



יער

כתב עת ליער, חורש וסביבה

גליון מס' 1 ♦ יוני 2002 ♦ תמוז תשס"ב

עורכים:

ד"ר עמירם זהבי, אריה הניג

מערכת:

פרופ' יוסף ריוב, פרופ' צבי מנדל, ד"ר גידי נאמן, ד"ר מנחם זקס,
ד"ר עליזה פלישר, גיל ספיר, אבי גורן, מימי קובנר, דויד ברנד,
אלישע מזרחי, ד"ר עמירם זהבי, אריה הניג

עריכה לשונית:

אלישבע מאי

עריכה גרפית:

אברהם דנון

הדפסה:

דפוס אחוה

כתובת המערכת:

"יער"

קרן קימת לישראל

אגף היעור, אשתאול ד.ג. שמשון 99775

טל. 02-9905566

פקס: 02-9915517

yaar@kkl.org.il

הוצאה לאור:

קרן קימת לישראל – אגף היעור
© כל הזכויות שמורות

תוכן:

ב

עם יציאת "יער" לדרך
צביקה אבני

1

סקירה על התפתחות מחקר היער בישראל במאה העשרים
צבי מנדל

7

השתנות רדיוס הגזע באקליפטוס המקור בתגובה להשקיה
רון זליגמן, ניר עצמון, גבריאל שילר, פנחס פיין

13

נוכחות חומרים מעכבי נביטה בעלים וקליפה של מינים שונים
של עצי יער וחורש טבעי
דויד ברנד, ניר עצמון, יובל אשד, יעל ברנד, יוסף ריוב

20

כנימת העלה של הארז בישראל
Cinara cedri ו-*Cinara laportei*
ניצה ספיר, עמירם זהבי, פביאן עשאל, צבי מנדל

25

בחינת השפעת נפח מיכל הגידול על התפתחות שתילים של עצי
יער במשתלה ובשטח
זוהר ליטמנוביץ', מיכל כצנלסון, ריטה טרחוב, יוסף ריוב

28

השפעת השימוש בשרוולי פלסטיק על השרידות והתפתחות
של מיני חורש ארץ ישראלי
עומרי בונה, זוהר ליטמנוביץ', ריטה טרחוב

33

הדברת עשבים וברירנות אאוסט (סולפומטורון) למיני היער
בנטיעות קק"ל
אבי טל, ברוך רובין, זוהר ליטמנוביץ', מיכל כצנלסון

38

יעור חברתי בסין
פול גינסברג

I

תקצירים באנגלית

שער בעברית: אורן הצנובר ביער הקדושים
שער באנגלית: ברוש מצוי בהרי יהודה
צילומים: חיים סהר

בדצמבר 1984, לאחר שלושים וארבע שנים שבהן יצא לאור, הופיע הגיליון האחרון של הביטאון "ליערן" ולא יסף.

היום, בגיליון המחודש והראשון של "יער", אנו פותחים שוב אכסנייה לפרסום מחקרים ומאמרים בתחום היער, אך לא רק בתחום היער נעסוק.

ביטאון "יער" יספק במה לחוקרים ולמחברים שירחיבו דעת גם בנושאים הקשורים בחורש, באקולוגיה של בתי גידול טבעיים בישראל, בהיבטים של יער וקהילה ובנושאים רבים הקשורים בשטחים הפתוחים.

אגף היעור, ביחד עם אנשי אקדמיה ויחידות נוספות בק"ל, יעשה מאמץ להפוך את ביטאון "יער" לכתב העת המקצועי הראשון במעלה בתחומים הנוגעים בניהול השטחים הפתוחים במדינת ישראל.

בפתח גיליון ראשון זה אמנה מספר אתגרים העומדים לפנינו ומשימתנו היא הגשמתם:

א. חקיקת חוק יער ישראלי "חוק היער והאילנות", שיעביר את ניהול שטחי היערות והעצים ממסגרת חוק ארכאי שאין לו כמעט דבר עם ההווה הקיימת כיום במדינת ישראל, למעשה חקיקה מודרני ומתקדם, שישרת את הציבור ויסדיר נכונה את ניהול היערות.

ב. הגדלת שטחי היער או לכל הפחות נטיעה בהיקף שימנע הקטנת שטח היערות בסוף מחזור או לאחר שריפות ומחלות או בעטיו של שינוי ייעוד הקרקע.

ג. המשך השבחה של עצי יער מתאימים לתנאי בית הגידול בארץ. זאת, כדי לייער בעצים עמידים למחלות למען קבלת יערות משגשגים, מאריכי ימים ובריאים.

ד. שיפור שיטות הייעור במגמה להגיע להצלחה רבה יותר בגידול העצים ובניהול השטחים הפתוחים.

ה. העמקת הידע המקצועי של היערנים והטמעת תורת ייעור ישראלית.

ו. הגדלת מספר המבקרים ביערות והגברת שביעות הרצון מחוויית היער.

ז. שיפור בשמירה על היערות ממפגעים, מזיקים ומשריפות.

ח. שילוב מגמות חדשות בניהול היערות, כדי לאפשר יצירת יערות בני קיימא. מגמות אלה הן: שיתוף הציבור בתכנון, מניעת פגיעה במערכות אקולוגיות, עידוד תהליכים טבעיים, הפחתת שימוש בחומרי הדברה, שיפור ההתייחסות לקהל, ועוד.

ברצוני להודות לכל אלה שתרמו מזמנם, ממרצם ומיכולתם הרבה בכתיבה, בעריכה, בהגהה, בעיצוב, בהוצאה לאור ובהפצה של הביטאון ובכך יצרו את דמותו של ה"יער" הראשון.

זאת ועוד, בהוצאתו לאור של "יער" יש תרומה צנועה לחיזוק מעמדה של הקרן הקימת לישראל, החוגגת בימים אלה מאה שנים לקיומה, כן ירבו שנותיה ומעשיה.

מי יתן ונרחיב דעת, נרבה מקצועיות בניהול היערות ושאר השטחים הפתוחים בישראל, נשתפר ונתחזק מ"יער" ל"יער".

בברכת קריאה מהנה ותורמת

צביקה אבני
מנהל אגף היעור

סקירה על התפתחות מחקר היער בישראל במאה העשרים

צבי מנדל, המחלקה לאנטומולוגיה, מרכז וולקני, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, בית דגן
zmendel@netvision.net.il

התחלות

שורשיו של מחקר היער בארץ נוגעים בראשיתו של מפעל הייעור בארץ ישראל, עם יסודה של קרן קימת לישראל ב-1901. עד אז, ככל הידוע, לא היה מחקר יערני לשמו, זאת למרות העובדה שפעולות ייעור ראשונות החלו כבר קודם תחת השלטון העותומני. ב-1870 פרסמו השלטונות התורכיים את פקודת היער, המהווה אולי את הניסיון הראשון בתקופה המודרנית להתערבות בנושאי ייעור בארץ ישראל. אחד החיבורים הראשונים בנושא הייעור בארץ נכתב על ידי אהרון אהרונסון ב-1913, באמצעותו המחבר תוקף את מדיניות היער של השלטון התורכי ומציין את האפשרויות הגלומות בייעור. זהו אולי המסמך החשוב ביותר בתחום הייעור, שנכתב בתקופה הטרומ מנדטורית. אהרונסון חן את הצלחת הייעור על סמך הניסיון שהצטבר בנטיעת אורנים בכרמל על ידי

הטמפלרים, והתוצאות הטובות של נטיעות איקליפטוס באזור חדרה על ידי המתישבים היהודים. סדר היום היערני התחיל להתגבש ב-1920 עם הקמת שירות הייעור המנדטורי במסגרת משרד החקלאות של ממשלת המנדט. את הטון נתנו מנהלי השירות באותם ימים: סאור, טיר ודאו (M. T. Dawe ו-F. J. Tear, E. R. Sawyer), שקבעו את המשימות ואת מדיניות הייעור. הם לא יצרו אמנם מסגרת העוסקת במחקר יערני, אך הם עודדו את המחקר הראשוני, במטרה לענות על הצרכים המאפיינים את חידוש היערות וההגנה על שטחים חקלאיים. מרבית הפעילות התרכזה סביב שתי המשתלות המנדטוריות העיקריות שהיו אז בחאן-יונס ובעכו. בעמק זבולון ובאזור חאן-יונס נערכו כבר בשנות העשרים ניסיונות של ייצוב דיונות החול באמצעות נטיעה של שיחים ועצים. בשתי המשתלות ייבאו מאות מיני צמחים, ביניהם עצי יער רבים. תצפיות המחקר התמקדו בבחינת שיטות להנבטה ולהכנת שתילים. במקביל, הושם דגש רב על מניעת סחף קרקע ובעיקר אימוץ מיני צמחים המתאימים לייצוב החולות. גם גילברט סאל (Gilbert N. Sale), שהיה כנראה הדמות החשובה ביותר בתחום הייעור בתקופת המנדט הבריטי, לא העמיד מסגרת רשמית של מחקר יערני, אולי בשל מערבולת האירועים הפוליטיים באותה תקופה. אך תחת שרביטו של סאל ניסויי שדה היו דבר שבשגרה, ונערכו משך תקופה ארוכה עד להקמת מוסדות המחקר. עם זאת, החשיבות של מקצוענות יערנית ומחקר לא נעלמו מעיניהם של מנהלי הייעור הבריטים. כך נשלחו ללימודים גבוהים שניים שהיו מראשוני חוקרי היער המוסמכים: עמיהוד גור שנשלח לאוניברסיטת ייל, וגמליאל דואר, שהתמחה בייעור באוניברסיטת אדינבורו. גור החל את פעילותו במחלקת הייעור של המנדט כבר ב-1925. עם השנים הוא התמנה לסגנו של סאל, וב-1946 החליפו כמנהל מחלקת הייעור. גור היה זה שהניח את המסגרת למחקר יערני מסודר בארץ. עם הקמת המדינה הוא מונה בפועל כמנהל



Drilling of Aleppo pine of ca. 80 years on Mt. Carmel for increment core (A. Zehavi)

קידוח באורן ירושלים כבן 80 בכרמל, לשם ספירה ומדידה של טבעות שנתיות (ע' זהבי).

בראשית המאה העשרים) היה בודנהיימר בעל רקע יערני מקצועי רחב. בודנהיימר הגדיר את היערנות כאקולוגיה שימושית, וזאת שנים רבות לפני שהמושג "אקולוגיה", על הגדרותיו השונות, הפך לשגור בפי כל מי שעוסק בטבע, בנוף, בצמחייה ובשטחים הפתוחים. כבר בשנות העשרים התפתחה מודעות רבה לחשיבותו של מחקר מזיקי היער. ויץ השכיל לשלב את בודנהיימר במחקר הגנת היער (בודנהיימר, 1950). עבודת המחקר הראשונה באנטומולוגיה של היער, שהתבצעה בארץ, הייתה של בודנהיימר. המחקר התפרסם ב-1927 ונושאו: עש קודקודי האורן (או בשמו דאז Evetria). באמצע שנות השלושים התבקש בודנהיימר לעזור בהתמודדות עם בעיית תהלוכת האורן שהופיעה לראשונה בנטיעות החדשות בסמוך ליער האורן הטבעי באום-צפא. ב-1941 יזם יוסף ויץ הקמת מעבדה בעין השופט, שבמסגרתה נחקרה הכנימה הקטלנית של עצי אורן ירושלים – המצוקוקוס הארץ ישראלי (שנקראה אז איצריית האורנים). בחקר המזיק עסק למעשה שמעון נוימרק בהנחייתו של בודנהיימר. עד מהרה התברר, שהכנימה היא מין מצוקוקוס חדש למדע. בודנהיימר, יחד עם יצחק הרפז, שהיה אחד מבחירי תלמידיו ולימים דיקן הפקולטה לחקלאות, תארו את המזיק וקראו את שם המין *Josephi* לכבודו של יוסף ויץ. תלמידיו של בודנהיימר הובילו את המחקר האנטומולוגי בישראל ובתוכו את העיסוק במזיקי היער ובחקרי החורש. מה שאפיין את המחקר היו בעיקר תעוד הפאונה של חרקי עצי היער העיקריים ולימוד הביולוגיה של הבולטים שבהם. יוסף הלפרין סיכם במאמר מפורט (Halperin, 1969) את התפתחות האנטומולוגיה של היער בישראל עד לשלהי שנות השישים.

