

952



1999-2001

תקופת המחקר:

458-0224-01

קוד מחקר:

Subject: PEST SUCTION IN LEAF CROPS IN GREENHOUSES

Principal investigator: SHMUEL GAN-MOR

Cooperative investigator:

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O.)

שם המחקר: שאיבת חרקים בגידולי עלים בבתי צמיחה

חוקר ראשי: שמואל גנמור

חוקרים שותפים:

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50250

## תקציר

### 1. הצגת הבעיה (חשיבות ומטרות)

מזיקי הנוף גורמים נזקים רבים בגידולי חממה. הדברתם נעשית בעיקר ע"י יישום תכוף של תכשירי הדברה רעילים ומניעת כניסתם למבנה באמצעות רשתות. האקלים בישראל חם ונוח להתפתחות חרקים וקשה לחקלאי הישראלי לשמור על תוצרת נקיה ממזיקים ומרעלים, בעיקר במוצרים לייצוא. בגידולי ירקות המיועדים לשוק כשר ובתבלינים, ישנה דרישה נוספת ומיוחדת לתוצרת ללא חרקים, ולכן הדברה ביולוגית באמצעות חרקים טורפים שעלולים להישאר במוצר אינה מהווה פתרון מעשי. לכן קיימת חשיבות רבה למציאת טכנולוגיה נוספת להדברה, כמו זו המוצעת במסגרת המחקר הנוכחי, פיתוח שיטות הדברה המבוססות על שאיבת החרקים והרחקתם מהנוף.

מטרות המחקר - פיתוח שיטה ומכונה להקטנת אוכלוסיות החרקים בירקות עלים בבתי צמיחה על ידי ניתוקם מהעלווה ושאיתם. כמודל ישמשו כנימת עש הטבק, עשים נוספים ותרופס. הניסויים בוצעו בחממות מוגנות ברשת, בגידולי בתבלינים ליצוא.

### 2. מהלך ושיטות עבודה

תוכננה ונבנתה מכונה ליניקת חרקים בבתי צמיחה. המכונה הראשונה נעה על שלושה גלגלים ובהתאם לתוצאות הניסוי הותקנו בהמשך ארבעה. במערכת ההסעה הוספה אופציה למשיכת הכלי משני צידיו ובמערכת ההיגוי הותקנו שני מוטות היגוי המוחלפים בהתאמה לפי כיוון הנסיעה.

### 3. תוצאות עיקריות

נסיונות ראשוניים של הכלי הראו שהושגה מהירות אויר ביניקה הדומה לזו שבכלים לשדה כאשר פתח היניקה פרוש לרוחב כל ערוגת הגידול וביצועי הכלי אכן מתאימים לדרישות הטכניות. כאשר מרווח הגחון של פתח היניקה עומד על 420 מ"מ בקרקע ישרה לא נגרם נזק לגידולים שנבדקו, גם במהירות מפוח מירבית. נבחנה יעילות שאיבת חרקים בגידולי תבלין שונים שהיו מאולחים בחרקים שונים. הרחקת החרקים לא היתה יעילה ופחותה בנוף צפוף. שיפורים בשאיבה כגון הוספת חופה לפני השואב, או זרמי אויר לדחיפת החרקים לכוון השואב שיפרו את יעילות השאיבה.

#### 4. מסקנות והמלצות

המכונה ליניקת חרקים השיגה מהירויות אויר ביניקה הדומות לאלו של מכונות שפותחו עבור השדה הפתוח, זאת חרף מיגבלות הגודל, המרווחים והעבירות הקימות בחממה. מהירויות אלו הוכיחו יעילות טובה ביניקת חרקים בירקות בשדה הפתוח, מכאן שיש סיכוי טוב להשיג יניקה ואיסוף יעילים של חרקים באמצעות הכלי הנוכחי. גודל המכונה ומשקלה גבוהים יחסית עבור כלי המתוכנן להיות מוסע בידי אדם. כתוצאה מכך, התנועה עם הכלי אינה שוטפת בכל המעברים, אבל בחממות בהן התשתית מוכנה היטב נוחיות הסעת הכלי סבירה בהחלט. יעילות הריקת החרקים אינה מספקת. ישנו צורך בשיפורים נוספים על מנת להתאים את הכלי לייעודו.

# שאיבת חרקים בגידולי עלים בבתי צמיחה

## Suction of insects in leaf crops in greenhouses

דוח מסכם לתוכנית מס' 458-0224-01

מוגש ע"י

שמואל גן-מור, רפי רגב, אברהם גמליאל - המכון להנדסה חקלאית, ת.ד. 6 בית דגן, 50250

e-mail: ganmor@volcani.agri.gov.il

ראיסה צייזיק, המכון להגנת הצומח, ת.ד. 6 בית דגן, 50250

S. Gan-Mor, R. Regev, A. Gamliel, The Inst. Of Agr. Eng., R. Chisik, The Inst. of Plant Protection; P.O.Box 6, Bet Dagan, Israel

