

דוח מסכם לתכנית מחקר מספר 91-02-0004

2019 - שנת המחקר 3 מתוך 3

לימוד הקשר בין הזנת הצומח למזיקים לשם הפחתת השימוש בחומרי הדברה ויעול השימוש בחומרי הזנה

Studying the interaction between plant nutrition and pests for the reduction of pesticide use and

optimization of fertilizer application

מוגש לקרן התמיכות במו"פ פים במשרד החקלאות

על-ידי :

ד"ר ליאורה שאלתיאל-הרפז, מו"פ צפון liora@migal.org.il

ד"ר אורי ירמיהו, חוות גילת, מינהל המחקר החקלאי

ד"ר אריק פלבסקי, נווה יער, מינהל המחקר החקלאי

פרופ' שי מורין, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית

מר מנשה לוי, מו"פ צפון

תוכן העניינים

עמוד	
2	תקציר מדעי
3	מבוא
3	מטרות המחקר
4-16	עיקרי תוצאות המחקר בשנתיים הראשונות
16-25	פירוט עיקרי הניסויים ותוצאות המחקר בשנה השלישית
25-27	דיון בתוצאות המחקר בכל שנתיים וסיכום
27	תודות
27	פרסומים שנבעו מהמחקר
27-28	רשימת ספרות
28-29	נספחים

תקציר מדעי

רקע ותיאור הבעיה: החקלאות המודרנית יכולה להעלות את תפוקת השדה בשתי דרכים מרכזיות. הראשונה - העשרת סביבת הצמח בחומרי דישון סינתטיים, והשנייה - הרחקת מזיקים ומחלות צמחים הפוגעים בתוצרת החקלאית. השימוש האינטנסיבי של החקלאים בחומרי הדישון ובחומרי ההדברה מעלה דאגות בנוגע לבריאות המזון ואיכות הסביבה, ואינו בר-קיימא לטווח הרחוק. לפיכך קיים צורך ממשי בפיתוח שיטות חלופיות לטיפול במזיקים ומחלות, תוך הפחתת פגיעה במשאבים האנרגטיים והאקולוגיים של כדור"א, ומכאן שצריך לשלב את נקודות המבט של הזנה והגנת הצומח. **השערות המחקר:** 1. לדישון חנקני ברמות גבוהות ישנה השפעה חיובית על המזיקים, ולפיכך ניתן להפחית את רמת הנזק ע"י הפחתה של רמת דשן זה. 2. לדישון אשלגני ישנה השפעה מיטיבה על יכולת הצמחים להתגונן בפני מזיקים, ולפיכך ניתן להפחית את רמת הנזק ממזיקים שונים על ידי הגדלה של מינון דשן זה. 3. לדישון חנקני ואשלגני ישנה השפעה משולבת בצמח על מידת הנזק הנגרם לו ממזיקים, ושילוב של שני סוגי דשן אלו יכול להשפיע על תגובת המזיקים לרמות שונות של חומרים אלו בצירופים השונים.

מטרת המחקר היא לבחון כיצד ניתן להפחית את רמת הנזק הנגרם לגידולים חקלאיים כתוצאה ממזיקים, בעזרת אופטימיזציה של הדישון החנקני והאשלגני הניתן להם, לצורך פיתוח ממשק של הדברה משולבת. אנו בחנו זאת בשני גידולים חד-שנתיים החשובים לכלכלת אזור הצפון - **בעגבניות לתעשייה** (סולניים) ו**בשעועית** (הפרפרניים). גידולי עגבניות ושעועית נתקפים ע"י מגוון גדול של מזיקים. כדי לבחון האם רמות הדשן ישפיעו באופן שונה על מזיקים הניזונים מרקמות צמחיות שונות ובצורת הזנה אחרת, בחרנו במחקר להתמקד בשלושה מזיקי מפתח, המשותפים לשני הגידולים: (i) העש תנשמית האביב *Helicoverpa armigera* שהינו חרק לועס, הניזון מרקמות הפרנכימה של העלווה והפרי, (ii) כנימת עש הטבק *Bemisia tabaci* חרק מוצץ הניזון מנוזלי השיפה, ומהווה וקטור של וירוסים רבים, ו-(iii) אקרית הקורים האדומה המצויה *Tetranychus urticae*, הניזונה מתוכן התאים של העלווה.

מהלך המחקר: בחוות המטעים בעמק החולה הוקמה מערכת להספקה של 8 טיפולי הדשן. בסמוך, נבנו 4 בתי רשת עם מערכת הדשן, שבאמצעותה ניתנו טיפולי הדישון לצמחים שגדלו בעציצים עם מצע פרלייט. הגידולים שנבחנו - עגבניות ושעועית. צמחים אלו היוו בסיס לניסויים, בהם נבדקה השפעת טיפולי הדישון בצמחים השונים על מדדי הטלה, התפתחות שלושת המזיקים השונים ושיעור הנזק לצמח. בשנה הראשונה נבדקו 4 טיפולי אשלגן ו-4 טיפולי חנקן. ריכוזי המינרלים נשמרו קבועים, מלבד המשתנה הנלמד. בשנה השנייה שמרנו על 6 טיפולים משנה א', והוספנו שני צירופים שהתקבלו כטיפול קיצון בשנת המחקר הראשונה. מבנה הניסויים - בלוקים באקראי. בנוסף, בדקנו את היבולים המתקבלים בטיפולים השונים ללא נוכחות מזיקים. על סמך נתוני השנתיים הראשונות, בשנה השלישית עברנו לניסויים בקרקע. ב-24 בתי רשת קטנים נשתלו עגבניות ולאחר מכן שעועית ב-2 ממשקי דישון - משקי ואלטרנטיבי. בתי הרשת אולחו במזיקים השונים, ונבדקה התפתחות המזיקים, והיבול - כמות ואיכות.

תוצאות המחקר: משתי שנות המחקר במצע מנותק עולה כי נקבות הכע"ט רגישות לרמת החנקן בצמח העגבנייה, ונרתעות מלהטיל על צמחים בעלי רמת חנקן נמוכה. בנוסף, רמות נמוכות של חנקן ו/או רמות גבוהות במיוחד של אשלגן משפיעות באופן שלילי על קצב ההתפתחות של הכנימה. באקריות ניכרת מגמה, אם כי לא תמיד מובהקת, המצביעה על רגישות גודל אוכלוסיית האקריות לחנקן. אך ללא קשר לגודל האוכלוסייה, בנוכחות אקריות צמחי העגבנייה נפגעים יותר כאשר רמת החנקן גבוהה ורמת האשלגן נמוכה, בעוד שהפגיעה של האקריות בצמחים פחותה כאשר רמת החנקן נמוכה ורמת האשלגן גבוהה. **בזחלי תנשמית האביב (ת"א) בעגבניות** נמצא שתוספת חנקן תורמת להתפתחות והישרדות הזחלים, בעוד שבטיפולים עם רמת חנקן זהה ורמות אשלגן גבוהות - תוספת האשלגן פגעה בהתפתחות והישרדות הזחלים. לעומת זאת, מסתבר שנקבות העש אדישות לרמות החנקן והאשלגן של הצמח עליו הן מטילות. **בשעועית** מצאנו כי לשני המינרלים לא הייתה השפעה כלשהי על אוכלוסיית הכע"ט או האקריות, ולא לנזק שהן גרמו, ואנו משערים שתכולת החנקן בעלוות השעועית לא היוותה גורם מגביל עבורם. בת"א נמצא שתוספת האשלגן פגעה בהתפתחות הזחלים. **בניסויי העגבניות בקרקע**, נראה שתוספת אשלגן מצמצמת את הנזק הנגרם ליבול כתוצאה מנוכחות האקריות, ואף תורמת לעליה בכמ"מ. תוספת האשלגן תרמה להפחתה בנזק הנגרם לפרי מת"א. בנוכחות הכע"ט נמצאה מגמה המצביעה על כך שתוספת אשלגן תורמת לכמות הפרי. **בניסויי השעועית בקרקע** לא מצאנו שתוספת אשלגן תרמה להתפתחות הצמחים בנוכחות המזיקים השונים ואפילו ישנן מגמות המצביעות על כך שתוספת האשלגן פגעה בכמות היבול, אך מצד שני לתוספת האשלגן יש כנראה תרומה בהפחתת הנזק הנגרם לתרמילים ע"י זחלי תנשמית האביב. **לסיכום:** מצאנו שלממשק הדישון החנקני והאשלגני השפעה על רמת הנזק הנגרם ממזיקים, אם כי הקשר יותר מורכב ממה ששיערנו, ותלוי גם בצמח. כמו כן, מצאנו שלאשלגן יש יכולת לגרום להפחתה של הנזק אך גם לגרום לפחיתת ביבול, ולכן יש להמשיך ולבחון ממצאים אלו לגבי כל גידול בקרקע בו הוא גדל, ולגבי מזיקי המפתח בכל גידול.

מבוא

מזיקים ומחלות מהווים מגבלה משמעותית בייצור חקלאי, והטיפול בהם באמצעות חומרי הדברה פוגע בבריאות המזון ובאיכות הסביבה, ומביא להתפתחות עמידות לחומרים עצמם. בנוסף, הזנת הצומח בדשנים סינטיטיים, שעלותם רבה והשפעתם הסביבתית ניכרת, מחייבת גם היא בחינה מחודשת לשם ייעול השימוש בהם (Amtmann et al. 2008). הסיכויים למציאת טיפולים כימיים יעילים כנגד מזיקים חדשים ואף קיימים, קטנים והולכים, ולכן יש צורך דחוף לחפש שיטות חלופיות לצמצום אוכלוסיות המזיקים ולימוד השפעותיהן על הצמח. לדעתנו, לא עומדת יותר בפני החקלאים ה"פריווילגיה" של הסתכלות נפרדת על הזנה ועל הגנת הצומח, ולכן בהנחיות למגדל יש לשלב את שתי נקודות המבט. ליסודות הזנה שונים השפעות שונות על הצמח ועל יכולתו להתגונן בפני מזיקים ומחלות (Veresoglou et al. 2013; Huber and Haneklaus 2007). במחקר הנוכחי התרכזנו בשני יסודות מרכזיים בהזנת הצמח - חנקן ואשלגן. מחקרים קודמים מצביעים על כך, שדישון בחנקן ברמה גבוהה נמצא פעמים רבות כמגביר חומרת מחלות ונזק בצמחים (Sharma and Kolte 1994, Wen-juan et al., 2010).

לעומת זאת, מחקרים אחרים הראו שתוספת דישון אשלגני סייעה בהתמודדות של צמחים עם מחלות (et al. 2010). עם זאת, אין די מידע על השפעת חנקן על מזיקים הניזונים באופן שונה באותו גידול (למשל מזיקים מוצצים הניזונים מהמוהל, לעומת מזיקים הניזונים מהעלווה או הפרי). מעט ידע קיים בעולם על השפעת דישון אשלגני על מזיקים, ועוד פחות על ההשפעה המשולבת של דישון חנקני ואשלגני על מזיקים. בעבודה הנוכחית ניסינו לגשר במעט על פערי ידע אלו. חקרנו את השפעת החנקן והאשלגן על שלושה מזיקי מפתח פוליפאגיים בגידולי שדה: העש תנשמיית האביב *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) (להלן ת"א), שהינו חרק לועס הניזון מרקמות הפרנכימה של העלווה והפרי, כנימת עש הטבק *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) (להלן כע"ט), חרק מוצץ הניזון מנוזלי השיפה ומהווה וקטור של וירוסים רבים, ואקרית הקורים האדומה המצויה (להלן א"א) *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), הניזונה מתוכן התאים של העלווה והפרי.

מטרות המחקר

יעד המחקר הוא לפתח ממשק שיעזור להפחית את רמת הנזק הנגרם לגידולים חקלאיים כתוצאה ממזיקים, בעזרת אופטימיזציה של טיפולי דישון חנקני ואשלגני.

שאלת המחקר הייתה מהי השפעת הזנת הצומח בדישון חנקני ואשלגני על מזיקים הניזונים מרקמות צמחיות שונות (פרנכימה, שיפה ותוכן התא), באותו גידול ובגידולים ממשפחות בוטניות שונות.

השערות המחקר הספציפיות הן: 1. לדישון חנקני ברמות גבוהות ישנה השפעה חיובית על המזיקים של הגידולים החקלאיים ולפיכך ניתן להפחית את רמת הנזק ע"י הפחתה של רמת דשן זה. 2. לדישון אשלגני ישנה השפעה מיטיבה על יכולת הצמחים להתגונן בפני מזיקים, ולפיכך ניתן להפחית את רמת הנזק ממזיקים שונים על ידי הגדלה של מינון דשן זה. 3. לדישון חנקני ואשלגני ישנה השפעה משולבת בצמח על מידת הנזק הנגרם לו ממזיקים, ושילוב של שני סוגי דשן אלו יכול להשפיע על תגובת המזיקים לרמות שונות של חומרים אלו, בצירופים השונים. אנו בחנו השערות אלו בשני גידולים חד-שנתיים החשובים לכלכלת אזור הצפון - **עגבניות לתעשייה** (סולניים) ו**שעועית** (פרפרניים), כצמחי מודל לגידולים חד-שנתיים ממשפחות בוטניות שונות.

פירוט עיקרי הניסויים ותוצאות המחקר בשנתיים הראשונות

מיקום - המחקר בוצע בארבעה אתרי מחקר: בחוות המטעים בעמק החולה, במעבדתה של ליאורה שאלתיאל-הרפז, שם גודלו הצמחים ברמות דשן שונות בעזרת מערכת דישון מבוקרת ב-4 בתי צמיחה (פירוט להלן), ושם גם בוצעו הניסויים עם תנשמית האביב ואקרית הקורים האדומה; בנווה יער, במעבדתו של אריק פלבסקי, שם בוצעו הספירות של האקריות; בפקולטה לחקלאות, במעבדתו של שי מורין, שם גודלו אוכלוסיות של כע"ט על הפונדקאים השונים ובוצע חלק מהניסויים; בחוות גילת, במעבדתו של אורי ירמיהו, שם נערכו הבדיקות של תמיסות הדשן ושל רמות המינרלים בעלוה.

גידול הצמחים ברמות דשן שונות התבצע ב-4 בתי צמיחה בגודל (אורך-רוחב-גובה): $4 \times 6 \times 8$ מ', שחופו ברשת ארוגה 50 מש, ובחורף כוסו גם בפוליאאתילן שקוף למניעת חדירת מי גשם. הצמחים נשתלו בעציצים בגודל 1 ו-2 ליטר (בהתאם לניסוי), במצע פרלייט 212. בכל מבנה, העציצים הוצבו ב-6 בלוקים (תמונה 1). העציצים בכל בלוק הוצבו באקראי. בכל בלוק ניתנו 8 טיפולי דישון שונים. מערכת ההשקיה: טפטפות 2 ליטר/שעה עם מפצל (כל טפטפת לשני עציצים, סה"כ 1 ליטר/שעה/עציץ). בקרת השקיה: 3 מחזורי השקיה יומיים (00:00, 12:00, 16:00), 5-10 דק' למחזור (תלוי נפח עציצים ונפח צמחים).

מערכת ההדשיה: לצורך דישון הצמחים במערכת מבוקרת, נבנתה מערכת הכוללת 8 דודי דישון (תמונה 1). נפח מיכלי התמיסה הסופית 1 מ"ק, נפח מיכלי תרכיז 60 לי. התמיסות הוכנו במיכלי התרכיז והועברו למיכל הסופי (8 ליטר תמיסה מרוכזת לכל 1,000 לי' מים), פרט למגנזיום סולפט, שבגלל בעיות משקעים הוסף רק לתמיסה הסופית. הקורטין הוסף כנוזל. כל דוד חובר למשאבת PKw60 של חברת Pedrollo. הרכבת ווסתים - ידנית. בשנת המחקר הראשונה יצרנו 8 צירופי דישון, בהם 4 של כמות חנקן קבועה על פי המינון המשקי המקובל וכמות אשלגן משתנה, ו-4 בהם כמות האשלגן קבועה על פי המקובל המשקי, וכמות החנקן משתנה. בשנת המחקר השנייה שמרנו על 6 טיפולים משנה א', והוספנו שני צירופים כטיפולים שנבעו ממסקנות שנת המחקר הראשונה - ריכוז אשלגן נמוך וריכוז חנקן גבוה, וריכוז חנקן נמוך וריכוז אשלגן גבוה, המדכא את המזיק. פירוט הרכב התמיסות מוצג בטבלה 1.