בין השנים 1942-1973 פעלה במסגרת תחנת הניסיונות ברחובות המעבדה של ישראל גינדל, שהייתה שלוחה של מחלקת הייעור של קק"ל ופעולותיה מומנו על ידה. המעבדה עסקה בתצפיות פנולוגיות, התפתחות והתאמה של מיני עצי יער לתנאי הארץ, בתהליכי נביטת זרעים ובניסיונות להשתרשות ייחורים. סביב המעבדה, בשטח תחנת הניסיונות, ניטע גן האקלום של עצי יער על שם מנחם אוסישקין. העצים ששרדו מגן האקלום מצויים בשטח הפקולטה לחקלאות של האוניברסיטה העברית ברחובות ובשטחים ממזרח לפקולטה, בשטח מכון ויצמן ובכיוון תחנת הרכבת.

המחקר עם הקמת המדינה

המחקר היערני המאורגן במדינת ישראל החל למעשה על ידי עמיהוד גור, עם הקמתה של התחנה לחקר היער באילנות בדצמבר 1949. רעיון הקמת התחנה עלה כבר שנים קודם, ובחירת אילנות כאתר במרכז הארץ הייתה

מחלקת היערות במשרד החקלאות, תפקיד שממנו התפטר ב-1960. אחד מבין הישגיו הרבים היה חיבור מילון למונחי ייעור בעברית.

במקביל לפעילות מחקרית שהתבצעה במשתלות הייעור של ממשלת המנדט, נעשו מחקרי ייעור במקומות נוספים. בחווה בעתלית עסק אהרונסון באקלום עצים, בחן את המשמעות של הרס היערות הקדומים, היה ער לבעיות סחף הקרקע וההשלכות האקולוגיות המרחיקות לכת הנובעות מכך, ואף הציע את הפתרונות הנדרשים. אהרונסון תיעד את התפתותם של מיני עצי יער וחורש, ואת חשיבותו של יער השיטה המלבינה בייצוב חולות החוף (אופנהיימר, 1959). הוא גם הבחין בפוטנציאל של אורן ירושלים להפיץ את עצמו לבתי גידול לא מקוריים, כמו קרקעות טרה-רוסה.

ב-1920 עקיבא אטינגר, מנהל מפעלי הייעור של ההסתדרות הציונית וקק"ל, נטע בקרית ענבים את חלקת האיקלום (ארבורטום) הראשונה של עצי יער בארץ, ובתוכה אוסף של 60 מיני אקליפטוס (ויץ 1970). בשנות השלושים של המאה שעברה עסקו אנשי מדע במחקר יערני: בחקר קרקעות הארץ והתאמתן לייעור (משה אבנימלך), בגיאובוטניקה (אלכסנדר אייג ומיכאל זהר), בפעילות קמביאלית של עצי החורש הטבעי ובתוכם אורן ירושלים (הלל היינץ אופנהיימר) ובפתולוגיה (ישראל רייכרט) ציון דרך במחקר הצמחיה המעוצה היא חיבורו של זהרי משנת 1951 (Zohary 1951).

המחקר וקק"ל בתקופת המנדט

יוסף ויץ, מנהלו של אגף הייעור (בשמו כיום) של קק"ל משך עשרות שנים, ראה במחקר כלי חשוב לקידום מפעל הייעור. הוא גם פעל להצגה ולפרסום מקצועי של הפעילות היערנית והייעור. ויץ היה מעורב בבחירת מקורות זרעים של עצי היער בעיקר של אורנים, והיה מהבקיאים במערכת הנטיעות המקצועית. מנהלי מחלקת היערות של קק"ל ראו בעצם הנטיעה את חזות הכל, ולהוציא את ההתייחסות למחקר הגנת היער, לא העריכו מספיק את הבסיס המקצועי היערני, ואת החשיבות של מעורבות המחקר בעשייה היערנית. חסרונה של מערכת מחקר, ובשל כך גם חסרונו של בסיס מקצועי, השואב את כוחו מהמחקר, עולה כבר מתוך דבריו של שמעון בודנהיימר (שהיה ידידו של יוסף ויץ וחתנו של מנחם אוסישקין, אז נשיא הקק"ל), שסבר, שאת מפעל הייעור בראשיתו אפיינה בעיקר התלהבות רבה והרבה פחות יסודיות או מקצוענות. בודנהיימר נחשב לאחד מגדולי האנטומולוגים של תקופתו. כתלמידו של קרל אשריך (Karl Escherich), מהאנטומולוגים של היער הבולטים ביותר בעולם

החורש וקטלב, שימור ועיבוד של תוצרת העץ. עלו הסוגיות של עצי אם לזרעים והאפשרות לאקלם מינים חדשים. רבים מהחוקרים והיערנים הבכירים הציגו את מיטב המידע על עצי היער בעלי פוטנציאל ייעור בארץ. תשומת לב רבה ניתנה למשק המים של עצי יער ולהשפעה של עצים על קרקע היער, ונחקרה המלחת שכבת הקרקע העליונה על ידי אשלים. באותן השנים העלו הידרולוגים את הטענה, שלימים הוכח שאינה נכונה, שנטיעת יערות גורמת "לאובדן המים הדרושים לחקלאות". בשנות החמישים ניהל גור את תחנת המחקר באילנות וחשיבותם של החוקרים עלתה. היו אלו שנות גיבוש המחקר וחלק ניכר מפעילות התחנה באילנות הוקדש לפיתוח שיטות ממשק וניהול יער. פעילות המחקר המרכזית עד לסוף העשור סוכמה על ידי רנה קרשון (Karschon, 1960), שריכו את המחקר בתחנה כבר עם עלייתו לארץ ב-1949.

שנות השישים

בשנות השישים חלו שינויים מינהליים במערכת המחקר החקלאי, שהשפיעו גם על המחקר היערי. תחנת היער באילנות הפכה לחלק מהמכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות, והייעור הממשלתי התמוזג עם מחלקת היערות של קק"ל. גור פרש מניהול התחנה, ובמקומו מונה דואר וברוך רביצקי. ב-1964 נתמנה קרשון למנהל התחנה ונשא בתפקיד זה עד סמוך לסגירתה ב-1985. קרשון היה למעשה הדמות החשובה ביותר בתחום המחקר היערי משך שלושים וחמש שנים, הן בשל מחקריו הרבים, הן בשל השותפויות עם מיטב החוקרים שעסקו בייעור, ובהנחיית המחקרים שהיו באחריות חוקרים שעבדו בתחנה באילנות וחוקרים במוסדות אחרים, והן בשל העבודה המשותפת עם אנשי המקצוע הבכירים בקק"ל (בעיקר עם משה קולר וירח קפלן).

קרשון הביא לשינוי במעמד תחנת המחקר וצביונה והפך אותה לתחנת מחקר יערי בעלת מעמד בין-לאומי. באותן השנים נמשך מחקר היער הקלאסי, אך הופנה גם מבט אל נושאים בסיסיים. מבין הנושאים החשובים שנחקרו היו: מנגנוני העמידות ליובש של אורנים, העמקת מחקרי מאזן המים בעצי היער, הקשר בין מי תהום ויערות, שימוש בכלים סטטיסטיים להערכת התפתחות יערות אורנים, טכנולוגיה של עצת המינים מקומיים, שיפור שיטות נטיעה, שימוש בקוטלי עשבים בייעור, וניסיונות של ייעור באזורים יובשניים. המחקר לא פסח על בחינת מינים חדשים נוספים לייעור והמשך תצפיות האקלים. הנטיעה הנמרצת של שדרות לצדי כבישים ומשברי רוח בשטחים חקלאיים הביאה לכיוון מחקר חדש, שעסק ביחסי הגומלין בין עצי השדרה והגידולים החקלאיים ובבחינת שיחים

קשורה כנראה לעובדה ששתי המשתלות הגדולות בחאן-יונס ובעכו היו מתוכננות להימצא מחוץ לגבולות מדינת ישראל, על פי גבולות החלוקה של שנת 1947. התחנה באילנות הוקמה על פי מודל אמריקני וכללה את מקצועות הייעור המרכזיים: יחידה שעניינה איסוף זרעים, הפקתם ואחסונם; משתלה; חלקת איקלום וארבורטום; יחידה שעסקה בממשק היער ואקולוגיה; יחידה לתפוקת יער, טכנולוגיה ושימור עץ; מנסרה; יחידה להגנת היער; וספרייה יערנית. עוצמתה של התחנה נבעה גם מהעובדה שמשרדי הנהלת אגף הייעור הממשלתי היו אף הם בשטח אילנות.

אחת מאבני הפינה של המחקר היערי בישראל היה העיתון "ליערן", ביטאונה של אגודת היער בישראל. גילויו הראשון ראה אור במאי 1950. העיתון יצא לאור עד דצמבר 1984, והיה במידה רבה שופרו של המחקר היערי בישראל. דרכו אפשר היה לחוש את הלהט המקצועי של עובדי הייעור בארץ, את הגישה הרצינית של המחקר ואת החשיבות של החינוך היערי. עורכו הראשון היה גמליאל דואר, ומשנת 1952 ערכו את העיתון רנה קרשון וירח קפלן, שלבד מהוצאה לאור של עיתון מקצועי איכותי (דו לשוני) ליערנים גם יצרו את המסגרת לפרסום עבודות המחקר היערי בישראל. ויץ וגור שימשו משך שנים יושבי הראש של מערכת "ליערן", בתוקף היותם נשיאי אגודת היער בישראל. קדם ל"ליערן" העיתון המקצועי "היער", שערך יוסף ויץ. העיתון הוציא גליונות אחדים בלבד.

שנות החמישים

בשנות החמישים המחקר התפרש על כל ענפי הייעור. עסקו בו חוקרי המחלקה לייעור באילנות וחוקרים במוסדות להשכלה גבוהה, שראו בבוטניקה הקלאסית (בראייה עכשווית), ובגיאובוטניקה, כלים ללימוד ולהכרה של עצי יער בארץ. במיוחד יש לציין את תרומתו של אברהם פאהן במחקר האנטומיה של עצי יער, פעילות קמביאלית והתפתחות ביבי שרף באורן ירושלים. מחקרים רבים עסקו באקלום של עצי יער וביחסי הגומלין בין העצים לבית גידולם, תוך דגש על עצי אורן ואיקליפטוס, ובמיקוריזה, בעיקר על ידי יצחק ווהל. תשומת לב רבה הוקדשה ללמוד בעיות החסר של העצים, נחקרו אפשרויות ייעור ובחירת מינים לנטיעה בבתי גידול חדשים, כמו בנגב, בערבה, בעמק החולה, בשטחי מרעה, בנטיעות בלימנים ובסוללות ברחבי הנגב, וחיפוי קרקע למניעת איבוד מים. באותן השנים נערכו ניסויים ראשוניים בדילול יערות האורן ובכריתה של עומדי איקליפטוס, והחל גיבוש של מדיניות הייעור באמצעות כלים מדעיים. בעשור זה המשיכו החוקרים להתלבט בבעיות נביטה ושתלנות של רחבי עלים, כמו אלונים, חרובים, כליל

במחצית השנייה של שנות השבעים גדלה חשיבות העניין באקולוגיה של אורנים, ותמיכה רבה ניתנה למחקרים שעסקו בשונות גנטית של עצי יער. בסוף שנות השבעים יש כבר התייחסות לחשיבות של גורמי זיהום אוויר הפוגעים בעצי היער, זאב נאווה חקר את הפגיעה של האוזון בעצי האורן. בשנים אלו החל בארץ מחקר חלוצי של שיקום מחצבות על ידי נטיעת שיחי חורש.

באילנות התבצע גם מחקר הגנת היער. במחצית הראשונה של העשור עדיין עסקו בתהלוכה האורן, ואילו במחצית השנייה כבר עברה תשומת הלב לשתי קבוצות חרקים אחרות. התפרצויות של חיפושיות קליפה של האורן הלכו והפכו תכופות יותר עם הגדלת קצב הדילולים, אך בעיקר עלה על סדר היום, המצוקוקוס הארץ ישראלי שפגע ביערות האורן שבשער הגיא, מה שכונה על ידי הציבור הרחב, שנים לאחר מכן, "תופעת שער הגיא". התנוונות יער שער הגיא וההד הרחב של התופעה, היו נקודת מפנה במחקר היערי, והתופעה זכתה לתשומת לב ומעורבות של מדענים גם מתחומי מחקר אחרים.