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

.....  
חתימת החוקר

### א. תקציר

#### 1. הצגת הבעיה (חשיבות ומטרות)

מזיקי הנוף גורמים נזקים רבים בגידולי חממה. הדברתם נעשית בעיקר ע"י יישום תכוף של תכשירי הדברה רעילים ומניעת כניסתם למבנה באמצעות רשתות. האקלים בישראל חם ונוח להתפתחות חרקים וקשה לחקלאי הישראלי לשמור על תוצרת נקיה ממזיקים ומרעלים, בעיקר במוצרים לייצוא. בגידולי ירקות המיועדים לשוק כשר ובתבלינים, ישנה דרישה נוספת ומיוחדת לתוצרת ללא חרקים, ולכן הדברה ביולוגית באמצעות חרקים טורפים שעלולים להישאר במוצר אינה מהווה פתרון מעשי. לכן קיימת חשיבות רבה למציאת טכנולוגיה נוספת להדברה, כמו זו המוצעת במסגרת המחקר הנוכחי, פיתוח שיטות הדברה המבוססות על שאיבת החרקים והרחקתם מהנוף.

מטרות המחקר - פיתוח שיטה ומכונה להקטנת אוכלוסיות החרקים בירקות עלים בבתי צמיחה על ידי ניתוקם מהעלווה ושאיבתם. כמודל ישמשו כנימת עש הטבק, עשים נוספים ותרופס. הניסויים בוצעו בחממות מוגנות ברשת, בגידולי בתבלינים ליצוא.

#### 2. מהלך ושיטות עבודה

תוכננה ונבנתה מכונה ליניקת חרקים בבתי צמיחה. המכונה הראשונה נעה על שלושה גלגלים ובהתאם לתוצאות הניסוי הותקנו בהמשך ארבעה. במערכת ההסעה הוספה אופציה למשיכת הכלי משני צידיו ובמערכת ההיגוי הותקנו שני מוטות היגוי המוחלפים בהתאמה לפי כיוון הנסיעה.

### 3. תוצאות עיקריות

נסיונות ראשוניים של הכלי הראו שהושגה מהירות אויר ביניקה הדומה לזו שבכלים לשדה כאשר פתח היניקה פרוש לרוחב כל ערוגת הגידול וביצועי הכלי אכן מתאימים לדרישות הטכניות. כאשר מרווח הגחון של פתח היניקה עומד על 420 מ"מ בקרקע ישרה לא נגרם נזק לגידולים שנבדקו, גם במהירות מפוח מירבית. נבחנה יעילות שאיבת חרקים בגידולי תבלין שונים שהיו מאולחים בחרקים שונים. החרקת החרקים לא היתה יעילה ופחותה בנוף צפוף. שיפורים בשאיבה כגון הוספת חופה לפני השואב, או זרמי אויר לדחיפת החרקים לכוון השואב שיפרו את יעילות השאיבה.

### 4. מסקנות והמלצות

המכונה ליניקת חרקים השיגה מהירויות אויר ביניקה הדומות לאלו של מכונות שפותחו עבור השדה הפתוח, זאת חרף מיגבלות הגודל, המרווחים והעבירות הקימות בחממה. מהירויות אלו הוכיחו יעילות טובה ביניקת חרקים בירקות בשדה הפתוח, מכאן שיש סיכוי טוב להשיג יניקה ואיסוף יעילים של חרקים באמצעות הכלי הנוכחי. גודל המכונה ומשקלה גבוהים יחסית עבור כלי המתוכנן להיות מוסע בידי אדם. כתוצאה מכך, התנועה עם הכלי אינה שוטפת בכל המעברים, אבל בחממות בהן התשתית מוכנה היטב נוחות הסעת הכלי סבירה בהחלט. יעילות החרקת החרקים אינה מספקת. ישנו צורך בשיפורים נוספים על מנת להתאים את הכלי לייעודו.

## ב. מבוא, ותאור הבעיה

מזיקי הנוף גורמים נזקים רבים בגידולי חממה. הקטנת אוכלוסיתם נעשית בעיקר ע"י יישום תכופ של תכשירי הדברה רעילים ומניעת כניסתם למבנה באמצעות רשתות. לחקלאי הישראלי, המגדל בתנאי אקלים הנוחים לחרקים, קשה לשמור על תוצרת נקיה ממזיקים ורמת כימיקלים נמוכה במוצר כנדרש לייצוא, לכן קיימת חשיבות רבה למציאת טכנולוגיות שיביאו לצמצום השימוש בתכשירי הדברה. בגידולים מסוימים, כמו ירקות עליים המגודלים כמוצר כשר ותבלינים, ישנה דרישה נוספת ומיוחדת לתוצרת ללא חרקים, כולל חרקים מועילים מכל סוג שהוא. הדברה ביולוגית באמצעות חרקים טורפים שעלולים להישאר במוצר אינה מהווה פתרון מעשי, ולכן ישנו צורך בהרחקת החרקים מהתוצרת המשווקת במהלך הגידול, הקטיפה או המיון והאריזה.

הרחקת חרקים מצמחים באמצעות שאיבתם הינה טכנולוגיה ידועה שנוסתה בעבר במגוון מערכות גידול. השיטה מבוססת על יצירת זרמי אוויר מהירים בסביבת החרקים אשר גורמים לשאיבתם אל שק אגירה או כלי קיבול אחר בו הם מושמדים.