תמונה 1. מבנה מערכת הניסוי בחוות המטעים. א. 8 דודי הדישון שמהם יצאו 8 צינורות ל-4 בתי הרשת הגדולים. ב. אחד מבתי הרשת מבפנים, בו 8 הצינורות השקו בתערובת ההדשיה את העציצים במבנה של 6 בלוקים באקראי. כל טפטפת התפצלה והשקתה 2 עציצים, כדי לדאוג לגיבוי לכל חזרה. העציצים הונחו על משטחי פלסטיק למניעת גידול שורשים למצע ו"ערבוב" הטיפולים.

טבלה 1: צירופי N-P-K בתמיסות הדִשן בטיפולים השונים בשנת המחקר הראשונה (א) והשנייה (ב)

מס' הטיפול	שנה א' N-P-K	שנה ב' N-P-K
1	20-15-100	50-15-150
2	50-15-100	50-15-100
3	100-15-100	100-15-100
4	150-15-100	150-15-100
5	100-15-20	100-15-20
6	100-15-60	100-15-60
7	100-15-150	100-15-150
8	100-15-200	150-15-50

בכל מחזור גידול של צמחים נשלחו מי ההדשיה לבדיקה במעבדה בגילת, לבחינת תכולת המינרלים. כמו-כן, נבדקה תכולת המינרלים בעלוות הצמחים במעבדה בגילת (עגבניות) ובמעבדת שירות השדה בצמח (שעועית).

הצמחים במחקר: העגבניות בניסויים היו מהזן H-4107. הזרעים הונבטו במצע זריעה (תוצרת טוף מרום גולן) במגשי חישתיל בשולחן השרשה, והועברו לעציצים עם מצע פרלייט. הצמחים טופלו בטיפול ההדשיה השונים 6 שבועות אחרי הזריעה, כאשר היה להם עלה אמתי ראשון. **השעועית** מהזן קנטרי נזרעה ישירות לעציצי הפרלייט בבתי בצמיחה, וקיבלה את טיפולי ההדשיה השונים.

המזיקים שהשתתפו בניסויים:



כנימת עש הטבק *Bemisia tabaci* (להלו כע"ט). אוכלוסיית כע"ט ממין B (מכיוון שכיום נפוץ בארץ רק מין זה), גודלה במשך 5 דורות על צמחי שעועית או עגבניות לפני הצבתם בניסויים, כדי למנוע את הצורך בזמן ההסתגלות לצמח, כמקובל. האוכלוסייה גודלה בחדר מבוקר טמפרטורה ולחות ($28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, RH 60%) לפני העמדת הניסוי.



אקרית הקורים האדומה המצויה *Tetranychus urticae* (להלן א"א) ששימשה בניסויים, נתרמה ע"י חברת "ביו- ביי" מאוכלוסיות ייחודיות המגודלות בנפרד (על שעועית או על עגבניות), בהתאם לניסוי.



תנשמת האביב (הליוטיס) *Helicoverpa armigera* (להלן ת"א). אוכלוסיית המעבדה של תנשמת האביב נבנתה מביצים שנאספו בשדות עגבניה. הדור הראשון הוזן על מצע מזון מלאכותי המיועד לת"א (Stonefly Heliothis ® diet 38-0600 Ward's Science), והבוגרים הועברו לצמחי עגבניה בחדר מבוקר טמפרטורה ואור ($23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 8:16 D:L), שם הזדווגו והטילו ביצים. הזחלים שבקעו עליהם הועברו אל צמחי העגבניה בבתי הצמיחה, לביצוע הניסויים. לקראת הניסויים בשעועית, בוגרי ת"א שגודלו כזחלים על מצע מלאכותי הועברו להטלה על צמחי שעועית בחדר המבוקר, והדור השני שהתפתח עליהם הועבר לניסוי ההזנה על צמחי השעועית בבתי הצמיחה.

ניתוח סטטיסטי:

הניתוחים הסטטיסטיים בניסויים נעשו בעזרת מבחני ANOVA חד-גורמית ודו-גורמית לאחר טרנספורמציות (שורש ריבועי, Log, Arc-Sin) במקרה הצורך, כדי להתאים את הנתונים לדרישות המבחנים. במקרים בהם גם אחרי

הטרנספורמציות הנתונים לא התפלגו נורמלית, עברנו למבחן אי-פרמטרי Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests. כל המבחנים נעשו בעזרת תוכנת JMP גרסה 13.0.

פירוט הניסויים ותוצאותיהם:

מאחר ונערכו ניסויים עם 3 מזיקים שונים ע"י 3 חוקרים שונים, וע"מ להקל על הבנת התוצאות, מפורטים הניסויים ותוצאותיהם בנפרד, לכל מזיק בכל גידול.



ניסויי העגבניות



השפעת צירופי הדשן על שיעור ההטלה וקצב הגידול של כנימת עש הטבק בעגבניות

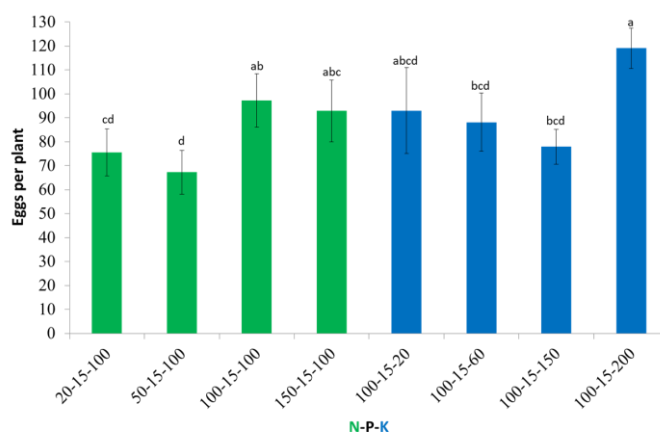
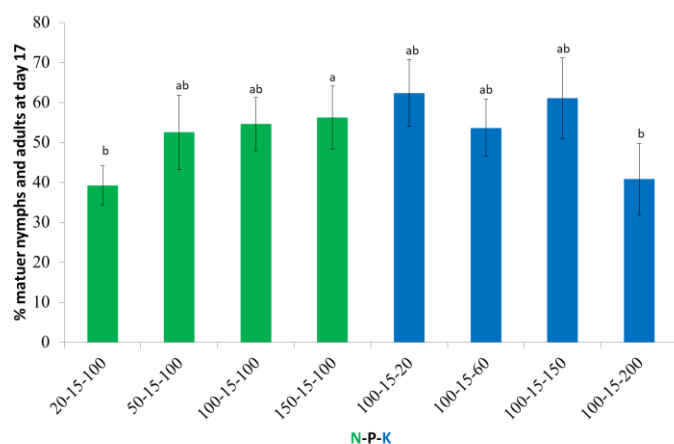
לבחינת השפעת משטרי הדשן בעגבניות על ההטלה, התפתחות ושרידות הכע"ט, הוצבו ניסויי עציצים בשנתיים הראשונות של המחקר. הניסויים הוצבו ב- 8 טיפולים (מפורטים לכל שנה בטבלה 1) ב- 6 חזרות (באוהלים נפרדים) לכל טיפול. בכל בלוק (אוהל) עמד צמח אחד מכל טיפול, ונבדקו שני עלים לכל צמח. על כל עלה הונח כלוב עלה, שהכיל 15 זוגות של זכרים ונקבות בוגרים, שרק הגיחו מהאוכלוסייה שגודלה על צמחי עגבניות, להטלה בפרק זמן של 24 שעות. לאחר מכן נאספו הבוגרים, והביצים נספרו. בהמשך, נערך מעקב אחרי קצב ההתפתחות (אחוז כנימות בשלבי ההתפתחות נימפה דרגה 2-3, נימפה דרגה 4 ובוגר) בימים 17 ו-24, וכן נקבעה השרידות ביום 24 (אחוז הפרטים שהגיעו לדרגת בוגר ביום 24).

מהתוצאות עולה, כי בשנת המחקר הראשונה כמות הביצים שהוטלה הייתה שונה באופן מובהק בין הטיפולים ($P=0.0224$). כמות הביצים הגבוהה ביותר הוטלה על הטיפול 100-15-200 (N-P-K בהתאמה), והנמוכה ביותר על הטיפולים 20-15-100 ו- 50-15-100 (תרשים 1). נתונים אלה יכולים להעיד כי נקבות הכנימה כנראה רגישות לרמת החנקן בצמח, והן מטילות יותר על צמחים בעלי רמת חנקן גבוהה, ונרתעות מלהטיל על צמחים בעלי רמת חנקן נמוכה.

בשלב הבא, כשנבדקה ההשפעה של רמות החנקן והאשלגן בצמחים השונים על קצב ההתפתחות של הכנימות, לא נצפו הבדלים מובהקים בקצב ההתפתחות בטיפולים השונים. עם זאת, הטיפולים 20-15-100 ו-100-15-200 נבדלו באופן מובהק מהטיפול 150-15-100 (תרשים 2). עובדה זו מעידה על כך, שרמות נמוכות של חנקן או רמות גבוהות במיוחד של אשלגן משפיעות באופן שלילי על קצב ההתפתחות של הכנימה, כך שאחוז נמוך יותר של פרטים בדרגות התפתחות מתקדמות מתקבלים ביום 17 ממועד ההטלה. תוצאות דומות התקבלו ביום 24 לגבי הטיפול 20-15-100, בו נצפה שיעור הבוגרים הנמוך ביותר מבין כל הטיפולים (תוצאה זו איננה מובאת כאן), דבר המצביע כנראה על רגישות גבוהה של הכנימה בשלבי ההתפתחות לרמת החנקן בצמח. לעומת זאת, לא התקבל הבדל מובהק בין הטיפולים השונים בשרידות מביצה לבוגר.

בשנת המחקר השנייה, בה חזרנו על אותו ניסוי עם 6 טיפולים זהים ו-2 שונים (טבלה 1), התקבלו תוצאות דומות - כמות הביצים הגבוהה ביותר הוטלה על הטיפולים 150-15-50 ו-150-15-100, והנמוכה ביותר על הטיפולים 100-15-20 ו-50-15-100 (תרשים 3), מה שיכול להעיד שוב כי נקבות הכנימה כנראה רגישות לרמת החנקן בצמח. הן מטילות יותר על צמחים בעלי רמת חנקן גבוהה, ונרתעות מלהטיל על צמחים בעלי רמת חנקן נמוכה.

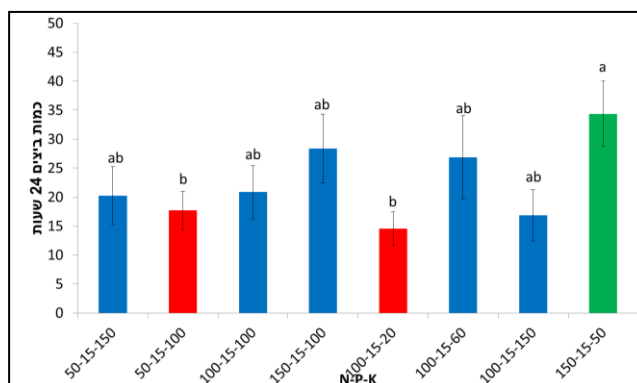
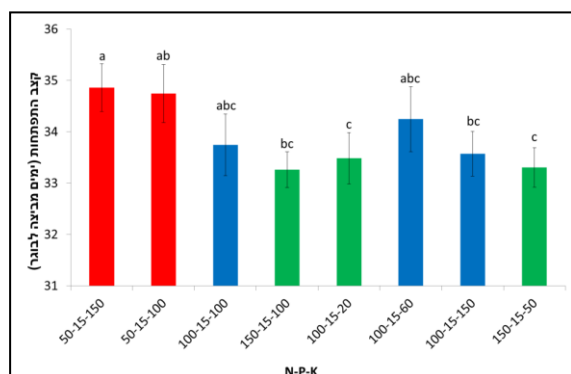
דוח תמיכות שנתי ומסכם שאלתיאל וחובי- הקשר בין דישון למזיקים 2019



תרשים 2: אחוז הפרטים בדרגת נימפה רביעית או בוגר ביום 17 (ממוצע ושגיאת תקן) כפי שהתפתחו על צמחי עגבניות, שדושו ברמות משתנות של חנקן ברמת אשלגן קבועה (4 העמודות השמאליות), או ברמות משתנות של אשלגן ברמת חנקן קבועה (4 העמודות הימניות) בשנת המחקר הראשונה. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD אחרי טרנספורמציה של Arcsin של הנתונים להתאמה לדרישות המבחן.

תרשים 1: כמות ביצי כע"ט (ממוצע ושגיאת תקן) שהוטלו על צמחי עגבניות, שדושו ברמות משתנות של חנקן ברמת אשלגן קבועה (4 העמודות השמאליות), או ברמות משתנות של אשלגן ברמת חנקן קבועה (4 העמודות הימניות) בשנת המחקר הראשונה. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.

בשלב הבא נבדקה ההשפעה של רמות החנקן והאשלגן בצמחים השונים על קצב ההתפתחות של הכנימות. המודל היה מובהק ($P = 0.0345$) והטיפולים 50-15-100 ו-50-15-150 נבדלו באופן מובהק מהטיפולים 150-15-100, 150-15-50 ו-100-15-20 (בשלושת האחרונים ההתפתחות הייתה מהירה יותר), דבר שהעיד שוב על כך שרמות נמוכות של חנקן ו/או רמות גבוהות במיוחד של אשלגן משפיעות באופן שלילי על קצב ההתפתחות של הכנימה (תרשים 4).



תרשים 4: קצב התפתחות הכנימות מביצה לבוגר (ממוצע ושגיאת תקן) על צמחי עגבנייה ברמות שונות של דישון חנקן ואשלגן. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Student T.

תרשים 3: כמות ביצי הכע"ט (ממוצע ושגיאת תקן) שהוטלו במשך 24 שעות על צמחי עגבנייה שדושו ברמות משתנות של חנקן ואשלגן בשנת המחקר השנייה. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Student T.

המסקנות משתי שנות המחקר הן שנקבות הכע"ט רגישות לרמת החנקן בצמח העגבנייה, ונרתעות מלהטיל על צמחים בעלי רמת חנקן נמוכה. בנוסף, רמות נמוכות של חנקן ו/או רמות גבוהות במיוחד של אשלגן משפיעות באופן שלילי על קצב ההתפתחות של הכנימה. כלומר, הטיפולים השונים נמצאו כמשפיעים על כמות הביצים המוטלת וקצב ההתפתחות - אך לא על השרידות. יש לציין, כי קצב ההתפתחות הוא הפרמטר החשוב ביותר לדינמיקה של המזיק בשדה, בגלל השפעתו על מספר הדורות של המזיק בעונה. קצב התפתחות איטי צפוי להוריד באופן משמעותי את אוכלוסיית המזיק בסוף העונה.