בשנות השבעים והשמונים התפתחה מגמה של תקיפת מפעל היעור על ידי "שומרי הטבע", אם כי הצלחת מפעל היעור ואהדת הציבור הרחב ליערות הנטועים הקהו כבר באמצע שנות השמונים את הביקורת הקשה. כל זאת למרות שבשנות השמונים וגם בשנות התשעים לא נשמעה במלוא משקלה התגובה המצופה של חוקרי היער, או של העוסקים ביעור, על הביקורת שלא במקומה.

שנות השמונים

בשנות השמונים עברה עיקר תשומת הלב מעצי איקליפטוס לעצי המחט, ובעיקר לאורן ירושלים ולאורן ברוטיה. בשנים אלו הואץ המחקר של השפעת ממשק היער, בעיקר הדילול, על התפתחות היערות הנטועים. עשור מאוחר יותר הופנתה תשומת הלב גם להשפעת הטיפול על התפתחות יער האורן הטבעי. התנוונות יערות אורן ירושלים, בעיקר בעקבות פגיעת כנימת המצוקוקוס, הפכו את נושא ההשבחה ובחירת מקורות הזרעים של האורן למחקר דומיננטי, ולראשונה התגבשה קבוצת מחקר גדולה שכללה מדענים ממוסדות שונים שחברו יחד להקמת חלקות אם לזרעים לצורך השבחה של אורן ירושלים. גם תכניות המחקר במחצית הראשונה של שנות השמונים עסקו בעיקר בשונות הגנטית של אורן ירושלים ואורן ברוטיה ובמקורותיה. אימוץ כלים גנטיים איפשר להרחיב את המחקר בשונות הגנטית של עצי יער אחרים ובתוכם מיני איקליפטוס ומילה. גם הברוש המצוי ומיני אלון זכו לתשומת לב רבה, ובמידה מסוימת גם עצי החורש

ועצים לנטיעות אלו. כך נמצא שהרוזמרין, המקובל כצמח נוי, מתאים מאוד לנטיעה בבתי גידול קשים ולאורך הכבישים (נאוה וכן עזרא, 1976). בראשית שנות השישים יוצא לאור ספרו של מיכאל זהרי על הפלורה של ישראל ועבר הירדן. ספר זה היווה ציון דרך במחקר הגיאובוטני של האזור והוא סיכם את הידע שנרכש משך שלושים השנה שקדמו להוצאתו. באמצע שנות השישים מתפרסם ב"ליערן" מאמר שנכתב על ידי ברוידו (A. Broido), משירות היער האמריקני, בנושא "הצורך במחקר יערי בישראל". משפט המפתח במאמר (בתרגום חופשי) הוא "למרות שהפתרונות של רבות מבעיות (היעור) עשויים להתקבל מתוצאות של עבודות מחקר במקומות אחרים, אין זה מבטיח שיתאימו לבעיות השטחים המיוחדים במדינת ישראל. הפתרונות לבעיות הייחודיות יושגו על ידי המחקר בישראל".

מחקרי הגנת הצומח בתחום היעור בשנות החמישים והשישים עסקו בנושאים מגוונים, כמו נובר האיקליפטוס וקפנודיס הצפצפה, וחקרי השיטים בעמק הערבה (בעיקר על ידי חנן ביטינסקי-זלץ ונוימרק) והעמיק מאוד הידע על הפאונה האנטומולוגית של החורש בארץ. אולם תשומת לב מרכזית ניתנה לתהלוכה האורן, שהתפשט באותן שנים במהירות ביערות האורן הצעירים, וזחליו גרמו לא רק נזק לעצים, אלא גם מטרד רפואי שהדיו נמשכו עשרות שנים לאחר מכן. מאמצים רבים הוקדשו להדברת התהלוכה, ובתוכם הניסויים הראשונים בארץ של שימוש בתכשירים מיקרוביאליים (בצילוס טורינגיינסיס).

שנות השבעים

בשנות השבעים מחקר היער היה כבר מגובש והובל בעיקרו על ידי חוקרי התחנה באילנות. בשנים אלו התמקדו נושאי המחקר בעצי איקליפטוס וכללו אקלום מינים חדשים, גנטיקה, בעיקר של איקליפטוס המקור, אקולוגיה של מיני איקליפטוס, ובחינה של אפשרות שימוש תעשייתי בעצת איקליפטוס. במקביל, התנהל מחקר של שימוש רב תכליתי ביער, תוך התבססות הגישה שהיער הוא משאב שניתן לנצל באופנים שונים, כמו נופש, מניעת סחף, מרעה ותפוקת עץ (Karschon, 1980). נחקרה חשיבותה של צמחיית תת היער למרעה, בעיקר כתשובה להאשמות שהטיחו ביער בשנות החמישים, שהיער מתחרה במרעה. מחקר יחסי מרעה-יער נמשך בנמרצות רבה גם בשנות השמונים והתשעים. כמו כן נמשך מחקר משק המים של אורנים, במטרה להבין את מנגנוני העמידות ליובש ולשרש את הדעה שאומצה על ידי חלק מהאקולוגים, בעיקר בשנות השישים, שהיער מכלה את עתודות המים. באותן השנים נחקרה גם השפעת היער על איכות הסביבה.

את הקיום של העצים בבתי גידול קשים ושיפור הממשק שלהם. בשנות התשעים, כמו בשנות השמונים, נגרמו שרפות יער גדולות הן ביער הנוטע והן ביער האורן הטבעי בכרמל. שרפות אלו היוו את הרקע למחקר אקולוגי נמרץ של יערות האורן הטבעיים, שהדגש היה דפוסי ההתחדשות של האורן וצמחיית היער המלווה לאחר השרפות, ונמצא דמיון בפיזור העצים ונישות ההתבססות של דור העצים החדש לזה של יער ההורים. במקביל, עסק המחקר בפיתוח שיטות לשרפה מבוקרת כאמצעי להפחתת כמות החומר הדליק ביער. בתחום הגנת היער העמיק המחקר על המצוקוקוס הארץ ישראלי. זיהוי פרומון המין של הכנימה (שהיה הפרומון הראשון שזוהה בישראל) פתח אפשרויות חדשות במחקר הכנימה, שנמשך כל שנות התשעים, ובעיקר לימוד הפעילות העונתית והרב-שנתית של המזיק, פיתוח שיטות ניטור ושיפור ההדברה הביולוגית נגדו.

לאחר שעברו כמעט שני יובלי שנים, מושם דגש על מחקר היסטורי של מפעל הייעור בארץ עד להקמת מדינת ישראל: ספרם של נילי ליפשיץ וגדעון ביגר מסכם את תולדות הייעור בארץ ישראל בין השנים 1950-1850, ומחקרה של רוזה אל-עיני בנושא מדיניות הייעור הבריטי בארץ בין השנים 1929-1948.

אתגרים לעתיד

אתגרי המחקר היערי למאה העשרים ואחת הם רבים ורובם ככולם נגזרים קודם כל מהמשימות העומדות בפני היעריים. להלן כמה מהחשובים שבהם: השבחת מיני עצי היער העיקריים והתאמתם לבתי גידול קשים, תוך שימוש בכלים גנטיים מודרניים. נדרש להמשיך ולחתור לפיתוח של שיטות ואמצעים לשיפור השרשה של טיפוסים מצטיינים ופיתוח הטכנולוגיה לייצור שתילים איכותיים. נדרש שילוב אמצעים ואימוץ תחליפים ידידותיים לסביבה וכלכליים לדחיקת השימוש בקוטלי עשבים הסניטטיים ביער. המחקר היערי מצוי בתחילת דרכו בפיתוח ובאימוץ אמצעים להתמודדות עם מזיקים ומחלות של עצי היער הן בדרך של השבחה גנטית והן באמצעות שימור ותגבור של אויבים טבעיים ומתחרים לפגעים. לחוקרי היער מחכה המשימה של בחירה מתוך מאגר מיני עצי יער המתאימים לאקלים בישראל של מינים חדשים שיאפשרו הגדלת מגוון המינים, תוך דגש על עצי מחט של מקסיקו לשם חידוש היערות לאחר כריתה ושרפות, ועל מיני עצים ממדבריות צפון אפריקה ודרום אמריקה לנטיעה לשם דחיקת המדבר. לבסוף, על המחקר לעסוק באופן נמרץ בשימור היער וסביבתו, בבעלי החיים ובצמחיית היער, תוך דגש על חתירה לאיזון מיטבי בין משתמשי היער ושוכניו.

הטבעי האחרים. בשנים אלו התנהל בפקולטה לחקלאות מחקר נמרץ של שיטות ריבוי שתילים, תוך דגש על התאמת מיכלי גידול, מצעים ומשטרי דישון, שימוש בחומרי הרטבה וסופחי מים, הנבטה בתמיסות מאווררות ושימוש במיקוריזה לשיפור ההתפתחות במשתלה, הקליטה וההתבססות בשטחי הנטיעה ביערות. פיתוחים אלו הביאו לשיפור ניכר של גידול מיני עצי יער שריבויים נחשב בעייתי, כמו כליל החורש, מיני אלות, ארז, ואגס סורי. במקביל התרכז המחקר גם בשיפור שיטות השרשה של ברושים ואורנים באמצעים משולבים, שכוללים טיפולי קירור וחומרי השרשה.

בשנות השמונים הושם דגש גם על בעיית נטיעה באזורים יובשניים. נבחנו משטרי השקיה, ונערכו ניסויים במקורות זרעים חדשים של מיני איקליפטוס. במקביל, החלו החוקרים לבחון את אפשרויות השימוש במי קולחים ובבוצה לגידול עצים וייצור ביומאסה כלכלית של עצה לתעשייה. נבחן גם השימוש בנטיעת איקליפטוס להורדת מפלס מי התהום ולהקטנת קצב המלחת קרקעות השלחין בעמק יזרעאל. בשנים אלו נערך במעבדה לארכאובוטניקה באוניברסיטת תל אביב מחקר דנדרוכרונולוגי בעיקר של אורן ירושלים וערער אדום. במקביל, התבצע מחקר נמרץ, שנמשך גם בשנות התשעים, של שיחזור נוף היער הקדום בארץ באמצעות שרידי עץ שנחשפו בחפירות ארכיאולוגיות מאתרים שנבנו באזור במשך 10,000 השנים האחרונות.

בעיית המצוקוקוס, שזקיקו העצומים ליער אורן ירושלים ניכרו לעין, המשיכה להעסיק את החוקרים בהגנת הצומח בשנות השמונים. בשנים אלו החל מתברר האופן בו מנוונת הכנימה את עצי האורן ונמצא שאוכלוסיות אורן ירושלים מיוון מתמודדות די בהצלחה עם הכנימה. התבצעו מחקרים נמרצים ללימוד המגפות הנגרמות על ידי חיפושיות הקליפה של יערות האורן והברוש, ובפיתוח שיטות הממשק למזעור הנזקים. במקביל, נלמד הקשר שבין הדילול להתפרצות החיפושיות, וכן עסקו בלימוד מחלות ברושים הנגרמות על ידי פטריות הסירידיום והדיפלודיה. הידע שהצטבר במחקר היערי מאז שנות השמונים נלמד גם בקורסים אוניברסיטאיים הניתנים בפקולטה לחקלאות ברחובות.

שנות התשעים

נושאי המחקר בשנות התשעים היו בעיקרם המשך של אלה שבעשור הקודם. נטיעת אלונים הלכה והתרחבה וכן התרחב המחקר של השפעת הקרקע והמסלע על אלון התבור וגנטיקה של אלון התבור ואלון מצוי. כך, לדוגמה, נמצא שלמופעים השונים של עצי אלון יש בסיס גנטי. במקביל, התבצעו מחקרים לשם הבנת צריכת המים של מיני עצי יער חשובים במטרה להבין

דברי סיום והבעת תודה

ופרופ' יוסי ריוב. תודה מיוחדת שלוחה לד"ר ירח קפלן על שהקדיש לי מזמנו, העמיד דברים על דיוקם, תרם מידע וחלק אתי את זיכרונותיו כיערן. מקום מיוחד שמור למורי ולידידי ד"ר רנה קרשון (ז"ל), שפתח בפני את הצוהר להיסטוריה של מחקר היער בארץ. תודתי שלוחה גם לשותפיי למחקר היער משך שנים רבות, בעבר ובהווה, עמירם זהבי, ניצה ספיר, ציון מדר, יעקב גולן, עזרא דונקלבלום ופביאן עשאל.

הסקירה מוקדשת ליערני אגף הייעור של קק"ל לדורותיהם.

