ריכוזי אמון חנקתי בתמיסת ההזנה על מספר ימי האגרטל של עופים מקטיף 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א') ובענפים מקטיף 2 – ענפי חורף (ב'). שאר הפרטים הם כמתואר באיור 20.

איור 22: השפעת תוספת אשלגן והעלאת ריכוזי אמון חנקתי בתמיסת ההזנה על אחוז הענפים עם כתמי שמן בעלים בקטיף 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א'), בקטיף 2 – ענפי חורף (ב') ובקטיף 3 – ענפי קיץ (ג'). שאר הפרטים כמתואר באיור 20.



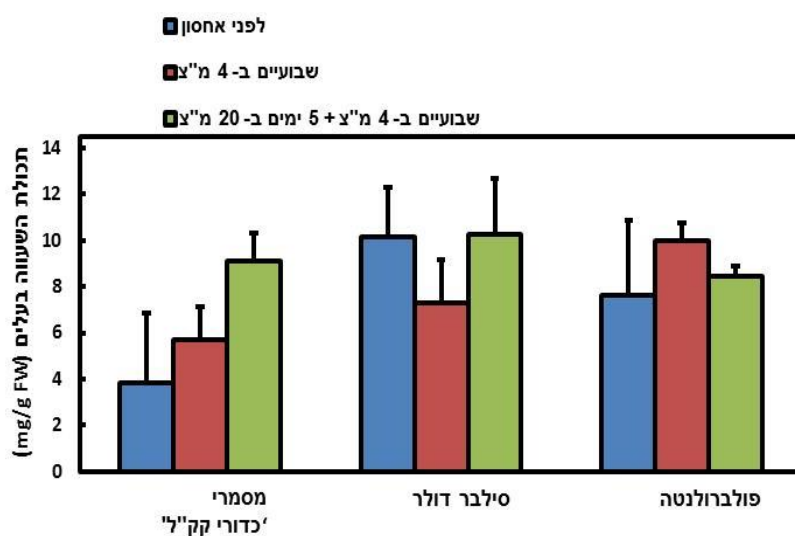
איור 23: השפעת תוספת אשלגן והעלאת ריכוזי אמון חנקתי בתמיסת ההזנה על התייבשות וכמישת העלים – אחוז הענפים עם החמות בעלים מקטיף 1 – ענפי קיץ שהמשיכו לצמוח גם בחורף (א'), מקטיף 2 – ענפי חורף (ב') ומקטיף 3 – ענפי קיץ (ג'). שאר הפרטים הם כמתואר באיור 20.



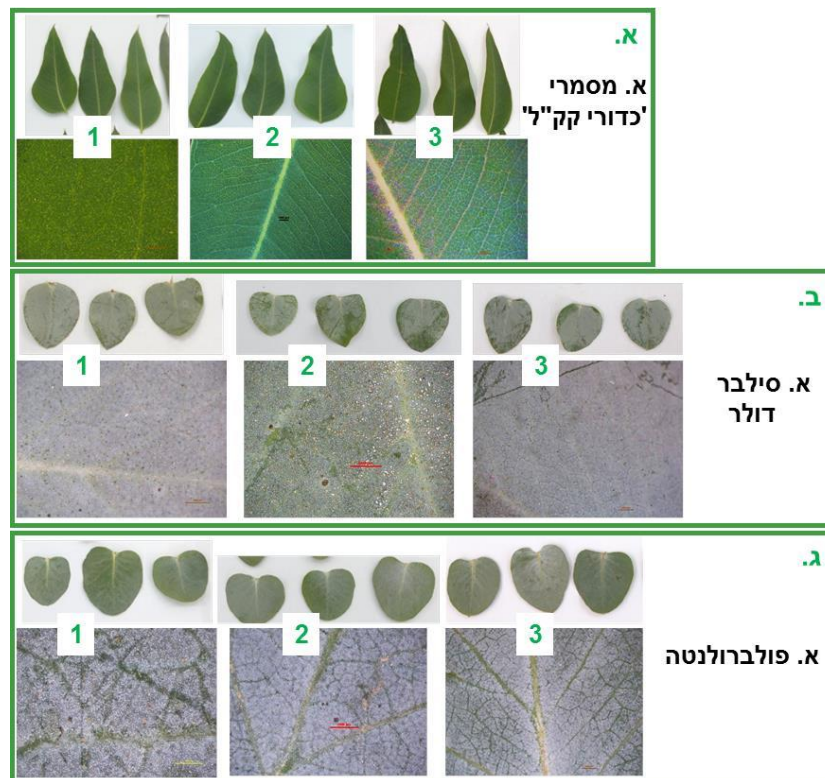
איור 24: השפעת תוספת אשלגן והעלאת ריכוזי אמוני חנקתי בתמיסת ההזנה על הופעה חזותית של שוליים אדומים בעלים של ענפים מקטיף 3 - ענפי קיץ. הערכת דרגות השוליים האדומים בוצעה עפ"י סולם שבו 0 = ללא שוליים אדומים ו- 3 = שוליים אדומים בכל העלים בענף. שאר הפרטים הם כמתואר באיורים 11 ו- 20.