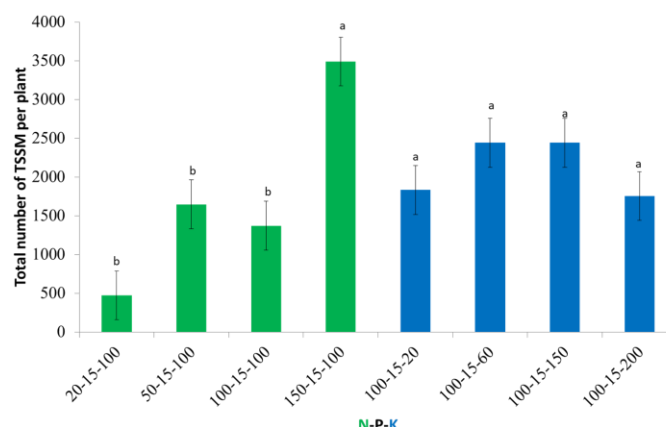
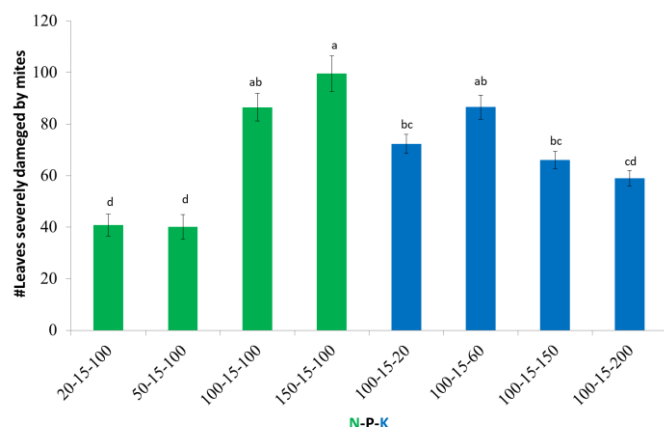
השפעת צירופי הדשן על התפתחות אוכלוסיית אקרית אדומה ופרמטרים צמחיים בעגבניות

בשנת המחקר הראשונה ערכנו ניסוי עם א"א על שתילי העגבנייה בעציצים. עלי עגבנייה עם אקריות התקבלו מחברת ביו-בי. העלים נבדקו ונחתכו לפיסות קטנות או בינוניות, שעל כל אחת מהן 10 אקריות קורים. פיסות העלה נלקחו לבית הרשת, והאילוח נעשה על ידי הצמדת פיסת העלה לצמח בעזרת שדכן. גובה הצמחים בזמן האילוח היה בין 30 ל-50 ס"מ. ההצמדה נעשתה לעלה שני מלמטה. הדגימות במהלך הניסוי בוצעו על ידי איסוף עלה שני ממקום האילוח כלפי מעלה, ובעזרת בינוקולר במעבדה נספרו כל הדרגות של אקריות הקורים. בסיום הניסוי, צמח שלם של עגבנייה (אחד מכל זוג) נחתך מבסיס הגבעול, העלים נשטפו באתנול 70% ונספרו האקריות בתשטוף. מהצמח השני באותה חזרה נספרו העלים הנקיים והמאולחים, וכמו-כן נשקלו החומר הצמחי (גבעולים ועלים) והפירות.

מתוצאות הניסוי עלה, כי אוכלוסיות הא"א גדלה עם רמת החנקן, ואילו לאשלגן לא הייתה השפעה עליה (תרשים 5). במקביל עם העלייה בכמות החנקן בדשן, מספר העלים שנפגעו קשה ע"י האקריות עלה גם הוא (תרשים 6).

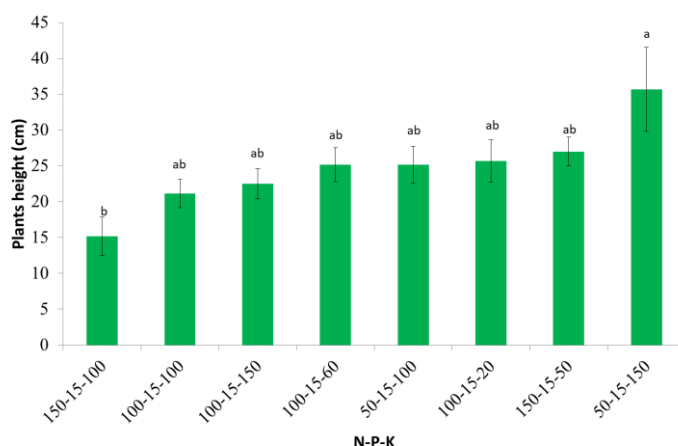
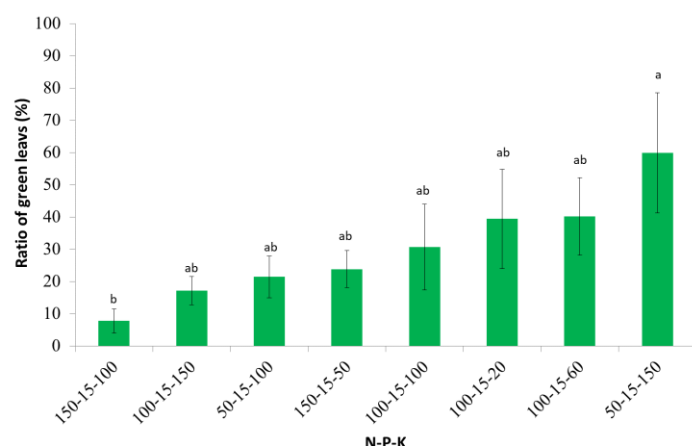
בשנת המחקר השנייה חזרנו על הניסוי באותה מתכונת כבשנה ראשונה, בצירופי הדשן החדשים (טבלה 1), והפעם לא נמצאו הבדלים מובהקים במספר האקריות בטיפולים השונים ($F_{7,35}=0.55$, $p=0.79$). לעומת זאת, נמצאו הבדלים בתגובת הצמחים בטיפולים השונים לנוכחות האקריות, כלומר נמצאו הבדלים מובהקים ($F_{7,35}=3.17$, $p=0.0105$) בין הטיפולים בגובה הצמחים (תרשים 7). תוצאה זו שונה מזו שמצאנו כאשר גידלנו את הצמחים ללא נוכחות מזיקים, שאז תוספת חנקן דווקא הביאה לתוספת יבול (תרשים 12). בנוכחות האקריות, הצמחים הנמוכים ביותר התקבלו דווקא בטיפול בו רמת החנקן הייתה הכי גבוהה ורמת האשלגן סטנדרטית, והצמחים הגבוהים ביותר התקבלו בטיפול בו רמת החנקן הייתה הנמוכה ביותר ורמת האשלגן גבוהה (תרשים 7). תוצאה דומה התקבלה כשנבחן משקל הצמחים ($F_{7,35}=2.84$, $p=0.0187$). שוב, הטיפול שהניב בנוכחות אקריות את הצמחים בעלי המשקל הנמוך ביותר, היה זה שבו רמת החנקן הייתה הגבוהה ביותר ורמת האשלגן הנמוכה ביותר. ניתן להסביר תוצאה זו כאשר בוחנים את שיעור העלים הירוקים מסך העלים בצמח - מדד לרמת פגיעת האקריות בצמח (תרשים 8). בטיפול עם רמת החנקן הנמוכה ביותר ורמת האשלגן הגבוהה ביותר (N-P-K 50-15-150) נמצאו באופן מובהק יותר עלים ירוקים (ללא נזקי אקריות ניכרים) מאשר בטיפול עם שיעור החנקן הגבוה ושיעור האשלגן הסטנדרטי (N-P-K 150-15-100).

דוח תמיכות שנתי ומסכם שאלתיאל וחובי- הקשר בין דיכון למזיקים 2019



תרשים 6: סה"כ העלים שנפגעו באופן קשה מא"א (ממוצע ושגיאת תקן) שנמצאו על צמחי עגבניות, שדושו ברמות משתנות של חנקן ברמת אשלגן קבועה (4 העמודות השמאליות), או ברמות משתנות של אשלגן ברמת חנקן קבועה (4 העמודות הימניות) בשנת המחקר הראשונה. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ מבחן Tukey HSD.

תרשים 5: סה"כ פרטי א"א (ממוצע ושגיאת תקן) שנמצאו על צמחי עגבניות, שדושו ברמות משתנות של חנקן ברמת אשלגן קבועה (4 העמודות השמאליות), או ברמות משתנות של אשלגן ברמת חנקן קבועה (4 העמודות הימניות) בשנת המחקר הראשונה. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ מבחן Tukey HSD.



תרשים 8: אחוז העלים הירוקים מסך כל העלים בצמח (ממוצע ושגיאת תקן) שדושו ברמות משתנות של חנקן ואשלגן, בנוכחות אקרית הקורים האדומה. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ מבחן Student T arcsin שנערך על הנתונים לאחר שעברו טרנספורמציה נורמלית. להתאמת הנתונים לדרישת התפלגות נורמלית.

תרשים 7: גובה צמחי העגבנייה (ממוצע ושגיאת תקן) שדושו ברמות משתנות של חנקן ואשלגן בנוכחות אקרית הקורים האדומה בשנת המחקר השנייה. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ מבחן Tukey HSD.

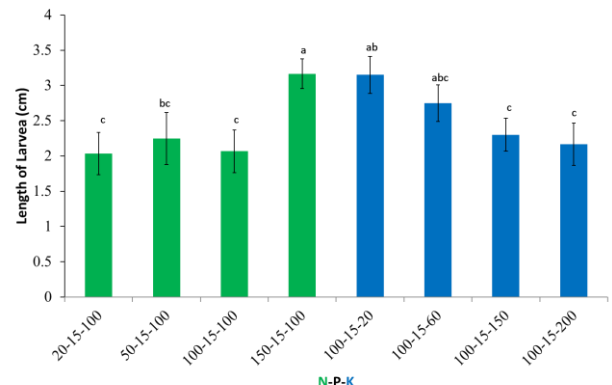
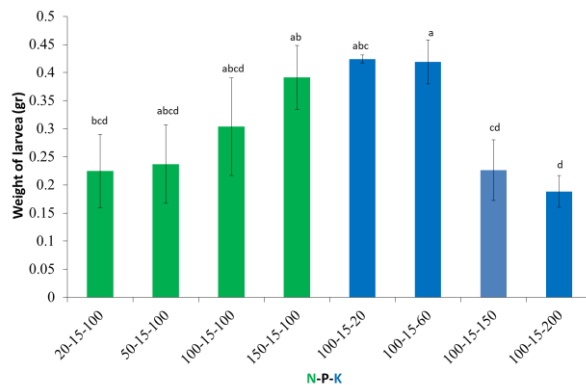
המסקנות משתי שנות המחקר הראשונות הן שניכרת מגמה (אם כי לא תמיד מובהקת) המצביעה על רגישות גודל אוכלוסיית האקריות לחנקן. אך הממצא המעניין מתגלה כשבוחנים את הנזק שהאקריות גורמות לצמח. בנוכחות אקריות, צמחי העגבנייה נפגעים יותר כאשר רמת החנקן גבוהה ורמת האשלגן נמוכה, והפגיעה פחותה כאשר רמת החנקן נמוכה ורמת האשלגן גבוהה.



השפעת צירופי הדיכון על הישרדות התפתחות והטלה של תנשמיית האביב בעגבניות

לבחינת השפעת משטר הדיכון על הישרדות והתפתחות זחלי ת"א, הוצבו בשנת המחקר הראשונה שני ניסויים שבהם זחלים בני 1-2 ימים, שבקעו על עלי עגבנייה, הועברו לקופסאות פלסטיק של 0.5 ליטר עם מכסה רשת 50 מש. בכל כלי הוכנס עלה עגבנייה עם 2-3 עלעלים (העלה הבוגר החמישי בכל ענף מהטיפולים השונים). כל הצמחים היו בשלב של פריחה וחנטה. אחת ל-3 ימים נבדקה הישרדות הזחלים והוחלף להם המזון במזון טרי. אלו שנשארו בחיים נשקלו ונמדד אורכם, ובאלו ששרדו והתגלמו - נשקלו הגלמים. בגלל שיעורי התמותה הגדולים של הזחלים הצעירים בניסוי הראשון הוצב ניסוי נוסף באותה מתכונת, אלא שבו הזחלים הועברו מיד אחרי הגיחה להזנה במשך 24 שעות על מזון מלאכותי, ורק אלו ששרדו את היממה הראשונה הועברו לניסוי. כל ניסויי ההזנה נערכו בחדר מבוקר בטמפ' 23 ± 2 מ"צ ובמשטר תאורה 16:8 D:L.

מתוצאות ניסוי ההזנה הראשון של ת"א על עגבניות עלה, כי רק 52% מהזחלים שרדו עד שלב הגולם, ולא נמצא קשר בין שיעור ההישרדות של הזחלים לבין רמות הדיכון השונות (Pearson $\chi^2=7.193$ $p=0.409$). לעומת זאת, נמצאו הבדלים מובהקים בגודל הזחלים, כפי שזה בא לידי ביטוי באורך הזחלים ($F_{7,22}=3.3$, $p=0.015$). ניכר, שעליה ברמת החנקן כשרמת האשלגן קבועה מובילה להתפתחות זחל ארוך יותר, ולעומת זאת, ברמת חנקן גבוהה קבועה, עליה ברמת האשלגן מובילה להתפתחות זחל קצר יותר (תרשים 9). תמונה דומה מתקבלת כשבוחנים את משקל הזחלים. ניכר, שברמת אשלגן גבוהה, גם כאשר רמת החנקן גבוהה, התפתחות הזחל מוגבלת ודומה להתפתחותו במצב של רמת החנקן הנמוכה (תרשים 5). גודל הזחל במקרים רבים משפיע על גודל הנקבה שתתפתח ממנו ועל מספר הביצים שתטיל, ופרמטר זה חשוב לקביעת גודל האוכלוסייה בשדה.

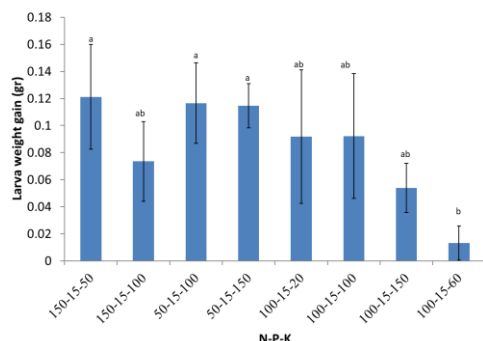


תרשים 10. משקל הזחלים ביום ה-22 (ממוצע ושגיאת תקן) כפי שהתפתחו על צמחי עגבניות, שדושו ברמות משתנות של חנקן ברמת אשלגן קבועה (עמודות ירוקות), או ברמות משתנות של אשלגן ברמת חנקן קבועה (עמודות כחולות). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Student T.

תרשים 9. אורך הזחלים ביום ה-22 (ממוצע ושגיאת תקן) כפי שהתפתחו על צמחי עגבניות, שדושו ברמות משתנות של חנקן ברמת אשלגן קבועה (עמודות ירוקות), או ברמות משתנות של אשלגן ברמת חנקן קבועה (עמודות כחולות). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Student T.

בניסוי ההזנה השני, שהוצב בעגבניות, שרדו רק 48% הזחלים עד שלב הגולם, אך הפעם נמצאו הבדלים מובהקים בשיעור ההישרדות בין הטיפולים השונים (Pearson $\chi^2=16.61$ $p=0.020$). רק בטיפול החנקן הגבוה ביותר, ברמת אשלגן קבועה, שיעור ההישרדות הגיע ל-100%, בעוד שבטיפול החנקן האחרים הוא נע בין 0 ל-33.3% (טבלה 2). ביחס לאשלגן, לא ניכרה מגמה ברורה בהשפעתו על שיעורי ההישרדות. גם בתוחלת החיים הממוצעת של הזחלים בכל טיפול

נמצאו הבדלים מובהקים ($F_{7,38}=3.44$, $p=0.006$). שיעור הישרדות גבוה ותוחלת חיים ארוכה יכולים להשפיע הן על בנית האוכלוסייה בשדה והן על כמות הנזק לגידול. כל עוד הזחלים חיים הם ניזונים, ולאילו שמתגלמים סיכוי סביר להגיע לבגרות ולהטיל ביצים.



טיפול הדישון (ppm) N-P-K	אחוז הפרטים שהתגלמו	תוחלת החיים של הזחלים, בימים
20-15-100	33.3 %	ab 14.83 ± 4.03
50-15-100	0 %	b 8.17 ± 2.23
100-15-100	50 %	ab 20.66 ± 3.51
150-15-100	100 %	a 23.66 ± 1.20
100-15-20	33.3 %	ab 11.33 ± 3.58
100-15-60	50 %	ab 21.75 ± 4.32
100-15-150	33.3 %	ab 11.00 ± 3.32
100-15-200	83.3 %	ab 20.33 ± 2.54

תרשים 11: שיעור העלייה במשקל הזחלים במהלך חייהם מיום ההצבה עד למותם או התגלמותם (ממוצע ושגיאת תקן) בטיפול הדישון השונים בעגבניות. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Student T

טבלה 2: אחוז הזחלים ששרדו עד שלב ההתגלמות בטיפול הדישון השונים בעגבניות ותוחלת החיים הממוצעת של הזחלים בכל טיפול בשנת המחקר הראשונה. שורות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD על נתונים שעברו טרנספורמציה arcsin.