סקירה זו אינה תחליף למחקר היסטורי יסודי של מחקר היער בארץ, אלא באה להציג את התפתחות מחקר היער בפרספקטיבה היסטורית. לפיכך, מובאות כאן רק אסמכתאות מועטות, כשהדגשים מטבעם משקפים את זווית הראייה של המחבר. הסקירה מבוססת על מקורות מגוונים ובתוכם שיחות עם רבים, ביניהם ותיקי החוקרים והעוסקים ביעור. ברצוני לציין במיוחד את ד"ר ירח קפלן, פרופ' זאב נאווה, ד"ר יוסף הלפרין, ד"ר גבריאל שילר, פרופ' נילי ליפשיץ

מקורות

1. אופנהיימר. ה' (1959). אהרון אהרונסון כסולל דרך ליעור הארץ. ליערן 9 (1-2), עמ' 3-9.
2. בודנהימר, ש' (1950). סקירה על בעיות הגנת היערות במזרח התיכון בפני מזיקים. היער, עמ' 32-35.
3. ויץ, י' (1970). היער והיעור בישראל. הוצאת מסדה.
4. נאווה, ז' ובן עזרא ש' (1976). שיקום הנוף היס-תיכוני ההררי ע"י ייעור רב-תכליתי סביבתי. ליערן (1-4), עמ' 29-32.
5. Halperin, J. (1969). Forest-Entomological Research in Israel. Zeit. ang. Ent. 64, pp. 325-339.
6. Karschon, R. (1960). Forestry. in: Prywes, M. (Ed.). Medical and Biological Research in Israel, The Hebrew University of Jerusalem - Hadassah, Jerusalem, pp. 181-188.
7. Karschon, R. (1980). Multiple-Use Research in Israel. in: IUFRO/MAB Conference: Research on Multiple Use of Forest Resources, pp. 85-86. Techn. Rep. U.S. Dep. Agric. For Serv. WO-25.
8. Zohary, M. (1951). The Arboreal Flora of Israel and Transjordan and its Ecological and Phytogeographical Significance. Imperial Forestry Institute University of Oxford, Institute paper No. 51.

השתנות רדיוס הגזע באקליפטוס המקור בתגובה להשקיה

רון זליגמן, שירות השדה, שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, רעננה

ניר עצמון, גבריאל שילר, המחלקה למשאבי טבע, מרכז וולקני, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, בית דגן;
vcgabi@netvision.net.il

פנחס פיין, המכון לקרקע ומים, מרכז וולקני, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, בית דגן

תקציר

שינויים ברדיוס גזע עץ אקליפטוס המקור (*Eucalyptus camaldulensis*) נבחנו כמדד אפשרי לבקרת השקיה באמצעות מדי רדיוס גזע (דנדרומטרים). נעשתה השוואה איכותית עם מדידות של מהירות זרימת המים בגזע בשיטת פולס החום. המדידות נעשו במטע אקליפטוס מושקה נטוע בקרקע טרה רוסה רדודה וסלעית באזור עמיעד בין קיץ 1995 לקיץ 1996. במהלך תקופת המדידה נבחנה תגובת העצים, בקיץ להשקיה סדירה ולהצמאה ממושכת, ובעונת החורף לגשם. רדיוס הגזע גדל בתגובה להשקיה ופחת בתגובה להצמאה. העוצמה ודגם השינוי ברדיוס הגזע בתגובה להשקיה היו תלויים בגירעון המים בקרקע קודם להשקיה. הדמיון שנמצא בין השינויים ברדיוס הגזע לבין השינויים בזרימת המים בגזע עשוי לאפשר שימוש במדידות רדיוס גזע כמדד לקביעה של עיתוי ההשקיה ואף להסיק על מנת המים הדרושה.

מבוא וסקר ספרות

אקליפטוס המקור מצטיין בקצב גידול מהיר ובתצרוכת גבוהה של מים וחומרי הזנה. הדבר עשוי לאפשר שימוש במטע אקליפטוס משקי כמבלע לעודפי קולחים. כדי לנצל קרקעות אשר אינן ניתנות לשימוש חקלאי ניתן להניח כי הנטיעה תהיה בקרקעות שוליות, רדודות וסלעיות. במקרים כאלה בקרת השקיה קרקעית היא בעייתית ויש להעדיף בקרה באמצעות מדידה צמחית. מדידות רדיוס הגזע, שנעשו במיני צמחים רבים, הראו השתנות יומית דמויית גל סינוס הרוכב על גל נושא (10). הגל הנושא מיוחס להתעבות (או היצרות) של הגזע. ההשתנות היומית ברדיוס הגזע מקושרת לתיאוריית הקוהזיה, שהוצעה לפני כ-100 שנה. לפי תיאוריה זו עליית המים בגזע העץ היא תוצאה פסיבית של מפל לחצים אנכי בין מערכת השורשים לעלווה הנגרם כתוצאה מדידות. נציין, שהמנגנון הפסיבי לאספקת מים אינו מספק וקיימות הצעות גם

למנגנונים אקטיביים (3). Molz and Klepper (1972) הרחיבו את תיאוריית הקוהזיה וכללו גם מפל לחצים אופקי בין מים המוכלים בשכבות הפנימיות (עצה, הקשיחה ברובה) למאגרי מים המצויים בסות (שיפה ורקמות חיות סמוכות, הגמישות יחסית (6)). מאגרי מים אלה מאפשרים אספקת מים לזרם הדיות ממספר דקות ועד למספר שבועות, כתלות בסוג הצמח ובכושרו להכיל מים ולשחררם לפי הצורך (13). לפיכך, גל הסינוס מתאר מפל לחצים אופקי הבא בעקבות מפל לחצים אנכי, הגדלים והולכים עם התגברות הדיות לקראת צהרי היום ופוחתים והולכים עם פחיתת הדיות לקראת ערב. בתנאים אלה, מערכת השורשים מספקת מים לעלווה אולם בפיגור של זמן, ונוצרת עקת מים בצמח. מרווח הזמן מהזריחה לתחילת ההתכווצות הנו קבוע למדי, ובמין עץ נתון הוא תלוי בפרמטרים של העץ עצמו (גודל, שטח עלווה וכדומה) ופחות בתנאים אטמוספריים (שהנם בדרך כלל נוחים יותר בשעות הבוקר המוקדמות). עיתוי המעבר מהתכווצות להתרחבות תלוי כנראה יותר בפרמטרים סביבתיים, כגון תכולת הרטיבות בקרקע, בתנאים אגרו-מטאורולוגיים ובתכולת המים בעץ. תלות זו גורמת לשונות גדולה בעיתוי התגובה של עצים. התופעה נצפתה בין היתר בעצי הדר (זליגמן, מידע אישי) ואבוקדו (2, 12).

החוקרים הוגוט וחובריו (8) הראו, כי קיים הבדל בין מיני עצים באופי השתנות רדיוס הגזע בתגובה לעקת מים. בעוד שבתפוח ההתכווצות היומית ברדיוס הגזע פחתה עם חלוף זמן מהשקיה (וירידה בזמינות המים בקרקע), ההתכווצות היומית באפרסק החריפה [ראה גם (4)]. באבוקדו היה אופי תגובה דומה לזה שבאפרסק (12). הוגוט וחבריו (1992) פירשו את הפחיתה בהתכווצות היומית ברדיוס הגזע בתפוח עם הפחיתה בזמינות מי הקרקע כעדות לניצול מהיר של מאגרי המים בעץ (כלומר, יעילות מוגבלת של מנגנון בקרת המים בצמח). לעומת זאת, את התגובה באפרסק הם פירשו כניצול מבוקר של מאגרים אלה. לדעתנו, ניתן להחיל על תופעות אלו הסבר הפוך: פחיתה

במטע היתה בקולחים שניוניים מצפת או במי הכינרת, בהתאם לאפשרות האספקה ביום ההשקיה. מרווח ההשקיה נע בין שבוע לשלושה שבועות. באביב 1996 ניתנה ההשקיה באיחור, כדי לבחון תגובת העץ להצמאה ממושכת. מנת המים להשקיה חושבה על פי 60% מההתאדות מגייגית סוג א' הממוקמת בקרבת המטע לכל עונת ההשקיה. במטע הותקנו שתי מערכות למדידת מצב המים בעץ:

1. מדידה של השתנות רדיוס גזע העץ: המדידה נעשתה באמצעות מד רדיוס גזע אלקטרוני (פיתוח עצמי), שפעולתו מבוססת על מד מעוות המעוגן לליבת גזע העץ. החיישן חש בשניוניים ברדיוס הגזע בפני קליפת העץ, ברגישות של אלפיות מ"מ. המדים הותקנו ב-6-11 עצים מייצגים במרכז החלקה, בגובה של כ-30 ס"מ מפני הקרקע. בשל נזקי בעלי חיים שנגרמו לאביזר, הועתקו החיישנים לגובה של כמטר אחד מפני הקרקע. בדיקה הראתה, כי שינוי הגובה לא השפיע על תוצאות המדידה. קריאת החיישנים נעשתה כל 6 דקות ומיצוע הקריאות עבור כל חיישן נעשה אחת לשעה. קריאת החיישנים ואיסוף הנתונים נעשתה באוגר נתונים מתוצרת Campbell (CR10). הצגת תוצאות המדידה נעשתה כממוצע לעצים שנבדקו.

2. מדידה של מהירות זרימת המים בגזע: המדידה נעשתה בשיטת פולס החום המבוססת על החדרת גוף להט לגזע ושליחת פולס חום הנקלט במערך חיישנים הממוקם במרחק ידוע מעל גוף הלהט (Cohen et al., 1981). זמן מעבר הפולס מתורגם למהירות זרימת המים בגזע. מערך החיישנים בכל עץ מורכב מ-6 מדי חום המוחדרים לעומקים שונים בקדח רדיאלי הנעשה בגזע, מקליפת העץ לכיוון מרכז הגזע. קריאת מערכי החיישנים, שהותקנו ב-8 עצים, נעשתה בסבב בין העצים כאשר כל עץ נבדק אחת לשעה. איסוף הנתונים נעשה באוגר נתונים מתוצרת Campbell (CR21). בעבודה זו, מוצגות תוצאות המדידה כסיכום מהירויות הזרימה שהתקבלו עבור כל אחד ממדי החום בכל מערך. הצגת תוצאות המדידה נעשתה כממוצע נע לפרק זמן של שעה עבור שמונת העצים.

תוצאות ודיון

הקבלה בין מהירות הזרימה בגזע להשתנות רדיוס הגזע באקליפטוס

מדידה מייצגת (ל-8 עצים) ביום ה-7 לספטמבר 1995, של מהירות זרימת המים בגזע (המיוצגת על-ידי מהירות ההתפשטות של פולס החום) ושל השתנות רדיוס הגזע מוצגת באיור 1. מהירות זרימת המים בגזע היתה בדגם המקובל של מהירויות נמוכות בלילה

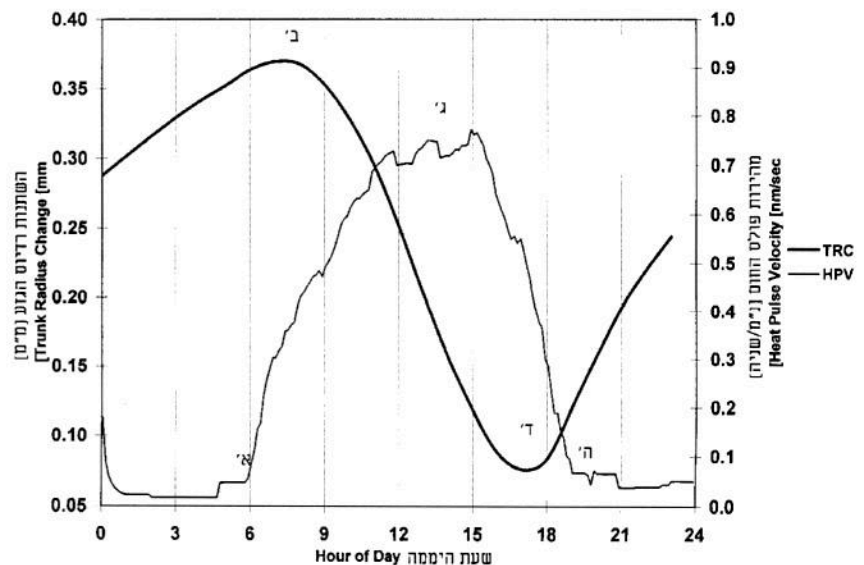
במשרעת ההתכווצות היומית ברדיוס הגזע עם פחיתה בזמינות מי הקרקע תנבע מהגבלה גוברת של השימוש במאגרי המים בצמח ואילו התגובה ההפוכה (כגון באפרסק ובאבוקדו) קשורה, כנראה, בניצול מוגבר ובלתי מבוקר של מאגרי המים הפנימיים לדיות. ברור, כי גם במקרה האחרון ההתכווצות היומית תפחת לבסוף עם פחיתה זמינות המים בקרקע, עקב ניצול יתר של מאגרי המים בגזע וויסות מוגבר של הדיות.