ב. טיפולים לאחר הקטיף במיני אקליפטוס שונים

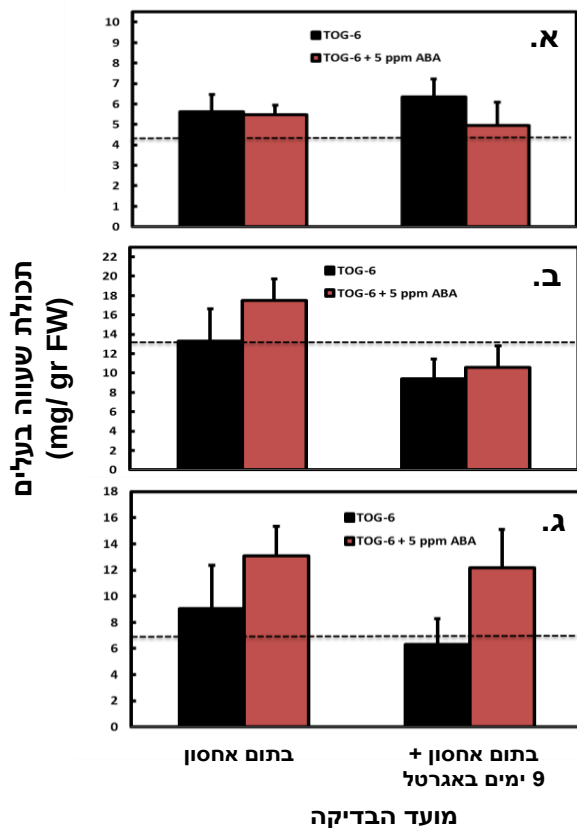
1. שינויים בכיסוי השעווה במהלך האחסון ובהשפעת טיפולים ב- 3 מיני אקליפטוס



איור 25: שינויים בתכולת השעווה בעלי אקליפטוס מסמרי 'כדורי קק"ל', אקליפטוס סילבר דולר ואקליפטוס פולברולנטה לפני ואחרי שבועיים אחסון ב- 4 מ"צ ו- 5 ימים נוספים באגרטל. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות $\pm$ סטיית תקן, כאשר בכל חזרה המיצוי בוצע על 15 עלים.