בשנת המחקר השנייה חזרנו על ניסויי ההתפתחות והישרדות זחלי ת"א בעגבניות, בצירופי הדשן החדשים (טבלה 1). המתכונת כבשנה א', פרט לכך שהניסוי התבצע במבחנות פלסטיק 50 מ"ל (תוצרת מיניפלסט), עם מכסה הברגה שנקדח בו חור לאוורור שכוסה ברשת 50 מש. בניסוי זה רק 12.5% מהזחלים שרדו עד שלב הגולם (כנראה בשל וירוס). בבחינת תוחלת החיים של הזחלים המודל לא היה מובהק ($p=0.1616$). נמצאה מגמה המצביעה על כך שבטיפולים עם רמת חנקן זהה, ברמת האשלגן הגבוהה הזחלים עלו פחות במשקל (תרשים 11), בדומה לתוצאות שהתקבלו בניסוי זה בשנה שעברה.

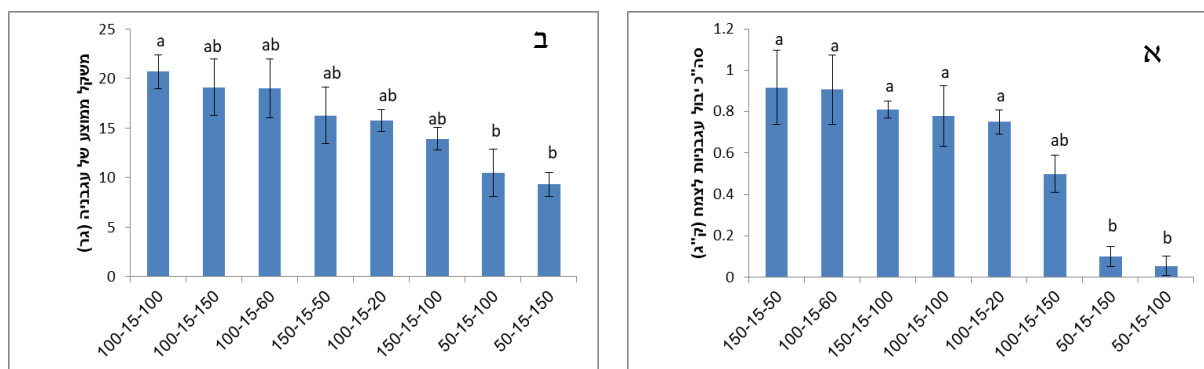
לבחינת השפעת משטר הדישון על שיעור ההטלה של העשים הוצבו שני ניסויים אחד ללא בחירה בשנת המחקר הראשונה ואחד עם בחירה בשנת המחקר השנייה. בניסוי ללא בחירה, כאשר הצמחים במנהרת הגידול היו בשלב של פריחה, הם הועברו לחדר הגידול במעבדה בחוות וכל צמח הוחזק בנפרד בכלוב עשוי מגליל פלסטי שקוף עם רשת 50 מ"ש בחלקו העליון, שלתוכו הוכנס זוג עשים ביום הגחתם. כעבור שבוע מיום ההצבה, נספרו הביצים והזחלים בכל כלוב. במהלך השבוע העציצים הושקו ודושנו לפי הטיפולים. טווח שיעור ההטלה, כפי שנמדד במספר הצאצאים (ביצים וזחלים) על הצמחים, נע בטיפולים בין 2.3 ± 10 ועד 29 ± 45 (ממוצע ושגיאת תקן), אך לא נמצאו הבדלים מובהקים בשיעור ההטלה בין טיפולי הדשן השונים ($F_{7,35}=0.78$, $p=0.68$). לא נמצאה מגמה המצביעה על העדפה לכמות דשן חנקני או אשלגני. בניסוי הבחירה, 8 עציצים מכל בלוק (אחד מכל טיפול) הוצבו באקראיות מלאה בכלוב פרספקס שקוף (שממדיו $120 \times 40 \times 60$ סמ"ק), עם חורי אוורור המחופים ברשת דקה. לכל כלוב הוכנסו שני זוגות בוגרי הליוטיס ביום הגחתם. כעבור שבוע מיום ההצבה, נספרו הביצים והזחלים בכל כלוב. במהלך השבוע העציצים הושקו ודושנו לפי הטיפולים. שיעור ההטלה, כפי שנמדד במספר הצאצאים לצמח (ביצים וזחלים) בטיפולים, נע בין 2.46 ± 4.33 ועד 17.75 ± 38.33 (ממוצע ושגיאת תקן). גם בניסוי הבחירה לא נמצאו הבדלים מובהקים בין טיפולי הדשן השונים ($F_{7,35}=0.59$, $p=0.75$), ולא נמצאה העדפה לטיפולים כלשהם.

המסקנות מהניסויים עם תנשמית האביב בעגבניות הן שנקבות העש אדישות לרמות החנקן והאשלגן של הצמח עליו הן מטילות. מצד שני, יש קשר בין שיעור ההישרדות וההתפתחות של הזחלים לבין רמות הדיכון השונות. **תוספת אשלגן תורמת להתפתחות והישרדות הזחלים, בעוד שבטיפולים עם רמת חנקן זהה ורמות אשלגן גבוהות תוספת האשלגן פגעה בהתפתחות והישרדות הזחלים.**

השפעת טיפולי הדיכון על יבול העגבניות ללא נוכחות המזיקים

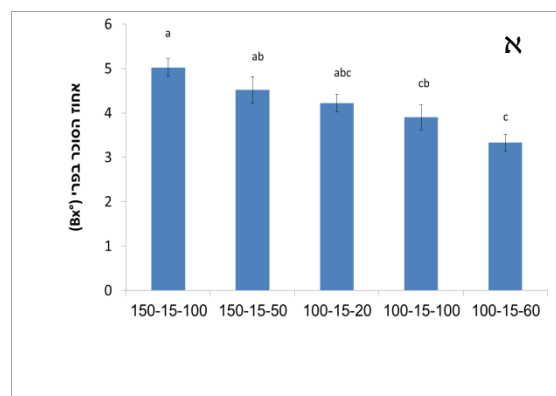
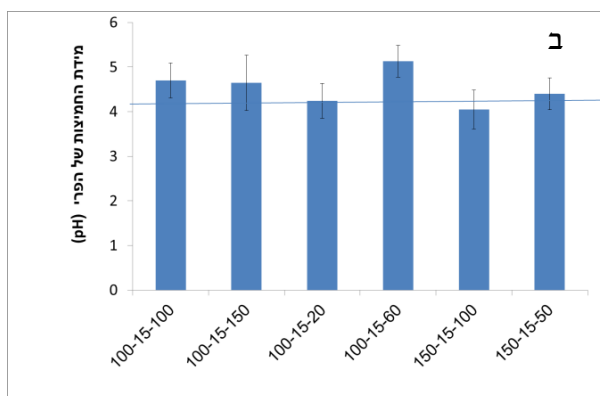
מאחר ולא ניתן להתייחס לממשקי דיכון מבלי להתייחס ליבול, בשנת המחקר השנייה בחנו גם את השפעת טיפולי הדיכון השונים בעגבנייה, ללא נוכחות מזיקים, על כמות היבול ומדדי הטעם של הפירות: תכולת הסוכר ($Brix^\circ$) וחומציות (pH). בדיקות היבול נערכו במועד בו 50% מהפירות שינו את צבעם לאדום. בכל אחת מהחזרות נשקל ונספר היבול, חושב משקל ממוצע לפרי, ונשקלה העלווה (הצמח ללא הפרי). בדיקות הפרי נערכו במעבדה לאחסון פירות במיגל. מ-2 פירות אדומים מכל חזרה נסחט הפרי, המיץ סונן בפד גזה ונבדקו כלל המוצקים המומסים (כ.מ.מ.) במכשיר רפרקטומטר מדגם NR-101 (מחברת Spain, J.P. Selecta), והחומציות נבחנה בעזרת מכשיר אוטומטי לטיטור (חברת Schott USA).

מהתוצאות עלה, שהגורם המשמעותי ביותר המשפיע על כמות היבול הוא, כצפוי, כמות החנקן בדיכון. האשלגן בטווח של עד 100 ppm לא משפיע על סה"כ היבול. ברמת חנקן גבוהה, כאשר רמת האשלגן מאוד גבוהה (150 ppm), נצפתה פחיתה של כ-30% בכמות היבול, אך הבדל זה איננו מובהק (תרשים 12 א'). לעומת הפחיתה הנובעת מרמות חנקן נמוכות. הפגיעה בכמות היבול באה לידי ביטוי בעיקר במספר הפירות לצמח, ופחות במשקלם הממוצע (תרשים 12 ב').



תרשים 12: סה"כ יבול העגבניות במועד הקטיף (א) ומשקל ממוצע של עגבנייה (ב) (ממוצע ושגיאת תקן) בצמחים שדושו ברמות משתנות של חנקן ואשלגן, ללא נוכחות מזיקים. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.

מבחינת מדדי האיכות של הפרי, בבחינת כמות המוצקים המסיסים (כמ"מ), המודל היה מובהק $p = 0.001$. גם כאן, ניכר שהגורם העיקרי המשפיע על מתיקות הפרי הוא החנקן, כאשר האשלגן לא מהווה גורם מגביל (תרשים 13 א). ראוי לציין שבתעשייה, רמת הכמ"מ ה"אדיש" (שמעליה מקבלים פרס ומתחתייה קנס) היא $Bx^\circ = 4.95$, כלומר שרק הטיפול עם רמת החנקן הגבוהה ביותר עבר ערך זה.



תרשים 13: מדדי איכות הפרי, אחוז הסוכרים המומסים בפרי (א) ומידת החומציות של הפרי (ב) שנמדדו בעגבניות האדומות (ממוצע ושגיאת תקן) במועד קטיף בטיפולי הדשן השונים. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD. בתרשים ב', הקו האופקי מסמן את סף ערך ההגבה המקובל במפעלים, שמתחתיו לא נהוג לקלוט פרי.

מבחנית חומציות הפרי, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים $p = 0.447$ (תרשים 13 ב), ורובם עברו את ערך הסף המקובל במפעלים, העומד על ערך הגבה של $pH = 4.2$.

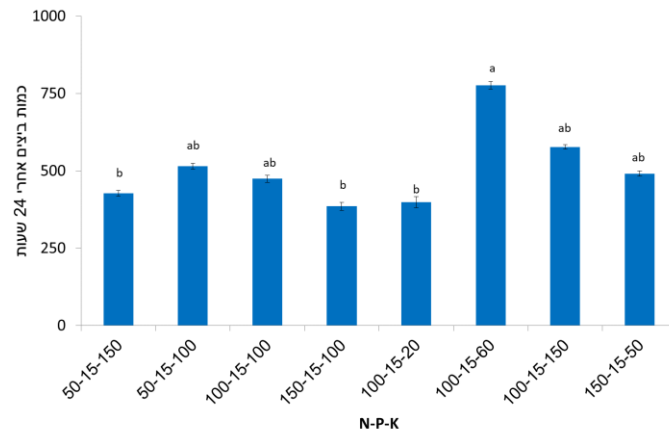
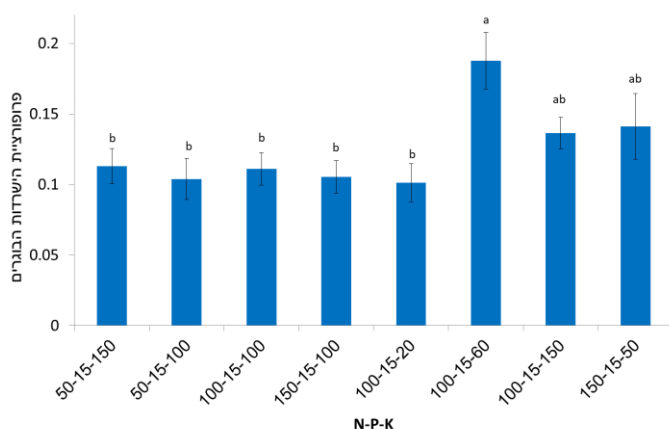


ניסויי השעועית



השפעת צירופי הדשן על שיעור ההטלה וקצב הגידול של כנימת עש הטבק בשעועית

ניסויי ההטלה וקצב גידול הכעי"ט בשעועית נערכו באותה מתכונת של הניסויים בעגבניות. **מניתוח תוצאות** הטלת הביצים לאורך השבוע בניסויי הבחירה בשעועית, אנליזת ה-ANOVA החד-גורמית הצביעה על כך שאין הבדל מובהק בין הטיפולים $(F_{7,40} = 1.18, p = 0.335)$. יחד עם זאת, השוואות פרטניות הצביעו על הבדלים מובהקים במספר הביצים בין טיפול 100-15-60 (N-P-K בהתאמה) בו היו הכי הרבה ביצים, לעומת הטיפולים 100-15-20, 150-15-100 ו-100-15-50 בהם הוטלה כמות הביצים הנמוכה ביותר $(p \leq 0.04)$. מכאן, שקשה להצביע על העדפה כלשהי של הכנימות ליותר חנקן או לפחות אשלגן בצמחי השעועית (תרשים 14).



תרשים 15: פרופורציית הפרטים הבוגרים (ממוצע ושגיאת תקן) על צמחי השעועית שדושו ברמות משתנות של חנקן ואשלגן. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.

תרשים 14: כמות ביצי כעי"ט (ממוצע ושגיאת תקן) שהוטלו על צמחי שעועית, שדושו ברמות משתנות של חנקן ואשלגן. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Student T.

גם בבחינת התפתחות הכנימות, אנליזת ANOVA חד-גורמית הצביעה על הבדל מובהק בפרופורצית הפרטים הבוגרים בטיפולים השונים לאורך שבוע ימים ($F_{7,184}=3.69$, $p=0.0009$) והטיפול 100-15-60 היה המיטבי גם במקרה זה. כלומר, ניתן לומר שיש קשר בין העדפת ההטלה של הנקבות לבין התפתחות הצאצאים, אך קשה למצוא מגמה ברורה ביחס לדיכון החנקני והאשלגני (תרשים 15). ניתן להבין תוצאות אלו כשמסתכלים על רמת החנקן שנמצאה בפועל בצמחי השעועית (טבלה 3). רמת החנקן בעלוות השעועית שדושנה ברמת החנקן הנמוכה ביותר (20 PPM) גבוהה בהרבה מרמת החנקן בעלוות העגבניות שדושנו ברמת החנקן הגבוהה ביותר (150 PPM). מכאן ניתן להסיק, שיתכן ובעלי השעועית החנקן אינו מהווה גורם מגביל, ולכן הכנימות אינן מגיבות להבדלים ברמתו.

טבלה 3. תכולת המינרלים שנמצאה בעלוות הצמחים בפועל בטיפולי הדיכון השונים, בשנת המחקר הראשונה.

מספר הטיפול	N-P-K (PPM) בתמיסת הדשן	תכולת המינרלים בעלוות העגבניות (% מחומר יבש)			תכולת המינרלים בעלוות השעועית (% מחומר יבש)		
		N	P	K	N	P	K
1	20-15-100	2.46	0.41	3.45	4.84	0.48	2.42
2	50-15-100	2.96	0.38	3.57	5.86	0.67	2.76
3	100-15-100	3.15	0.30	2.89	5.74	0.57	2.73
4	150-15-100	3.83	0.32	2.63	6.02	0.50	3.08
5	100-15-20	3.88	0.48	0.79	5.83	0.59	2.37
6	100-15-60	3.38	0.32	2.43	6.03	0.65	2.56
7	100-15-150	3.55	0.49	4.27	5.87	0.64	2.88
8	100-15-200	3.48	0.46	4.50	5.88	0.64	2.85



השפעת צירופי הדשן על התפתחות אוכלוסיית אקרית אדומה בשעועית

ניסויי התפתחות אוכלוסיית האקריות על צמחי השעועית הוצבו באותה מתכונת כניסוי העגבניות. בשנת המחקר הראשונה היו אוכלוסיות מתונות של א"א שבועיים לאחר האילוח, ולא נמצאו הבדלים בין הטיפולים באוכלוסיית האקריות ($F_{7,35}=0.91$, $p=0.52$) או בשיעור העלים הפגועים מאקריות ($F_{7,35}=0.28$, $p=0.57$). לעומת זאת, נמצאו הבדלים מובהקים במשקל הצמחים ($F_{7,35}=7.75$, $p<0.0001$). המשקל הנמוך ביותר התקבל בצמחים שגדלו בממשק הדיכון עם רמת החנקן הנמוכה ביותר ורמת האשלגן הגבוהה ביותר. מכיוון שנתונים אלו דומים לתוצאות גידול השעועית ללא מזיקים (תרשים 18), אנו מיחסים הבדלים אלו להשפעה הישירה של הדיכון על הצמח, ולא דרך השפעתו על האקריות. גם בניסוי שהוצב בצירופי הדשן השונים בשנת המחקר השנייה לא נמצאו הבדלים באוכלוסיית האקריות על הצמחים בטיפולים השונים ($F_{7,35}=0.78$, $p=0.60$). מכאן עולה, כי בשעועית לשני המינרלים לא הייתה השפעה כלשהי על אוכלוסיית האקריות או על הנזק שנגרם מהן, וזאת בשונה מהשפעתם בעגבניות. אנו משערים שבדומה לכע"ט (הרגישה לחנקן), הכמויות הגבוהות של חנקן בעלוות (טבלה 3) גרמו לכך שגם עבור האקריות תכולת החנקן בעלוות השעועית לא היוותה גורם מגביל.