מק-נטון וגריביס (9) מציינים, כי בדרך כלל ויסות הפיוניות אינו פעיל דיו במיני עצים שמוצאם באזורים שבהם גשם יומיומי הנו אירוע נפוץ (כדוגמת האבוקדו). הרוויץ וחובריו (7) אשר מצאו אופייני צריכת מים נבדלים עבור מיני אקליפטוס שונים, טוענים כי קיים קשר בין אופי הצריכה לבין האקלים במקום מוצאם של המינים, ומכאן יתכן אופי פעולה שונה של מנגנוני ויסות הדיות.

מטרת המחקר הייתה לבחון את השימוש במדידות רדיוס גזע באקליפטוס כמדד צמחי לבקרת השקיה.

חומרים ושיטות

המדידות בוצעו בשנים 1995 ו-1996 במטע אקליפטוס בן 3 שנים ששטחו כ-5 דונם בצפון-מזרח הגליל התחתון. העצים נטועים במרווח של 3 מ' בין השורות ו-2 מ' בשורה, בקרקע טרה רוסה חומה-אדומה רדודה על סלע גיר קשה וסדוק. ההשקיה נעשתה בטפטוף, שלוחה לשורה, במרווח של 50 ס"מ בין טפטפות בשלוחה. ספיקת הטפטפת היא של 3.5 ל/ש. ההשקיה



איור 1. הקבלה בין מדידות שינוי רדיוס הגזע למדידות מהירות זרימת המים בגזע כתלות בזמן עבור יום מייצג: 7 בספטמבר, 1995. (ממוצע של שמונה עצים).

Comparison between daily changes in trunk radius and water stream (i.e. heat pulse) velocity in a tree trunk for a representative day - Sept 7, 1995 (mean value of 8 trees).

למהירה חל עם הזריחה (לערך בשעה 05:00; א' באיור 1) ורק לאחר כשעתיים (07:00) חל היפוך בכיוון השתנות רדיוס הגזע מהתרחבות להתכווצות (ב'). מהירויות זרימה מרביות נמדדו בצהרים, בזמן שרדיוס הגזע התכווץ לכדי מחצית מהתכווצותו היומית (ג'). המעבר מהתכווצות להתרחבות התרחש בשעה 17:00 לערך (ד'), כשעתיים לפני המעבר לזרימת לילה (ה'). ממצאים דומים דווחו לגבי אבוקדו על-ידי להב וחובריו (1975).

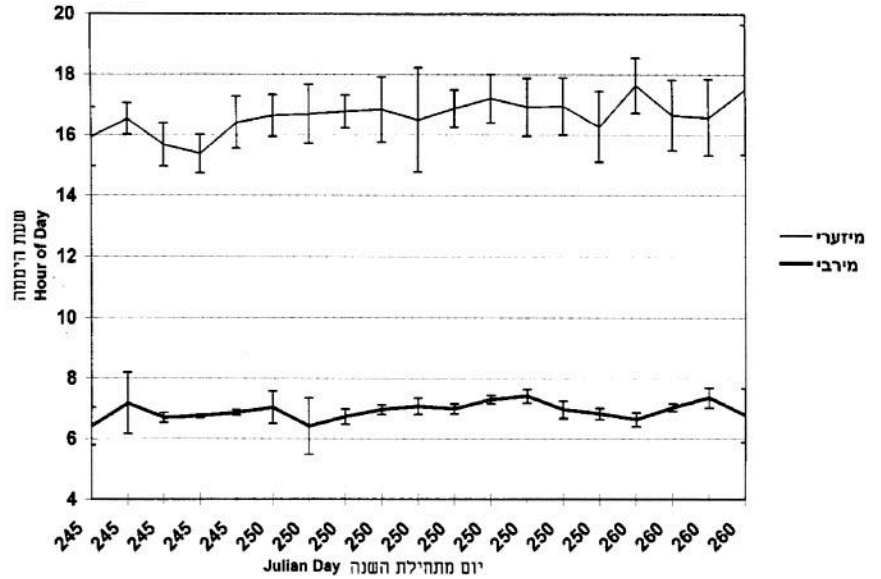
ניתן להניח, כי תחילת הזרימה (איור 1; א') הנובעת ממפל הלחצים האנכי בפוטנציאל המים בגזע, מסמלת את תחילת הדיות. על-פי הנחה זו, מפל הלחצים האנכי גורם לבניית מפל לחצים אופקי, ליציאת מים מהסות ולהתכווצות רדיוס הגזע (ב'). למן הצהרים (ג') זרם הדיות פוחת וכתוצאה מכך קטן מפל הלחצים האנכי, ובעקבותיו – מפל הלחצים האופקי. לקראת ערב מתחיל מילוי מחדש של מאגרי מים בגזע (ד'), קודם להפסקת הזרימה עם סיום הדיות (ה').

השעות ביממה שבהן נמדדו השיאים ברדיוס הגזע בכל העצים שנבחנו בין הימים ה-2 עד ה-20 בספטמבר 1995, מוצגות באיור 2. המעבר בשעות הבוקר מהתרחבות להתכווצות, התרחש במרווח זמנים אחיד למדי בכל העצים, כשעה עד שעתיים לאחר הזריחה בכל תקופת המדידה. זמן המעבר מהתכווצות רדיוס העץ להתרחבות בשעות אחר הצהרים, הראה שונות גדולה יותר (מתבטא בסטיות תקן גבוהות יחסית לבוקר), הן מעץ לעץ והן בין הימים. בצמחים מושקים, ההבדל בשונות בעיתוי התגובה בשעות הבוקר לעומת שעות אחר הצהרים היה צפוי (ראה מבוא).

תגובה להצמאה ממושכת ולהשקיה

תגובת רדיוס הגזע (ממוצע של 11 עצים) להצמאה ממושכת ולהשקיה מוצגת באיור 3. ההשקיה החלה ביום 156 בשנה (תחילת חודש יוני) וארכה מספר ימים. לפני ההשקיה הייתה משרעת התגובה היומית נמוכה ביותר ורדיוס הגזע הממוצע כמעט ולא השתנה. הדבר מעיד על ניצול מרבי של מאגרי מים פנימיים ועל מילוי חוזר מוגבל ביותר. עם ההשקיה החלה התעבות רבה ברדיוס הגזע. ביום תחילת ההשקיה, התנודה היומית מוסכה על ידי ההתרחבות הנמרצת. ביום ההשקיה השני ניתן היה כבר להבחין בהתכווצות יומית מסוימת. בימים הבאים, משרעת ההתכווצות היומית גדלה והולכת, והיא נישאת על התעבות מתמשכת ברדיוס הגזע.

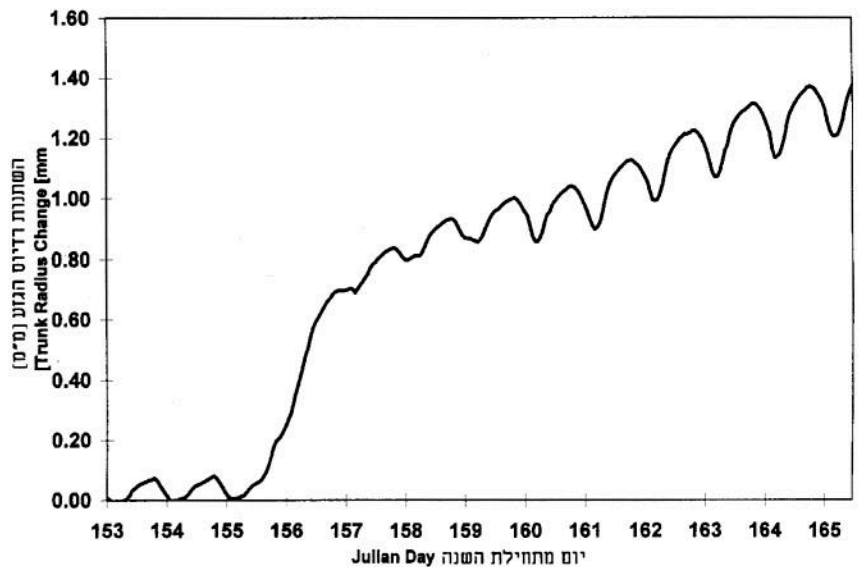
קצב השתנות רדיוס הגזע (השתנות רדיוס הגזע ליחידת זמן) ומהירות זרימת המים בגזע ביום התשיעי מראשית ההשקיה מוצגים באיור 4 (ממוצע ל-11 עצים ול-8 עצים בהתאמה). איור זה דומה לאיור 1, אולם הוא דן בקצב ההשתנות ולא בהשתנות



איור 2. שעת היממה בה רדיוס הגזע בשיאו (מרבי ומזערי). המדידות נעשו בתקופה 2 עד 20 בספטמבר, 1995. בכל יום מוצגים ממוצע וסטיית התקן עבור שמונה עצים.

Hour of the day showing peak radius of tree trunks (max. and min.). Measurements were taken between Sept. 2 - 20 1995 (mean values and standard deviations for 8 trees).

ומהירויות גבוהות ביום, ששיאן חל בשעות הצהרים. כצפוי, רדיוס הגזע השתנה במשך היממה, במחזוריות יומית דמוית גל סינוס. שיאו הגבוה של הגל היה בשעות הבוקר ושיאו הנמוך היה בשעות אחר הצהרים. כלומר, רדיוס גזע האקליפטוס היה מרבי בשעות הבוקר ומזערי בשעות אחר הצהרים. המעבר מזרימת מים איטית



איור 3. השינוי ברדיוס הגזע בסיום ההצמאה האביבית עם המעבר להשקיית הרוויה (2 עד 14 ביוני, 1996). ממוצע לאחד-עשר עצים.

Trunk radius changes from the end of the spring thirst through the beginning of full irrigation-to-saturation (June 2-14 1996; mean value of 11 trees).

התרחבות הגזע והתכווצותו היו נמוכים יחסית לקצבים שנמצאו בעצים המושקים. קצב ההתרחבות היה קטן, ונמשך עד השעה 07:30, קצב ההתכווצות גדל והולך (בין השעות 07:30 ל-09:00 לערך), אולם נחלש עם מיצוי מאגרי המים המועטים שהיו קיימים בסות, עד להפסקת ההתכווצות בשעה 15:00 לערך. תהליך ההתרחבות היה בעל קצב קטן עד אפסי עד לרדת החשיכה (שעה 19:00), ומשעה זו קצבו גדל בהדרגה. מהירות זרימת המים היתה אחידה ונמוכה במהלך היממה וערכה היה דומה למהירות הזרימה בלילה בעצים מושקים (איורים 1, 4א').