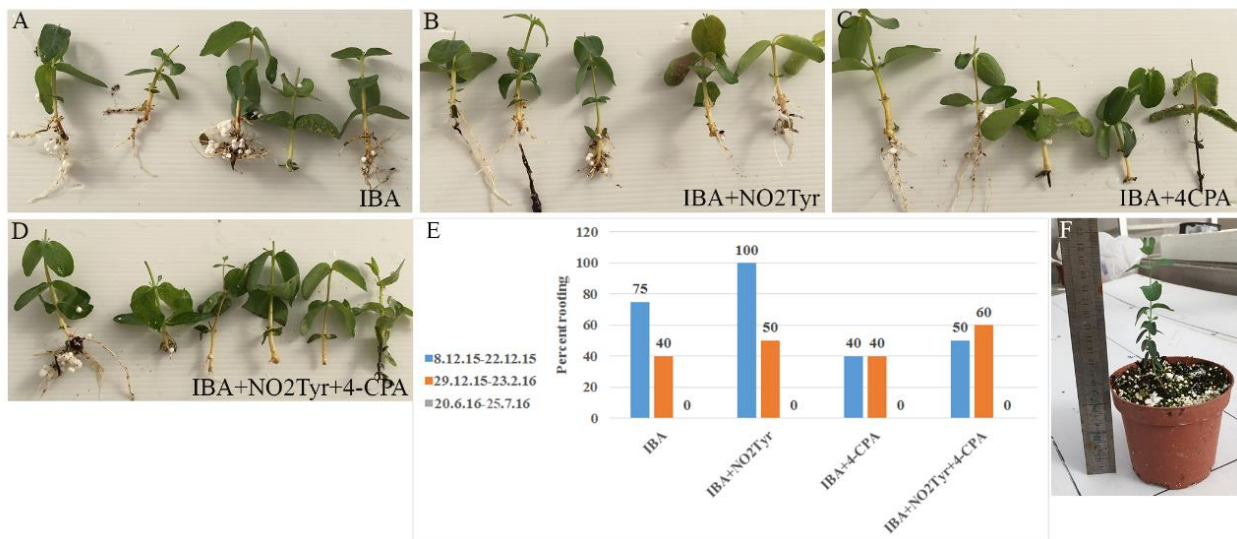
איור 26: מופע עלי אקליפטוס מהמינים: מסמרי 'כדורי קק"ל' (א); סילבר דולר (ב') ופולברולנטה (ג') במועד הקטיפ (1), לאחר אחסון ב- 4 מ"צ למשך שבועיים (2), ולאחר 7 ימים באגרסל בחדר התצפית (3). לכל מין ולכל מועד בדיקה מובא צילום של שלושה עלים מיצגים ומתחתם צילום שבוצע בבינוקולר. הקו האופקי של קנה המידה = 1000 מיקרומטר.



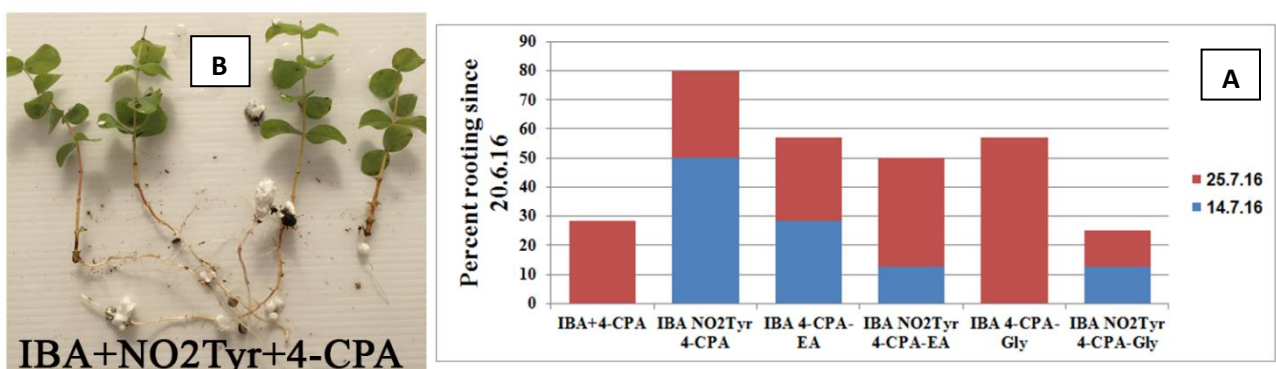
איור 27: השפעת טיפול הטענה ב- ABA על תכולת השעווה בעלי אקליפטוס מסמרי 'כדורי קק"ל' (א), אקליפטוס סילבר דולר (ב') ואקליפטוס פולברולנטה (ג') בתום אחסון של שבועיים ב- 4 מ"צ ו- 9 ימים נוספים באגרסל. הקו המקווקו מציג את תכולת השעווה ההתחלתית במועד הקטיפ. התוצאות מייצגות ממוצעים של 5 חזרות $\pm$ סטיית תקן, כאשר בכל חזרה המיצוי בוצע על 15 עלים.