השפעת צירופי הדשן על שיעור ההטלה והתפתחות תנשמת האביב בשעועית

לבחינת השפעת משטר הדיכון על שיעור ההטלה של העשים על שעועית הוצב ניסוי בחירה. כאשר הצמחים במנהרת הגידול היו בשלב של פריחה, הם הועברו לחדר הגידול במעבדה ו-8 עציצים מכל בלוק (אחד מכל טיפול) הוצבו באקראיות מלאה בכלוב פרספקס שקוף (שממדיו 120*40*60 ס"מ) עם חורי אוורור המחופים ברשת דקה. לכל כלוב

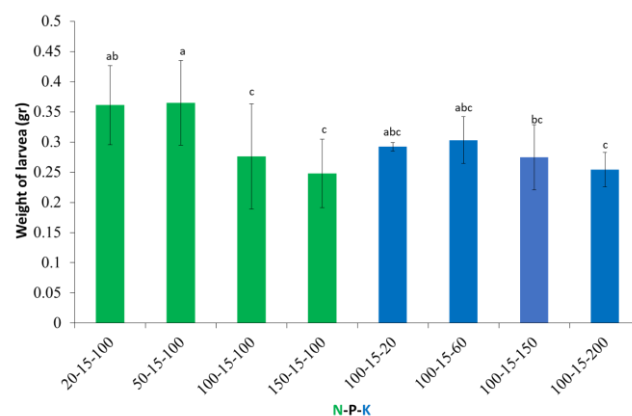
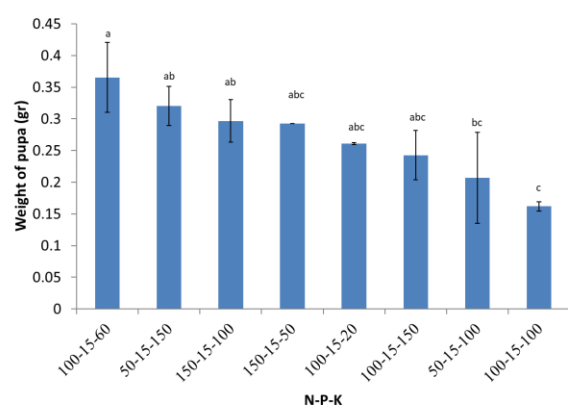
הוכנסו ארבעה זוגות בוגרי הליוטיס ביום הגחתם. כעבור שבוע מיום ההצבה, נספרו הביצים והזחלים בכל כלוב. במהלך השבוע העציצים הושקו ודושנו לפי הטיפולים. על ניסוי זה חזרנו באותה מתכונת.

התוצאות מצביעות על כך שגם בניסוי זה, כמו בניסויי בחירת ההטלה של ת"א על עגבניות, לא נמצא כל הבדל בין הטיפולים ($F_{7,35}=0.63$, $p=0.72$), כך שנראה שנקבות ת"א אינן מבחינות בין הצמחים בטיפולי הדשן השונים.

לבחינת השפעת משטר הדישון על הישרדות והתפתחות של ת"א על צמחי השעועית ברמות הדשן השונות, הוצב בשנת המחקר הראשונה ניסוי בדומה למתכונת הניסויים בעגבניות, בהבדל אחד: ההאכלה נעשתה במבחנות 50 מ"ל מפלסטיק (תוצרת מיניפלסט) שהוברגו עם מכסה ובו רשת 50 מש לאוורור, ולא במיכלים של חצי ליטר. כמו כן, בניסוי זה הוצבו זחלים מדרגה שלישית (יום שלישי מהגחה), שהוזנו מרגע ההגחה ועד ההצבה במזון מלאכותי, ורק אלו ששרדו הועברו לניסוי. הגלמים והזחלים ששרדו נשקלו חושב שיעור ההישרדות, משך החיים של הזחלים בכל טיפול, ושיעור העלייה במשקל.

התוצאות מצביעות על שיעור הישרדות גבוה ($80.39\% \pm 4.45$) מהזחלים התגלמו, ולא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים ($\text{Pearson Chi}^2=5.23$ $p=0.63$). לעומת זאת, נמצא הבדל מובהק במשקל המקסימלי של הזחלים טרם התגלמותם ($F_{7,31}=2.78$, $p=0.023$). הזחלים במשקל הנמוך ביותר (תרשים 16) נמצאו בטיפולים בהם תכולת האשלגן בעלווה הייתה הגבוהה ביותר (טבלה 3).

גם בשנת המחקר השנייה, נמצא שרמות גבוהות של אשלגן השפיעו על משקל הגולם (תרשים 17). פרמטר זה קשור לגודל הנקבה שתגיח ולמספר הביצים שתטיל - ובכך משפיע על גודל האוכלוסייה העתידית. לעומת זאת, גם בשנה השנייה לא נמצאו הבדלים מובהקים בתוחלת החיים, או בשיעור ההתגלמות של הזחלים.

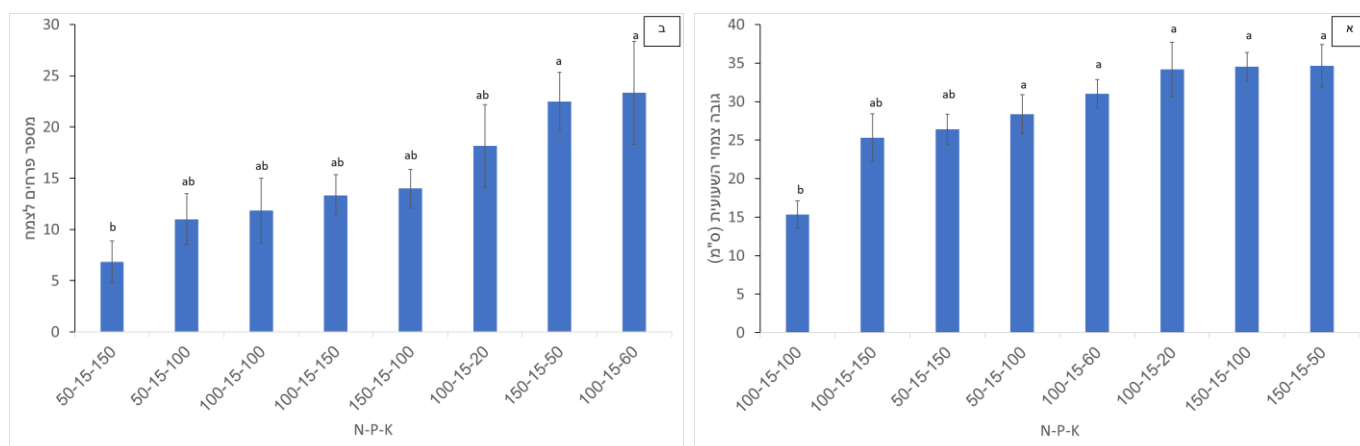


תרשים 17 משקל גלמי תנשמית האביב (ממוצע ושגיאת תקן) שהתפתחו על צמחי שעועית שדושנו ברמות משתנות של חנקן ואשלגן בשנת המחקר השנייה. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Student T.

תרשים 16 משקל זחלי תנשמית האביב לפני ההתגלמות (ממוצע ושגיאת תקן) שהתפתחו על צמחי שעועית שדושנו ברמות משתנות של חנקן ברמת אשלגן קבועה (עמודות ירוקות), או ברמות משתנות של אשלגן ברמת חנקן קבועה (עמודות כחולות) בשנת המחקר הראשונה. עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Student T.

השפעת צירופי הדשן על גידול השעועית היבול ואיכותו ללא מזיקים

כדי ללמוד מה השפעת רמות משתנות של חנקן ואשלגן על הגידול והיבול בצמחי שעועית ללא נוכחות מזיקים, הצבנו ניסוי בו שעועית מהזן סטנלי גדלה בעציצים ב-8 צירופי הדשן של שנת המחקר השנייה (טבלה 1). בסיום הניסוי התרמילים נספרו ונשקלו, ונספרו גם הפרחים שטרם חנטו. **התוצאות** מצביעות על כך שדישון ברמות הגבוהות ביותר של חנקן, עם רמות נמוכות או בינוניות של אשלגן, הניב את הצמחים הגבוהים ביותר (תרשים 18 א'). בבדיקת מספר הפרחים כמדד ליבול הצמחים, נמצאה תוצאה מובהקת - מספר הפרחים הנמוך ביותר התקבל בצירוף של רמת החנקן הנמוכה ביותר ורמת האשלגן הגבוהה ביותר (טיפול 50-15-150). מספר הפרחים הגבוה התקבל ברמות חנקן גבוהות ורמות אשלגן נמוכות (תרשים 18 ב').

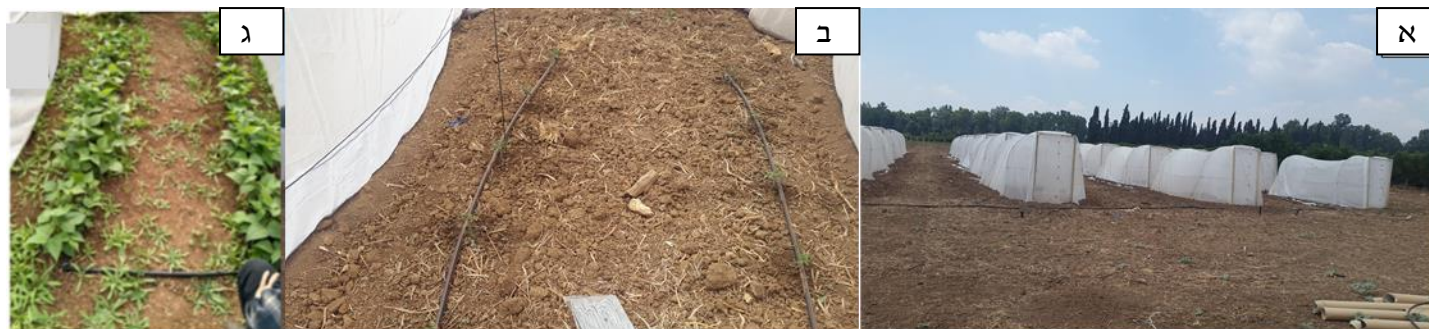


תרשים 18: התפתחות צמחי השעועית שדושנו ברמות משתנות של חנקן ואשלגן ללא נוכחות מזיקים. א. גובה הצמחים. ב. מספר פרחים לצמח (ממוצע ושגיאת תקן). עמודות עם אותיות שונות נבדלות זו מזו ברמת מובהקות $p < 0.05$ ע"פ מבחן Tukey HSD.

פירוט הניסויים ותוצאותיהם לשנת המחקר השלישית:

רקע כללי: בשנת המחקר השלישית (2019), מערכת המחקר עברה לקרקע לדמות תנאי שדה. לפיכך, איתרנו שלושה שטחים אפשריים להקמת המנהרות בעמק החולה. דגימות קרקע לבחינת רמות המינרלים נשלחו למעבדה לשירות שדה בצמח. בשני שטחים רמות המינרלים בקרקע היו גבוהות מידי, ולא אפשרו להציב ניסוי הבוחן טיפולי דישון שונים. רק באזור השלישי שנבדק, רמת המינרלים בקרקע הייתה נמוכה דיה כדי לאפשר העמדת ניסוי (נספח 1). כדי להוריד עוד יותר את רמת המינרלים ההתחלתית בקרקע, הושארו עשבים בחלקה על מנת שינצלו את המינרלים בקרקע. קצרנו אותם בהגיעם לפריחה וסילקנו את השאריות מהשטח, קלטרנו ותחחנו את הקרקע. בסוף מאי נבנו 24 בתי רשת קטנים, שגודלם 6 מ"ר (תמונה 2). בניסוי נבחנו 2 טיפולי דישון – (i) הממשק המומלץ שהתקבל מתוצאות המחקר בשנתיים הראשונות, המשקלל את ההשפעה על המזיקים יחד עם ההשפעה על כמות ואיכות היבולים, ובו רמת חנקן מתונה ורמת אשלגן גבוהה (המקבילה בקרקע של הטיפול בעציצים של 100 PPM חנקן ו-150 PPM אשלגן). (ii) ביקורת משקית של ממשק הדישון המקובל, רמה מתונה של חנקן ואשלגן (המקבילה בקרקע של הטיפול בעציצים של 100 PPM חנקן ו-100 PPM אשלגן). נבנתה תכנית הדשייה לכל אחד משני הטיפולים בשני הגידולים, תוך

התחשבות במועד הגידול וכמויות המינרלים בקרקע (פירוט כמויות הדשן ומהלך ההדשה בשעועית ועגבניות בנספח מס. 2 א' וב' בהתאמה).



תמונה 2- 24 בתי הרשת (המינהריות) שנבנו בחוות המטעים לניסויי שנת המחקר השלישית והצמחים שנשתלו בהם. א. מבט מבחוץ. ב. מבט מבפנים עם 10 צמחי עגבנייה שנשתלו בכל מנהרה וג. 140 צמחי שעועית שנזרעו בכל מנהרה.

מאחר ונערכו ניסויים עם 3 מזיקים שונים בשני גידולים שונים, הניסויים ותוצאותיהם מובאים בנפרד לכל גידול ולכל מזיק באותו גידול.



מהלך ניסויי העגבניות

העגבניות מהזן H-4107 נזרעו בחוות המטעים במגשי השרשה, הושקו במתזים ודושנו מנביטה עד שתילה בדשן שפר 5-3-8 (1%) למשך 3 שבועות. השתילים נשתלו ב 12/6/19 ומערכת ההשקיה כללה 2 טורים של 10 טפטפות של 2.3 ל' שעה. מיד עם השתילה, הצמחים קיבלו השקיות ללא דשן והוחל הטיפול בממשקי הדישון השונים (30 יחידות N ו-30 יחידות K בטיפול המשקי ו-30 יחידות N ו-50 יחידות K בטיפול המועשר באשלגן). פיזור המזיקים החל באוגוסט, בהתאם למצב הצמחים המתאים לכל מזיק.

פיזור האקריות האדומה המצויה - בוצע ב 5/8/19 במנהרות המיועדות לכך, במינון של 5 אקריות לצמח. פרטי א"א שגודלו על צמחי עגבנייה התקבלו מחברת ביו-בי. במעבדה העלים נבדקו בעזרת בינוקולר ונחתכו לפיסות בגודל כ-2 סמ"ר, שעל כל אחת מהן 10 אקריות קורים בוגרות (דרגות צעירות, זכרים וביצים לא נספרו). פיסות העלה נלקחו למינהריות, והאילוח נעשה על ידי הצמדת פיסת העלה לצמח בעזרת שדכן. גובה הצמחים בזמן האילוח היה בין 30 ל-50 ס"מ. ההצמדה נעשתה לעלה שני מלמטה. הדגימה בוצעה כחודש לאחר האילוח, כאשר בכל שתיל נקטף העלה השני ממקום האילוח כלפי מעלה (סה"כ 10 עלים מכל מנהרה). כל עלה שנאסף הוטבל במבחנה עם 80 מ"ל אתנול, ובעזרת בינוקולר במעבדה נספרו כל הביצים והדרגות הניידות של אקריות הקורים ב-1 מ"ל. חישוב מספר האקריות לעלה הוא מספר האקריות ל-1 מ"ל X 80 מ"ל.

פיזור תנשמיית האביב- בוצע ב 6/8/19 במינון של 4 זוגות למנהרית, ותגבור נוסף בוצע ב-11/9/19 עם פיזור של 10 זחלים בני 3 ימים בכל מינהרית. אוכלוסיית העשים נוטרה אחת לשבועיים ע"י בדיקת 10 פירות בכל מינהרית (ללא קטיף) לסימני אכילה ו-5 עלים בכל מנהרית שנקטפו לחיפוש זחלים וביצים במעבדה.