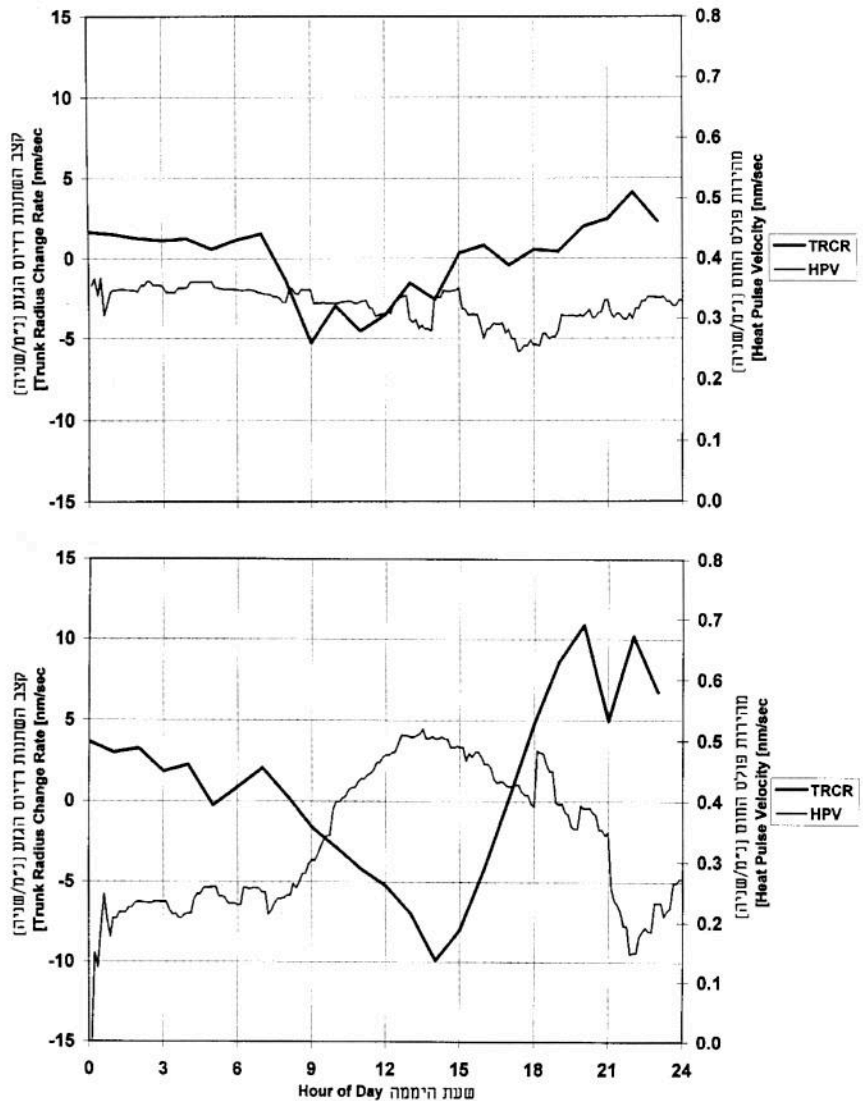
הנתונים לעיל מראים, כי כאשר המים בקרקע זמינים לעץ האקליפטוס, תהליכי המילוי והניצול של מאגרי המים בסות (וכנראה בגזע בכלל) הם בעלי קצבים גבוהים. לעומת זאת, כאשר זמינות המים בקרקע נמוכה (כגון, לאחר הצמאה ממושכת) קצבי ניצול המאגרים ומילויים מחדש נמוכים.

תגובה להשקיה סדירה

תגובה אופיינית של רדיוס גזע האקליפטוס (ממוצע של 8 עצים) להשקיות עוקבות מוצגת באיור 5. השקיה (יום 254 בשנה, חודש ספטמבר) גרמה להתעבות מצטברת של רדיוס הגזע (הגל הנושא) בשיעור של כ-0.10 מ"מ מעבר לערכו המרבי ביום הקודם להשקיה (יום 253 בשנה). בזמן שעבר עד להשקיה הבאה (יום 264 בשנה) היתה פחיתה מצטברת, בעלת אופי מעריכי, של כ-0.50 מ"מ. ביום זה חלה התעבות חוזרת. ביום ההשקיה (יום 254 בשנה) פחתה משרעת ההתכווצות היומית (גל הסינוס) לכשליש מערכה ביום הקודם, כנראה בשל קיוו ההתכווצות היומית על-ידי ההתרחבות המהירה. ביום שלאחר ההשקיה הייתה התכווצות של כ-0.35 מ"מ. ככל שחלף הזמן מההשקיה הלכה משרעת השינוי היומי ופחתה עד להתרחבות המהירה בהשקיה הבאה (יום 264 בשנה).

את ההתרחבות המהירה של רדיוס הגזע ביום ההשקיה ניתן לייחס להתמלאות מאגרי המים בסות. האפשרות שהעץ מנצל מים בסות (וכנראה גם בגזע), נתמכת על-ידי אופי הגל הנושא והתנודה היומית. הפחיתה המעריכית ברדיוס כתלות בזמן ממועד ההשקיה מעידה כנראה על התרוקנות הדרגתית של מאגרי מים בגזע. ההתרחבות היומית קטנה עקב מילוי חוזר חלקי בלבד הנובע מירידה בזמינות המים בקרקע. הפחיתה בהתכווצות היומית נגרמה כנראה בשל ויסות הדיות.

איורים 3 ו-5 מראים לכאורה דגמים הפוכים של תגובה להשקיה. ניתן להסביר זאת בשוני בתנאי ההתחלה בשני האירועים. בהשקיה לאחר הצמאה ממושכת (איור 3), העץ קלט כמויות גדולות של מים למאגרים פנימיים מדולדלים, והחל להתרחב תוך



Comparison between trunk radius change rate (TRCR) and heat pulse velocity (HPV). (A) Through full irrigation to saturation following spring thirst (June 12 1996); (B) towards the end of spring thirst (June 2 1996). Trunk radius change and heat pulse velocity measurements were calculated from the mean values of 11 and 8 trees, respectively).

איור 4. הקבלה בין קצב שינוי רדיוס הגזע (TRCR) למהירות זרימת המים בגזע (HPV): (א') במהלך השקית הרוויה שניתנה לאחר תקופת הצמאה האביבית (12 ביוני, 1996), (ב') לקראת סיום תקופת הצמאה האביבית (2 ביוני, 1996). תוצאות רדיוס הגזע ומהירות זרימת המים בגזע חושבו בממוצע לאחד-עשר עצים ושמונה עצים בהתאמה.

המוחלטת. קצב התרחבות רדיוס הגזע בשעות הבוקר המוקדמות פוחת לאפס בשעה 08:00 לערך (שיא רדיוס הגזע, נקודה ב' באיור 1). משעה זו, קצב ההתכווצות גדל עד לשיא בשעה 14:00 לערך (נקודה ג' באיור 1). משעה זו קצב ההתכווצות קטן ובשעה 17:00 מתחיל תהליך התרחבות, שקצבו גדל והולך ומגיע לשיא בשעה 20:00 לערך. זרימת המים בגזע (איור 4א') מראה דגם אופייני של מהירות גבוהה ביום ומהירות נמוכה בלילה. בהצמאה ממושכת (יום לפני ההשקיה, איור 4ב'), קצבי

עם חלוף הזמן מהשקיה, מאגרי המים מתרוקנים בהדרגה והתנודה היומית (תרומתם לדיות) קטנה. עקב התרוקנותם ההדרגתית פוחת והולך רדיוס הגזע.

התעבות חורפית

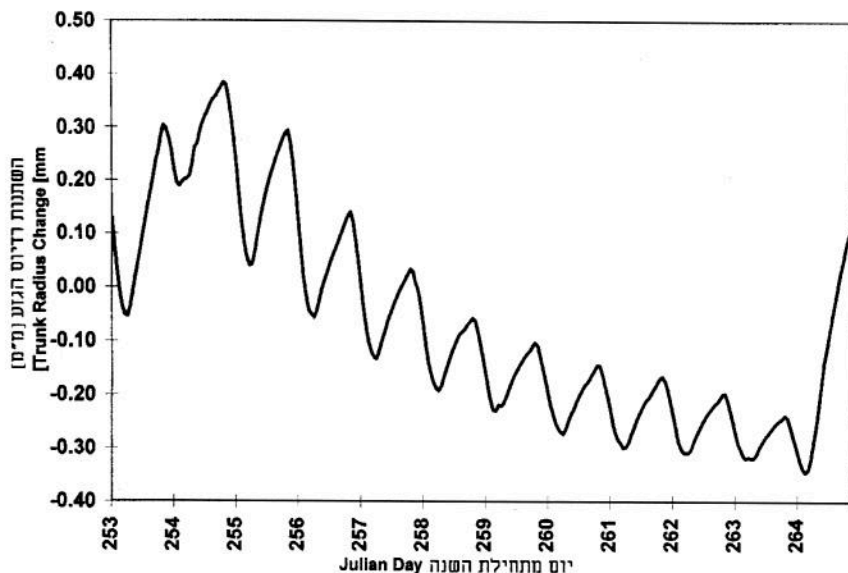
נמדדו שינויים ברדיוס גזע האקליפטוס במהלך חורף 1995/6. נמצא, כי ההתעבות החורפית ברדיוס הגזע דמתה להתעבות הקיפית (איור 6). השינוי המצטבר הממוצע ברדיוס הגזע של 11 עצים במהלך החורף היה כ-2.25 מ"מ. אירועי גשם גרמו להתעבות ניכרת, לדוגמה, הגשם שירד ב-4 בינואר 1996, גרם להתעבות של כ-0.75 מ"מ תוך כ-5 ימים. גם בחורף אירעה תנודה יומית ברדיוס הגזע, אולם קטנה בהשוואה לקיץ.

סיכום ומסקנות

נמצא קשר בין השתנות רדיוס הגזע ומהירות זרימת מים בגזע. תזמון האירועים תומך בקיום מאגרי מים פנימיים ברקמות הגמישות של הגזע, המשתתפים באופן פעיל במאזן המים בעץ. עיתוי היפוך מגמת השינוי ברדיוס הגזע הראה שונות בין העצים, שהייתה נמוכה בבוקר וגבוהה בשעות אחר הצהריים. השונות הנמוכה בבוקר מראה, כי התרומה של מאגרי המים הפנימיים לשטף המים מתחילה ללא קשר לכושרם לספק מים. אולם מועד סיום התרומה תלוי במאזן המים של העץ, ולכן השונות בו גבוהה.

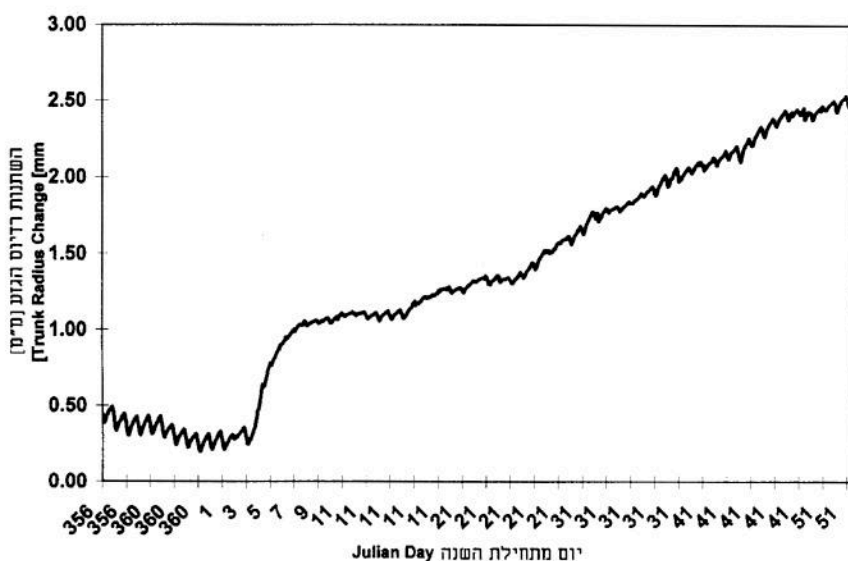
ההיסטוריה של אספקת המים במטע משפיעה על תוצאות המדידה היומית והמדידה המצטברת של רדיוס הגזע. התנודה היומית יכולה להיות קטנה בשלושה מקרים: (א) ביום ההשקיה עצמו, עקב מיסוך התנודה היומית בהתעבות מהירה (גל נושא עולה); (ב) עקב הצמאה ודלדול מאגרי מים פנימיים בעת השקיה סדירה, וזאת תוך פחיתה ברדיוס הגזע (גל נושא יורד); (ג) בזמן הצמאה ממושכת, שגרמה להתכלות של מאגרי המים של העץ, התנודה היומית נותרת קטנה מאוד לאורך זמן ואין שינוי מצטבר ברדיוס הגזע (גל נושא יציב).

מדידות רדיוס גזע באקליפטוס יכולות לשמש לעיתוי ולמינון ההשקיה תוך היוון חוזר. המגמה תהיה לקיים גל נושא עולה לאורך זמן ותנודה יומית פוחתת בין השקיה להשקיה. גל נושא עולה ייצג צמיחה נמשכת. תנודה יומית פוחתת תצביע מצד אחד על זמינות גבוהה של מים בקרקע המאפשרת מילוי חוזר של מאגרי המים בגזע ומצד שני על ניצולם ההדרגתי בין השקיה להשקיה. במקרה של גירעון מים מתמשך, הגל הנושא יירד והתנודה היומית תפחת מאוד. במקרה של עודף מים, הגל הנושא יעלה והתנודה היומית לא תפחת. יש עדיין לאמת השערה עבודה זו. הממצא כי אקליפטוס צומח גם בחורף בתגובה



איור 5. השינוי ברדיוס הגזע כתלות בזמן, בין שתי השקיות עוקבות במהלך עונת ההשקיה הסדירה (10 עד 21 בספטמבר, 1995). ממוצע לשמונה עצים.