קיימות שלוש גישות טכנולוגיות להרחקת חרקים בשאיבה:

1. שאיבה – דוגמת שואב אבק, הפעלת כוחות יניקה בלבד. פעולה זו מחייבת יצירת זרמי אוויר במהירות גבוהה מאד בסביבת החרקים. השגת מטרה זו היא קשה כאשר החרקים צמודים למשטחים רחבים ולכן שאיבת חרקים צמודים למשטחים רחבים קשה יותר.
2. דחיפה – יצירת זרמי אוויר לכוון נקודות כינוס. בשיטה זו החרקים אינם נשאבים אלא נדחפים בזרמי האוויר דרך תעלות למיכל איסוף.
3. שאיבה ודחיפה במשולב – הפעלת כוחות ליצירת זרמי אוויר לכוון נקודות כינוס ובמקביל הפעלת שאיבה באותם נקודות. פעולה משולבת זו מאפשרת יעילות הרחקה טובה יותר.

הרחקת חרקים על ידי שאיבה מחייבת השקעת אנרגיה רבה. זו הסיבה שעיקר המחקרים עד כה בוצעו בשדה הפתוח שבו אפשר להתקין שואב חרקים על גבי מכונה חקלאית גדולה אשר מסוגלת לספק את האנרגיה הדרושה. בעבודה קודמת שבוצעה על ידי חלק מהחוקרים השותפים במחקר הנוכחי התמקדה בשדה הפתוח. בעבודה זו נרכש ידע וניסיון רב בתחום איסוף ושאיבה של חרקים בגידולי ירקות כגון תפוא"ד וסלרי. בעבודות אלה יושמו הגישות השונות של שאיבת חרקים ופותחו כלים יעודיים לשאיבה אשר נשאים על גבי טרקטור מיוחד. אולם, ליישום הטכנולוגיה בשדה הפתוח קיימת מגבלה, שכן אילוח מחודש בחרקים מתרחש כל הזמן. לכן יש צורך בשאיבות תכופות על מנת להבטיח שדה נקי.

בגידולי חממה קיימים מחסומים כגון רשתות למניעת כניסתם של חרקים. לכן הרחקת חרקים עשויה להיות מוצלחת יותר להרחקת חרקים. מאידך, בבתי צמיחה יש קושי בשינוע כלי שאיבה גדול שכן במבנים חלות מגבלות בהסעת טרקטורים או כלים ממונעים אחרים. טרקטור אינו יכול לשמש מקור אנרגיה בחממה או להסיע את השואב. לכן, יש צורך לפתח מכשור מיוחד לצורך שאיבת חרקים והרחקתם בבתי צמיחה.

## מטרות המחקר

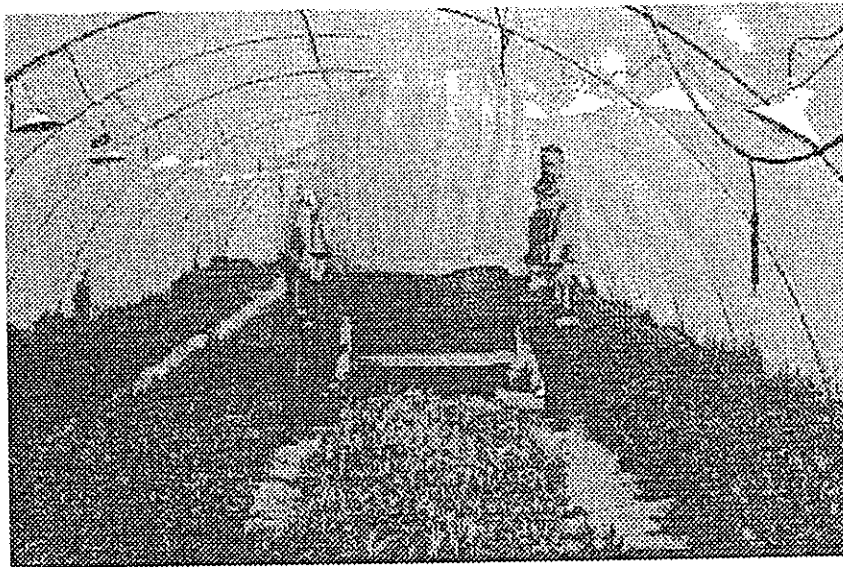
מטרת המחקר היא לבנות ולפתח מכשיר לשאיבה והרחקה יעילה של חרקים בבתי צמיחה לגידול ירקות עלים ותבלינים. במסגרת זו המטרות הם תכנון, בניה וניסויי הפעלה של מכונה להקטנת אוכלוסיות החרקים בירקות עלים בבתי צמיחה על ידי ניתוק מהעלווה ושאיבה ומציאת שיטת הפעלה יעילה.