פיזור כנימת עש הטבק - בוצע ב 30/8/19 אחרי בדיקת נגיעות של כע"ט (מאילוח טבעי) והשלמה לרמה של 50 זוגות לכל מינהרית.

מאחר ונמצאה נגיעות גדולה בכע"ט בכל המינהריות, גם באלו המיועדות לאקריות ולתנשמיית האביב, וכדי למנוע פגיעה באפשרות לבחון השפעת כל מזיק לחוד, החלטנו לטפל בכע"ט במנהריות המיועדות לבחינת השפעת המזיקים האחרים. בהתייעצות עם מדריכי הגידול חיפשנו חומר, שיפגע רק בכנימת עש הטבק ולא באקריות או בעשים, והחלטנו להגמיע מתחת לטפטפת את השתילים במנהרות א"א ות"א בתכשיר קוהינור (Imidacloprid) רק בבתי הרשת שיועדו למזיקים אלו. בשל טעות אנוש, הגמעת חומר ההדברה כנגד כנימות עש הטבק נעשתה ב- 25/7/19 במערכת ההשקיה והגיעה לכל בתי הרשת - גם לאלו המיועדים לבדיקת כנימת העש. מאחר וחומר זה הוא שאריתי בקרקע, היה עלינו להעתיק את בתי הרשת למיקום חדש. ההעתיקה התבצעה ב 6/8/19 ושתילה של צמחים מחדש בוצעה ב-11/8/19.

פיזור של כנימת עש הטבק במינהריות אחרי העתקתן ושתילתן מחדש בוצע ב-30/8/19 והושלם לרמה של 50 זוגות לכל מינהרית. ניטור הכע"ט נעשה כשבוע (3/9/19) וכחודש (2/10/19) לאחר הפיזור, כאשר מכל צמח בכל מנהרית נאסף עלה (סה"כ 10 עלים למנהרית) ובעזרת בינוקולר במעבדה נספרו כל הדרגות על העלה (ביצים נימפות ובוגרים).

טיפולים נוספים נגד מזיקים: בשל נגיעות בכע"ט ובאקרית חלודה, נאלצנו לטפל במנהריות ת"א וא"א בתכשירי הדברה הבאים: 27/8/19 - טיפול נגד כע"ט באיפון (Dinotefuran) וב-16/9/19 - טיפול באוברון (Spiromesifen) ובמנקודי (Mancozeb – Dithiocarbamates) נגד אקרית חלודה.

קטיף העגבניות במינהריות המאולחות בת"א וא"א התבצע ב-15/9/19 כאשר כ-70% מהפירות היו אדומים בכל המינהריות. קטיף העגבניות במנהרות שאולחו בכע"ט (והועתקו) התבצע ב-5/11/19. בכל מבנה נשקל ונספר כל היבול, וכן נשקלו כל הצמחים ללא היבול, נבחן שיעור הפרי הנגוע לעומת הנקי ונבחנה איכות הפרי במדדי בריקס. כמו כן, נבדקו רמות החנקן והאשלגן בפירות ובעלווה (במעבדת שירות השדה של צמח).



תוצאות ניסויי העגבניות



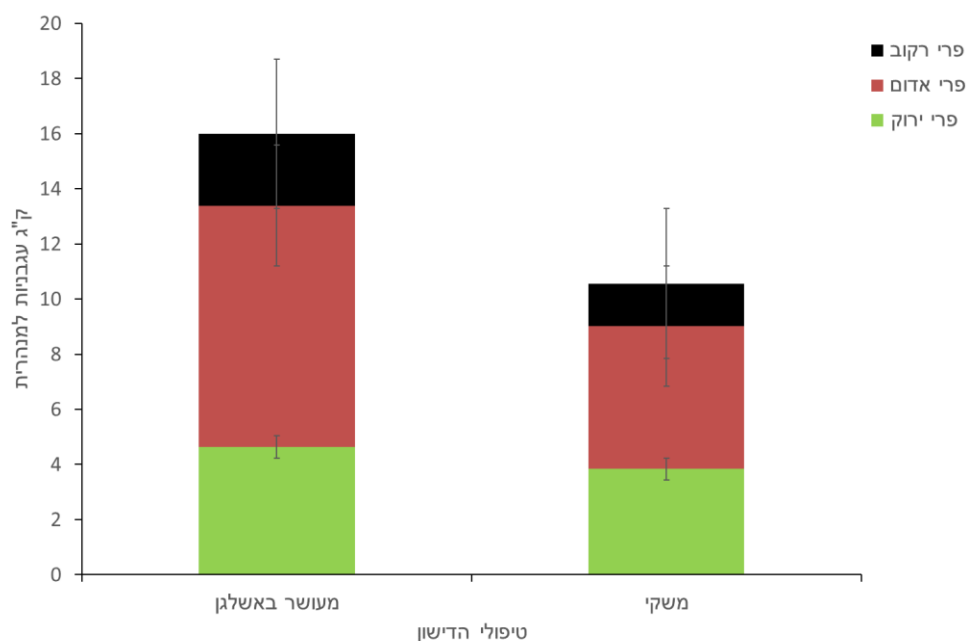
השפעת צירופי הדשן בעגבניות על התפתחות אוכלוסיית האקרית האדומה המצויה ויבול העגבניות

בספירת האקריות על העלים, שנערכה כחודש לאחר האילוח, נמצאה אוכלוסייה גדולה של אקריות על הצמחים בשני הטיפולים, אך לא נמצא הבדל בכמותם בטיפולים השונים 654 ± 134 (ביצים ודרגות נעות) לעלה (ממוצע ושגיאת תקן) במנהרית בטיפול המשקי, ו- 677 ± 160 אקריות לעלה בטיפול המועשר באשלגן ($F_{1,6}=0.01$, $p=0.92$).

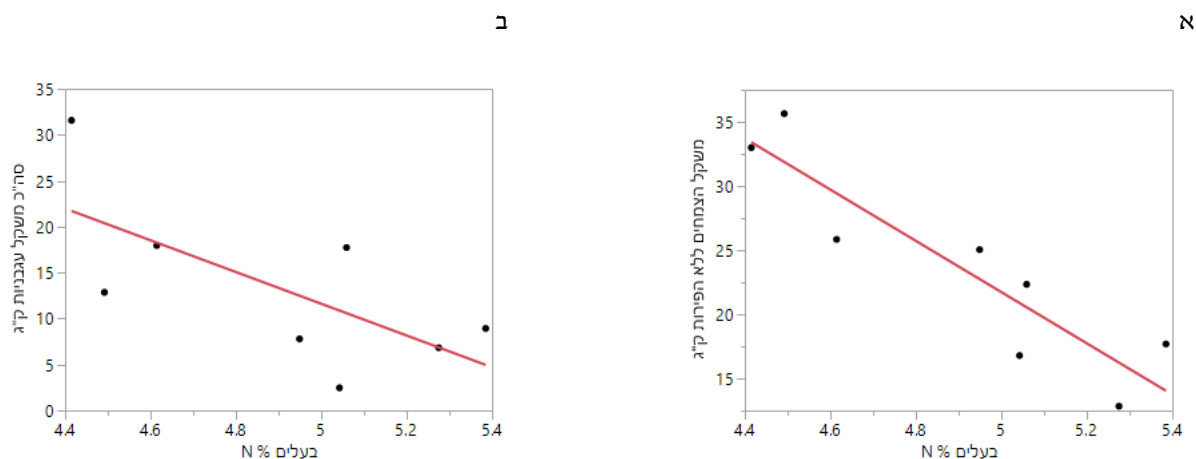
בקטיף, לעומת זאת, מצאנו כי סך כל יבול העגבניות במינהריות שקיבלו את הטיפול העשיר באשלגן היה גבוה ב-50% מאשר במנהריות בטיפול המשקי (תרשים 19), אם כי מגמה זו לא הייתה מובהקת ($F_{1,6}=0.67$, $p=0.44$). כאשר בדקנו את מספר העגבניות הרקובות במועד הקטיף, מצאנו שבאופן מובהק היו יותר מהן בטיפול העשיר באשלגן, $F_{1,6}=8.14$.

($p=0.03$). אנו משערים שהבדל זה נובע מכך שבטיפול זה לא רק שהיו יותר עגבניות, אלא יתכן שהן גם הבשילו מוקדם יותר, ולכן במועד הקטיפי יותר עגבניות הספיקו להרכיב. כשבחנו את הקשר בין רמת החנקן בעלווה בכל מינהרית לבין משקל הצמחים במועד הקטיפי, מצאנו קשר לינארי הפוך, חזק ומובהק ($R^2=0.82$ $p=0.0018$). ככל שרמת החנקן בעלווה עלתה, משקל הצמחים ללא הפירות היה נמוך יותר (תרשים 20 א). אותה מגמה של קשר לינארי הפוך נמצאה גם בין רמת החנקן בעלווה לבין סה"כ היבול (תרשים 20 ב'), אם כי הקשר היה פחות חזק ולא מובהק ($R^2=0.46$, $p=0.06$).

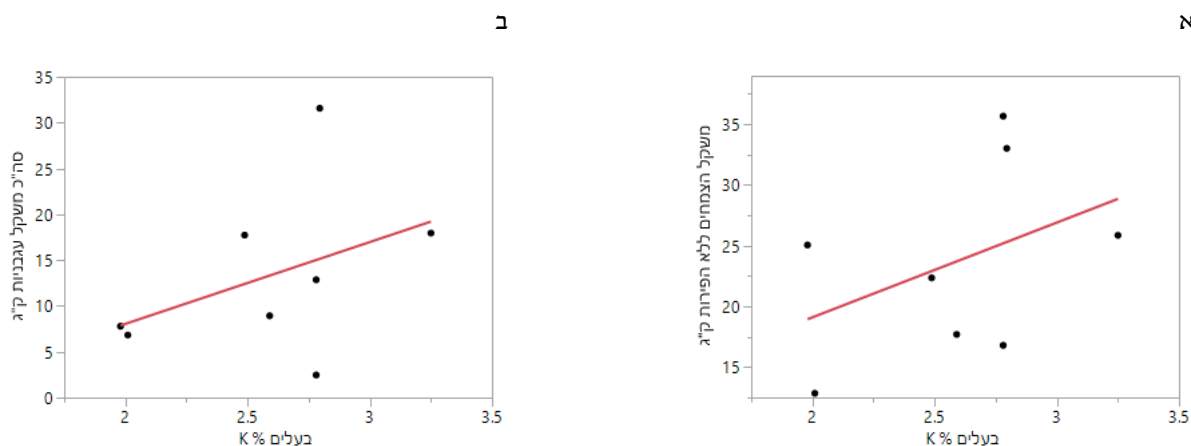
כשבחנו את הקשר בין רמת האשלגן בעלווה לבין משקל הצמחים (ללא היבול) ולמשקל היבול, מצאנו שככל שיש יותר אשלגן בעלווה - משקל הצמחים וכמות היבול גבוהים יותר (תרשים 21). עוצמת הקשר הייתה נמוכה ולא מובהקת ($R^2=0.18$, $p=0.30$), ($R^2=0.17$, $p=0.30$ בהתאמה). תוצאות אלו דומות לאלו שקיבלנו בניסויי העציצים בשנה הראשונה והשנייה, בהם ראינו שתוספת חנקן מגבירה את הנזק מאקריות ותוספת אשלגן מצמצמת נזק זה, למרות שאיננה משפיעה על אוכלוסיית האקריות. כלומר, תוספת אשלגן מצמצמת את הנזק הנגרם לצמחים בעקבות נוכחות האקריות, וזה בא לידי ביטוי ביותר יבול.



תרשים 19. יבול העגבניות במנהריות שאולחו באקרית האדומה בטיפולי הדיכון השונים (ממוצע ושגיאת תקן).



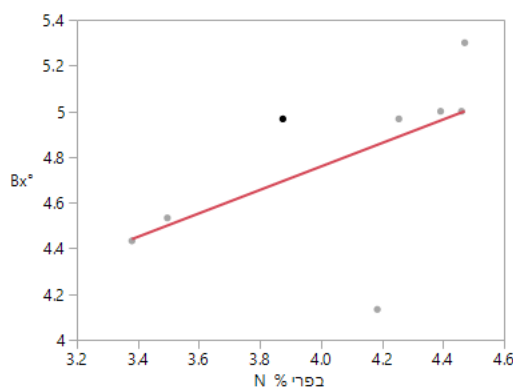
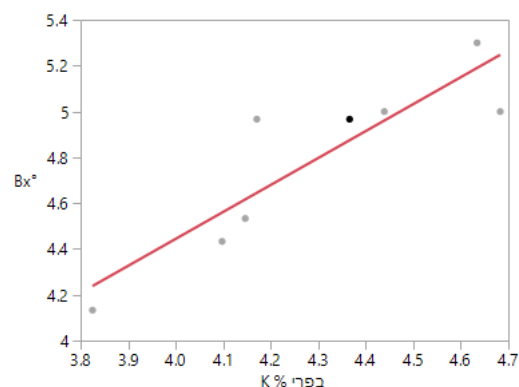
תרשים 20. הקשר בין כמות החנקן בעלווה של צמחי העגבניה במנהריות שאולחו באקריות לבין א. משקל הצמחים ללא הפירות וב. למשקל הפירות.



תרשים 21. הקשר בין כמות האשלגן בעלווה לבין משקל הצמחים ללא הפירות (א) ולמשקל הפירות (ב) במנהריות שאולחו באקריות.

כשבחנו את הקשר בין כמות המינרלים בפרי לבין כמות המוצקים המסיסים (כמ"מ) בעגבניות שנקטפו במינהריות שאולחו באקריות, נמצא קשר לינארי חזק ומובהק בין רמת האשלגן לכמ"מ ($R^2=0.81$, $p=0.003$). כלומר, ככל שהיה יותר אשלגן בפירות, רמת הבריקס הייתה גבוהה יותר (תרשים 22 א). כשבחנו את הקשר בין כמות החנקן בפרי לבין רמת הבריקס בפירות במינהריות אלו (תרשים 22 ב') המגמה הייתה דומה, אך הקשר יותר חלש ולא מובהק ($R^2=0.33$, $p=0.15$).

ב

 $\mathbb{Z}$ 

תריסר 22. הקשר בין כמות האשלגן בפרי לבין הכמ"מ בפירות (א) ובין כמות החנקן בפרי לבין הכמ"מ בפירות למשקל הפירות (ב) במנהריות שאולחנו באקריות.

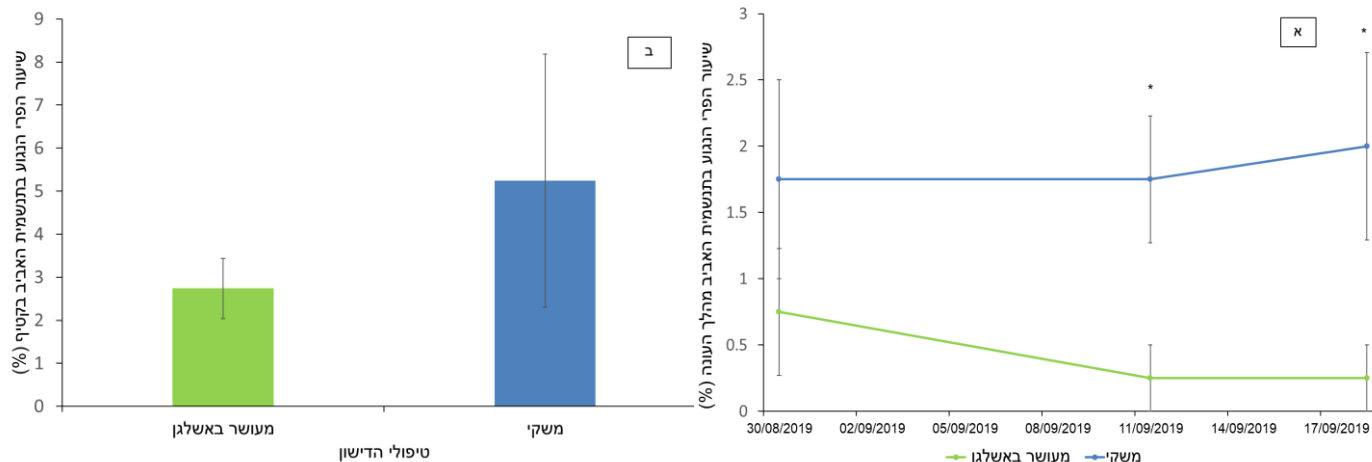
 השפעת צירופי הדשן בעגבניות על התפתחות אוכלוסיית תנשמת האביב ויבול העגבניות

בדיגום הפירות, החל מתחילת החנטה, מצאנו פי 2 יותר פירות שנפגעו ע"י אכילה של זחלי ת"א (תמונה 3) בטיפול המשקי לעומת בטיפול שקיבל תוספת אשלגן. הבדל זה היה מובהק כבר בבדיקה השנייה (תרשים 23א'). גם בקטיפ, שבו בדקנו את כל הפירות, אחוז הפירות הנגועים בת"א היה נמוך פי 2 בטיפול המועשר באשלגן לעומת הטיפול המשקי (תרשים 25ב'), אם כי הבדל זה איננו מובהק ($F_{1,6}=0.36$, $p=0.57$). בקטיפ לא נמצא הבדל במשקל היבול (עגבניות אדומות, ירוקות ורקובות) בין שני הטיפולים ($F_{1,6}=0.04$, $p=0.85$) או במשקל הצמחים (עלווה וגבעולים) בטיפולים השונים ($F_{1,6}=0.0002$, $p=0.99$).