Trunk radius changes as a function of time, between 2 consecutive irrigations during the regular irrigation season (Sept. 10- 21 1995). Based upon the mean values of 8 trees.



איור 6. השינוי ברדיוס הגזע כתלות בזמינות המים ובזמן בעונת החורף.

Trunk radius changes as the function of water availability (heavy rainfall on the 05.01.1996).

מיסוך ההתכווצות היומית במקביל לדיות מואצת. בהמשך, שימשו מאגרי המים האלו מקור מים לדיות, והתנודה היומית גדלה בהדרגה. המשך המעקב (אינו מוצג כאן) הראה התייצבות בערך התנודה היומית עם חלוף זמן נוסף מהשקיה. לעומת זאת, במהלך השקיה סדירה (איור 5), מאגרי המים מלאים ורדיוס העץ מרבי.

הבעת תודה

המחברים מבקשים להודות לגופים אשר השתתפו במימון העבודה: קרן קימת לישראל, המדען הראשי במשרד החקלאות וה-International Arid Land Consortium. תודה מיוחדת לדי"ר שמואל מורשת על עצותיו המועילות.

לגשם יכולה לאפשר את השימוש בו לסילוק עודפי קולחים. ניתן להפנות עודפי קולחים בקיץ ובחורף להשקיית מטעי אקליפטוס, תוך התאמת עומד המים (והיקף השטח המושקה) לתנאי מזג האוויר. באזורים שחונים יותר, האקליפטוס יהיה מבלע רציף ויעיל למי קולחים.

מקורות

1. להב, ע' וקלמר, ד' 1972. בחינת התאמתם של מדדים פיסיולוגיים בעץ האבוקדו לקביעת משטר ההשקיה. פרסום מקדים מס' 725, המח' לפרסומים מדעיים, מכון וולקני לחקר החקלאות, בית-דגן.
2. להב, ע', קלמר, ד' וזמט, ד' 1975. מהלך הגידול היומי של גזע ופרי האבוקדו והשפעת ההשקיה וגורמים אקלימיים עליהם. בוליטין 149, המח' לפרסומים מדעיים, מכון וולקני לחקר החקלאות, בית-דגן.
3. Canny, M. J. 1995. A New theory for the ascent of sap – Cohesion supported by tissue pressure. *Annals of Botany*. 75: 343-357 pp.
4. Chalmers, D. J., Olsson, K. A. and Jones, T. R. 1983. In: Kozłowski, T.T.(ed.). *Water deficits and plant growth*, Volume VII. 216-217 pp.
5. Cohen, Y., Fuchs, M. and Green, G. C. 1981. Improvement of the heat pulse method for determining sap flow in trees. *Plant, Cell and Environment*, 4: 391-397 pp.
6. Grace, J. 1995. Consequences of xylem cavitation for plant water deficits. In: Smith, J. A. C. and Griffiths, H. (eds.) *Water deficits*. Bios Scientific Pub. London. pp. 109-128.
7. Herwitz, S. R., Gutterman, Y. and Srinivasan, R. 1988. Comparative transpiration of irrigated juvenile eucalypts in the Negev desert. *Irrigation Science*, 9: 233-247 pp.
8. Huguet, J. G., Li, S. H., Lorendeau, J. Y. and Pelloux, G. 1992. Specific micromorphometric reactions of fruit trees to water stress and irrigation scheduling automation. *J. of Horticultural Science*. 67: 631-640 pp.
9. McNaughton, K. G. and Jarvis, P. G. 1983. In: Kozłowski, T.T.(ed.) *Water deficits and plant growth*, Volume VII. p. 28.
10. Molz, F. J. and Klepper, B. 1972. Radial propagation of water potential in stems. *Agronomy J.* 64: 469-473 pp.
11. Molz, F. J. and Klepper, B. 1973. On the mechanism of water-stress-induced stem deformation. *Agronomy J.* 65: 304-306 pp.
12. Seligmann, R., Levin, D. and Goidl, A. 1996. Use of trunk radius changes in irrigation management of Avocado orchards. In: *Proceedings of the 7th international conference on water and irrigation*.
13. Zimmermann, U., Benkett, R., Schneider, H., Rygol, J., Zhu, J. J. and Zimmermann, G. 1995. Xylem pressure anees. In: Smith, J. A. C. and Griffiths, H (eds.). *Water deficits*. Bios Scientific Pub. London. pp. 87-108 pp.

נוכחות חומרים מעכבי נביטה בעלים וקליפה של מינים שונים של עצי יער וחורש טבעי

דויד ברנד, מדור ריבוי והשבחה, מחלקת יער, אגף היעור, קרן קימת לישראל, אשתאול. davidb@kkl.org.il

ניר עצמון, המחלקה למשאבי טבע, מרכז וולקני, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, בית דגן

יובל אשד, יעל ברנד, יוסף ריוב, המחלקה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה,
האוניברסיטה העברית, רחובות

תקציר

נבחנו המיצויים הגולמיים ומיחול של פי 10 שלהם בשני מדדים: שיעור הנביטה ואורך השורש. נמצא, כי ההשפעה הגדולה ביותר הייתה למיצוי הגולמי וכי רמת העיכוב הרבה יותר נמצאה בעלים. העיכוב התבטא הן בשיעור הנביטה של הזרעים והן בהתפתחות השורש. מבין ארבעת מיני האקליפטוס שנבחנו, (אקלי קלדוקליקס, אקלי המקור, אקלי פרסיאנה ואקלי קלופילה), מיצוי עלים גולמי ומיצוי מהול פי 10 של אקלי קלדוקליקס ואקלי המקור עיכבו באופן מובהק את הנביטה, בעוד שרק מיצוי קליפה גולמי של ארבעת המינים הנ"ל עיכב את הנביטה. מיצויי העלים, גולמי ומהול פי 10, של כל מיני האקליפטוס שנבחנו, למעט אקלי פרסיאנה, עכבו באופן מובהק את התפתחות השורש בעוד שרק מיצוי קליפה גולמי של ארבעת המינים הנ"ל, למעט אקלי פרסיאנה, עיכב את התפתחות השורש.

מיני חורש טבעי שנבחנו (ער אציל, אלון תבור ואלון שסוע) הראו שמיצוי עלים גולמי ומהול פי 10 עכבו באופן מובהק את הנביטה למעט אלון טורקי שסוע בעוד שמיצוי עלים גולמי ומהול פי 10 של 3 מינים אלו עכבו באופן מובהק את התפתחות השורש. רק מיצוי קליפה גולמי של אלון תבור ואלון שסוע עכבו באופן מובהק את הנביטה ואת התפתחות השורש (מיצוי הקליפה של ער אציל לא נבדק).

בנוסף לעיל, נבחנו השפעת מיצויי עלים וקליפה של 3 מיני מחטניים: אורן הצנובר*, ברוש מצוי וברוש אטלנטי. השפעתו של מיצוי העלים של אורן הצנובר חזקה יותר (המיצוי הגולמי והמהול פי 10 עכבו באופן מובהק את הנביטה) בהשוואה למיצויי העלים של ברוש מצוי וברוש אטלנטי (רק המיצויים הגולמיים עכבו באופן מובהק את הנביטה). כל מיצויי העלים

תופעת האלופתיה מיוחסת להשפעה מדכאת של אורגניזם אחד על משנהו באמצעות הפרשת חומרים כימיים. התופעה מתוארת על רקע יחסי גומלין בין אורגניזמים שונים בבית הגידול. במסגרת עבודה זו נבחנו תופעת האלופתיה במספר מינים עיקריים (10 מינים) המייצגים את היער הנטוע והחורש בישראל, מתוך מטרה ללמוד את ההשפעה האלופטית של המינים הללו, וגם כדי ללמוד על ה"סיכון" הסביבתי של המינים הנטועים. ייחודה של העבודה הוא בהתמקדות במינים עציים של היער והחורש בישראל ובעריכת סקר לאיתור מינים בעלי פוטנציאל עיכוב גבוה.

השפעות של מיצויים מימיים של עלים וקליפה מ-10 מינים בולטים נבחנו על נביטת זרעי עגבנייה.



Allelopathy in Eucalyptus: lack of vegetation under *E.sp.*, N-W Negev (A. Zehavi).

העדר צמחיה חד-שנתית מתחת לאקליפטוס, בצפון מערב הנגב (ע' זהבי).

* לפי החלטת האקדמיה העברית ללשון, אורן הצנובר הוא השם העברי של *Pinus pinea* (אורן גלעני לשעבר).

זרעים של אפונה וחיטה. נמצא, כי המיצויים המימיים של עלי הברושים גרמו לירידה מובהקת בשיעור הנביטה ועיכבו באופן מובהק גם את גדילת השורשון של צמחים אלו.

יערות האורן היפני (*Pinus densiflora*), המכסים מעל ל-60% מאדמת דרום קוריאה, נבחנו על ידי Kil and Yim (1983). הם מצאו כי הצמחייה מתחת לאורנים הייתה דלילה ביותר, וגם שיחים שונים שהם ניסו להנביט מתחת לאורנים מתו או שהתפתחותם עוכבה. כדי לבדוק את ההשערה שמדובר בתופעת האללופתיה, הם נבחנו את ההשפעה של מיצויים מימיים של מחטים וקליפת שורשים של סוגי אורנים שונים על נביטת צמחי מבחן. נביטת זרעי אורנים לא הושפעה כלל מהמיצויים השונים, אולם כל הזרעים של צמחי המבחן האחרים לא נבטו כלל. ממצאים דומים התקבלו גם באלונים (9,7) ואקליפטוסים (15).

תופעת האללופתיה בישראל נחקרה בעיקר במספר מיני בר עשבוניים, כלענה ומרווה, ומבין המינים העציים בסוג אקליפטוס (8,3,2). מטרת עבודה זו הייתה לבחון את תופעת האללופתיה במינים העיקריים המייצגים את היער והחורש בישראל גם מתוך כוונה ללמוד את הייחוס הסביבתי של המינים הניטעים.

שיטות וחומרים

חומר צמחי

נאספו עלים וקליפת גזע של 10 מינים בולטים מבין עצי היער והחורש בישראל (טבלה 1). האיסוף נעשה בארבורטום הלאומי אילנות בחודשים יולי-אוגוסט. לאחר האיסוף החומר הצמחי הושם בשקיות נייר מאוררות ויובש בתנור בטמפרטורה של 48 מ"צ למשך 72 שעות. החומר אוסן לאחר מכן בטמפרטורה של 18 מ"צ עד להכנת המיצוי.

מיצוי והפקה של החומרים המעכבים בעלים ובקליפה

החומר היבש נטחן במטחנת קפה ונופה באמצעות רשת. מכל דגימה נלקחו כ-10 גרם של חומר צמחי למיצוי. המיצוי נעשה במים מזוקקים ביחס של 1 גרם חומר צמחי : 10 מ"ל מים. המבחנות עם המיצויים טולטלו באמצעות מטלטל למשך 24 שעות בטמפרטורה של 4 מ"צ ובתום המיצוי, ההומגנטיים סוננו. לאחר מכן נעשתה השלמה לנפח המקורי של המיצוי על ידי הוספת מים מזוקקים. מכל דוגמה נלקח 1 מ"ל של מיצוי לבדיקת ה-pH.

מבחנים ביולוגיים למדידת פוטנציאל העיכוב של המיצויים

זרעי עגבנייה (חברת "הזרעי") ואורן ברוטיה הונבטו על גבי 2 ניירות סינון שהורטבו ב-5 סמ"ק של מיצוי בתוך

(גולמי ומהול פי 10) עכבו באופן מובהק את התפתחות השורשון. השפעתם של מיצויי הקליפה של מיני המחטניים חלשה יותר בהשוואה למיצויי העלים, רק המיצויים הגולמיים עכבו את הנביטה ואת התפתחות השורשון באופן מובהק, למעט ברוש מצוי (מיצוי גולמי ומהול פי 10 עכב באופן מובהק את התפתחות השורשון).

נמצא, כי המינים שהראו את ההשפעה המעכבת החזקה ביותר על נביטה והתארכות השורשון בעגבנייה, עכבו גם את הנביטה באורן ברוטיה. אולם אפקט העיכוב היה קטן יחסית בהשוואה להשפעה בעגבנייה. יתכן שהיעילות הפחותה של חומרים אללופטיים לגבי אורן ברוטיה נבעה מקצב הנביטה הממושך יחסית של מין זה. יתכן והמשך המחקר, לזיהוי המרכיבים המעכבים, יאפשר פיתוח חומרי הדברה טבעיים למניעת נביטת עשבייה בחלקות הנטיעה.