## ג. פרוט הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו

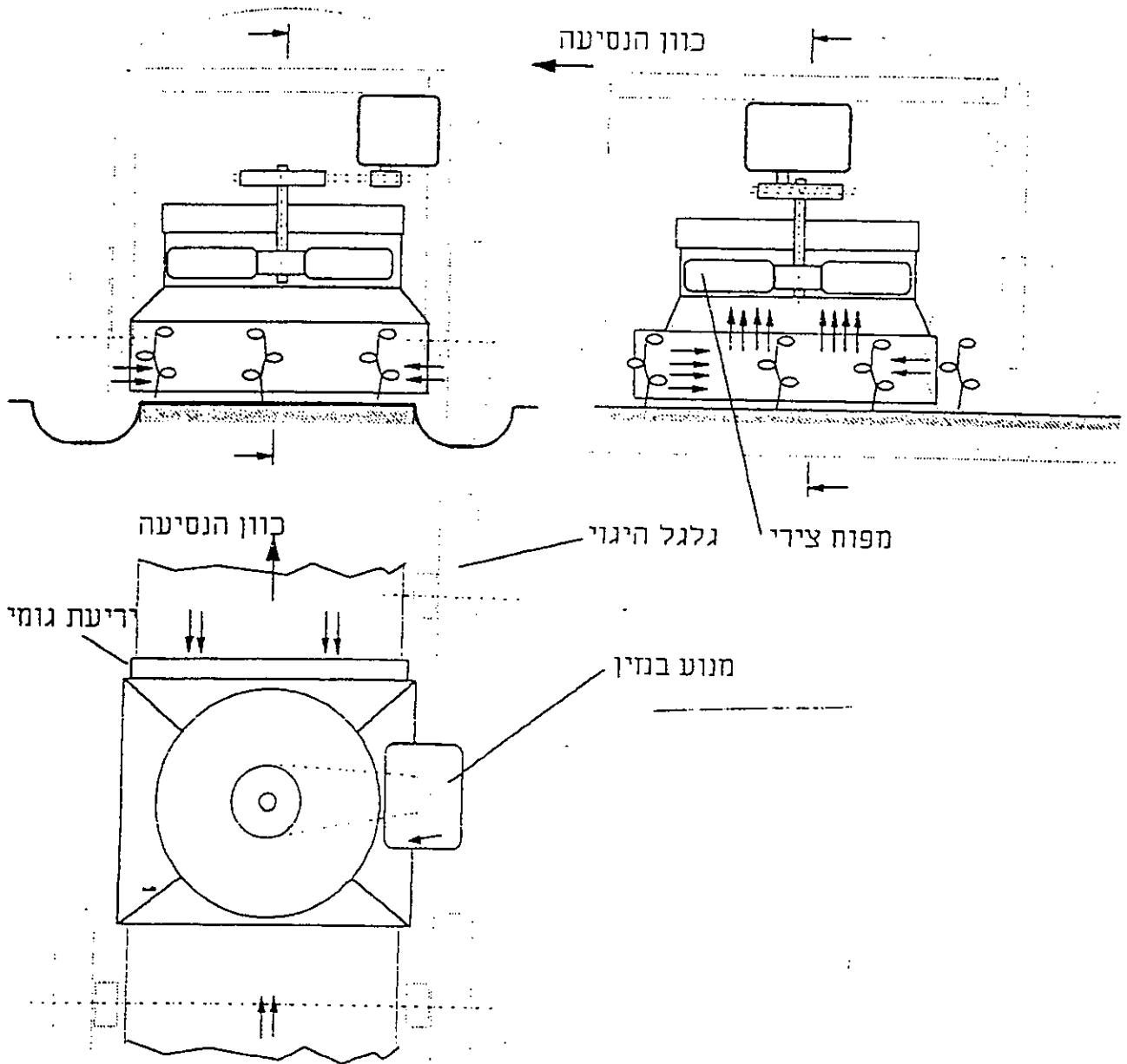
### 1. תכנון ובנית אב טיפוס לשאיבת חרקים

תוכנן ונבנה אב-טיפוס לשאיבת חרקים מגידולי עלים בבתי צמיחה. שואב החרקים נבנה בהתאמה לבתי צמיחה שונים ומבוסס על תנועת הגלגלים בשבילים כאשר השואב "רוכב" על גבי הערוגה. המכשיר נבנה ללא כושר הנעה עצמי והסעתו נעשית בגרירה באמצעות מפעיל. תכנון הכלי נעשה כדי להתאימו למגוון המבנים הקיימים. לכן ניתן להרחיב או להצר את רוחב הגלגלים וכן להגביה או להנמיך את פתח השאיבה בהתאם לגובה הנוף. באיור מס' 1 מובאות סכימה ותמונה המציגות מראה כללי של המכונה.

עיקרו של מכשיר השאיבה הוא מפוח צירי שרוכב בצורה אופקית על פני הערוגה המטופלת. המפוח מופעל על באמצעות מנוע בנזין המותקן בצידי המפוח על מנת לא להפריע את פעולת השאיבה. כדי להשיג יעילות אנרגטית גבוהה בפעולת השאיבה, תוכנן מפרט המאיץ במפוח כך שיאיץ את מירב מסת האוויר בכוון הצירי ומיעוטה בכיוון הרדיאלי. בזבז מזערי של זרמי אויר הושג על ידי התאמה מדויקת לצורת הגידול ומבנה הערוגה. רמת הנייקה ומהירויות האוויר הותאמו להשגת ערכים נמוכים יחסית כדי למזער את הנזק לעלי הצמח ולמנוע הרמת עפר מהקרקע. תוספות נוספות כגון חופה הותקנו בהמשך על מנת לשפר את יעילות השאיבה כפי שמפורט להלן.



איור מס' 1. שואב חרקים והפעלתו בבית צמיחה לגידול תבלינים לייצוא.



איור מס' 2. סכימה של מבנה שואב וחרקים והפעלתו.