ג. ניסויים לעידוד ההשתרשות בייחורי אקליפטוס

ג.1. השפעת תצמידי אוקסין וחומרים נוספים על השתרשות ייחורי אקליפטוס סילבר דולר



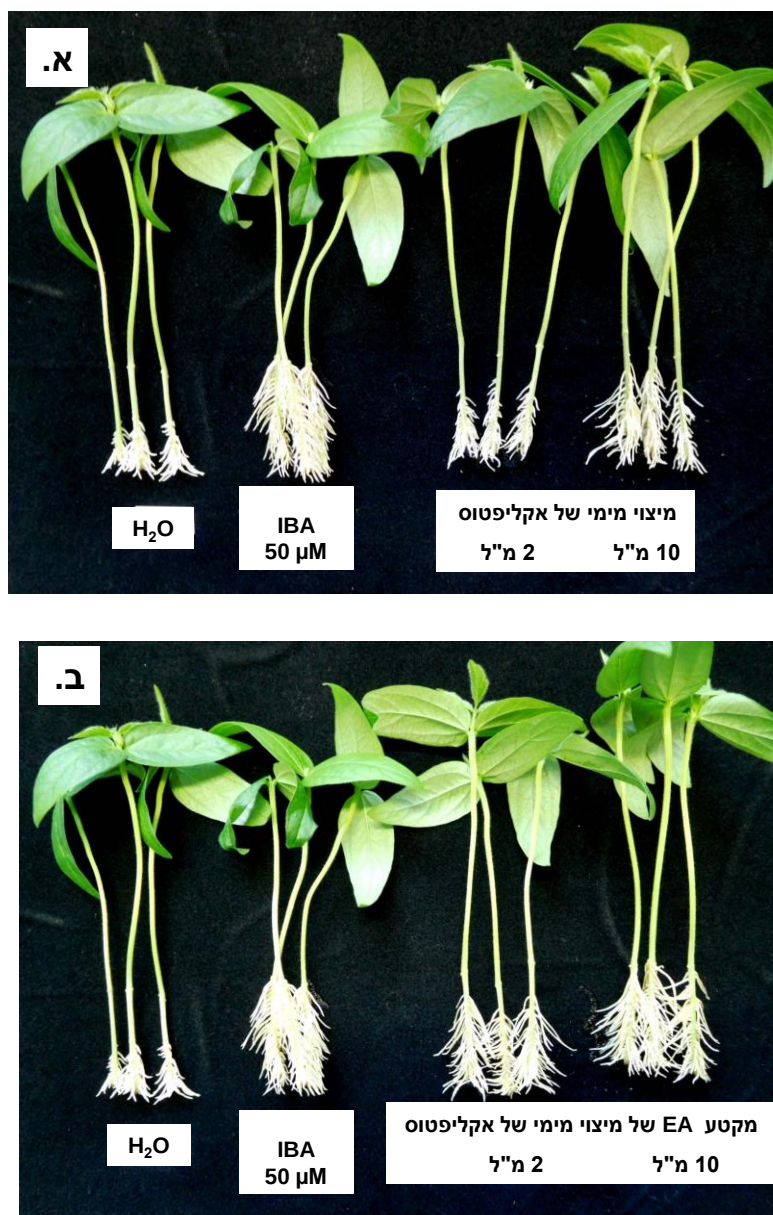
איור 28: השרשת אקליפטוס גוני. יישום הטיפול המיטבי שנתן את התוצאות הטובות ביותר בניסויי ההשתרשות באקליפטוס סילבר דולר נוסה על מין זה, שהוא מאפיר עלים, על מנת לבדוק את הדירות התוצאות. תמונות מייצגות של הייחורים המושרשים (D-A); גרף מסכם של שלושת החזרות, כאשר כל חזרה כללה 8-10 ייחורים לטיפול (E); עציץ המראה את גודל השתיל בניסוי הראשון בדצמבר 2015 (F).



איור 29: השרשת אקליפטוס סילבר דולר מעצצים שגודלו בהצלחה של 60-80% בהשפעת חומרים שונים (A) ומופע הייחורים המושרשים מהטיפול המיטבי (B). הייחורים טופלו בחומרים הרשומים בגרף. החומרים IBA וניטרוטירוזין (NO₂Tyr) ניתנו בטבילה בעוד ש-4-CPA ותצמידיו ניתנו בריסוס על העלווה בתוספת המשתח Triton X-100 (בריכוז של 0.05%).

ג.2. השפעת מיצויים מענפים של אקליפטוס 'סילבר דולר' על ההשתרשות של ייחורים של שעועית

זהובה



איור 30: השפעת ריכוזים שונים של מיצוי מימי של ענפים של אקליפטוס סילבר דולר (א') ושל מקטע של אתיל אצטט (EA) שהתקבל ממנו (ב') על ההשתרשות של ייחורים של שעועית זהובה בהשוואה לאוקסין IBA ולביקורת מים. נפחים של 2 או 10 מ"ל של המיצוי המימי של אקליפטוס סילבר דולר או של המקטע של EA ממיצוי זה הוספו לתמיסת ההשרשה.