תמונה 3. עגבנייה שנפגעה ע"י אכילה של זחל תנשמית האביב.

לגבי כמויות היבול, מעניין לציין שכאשר בדקנו במודל דו-גורמי את השפעת הדישון והמזיק על כמויות היבול, מצאנו שהגורם המשמעותי ביותר היה המזיק. כלומר, היבול במנהריות שאולחו בת"א היה גבוה במובהק מהיבול במנהריות שאולחו באקריות (26.5 ± 23.4 ק"ג למנהרית לעומת 13.5 ± 3.22 בהתאמה; $p=0.02$; $t=-2.65$). זה מעיד על כך שהאקריות שרמת האוכלוסייה שלהן הייתה גבוהה, פגעו ביכולת הייצור של הצמחים וגרמו לפחיתה ביבול.

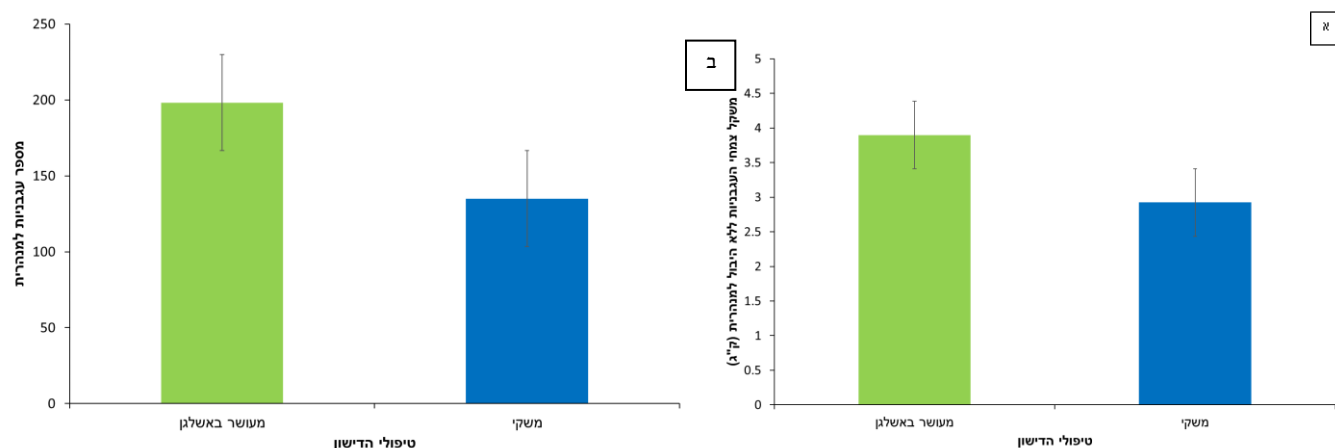


תרשים 23. שיעור הפרי הנגוע בת"א במהלך העונה (א) בקטיף (ב) בטיפול הדיכון השונים (ממוצע $\pm$ שגיאת תקן) כוכביות (*) מעל תאריכי הדיגום מצביעות על הבדל מובהק בין הטיפולים ברמה של $P < 0.05$ ע"פ מבחן T.



השפעת צירופי הדיכון בעגבניות על התפתחות אוכלוסיית כנימת עש הטבק

בספירת הכע"ט במהלך העונה בשני מועדי הדיגום לא נמצאו הבדלים מובהקים בסה"כ אוכלוסיית הכנימות על הצמחים במינהריות (בדיגום ב-3/9/19, $F_{1,66}=0.78$, $p=0.37$ ובדיגום ב-2/10/19, $F_{1,13}=0.0036$, $p=0.95$). למרות שלא נמצאו הבדלים באוכלוסיית הכע"ט במהלך העונה בטיפולים השונים, בקטיף נמצא שמשקל הצמחים (ללא הפירות) היה גבוה ב-25% בטיפול המועשר באשלגן לעומת הטיפול המשקי (תרשים 24 א'), אם כי הבדל זה איננו מובהק. במועד הקטיף לא התחילה הבשלה של העגבניות, ולכן התמקדנו במספר העגבנות ולא במשקלן. מצאנו כ-30% יותר עגבניות בטיפול המועשר באשלגן לעומת הטיפול המשקי (תרשים 24 ב'), אם כי גם הבדל זה איננו מובהק ($F_{1,6}=2.24$, $p=0.18$).



תרשים 24. תוצאות הקטיף במינהריות שאולחו בכנימת עש הטבק בטיפול הדיכון השונים (ממוצע $\pm$ שגיאת תקן) א. משקל צמחי העגבניה ללא הפרי. ב. מספר פירות העגבניה.

לסיכום ניסויי העגבניות, נראה שתוספת אשלגן מצמצמת את הנזק הנגרם ליבול כתוצאה מנוכחות האקריות, ואף תורמת לעליה בכמ"מ. בנוכחות תנשמית האביב, תוספת האשלגן תרמה להפחתה בנזק הנגרם לפרי. בנוכחות הכע"ט, נמצאה מגמה המצביעה על כך שתוספת אשלגן דווקא תורמת לכמות הפרי.



ניסויי השעועית

זריעת השעועית מהזן סטנלי התבצעה ב-7/11/19, בצפיפות של 140 צמחים למנהרית (העומד המקביל ל-15,000 שתילים לדונם). השתילים הושקו בצינור עם טפטפת כל 20 ס"מ, בספיקה של 1 ליטר/שעה (פירוט כמויות הדשן ומהלך ההדשה בנספח מס 2 ב'). פיזור המזיקים החל בדצמבר, בהתאם למצב הצמחים המתאים לכל מזיק.

פיזור האקרית האדומה המצויה - בוצע בתאריך 12/1/2020 במנהרות המיועדות לכך. פרטי א"א גודלו על צמחי שעועית בנוה יער. העלים נבדקו בעזרת בינוקולר ונחתכו לפיסות בגודל כ-4 סמ"ר, שעל כל אחת מהן 20 אקריות קורים בוגרות (דרגות צעירות, זכרים וביצים לא נספרו). פיסות העלה נלקחו למינהריות, והאילוח נעשה על ידי הצמדת פיסת העלה לצמח בעזרת שדכן. הצמחים היו מסודרים בשני טורים צפופים, ובכל טור אולחו 5 צמחים, סה"כ 10 צמחים למנהרית, כ-200 אקריות למנהרית. לאחר 3 שבועות נאספו לאתנול עלים מ-10 צמחים (5 בכל טור) לספירת אקריות. על אף שבמנהריות ניתן היה לראות אקריות על העלים שאולחו, בעלים שנדגמו לא היו אקריות כלל. אנו מייחסים זאת לטמפרטורה הנמוכה בתקופת האילוח, שגרמה לכך שאוכלוסיית האקריות נשארה קטנה ומקומית על העלה.

פיזור תנשמית האביב- בוצע ב-29/12/19 במינון של 4 זוגות למינהרית, ותגבור נוסף בוצע ב-19/1/2020 עם פיזור של 48 זחלים בני 3 ימים בכל מינהרית.

פיזור כנימת עש הטבק- בוצע ב-2/12/19 במינון של 300 זוגות למינהרית ותגבור נוסף בוצע ב-25/12/19 עם פיזור של 50 זוגות למינהרית. ניטור הכנימות התבצע ב-20/1/2020, ע"י בדיקת 8 עלים מכל מנהרית בעזרת בינוקולר וספירת כל הצאצאים (ביצים ונימפות).

ב-17/1/2020 - רוחות במהירות של 120 קמ"ש שנשבו בעמק החולה עיקמו את שלד המתכת של המנהריות. רובן קרסו וחלק מהצמחים נשברו. יישרנו אותן מחדש כמיטב יכולתנו, אך בשלב מצבן ובשל גל קור עם צפי לקרה, בהתייעצות עם שאול גרף, הקדמנו את קטיפת השעועית גם לפני הבשלה מלאה של כל התרמילים.

קטיפת השעועית התבצע ב-5/2/2020. בכל מנהרית קטפנו 2 מ' שורה של צמחים שלמים. הצמחים והתרמילים נספרו ונשקלו, ונספרו הפרחים שטרם חנטו.



תוצאות ניסויי השעועית



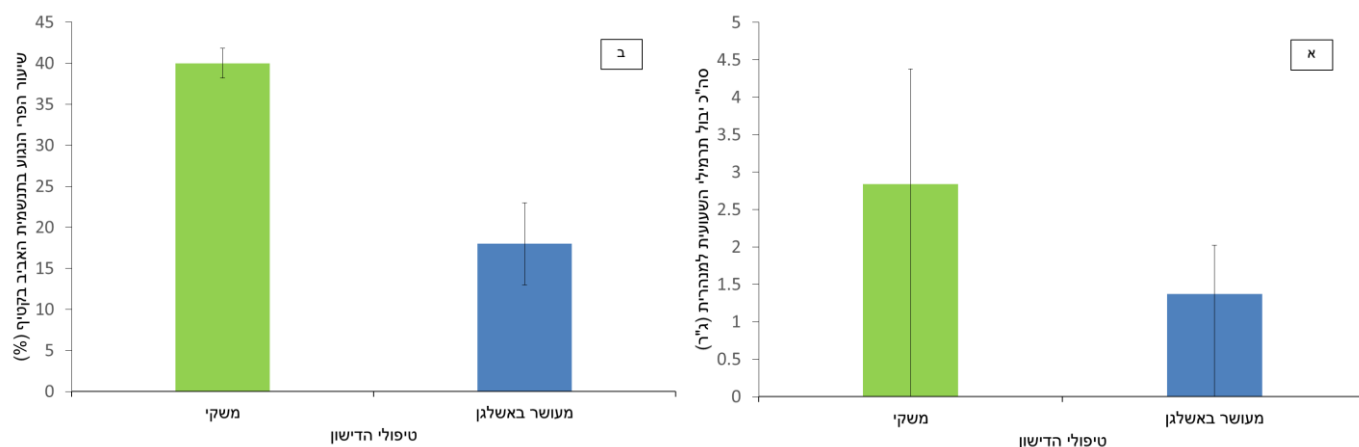
השפעת צירופי הדשן בשעועית על במנהריות שאולחו באקרית האדומה המצויה על יבול השעועית

בקטיף לא נמצא הבדל במשקל צמחי השעועית שגדלו בטיפול המשקי לבין אלו שגדלו בטיפול המועשר באשלגן (1.37 ± 0.05 ק"ג ל-2 מ' שורה ו- 1.29 ± 0.14 ק"ג ל-2 מ' שורה בהתאמה, $F_{1,5}=0.39$, $p=0.56$). לעומת זאת, משקל התרמילים בטיפול המשקי היה גדול פי 5 מאשר בטיפול המועשר באשלגן (15.96 ± 9.85 גר' ו- 3.85 ± 1.29 גר', בהתאמה) אך הבדל זה לא היה מובהק ($F_{1,5}=1.07$, $p=0.34$). במספר הפרחים לא נמצא כל הבדל בין הטיפולים (בטיפול המועשר באשלגן נמצאו 233 ± 24.77 פרחים ב-2 מ' שורה, לעומת 232 ± 38.87 בטיפול המשקי).



השפעת צירופי הדשן בשעועית במנהריות שאולחו בתנשמת האביב על יבול השעועית

בקטיף צמחי השעועית שאולחו במהלך העונה בת"א, נמצא הבדל של 20% במשקל הצמחים (ללא התרמילים) שגדלו בטיפול המשקי לבין משקלם בטיפול המועשר באשלגן, אך גם כאן הבדל זה לא היה מובהק (1.43 ± 0.18 ק"ג ל-2 מ' שורה ו- 1.15 ± 0.03 ק"ג ל-2 מ' שורה בהתאמה $F_{1,5}=1.96$, $p=0.21$). משקל התרמילים בטיפול המשקי היה גדול פי 2 מאשר בטיפול המועשר באשלגן, אך שיעור הפרי הנגוע היה נמוך פי 2 בטיפול זה (תרשים 25). הבדל זה לא היה מובהק ($F_{1,5}=1.66$, $p=0.25$). קיימת מגמה המצביעה על כך שתוספת האשלגן מצמצמת את הנזק הנגרם ע"י ת"א.



תרשים 25. תוצאות הקטיף במנהריות שאולחו בתנשמת האביב בטיפול דיכון השונים (ממוצע $\pm$ שגיאת תקן) א. יבול תרמילי השעועית. ב. שיעור התרמילים שנפגעו מאכילת זחלי תנשמת האביב.



השפעת צירופי הדשן בשעועית במנהריות שאלחו בכנימת עש הטבק על יבול השעועית

בניטור אוכלוסיית הכע"ט במהלך גידול השעועית נמצאו מעט מאוד כנימות על הצמחים, כנראה בשל הטמפרטורות הנמוכות ששררו בתקופת הגידול. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים (5.32 ± 1.61 כנימות לעלה בטיפול המעושר באשלגן לעומת 1.85 ± 1.69 בטיפול המשקי, $F_{1,40}=2.21$, $p=0.14$). בקטיפ צמחי השעועית שאלחו במהלך העונה בכע"ט לא נמצא הבדל במשקל הצמחים ($F_{1,6}=0.13$, $p=0.73$), וגם לא במשקל התרמילים ($F_{1,6}=0.09$, $p=0.77$). לעומת זאת, מספר הפרחים בטיפול המעושר באשלגן היה נמוך פי 2 מאשר בטיפול המשקי, והבדל זה היה מובהק ($F_{1,5}=7.64$, $p=0.039$, בהתאמה, 415.00 ± 52.04 לעומת 264.75 ± 27.48).

לסיכום - בניסויי השעועית לא מצאנו שתוספת אשלגן תורמת להתפתחות הצמחים בנוכחות המזיקים השונים, ואפילו יש מגמות המצביעות על כך שתוספת האשלגן פוגעת ביבול. מצד שני, לתוספת האשלגן יש כנראה תרומה בהפחתת הנזק הנגרם לתרמילים ע"י זחלי תנשמת האביב.

דיון בתוצאות המחקר בכל שנותיו וסיכום

משתי שנות המחקר במצע מנותק **בעגבניות** עולה, כי נקבות **כנימת עש הטבק** רגישות לרמת החנקן בצמח העגבנייה ונרתעות מלהטיל על צמחים בעלי רמת חנקן נמוכה, ובנוסף שרמות נמוכות של חנקן ו/או רמות גבוהות במיוחד של אשלגן משפיעות באופן שלילי על קצב ההתפתחות של הכנימה. **באקרויות** ניכרת מגמה, אם כי לא תמיד מובהקת, המצביעה על רגישות גודל אוכלוסיית האקרויות לחנקן, כאשר תוספת אשלגן תרמה לגודל האוכלוסייה. אך גם ללא קשר לגודל האוכלוסייה, בנוכחות אקרויות צמחי העגבנייה נפגעו יותר כאשר רמת החנקן הייתה גבוהה ורמת האשלגן נמוכה, בעוד שהפגיעה של האקרויות בצמחים הייתה קלה יותר כאשר רמת החנקן נמוכה ורמת האשלגן גבוהה. **בזחלי תנשמת האביב בעגבניות** נמצא שתוספת אשלגן תורמת להתפתחות והישרדות הזחלים, בעוד שבטיפולים עם רמת חנקן זהה ורמות אשלגן גבוהות נפגעה התפתחות והישרדות הזחלים. לעומת זאת, מסתבר שנקבות העש אדישות לרמות החנקן והאשלגן של הצמח עליו הן מטילות.