מאפייני המפוח והמנוע מובאים להלן: מהירות המפוח - 1523 סל"ד. קוטר המפוח - 920 מ"מ. זווית כנף המפוח - 250. קוטר גלגל המפוח - 235 מ"מ. קוטר גלגל המנוע - 155 מ"מ. סל"ד המנוע - 2310 סל"ד. הספק המנוע הנומינלי - 16 כ"ס. קוטר ציר מפוח 38 מ"מ. רצועה טריזית - QUAD POWER II דגם KPB1250 ; 7G. נסיון להגדיל את מהירות המפוח נעשה ע"י הגדלת גלגל הרצועה על המפוח לקוטר של 250 מ"מ, אולם בגלל התמתנות בעקום המומנט של המנוע בתחום העבודה הושגה הגדלה מועטה בלבד במהירות מפוח (כ- 2%).

במהלך בניית הדגם הראשון נתגלו מגבלות בעיקר בהסעת המכשיר ותמרון בבתי צמיחה. לכן תוכנן ונבנה דגם שני שבו בוצעו כל ניסויי השאיבה. בדגם השני של הכלי הוכנסו שינויים במערכות ההסעה וההיגוי של הכלי. שינויים נוספים שנידרשו כללו את הגדלת הספק המפוח והמנוע המניע אותו, כדי להבטיח גמישות בהוספה או הפחתה של הספק הכלי בזמן הניסויים לפי צרכי השאיבה.

## 2 בחינת ביצועים מכניים של שואב החרקים

לאחר בניית הדגם השני בוצעו בדיקות לקביעת משתני שאיבה שונים שכללו:

- השפעת צורת כונס האויר ורוחב פתח היניקה על מהירות האויר ועילות השאיבה
- גובה המפוח מהקרקע ומהירויות האויר לצורך שאיבה
- השפעת רשת ללכידת חרקים שעוטפת את המפוח על יעילות השאיבה

השפעת צורת הכונס, רוחב פתח היניקה וגובהו על מהירות אויר.

בוצעה בדיקה של רוחבים ואורכים שונים של פתח היניקה וכן גובה הפתח מהקרקע:

פתח מס' 1 היה כמו הקוטר של בית המפוח = פתח עגול בקוטר 920 מ"מ.

פתח מס' 2 היה כונס שהצר את פתח המפוח מלפנים ומאחור, התקבל מלבן 400X920 מ"מ.

מהירויות האויר בפתח היניקה של המפוח מוצגות בטבלה מס' 1.

טבלה מס' 1: מהירות האויר (במטר לשניה) בהתאם למבנה כונס האויר				
מבנה הכונס			גובה מהקרקע	
(מס' הפתח)			של הבדיקה	
460	230	0.0	מרחק ממרכז המפוח	
4.76	4.76	3.64	100	1
6.72	6.72	6.16	320	1
23.24	22.68	22.68	420	1
3.08	3.64	3.08	100	2
6.72	6.72	6.16	320	2
22.68	17.92	22.68	420	2
4.0	4.0	4.0	100	1 (עם רשת)
6.0	6.0	6.0	320	1 (עם רשת)

הערות:

1. כל המידות במ"מ אלא עם צוין אחרת.
2. גובה פתח כונס האויר 420 מ"מ מהקרקע.
3. המדידות הני"ל בוצעו עם רשת mesh 50.

ניתן לראות כי דעיכת מהירות האויר היא לשעור של 4-5 מטר לשניה בהשוואה למהירות אויר בשיעור 22-24 מטר לשניה בפתח המוצא. לא נתקבלו הבדלים משמעותיים במהירות האויר במרחקים שונים ממרכז המפוח כלומר כושר השאיבה בכל רדיוס פעולת המפוח הוא דומה. הוספת רשת מעל המפוח על מנת לאסוף את החרקים שנשאבו, אינה פוגמת במהירויות האויר. כונס אויר צר (פתח מספר 1) שיפר את

מהירות האויר במרחק 32 ס"מ. מאידך הצרת הכונס פגמה ברדיוס השאיבה ולכן הוחלט להמשיך בניסויים בעבודה עם כונס רחב.

השפעת רשת ללכידת חרקים שעוטפת את המפוח על יעילות השאיבה. בוצעה בדיקה של השפעת מאפני הרשת ללכידת החרקים על מהירויות האויר ויכולת ההרמה של גופים שנקבעו כגופי יחוס: נבדקו רשתות בשתי צפיפויות האחת של 50 mash והשניה של 100 mash. בשתי הרשתות נגרם עומד משמעותי ומכאן גם ירידה משמעותית במהירות האויר ביניקה, לכן, כדי להקטין את העומד שגורמת כל רשת נבחר תכנון המקנה שטח מקסימלי של רשת. הרשת תוכננה כמארג בעל קפלים רבים אשר מאפשר שטח פנים גדול על מנת להפחית את העומד. נתוני התכנון היו: קוטר 1.04 מ', גובה 1.20 מ' ותוספת קפלים בהיקף בשעור של 163%. לפיכך השטח הכללי של הרשת היה:

$$11.15 = 2.63 \times 1.04 \times 3.14 \times 1.20 + 0.52^2 \times 3.14$$

### 3. בחינת יעילות הפעלה

בשנת העבודה השניה התמקדה העבודה ביעילות הרחקת חרקים בחממות תבליניים לצורך כך:

- תוכננה וניבדה שיטה להפעלה ומסלול נסיעה של הכלי בחממת

- בוצעו בדיקות לשאיבת חרקים בחממת מליסה, טרגון, רוקולה וצ'רוויל.

בשלב הראשון בוצעה התאמה ניסויית של הכלי לביצוע מיטבי של פעולת שאיבת החרקים:

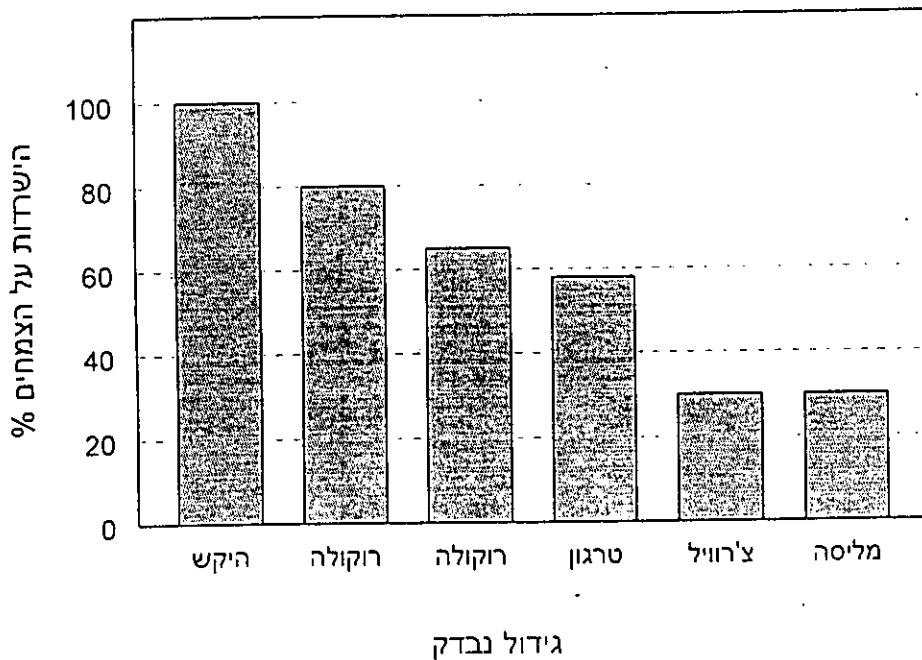
שואב החרקים הופעל בשלב ראשון בחממת רוקולה וצ'רוויל בגובה מפוח של 420 מ"מ (בקרע שטוחה) המפוח עבר מבלי לשפשף את אמירי הגידולים שנבדקו. כמו כן נמצא שמהירות האויר המקסימלית כאשר הרשת היתה מורכבת לא גרמה נזק מידי לצמחים. מדגמים מהחלקה נקטפו והועברו לאחסון כמקובל בתבליניים למשך שבוע. גם לאחר שבוע לא ניצפה נזק לצמחים. מכאן שבתנאים אלה המהירות המכסימלית שמפעילה המערכת היא גם המהירות המותרת לגידולים שנבדקו.

#### שיטה להפעלה ומסלול הנסיעה.

נבחנו שיטות וטכניקות להפעלת הכלי בתוך חממה. מכיוון שזהו כלי נגרר על ידי מפעילים בחנו את אפשרויות התמרון במבנה ובעיקר במעבר בין ערוגות. נמצא כי עדיף למשוך את הכלי ולהפעילו בשלב ניסויי זה באמצעות שני מפעילים. נמצא שרצוי לעבור על הערוגות בשיטת ארגז נפתח/נסגר (למשל - לדג בכיוון אחד על 3 ערוגות לחזור 2 וכן הלאה). בקצות הערוגה ישנו קושי במעבר לערוגה שכנה בגלל רציפות הערוגה עד לקצה המבנה ללא מעבר. אחת המסקנות העיקריות היא כי המבנים הנוכחיים מחייבים השארת מעברים בשני הקצוות על מנת לאפשר תמרון יעיל של הכלי בין שורות הגידול.

### 4. יעילות הרחקת חרקים

בשנה המחקר השלישית התמקדנו בניסויים לשאיבת חרקים בחממות תבליניים. בוצעו ניסויים לשאיבה בחממות תבליניים שונים כגון מליסה, טרגון, רוקולה, וצ'רוויל. החממות שנבדקו אופיינו בגידול צפוף מאד ולחץ פגעים רב ביותר. אופי הפעולה היה במעבר אחד בכל ערוגה. לפני תחילת העבודה נדגמה הערוגה למספר החרקים שנמצאים בה. לאחר מעבר השואב נדגמה שוב הערוגה. כמו כן נבדק שק הרשת שעל השואב על מנת לבחון את אופי השאיבה וסוג החרקים שנשאבו.