בשעועית, מצאנו כי לשני המינרלים לא הייתה השפעה כלשהי על אוכלוסיית הכע"ט או האקרויות ולא לנזק שהן גרמו, ואנו משערים שתכולת החנקן בעלוות השעועית לא היוותה גורם המגביל עבורם. תוצאות דומות היו גם ל- Karungi וחובי (2006) שלא מצאו השפעה של רמות NPK בשעועית על כנימת העלה *Aphis fabae*, שהינה כאמור חרק מוצץ הניזון ממוהל הצמח. לעומת זאת, בתנשמת האביב שהינה חרק לועס, מצאנו שתוספת האשלגן בשעועית פגעה בהתפתחות הזחלים. את חשיבות תוספת האשלגן להתמודדות של צמחים עם גורמים שונים וביניהם מזיקים מצאו גם Wang וחובי (2013) וכך גם Sarwar (2012) שמצאו שתוספת אשלגן בגידול אורז תרמה להפחתת הנזק מנובר האורז *Scirpophaga incertulas*.

כשעברנו לניסויים **בקרע** התוצאות חזרו על עצמן. **בניסויי העגבניות** נראה שתוספת אשלגן מצמצמת את הנזק הנגרם ליבול כתוצאה מנוכחות האקרויות, ואף תורמת לאיכות הפרי כפי שזה בא לידי ביטוי בעליה בכמ"מ. תוספת

האשלגן תרמה גם להפחתה בנזק הנגרם לפרי מתנשמת האביב. בנוכחות הכע"ט נמצאה מגמה המצביעה על כך שתוספת אשלגן תורמת ליבול, כלומר לצמצום הנזק שהכע"ט גורמת. **בניסויי השעועית בקרקע** לא מצאנו שתוספת אשלגן תרמה להתפתחות הצמחים מבחינת גודל ומשקל בנוכחות המזיקים השונים, ואפילו יש מגמות המצביעות על כך שתוספת האשלגן פגעה בכמות היבול. מצד שני, מצאנו כי לתוספת האשלגן יש כנראה תרומה בהפחתת הנזק שנגרם לתרמילים ע"י זחלי תנשמת האביב.

במהלך המחקר מצאנו שיש הבדלים בתגובות העגבנייה והשעועית לרמות הדיִשון השונות, ללא קשר למזיקים. באותם טיפולי דיִשון, רמות החנקן בעלוות צמחי העגבנייה היו נמוכות יותר מאשר בעלוות השעועית, ולעומת זאת רמות האשלגן בעלוות העגבנייה היו גבוהות יותר מאשר בעלוות השעועית. הבדלים אלו יכולים להסביר את התגובה השונה של המזיקים להבדלים ברמות הדיִשון בצמחים אלו. בעגבניות ההשפעה יותר ניכרת מאשר בשעועית - יתכן שרמות החנקן הגבוהות יותר בשעועית אינן מגבילות את המזיקים, בעוד שבעגבניות כן.

רמות המינרלים בדשן השפיעו כמובן גם על היבולים. מצאנו כי בעגבניות תוספת האשלגן מיטיבה עם הצמח, ובכך תוצאותינו דומות לאלו של Besford & Maw (1975) שמצאו יבול גבוה יותר בצמחי עגבניות שקיבלו אשלגן ברמות גבוהות. גם Akhtar וחוב' (2010) מצאו שככל שהיה יותר אשלגן בצמח, יבול העגבניות עלה וכך גם איכותן. ביחס להשפעת חנקן על טעם העגבניות, תוצאותינו דומות לאלו של Wright & Harris (1985), שמצאו שתוספת חנקן ואשלגן משפרת את טעם העגבניות.

כפי ששיערנו, נמצא דמיון אם כי לא מלא, בין שלושת המזיקים בתגובתם לריכוזי החנקן והאשלגן. **בכנימת עש הטבק**, הניזונה ממוהל הצמח, עליה בתכולת החנקן השפיעה על עליה בשיעור ההטלה ועל העלייה בקצב ההתפתחות, בעוד עליה בריכוז האשלגן פגעה בפרמטרים אלו. גם Jauset וחוב' (1998, 2000) מצאו שכנימת עש החממות *Trialeurodes vaporariorum* הושפעה בצורה חיובית מתוספת חנקן בעגבניות, ובחרה להטיל יותר על צמחים שקיבלו יותר חנקן ובצמחים אלו התפתחו יותר ביצים. **בעש תנשמת האביב**, הניזון על ידי לעיסת כל רקמת העלה, עליה ברמת החנקן השפיעה לטובה על שיעור ההישרדות, תוחלת החיים וגודל הזחלים. השפעה חיובית דומה, של ריכוזי חנקן גבוהים על חרק אחר עם גפי פה לועסות, מצאו Yardim & Edwards (2003) שחקרו את החיפושית הפרעושיית *Epitrix spp* שהושפעה לטובה מתוספת חנקן בעגבניות ולהגדלת האוכלוסייה שלה. גם עש נובר העגבניה *Tuta absoluta* התפתח טוב יותר בעגבניות עם רמות דשן חנקני גבוהות (Han et al. 2014, Iazhevski et al. 2018).

לעומת זאת, עליה ברמת האשלגן פגעה בהתפתחות העש ת"א. גם Akhtar וחוב' (2010) מצאו מגמה המצביעה על ירידה בנגיעות של ת"א וכע"ט בצמחי עגבניות כאשר ניתנה תוספת של דיִשון אשלגני. בנוסף, הם מצאו שמזיקים אלו הושפעו מסוג הדיִשון האשלגני. צמחים שטופלו באשלגן כלורי הראו יותר עמידות מצמחים שטופלו באשלגן גופריתי. במחקרנו לא התייחסנו למקור האשלגן בדשן, ומן הנכון לבחון גם נקודה זו. **האקרית**, הניזונה על תוכן התא בלבד, הגיבה באופן חיובי על העלייה בריכוזי החנקן, ולא הושפעה מריכוזי האשלגן. כך הראו גם Najafabadi וחוב' (2011). שמצאו שעליה ברמת החנקן גרמה לעליה באוכלוסיית הא"א בשעועית.

לסיכום: מחקרנו זה חשף מערכת יחסים מאוד מורכבת בין המינרלים הניתנים בדשן לבין רמתם בצמח, המושפעת ע"י נוכחות המזיקים השונים ומשפיעה עליהם בו-זמנית. מצאנו שלממשק הדישון החנקני והאשלגני השפעה על רמת הנזק הנגרם ממזיקים, אם כי הקשר יותר מורכב ממה ששיערנו, ותלוי צמח. בצמחים ממשפחות שונות, התגובה להבדלים בדישון באה לידי ביטוי באופן שונה ביחסי הגומלין עם המזיקים. מצאנו שחנקן הוא הגורם העיקרי המשפיע על גידול באוכלוסיית שלושת המזיקים. אך כמו כן מצאנו, שלאשלגן יש יכולת לגרום להפחתת הנזק הנגרם ממזיקים אלו. מצד שני, הפחתת כמויות החנקן ועליה ברמות האשלגן עלולה לגרום לפחיתת ביבול, ולכן יש להמשיך ולבחון ממצאים אלו לגבי כל גידול, ובהתייחס להרכב המינרלים בקרקע בו הוא גדל. מאחר ומצאנו שכל מזיק מגיב במידה שונה בכל גידול, בתכנון ממשק הדישון העתידי מתוך גישה כוללת המעוניינת לשמור על היבולים ולהפחית את הנזקים יהיה צורך להתייחס בעיקר למזיקי המפתח בכל גידול, ולבנות את ממשק הדישון בהתאמה אליהם.

תודות:

לקרן התמיכות במו"פים של משרד החקלאות במימון המחקר ; לפרופ' רמי הורוביץ מחוות גילת ולפרופ' אמיר אילי מאוניברסיטת תל-אביב - בעזרה בבניית אוכלוסיות תנשמית האביב ; למר שאול גרף על הליווי המקצועי ; לדור רחמני, לשוב פלס, לשירה גל, להילית אליאס, לזאב פרקש, לניצן בר-שמואל, לעיינה נטע, לדור וינטראב, לאלה תדמור, לגדעון קמינגס, לנוי גרנדבול ולדיאגו סנטוס גראסיה על ביצוע מסור של הניסויים.

פרסומים שנבעו מהמחקר

הרצאות בכנסים

- Shaltiel-Harpaz L., Levi M., Palevsky E., Gal S., Murin S., Yermiyahu U. (2018). Studying the interaction between plant nutrition and pests for the reduction of pesticide use and optimization of fertilizer application International IOBC-WPRS Working Group integrated control in protected crops – Mediterranean climate. 4 - 7 September 2018, INIAV, Oeiras, Lisbon, Portugal
- Shaltiel-Harpaz, L. (2019) You are what you eat: the effect of plant nutrition on herbivore plant interactions. 4th Plant Ecology conference. 29-30 January, 2019. Tel Hai Campus. (Invited key-note lecture)

תקצירי כנסים שעברו הערכת עמיתים

- Shaltiel-Harpaz L., Levi M., Palevsky E., Gal S., Murin S., Yermiyahu U. (2018). Studying the interaction between plant nutrition and pests for the reduction of pesticide use and optimization of fertilizer application. Proceedings of International IOBC-WPRS Working Group integrated control in protected crops – Mediterranean climate proceedings of the meeting 04 - 07 September 2018, INIAV, Oeiras, Lisbon, Portugal.

ספרות מצוטטת

- Akhtar, M. E., Khan, M. Z., Rashid, M. T., Ahsan, Z., & Ahmad, S. (2010). Effect of potash application on yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Pakistan Journal of Botany*, 42(3), 1695-1702.
- Amtmann A., Troufflard S. and Armengaud P. (2008) The effect of potassium nutrition on pest and disease resistance in plants, *Physiologia Plantarum* 133: 682-691.
- Blazhevski, S., Kalaitzaki, A. P., & Tsagkarakis, A. E. (2018). Impact of nitrogen and potassium fertilization regimes on the biology of the tomato leaf miner *Tuta absoluta*. *Entomologia Generalis*, 37(2), 157-174.
- Carvalho M.P., Rodrigues F.A., Silveira P.R., Andrade C.C.L., Baroni J.C.P., Paye H.S. and Loureiro J.E.J. (2010) Rice resistance to brown spot mediated by nitrogen and potassium, *Journal of Phytopathology* 158, 160-166.
- Huber D.M. and Haneklaus S. (2007) Managing nutrition to control plant disease, *Landbauforschung Völkenrode* 4, 57, 313-322.
- Han, P., Lavoie, A. V., Le Bot, J., Amiens-Desneux, E., & Desneux, N. (2014). Nitrogen and water availability to tomato plants triggers bottom-up effects on the leafminer *Tuta absoluta*. *Scientific Reports*, 4, 4455.
- Jauset, A. M., Sarasua, M. J., Avilla, J., & Albajes, R. (1998). The impact of nitrogen fertilization of tomato on feeding site selection and oviposition by *Trialeurodes vaporariorum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 86(2), 175-182.
- Jauset, A. M., Sarasua, M. J., Avilla, J., & Albajes, R. (2000). Effect of nitrogen fertilization level applied to tomato on the greenhouse whitefly. *Crop Protection*, 19(4), 255-261.
- Karungi, J., Ekbom, B., & Kyamanywa, S. (2006). Effects of organic versus conventional fertilizers on insect pests, natural enemies and yield of *Phaseolus vulgaris*. *Agriculture, ecosystems & environment*, 115(1-4), 51-55.
- Najafabadi, S. S. M., Shoushtari, R. V., Zamani, A., Arbad, M., & Farazmand, H. (2011). Effect of nitrogen fertilization on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) populations on common bean cultivars. *J. Agric. Environ. Sci*, 8(5), 990-998.
- Sarwar, M. (2012). Effects of potassium fertilization on population build up of rice stem borers (lepidopteron pests) and rice (*Oryza sativa* L.) yield. *J. Cereals Oilseeds*, 3(1), 6-9.
- Sharma S.R. and Kolte S.J. (1994) Effect of soil-applied NPK fertilizers on severity of black spot disease (*Alternaria brassicae*) and yield of oilseed rape, *Plant and Soil* 167, 313-320.
- Veresoglou S.D., Barto E.K. and Rillig M.C. (2013) Fertilization affects severity of disease caused by fungal plant pathogens, *Plant Pathology* 62, 961-969.
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., & Guo, S. (2013). The critical role of potassium in plant stress response. *International journal of molecular sciences*, 14(4), 7370-7390.
- Wen-juan L, Ping H. and Ji-yun J. (2010) Effect of potassium on ultrastructure of Maize stalk pith and young root and their relation to stalk rot resistance, *Agricultural Sciences in China*, 9, 1467-1474.
- Wright, D. H., & Harris, N. D. (1985). Effect of nitrogen and potassium fertilization on tomato flavor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 33(3), 355-358.
- Yardim, E. N., & Edwards, C. A. (2003). Effects of organic and synthetic fertilizer sources on pest and predatory insects associated with tomatoes. *Phytoparasitica*, 31(4), 324-329.

ב. מהלך ההדשיה במינהריות בהן גודלו העגבניות בשנת המחקר השלישית

עגבניות קיץ 2019 הנחיית הדשיה כלליות: טיפול משקי 30 יחידות N ו30 יחידות K. טיפול בתוספת אשלגן 30 יחידות N ו50י				תוכנית דשן לתקופת הגידול	
טיפול	מועד	תאונת השקיה	גרם ליום לחנם	K	N
	שתי לה 12/6	השקית קרקע זומים במשך שעה טרם השתילה			
	12/6-18/6	השקית קליטה-3 פעמים ביום, במשך 10 דקות			
מישק	19/06-30/6	לאחר קליטה, מעבר להשקיה כל יומיים	200	0	
תוספת אשלגן	19/06-30/6	קוב ליום לחנם	200	0	
מישק	30/6-22/7	השקית כל 3 ימים קוב ליום לדונם	300	0	
תוספת אשלגן	30/6-22/7		300	0	
מישק	22/7-8/8	השקית דו-זמית קוב ליום לחנם	400	400	
תוספת אשלגן	22/7-8/8		400	600	
מישק	8/8-16/9	השקית דו-זמית קוב ליום לחנם	400	0	
תוספת אשלגן	8/8-16/9		400	518	
מישק	16/9-3/10	השקית דו-זמית קוב ליום לדונם	200	200	
תוספת אשלגן	16/9-3/10		200	318	
	3/10	הפסקת השקיה	הפסקת השקיה לפני קטיף		
	15/10	קטיף	סיום ניסוי		
			סה"כ 126 יום גידול		

עגבניות קיץ 2019, מנהרות כפמת עש הטבק שהועתקו, הנחיית הדשיה כלליות: טיפול משקי 30 יחידות N ו30 יחידות K. טיפול בתוספת				תוכנית דשן לתקופת הגידול	
טיפול	מועד	תאונת השקיה	גרם ליום לחנם	K	N
	שתי לה- 14/8	השקית קרקע זומיים במשך שעה טרם השתילה			
	14/8-15/8	השקית קליטה-3 פעמים ביום 10 דקות (ללא דשן)			
מישק	18/8-22/8	לאחר קליטה, מעבר להשקיה כל יומים 1 קוב לדונם	200	0	
תוספת אשלגן	18/8-22/8		200	200	
מישק	22/8-30/10	השקיה כל 3 ימים קוב לדונם	400	0	
תוספת אשלגן	22/8-30/10		400	400	
	30/10	הפסקת השקיה	הפסקת השקיה לפני קטיף		
	5/11	קטיף	סיום ניסוי		
			סה"כ 111 יום גידול		

במנהריות של הכעי"ט שהועתקו ונשתלו מחדש בשל רמות האשלגן הגבוהות בקרקע ומועד השתילה הוחלט על תוספת אשלגן רק במינהרות טיפול תוספת האשלגן.

דשנים: חנקת אשלגן + אמון חנקתי.