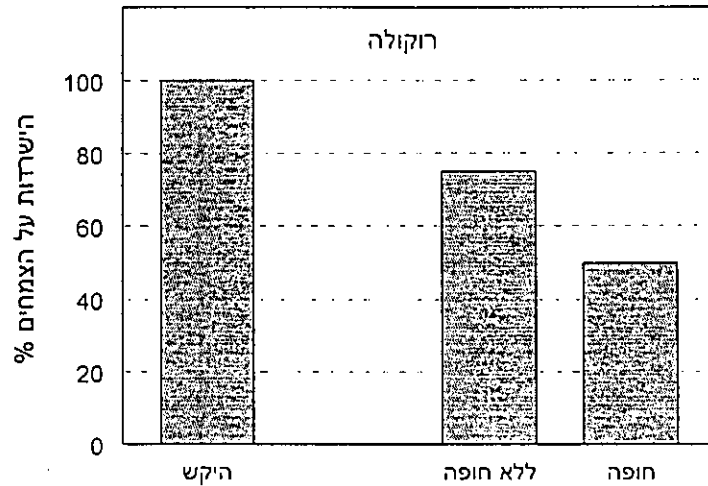


איור מס' 3. הרחקת חרקים בשאיבה בצמחי תבלין שונים

מצאנו כי חרקים רבים נשאבו על ידי שואב החרקים. בין החרקים שנשאבו מצאנו חרקים גדולים וקטנים. להבי המאורר אינם קוטלים את החרקים שעוברים דרכם ומרביתם נמצאו חיים ברשת. בנוסף ישנם חרקים שונים אשר נמרחים על חלקים שונים בשואב ולכן קשה להעריך את מספר החרקים שנשאבו. יעילות השאיבה לכן מתקדמת בהפרש בין כמות החרקים בצמחים לפני השאיבה לבין זו שלאחר השאיבה. יעילות השאיבה היא פועל יוצא של גודל הצמחים וצפיפות הנוף וכן עוצמת הנגיעות בחרקים. בנוף צפוף וסבוך היתה יעילות שאיבה נמוכה וכמות חרקים רבה נשארה על העלווה לאחר פעולת השאיבה. חרקים רבים נשארו על הנוף בכל הטיפולים שבדקנו. נתון זה הוא פועל יוצא של פעולת השאיבה אשר מחייבת מהירות אוויר גדולות מתחת לגורם הנשאב. כמו כן, חרקים שאינם נעים אינם נשאבים בקלות.

#### שיפור השאיבה באמצעות חופה מקדימה

מצאנו כי שאיבת החרקים משתפרת כאשר הם מתועלים לכוון השואב. לצורך כך נבנתה חופה באורך מטר אשר פרושה מעל הערוגה לפני השואב. מצאנו גם כי שולי החופה חייבים לכסות גם את דפנות הערוגה. לכן נבנו קירות בד לחופה אשר מכסות את כל הערוגה כולל הדפנות. מצב זה אפשר תעול החרקים לתוך המסדרון שנוצר ללא אפשרות לתעופתם מחוץ למסלול השואב.

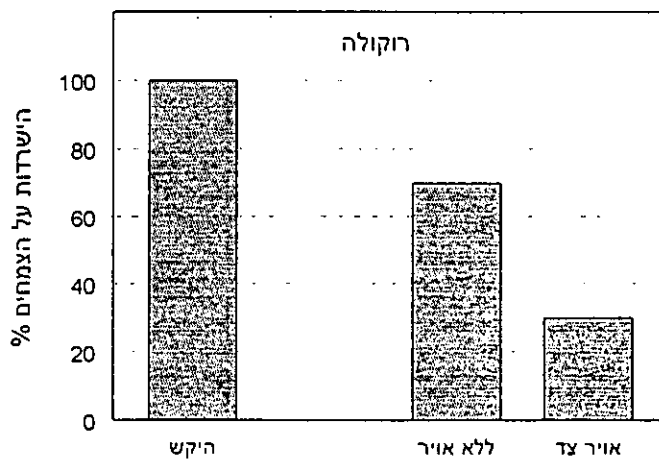


איור מס' 4. השפעת חופה כונסת על יעילות השאיבה.

הפעלת השואב כאשר החופה מוצבת לפניו מייעלת את פעולת השואב, כפי שניתן לראות בשאיבת חרקים בתוך מנהרה עבירה לגידול רוקולה.

שיפור היניקה באמצעות תוספת דחיפת אויר מהצד.

בעבודה קודמת בשאיבת חרקים בתפוא"ד וסלרי הופעל שואב על עיקרון שאיבה ודחיפת אויר. ניסינו לשפר את שאיבת האויר על ידי הזרמת אויר מצידי השואב. דחיפת האויר בוצעה באמצעות מכשיר מוטורי המשמש לניקוי עלים ממדרכות ומספק אויר במהירות 50 מ"שניה ממוצא בקוטר 5 ס"מ. תוספת האויר שיפרה את כושר שאיבת החרקים לשק (איור מס' 5).



איור מס' 5. השפעת דחיפת אויר על כושר שאיבת חרקים בחממת רוקולה.

## ד. מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר

המכונה שפיתחנו ליניקת חרקים השיגה מהירויות אויר ביניקה הדומות לאלו של מכונות שפותחו עבור השדה הפתוח, זאת חרף מיגבלות הגודל, המרווחים והעבירות הקימות בחממה. מהירויות אלו הוכיחו יעילות טובה ביניקת חרקים בירקות בשדה הפתוח, מכאן שיש סיכוי טוב להשיג יניקה ואיסוף יעילים של חרקים באמצעות הכלי הנוכחי. גודל המכונה ומשקלה גבוהים יחסית עבור כלי המתוכנן להיות מוסע בידי אדם. כתוצאה מכך, התנועה עם הכלי אינה שוטפת בכל המעברים, אבל בחממות בהן התשתית מוכנה היטב נוחיות הסעת הכלי סבירה בהחלט. יש לשאוף להקטין בדגם עתידי את משקל הכלי במידת האפשר.

יעילות הרחקת החרקים אינה מספקת. מצאנו כי חרקים רבים נשאבו על ידי שואב החרקים. בין החרקים שנשאבו מצאנו חרקים גדולים וקטנים. להבי המאורר אינם קוטלים את החרקים שעוברים דרכם ומרביתם נמצאו חיים ברשת. את יעילות השאיבה קבענו על פי ההפרש בין כמות החרקים בצמחים לפני השאיבה לבין זו שלאחר השאיבה.

יעילות השאיבה היא פועל יוצא של גודל הצמחים וצפיפות הנוף וכן עוצמת הנגיעות בחרקים. בנוף צפוף וסבוך היתה יעילות שאיבה נמוכה וכמות חרקים רבה נשארה על העלווה לאחר פעולת השאיבה.

חרקים רבים נשארו על הנוף בכל הטיפולים שבדקנו. נתון זה הוא פועל יוצא של פעולת השאיבה אשר מחייבת מהירות אויר גדולות מתחת לגורם הנשאב. כמו כן, חרקים שאינם נעים אינם נשאבים בקלות.

מצאנו כי שאיבת החרקים משתפרת כאשר הם מתועלים לכוון השואב. לצורך כך נבנתה חופה באורך מטר אשר פרושה מעל הערוגה לפני השואב. מצאנו גם כי שולי החופה חייבים לכסות גם את דפנות הערוגה. לכן נבנו קירות בד לחופה אשר מכסות את כל הערוגה כולל הדפנות. מצב זה אפשר תעול החרקים לתוך המסדרון שנוצר ללא אפשרות לתעופתם מחוץ למסלול השואב.

ישנו צורך לשפר את כושר השאיבה שאינו מספק. אמצעים נוספים להרעדה ושחרור החרקים מאחיזתם בנוף נחוצים מאד.

חשוב להדגיש כי כל הניסויים בוצעו במבנים בהם האילוח רב מאוד על מנת להעריך נכונה את כושר השאיבה. לכן בניסויים אלה הפחתה של האוכלוסיות בשעור של עשרות אחוזים אינה מספקת. מאידך יעילות השאיבה בחממות המוגנות בפני חרקים שבהם יש צורך להתמודד עם כמות קטנה של חרקים עשויה להיות משופרת. חשוב לבחון זאת בעתיד.

דרך נוספת להתמודד עם השאיבה היא ביצוע שאיבה במהלך מקדים לקטיף. באופן זה החרקים אינם מגיעים לתוצרת המשווקת. התחלנו בעבודה כזו בהצלחה בקציר מכני של תבלינים. בתהליך זה שואב החרקים מופעל לפני מכונת הקציר ויעילות היא רבה.

### הבעת תודה:

אנו מודים למגדלי התבלינים דני ורינה מור על הסיוע בביצוע הניסויים במשקם. לרותי שפיר ורותי רביד על העזרה בבדיקות יעילות השאיבה.

### סיכום

1. מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לאלו שבתוכנית העבודה:  
תכנון, בניה וניסויי הפעלה של מכונה להקטנת אוכלוסיות החרקים בירקות עלים בבתי צמיחה על ידי ניתוק מהעלווה ושאיבה ומציאת שיטת הפעלה יעילה.
2. עיקרי הניסויים והתוצאות לתקופת הדו"ח  
ביצועי הכלי הראשון שתוכנן נבנה היו טובים אך נדרשו שיפורים במערכת ההסעה וההיגוי אשר בוצעו והשיגו תוצאות משביעות רצון. הושגה מהירות אויר ביניקה הדומה לזו שבכלים לשדה כאשר פתח היניקה פרוש לרוחב כל ערוגת הגידול. הושגה יעילות חלקית בהרחקת חרקים על ידי שואב החרקים.
3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.  
מהירות האויר ביניקה היא ברמה כזו שיש סיכוי טוב ליניקה יעילה של החרקים בחממה. נוחיות הסעת הכלי בחממה היא סבירה בחממות בהן התשתית מוכנה. כושר השאיבה טוב ונרשמה הרחקה טובה של חרקים. אולם, יעילות השאיבה אינה מספקת ונותרים חרקים רבים לאחר השאיבה.
4. הבעיות שנותרו לפתרון והשינויים שחלו במהלך העבודה  
במידה וניתן יהיה להקטין את דרישות למהירות הרוח ביניקה ומכאן גם את ההספק הנדרש, רצוי מאד להקטין את גודל ומשקל המנוע והמפוח. יש לשאוף להקטין את משקל הכלי בדגם עתידי במידת האפשר. יש צורך בשיפור יעילות השאיבה באמצעים נוספים.
4. האם הוחל בהפצת ידע שנוצר בתקופת הדו"ח.  
לא הוחל בהפצת הידע שכן המידע אינו מאפשר עדיין המלצות ויישום מעשי