מילות מפתח (נוספות על מילות הכותרת): אללופתיה,

אקליפטוס, אורן, ברוש, אלון, ער אציל

מבוא

תופעת האללופתיה (Allelopathy) מיוחסת לעיכוב או למניעת גדילה כתוצאה מהפרשת חומרים רעילים או דוחים של אורגניזם אחד על משנהו. התופעה מתוארת על רקע יחסי הגומלין בין אורגניזמים שונים המצויים בבית גידול אחד ונחשבת כאמצעי להתמודדות על מרחב המחיה ומשאבי המזון. הפרשת חומרים המעכבים נביטה והתפתחות של צמחים שכנים מקנה יתרון לצמח המפריש על הצמחים האחרים בסביבתו (1,5,4).

מרבית המחקרים בנושא האללופתיה עוסקים במינים עשבוניים או שיחיים. Muller וחובי (1968) מצאו שמיצוי עלים ממיני מרווה, לענה ואדנוסטומה מכיל תרכובות שונות בעלות השפעה מעכבת חזקה על צמיחת נבטי מלפפון ושיבולת שועל. תרכובות אלה אופיינו כחומרים טרפניים נדיפים, בעלי ריח וטעם חריפים. לטענתם, צמחי האדנוסטומה משחררים לא רק טרפנים נדיפים אלא גם טוקסינים מסיסים במים, העשויים להתקיים בקרקע ולפעול תקופה ארוכה.

תופעת האללופתיה מוכרת גם במינים מעוצים (6,12,15). במחקר של Sadhna et al. (1996) דווח על ההשפעות האללופתיות של עלי אקליפטוס המקורי, צפצפה מזרחית ובוהיניה מגוונת. השפעות מעכבות אלו נגרמו, כנראה, על ידי גליקוזידים, פוליפנולים ותצמידיהם. חוקרים אחרים Lisanewok and Michelse (1993), בדקו את ההשפעה של מיני ברושים שונים (*Cupressus lusitanica, arizonica*) על נביטת

הייתה פעילות מעכבת רבה יותר לעומת הפעילות המעכבת במיצוי הקליפה.

בבחינה של השפעת מיצוי עלים על נביטת זרעי עגבנייה נמצא שבמיצוי הגולמי של כל מיני האקליפטוס התקבל עיכוב מוחלט של הנביטה (איור A). המיחול 10:1 של מיצוי עלים של אקליפטוס קלופילה ואקליפטוס פרסיאנה לא עיכב בצורה משמעותית את נביטת זרעי העגבנייה, בעוד שמיצוי עלים של אקליפטוס קלדוקליקס ואקליפטוס המקור עיכב באופן מובהק את הנביטה גם בריכוז זה.

התפתחות השורשון של נבטי עגבנייה עוכבה באופן מוחלט על ידי מיצוי עלים גולמי של כל מיני האקליפטוסים (איור B1). התפתחות השורשון עוכבה באופן מובהק גם על ידי מיצוי עלים שנמהל, להוציא את המיצוי של אקליפטוס פרסיאנה.

למיצוי קליפה גולמי של כל מיני האקליפטוס הייתה השפעה מעכבת מובהקת על נביטת זרעי עגבנייה, כשהמיצוי של קליפת אקליפטוס פרסיאנה הראה את העיכוב הבולט ביותר (איור C1). מיצוי הקליפה של כל מיני האקליפטוס במיחול של 10:1 לא עיכב כלל את הנביטה.

בבחינה של השפעת מיצוי הקליפה על אורך

צלחות פטרי בקוטר של 10 ס"מ. המיצויים נבדקו בשתי רמות של מיהול: מיצוי גולמי ומיחול של 10:1 (מיצוי גולמי: מים מזוקקים, בהתאמה). בכל צלחת פטרי הונבטו 25 זרעים. כל הטיפולים נערכו ב-3 חזרות. הצלחות נאטמו בפאראפילם על מנת לשמור על הלחות והן הועברו אינקובציה בחדר צמיחה בטמפרטורה של 22-23 מ"צ בחושך. שיעור הנביטה ואורך השורשונים של העגבנייה נמדדו לאחר 5 ימים. מדידת שיעור הנביטה של אורן ברוטיה נעשתה כל 5 ימים במשך 30 יום.

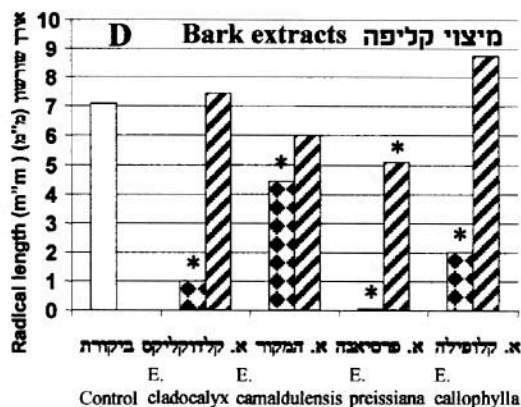
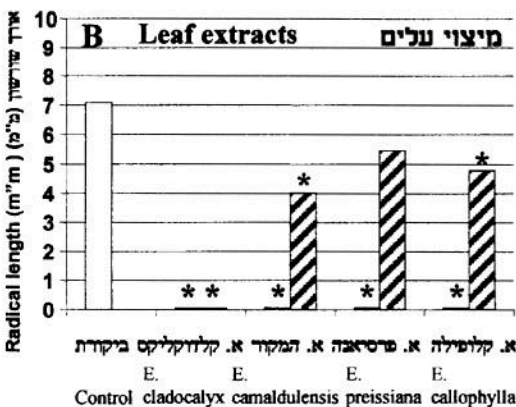
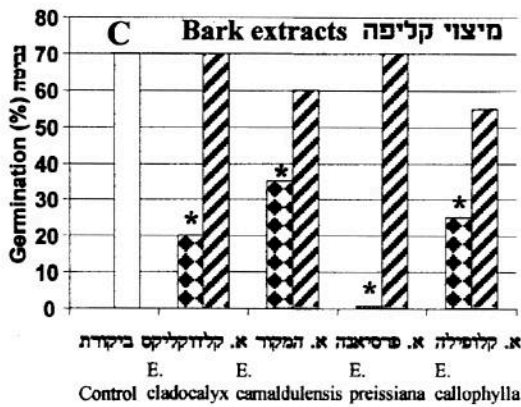
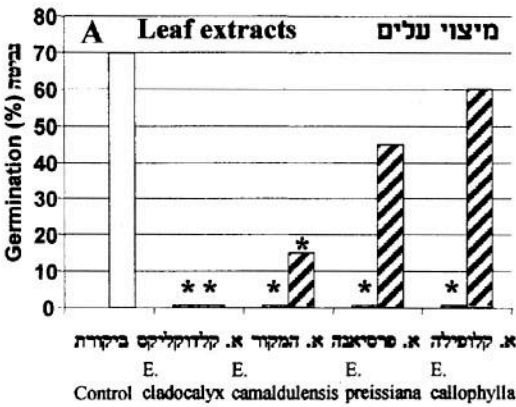
מבחן סטטיסטי

שיעור הנביטה הסופי נבחן בעזרת מבחן χ^2 . אורך השורשון נבחן בעזרת מבחן t.

תוצאות

השפעת מיצויים של מיני עצים שונים על נביטת זרעים ואורך השורשון של עגבניה

אקליפטוס – ככלל, בכל מיני האקליפטוס שנבדקו נמצאה פעילות של עיכוב נביטה הן במיצוי העלים והן במיצוי הקליפה (איור 1). עם זאת, למיצוי העלים



Legend: Diluted extract 1:10 (hatched bar), 1:10 Crude extract (checkered bar), Control (white bar). מקרא: מיצוי גולמי (checkered), מיצוי בריכה 1:10 (hatched), מיקרה: (white)

איור 1. השפעת מיצוי של עלים (A, B) וקליפה (C, D) של מיני אקליפטוס על הנביטה ואורך השורשון של זרעי עגבניות. כוכביות מיצוגות הבדלים מובהקים ($\alpha \leq 0.05$) בין כל מיצוי לביקורת. The effect of leaf extracts (A,B) and bark extracts (C,D) of various Eucalyptus species on germination and radical elongation of tomato seeds.

טבלה 1: רשימת המינים ששימשו לבחינת נוכחות חומרים אלופטניים בעלים ובקליפה. מדידת pH של מיצוי העלים של כל המינים שנבדקו.

| מיין | pH |
|---|------|
| אקליפטוס קלדוקליקס <i>Eucalyptus cladocalyx</i> | 4.91 |
| אקליפטוס המקור <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | 4.64 |
| אקליפטוס פרסיאנה <i>Eucalyptus preissiana</i> | 3.92 |
| אקליפטוס קלופילה <i>Eucalyptus calophylla</i> | 4.5 |
| אלון תבור <i>Quercus ithaburensis</i> | 5.16 |
| אלון שסוע* <i>Quercus cerris</i> | 5.51 |
| ברוש אטלנטי <i>Cupressus atlantica</i> | 6.58 |
| ברוש מצוי <i>Cupressus sempervirens</i> | 5.5 |
| אורן הצנובר <i>Pinus pinea</i> | 3.55 |
| ער אציל <i>Laurus nobilis</i> | 6.11 |

* אלון שסוע = אלון טורקי

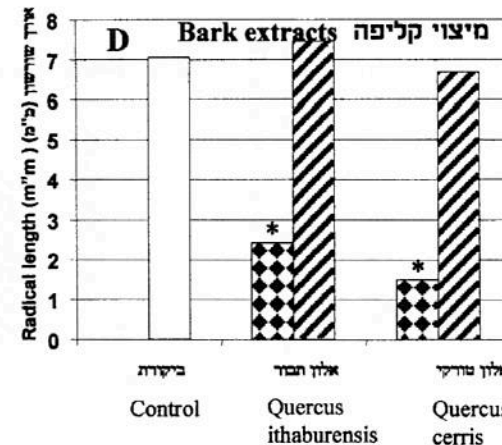
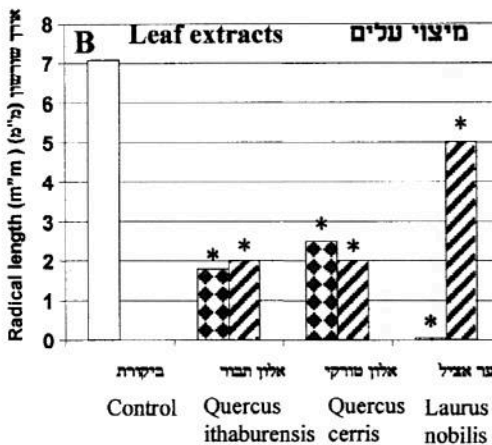
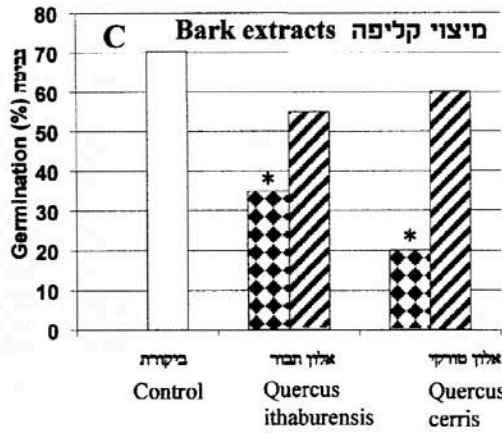
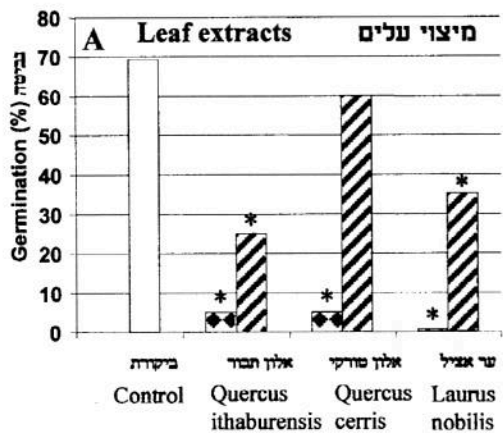
מובהקת את התפתחות השורשון ואילו למיצוי מהול הייתה השפעה מעכבת קלה בלבד.

השורשון נמצא, שמיצוי בריכוז הגולמי עיכב באופן מובהק את התפתחות השורשון של נבטי העגבנייה (איור D1). לעומת זאת, רק מיצוי הקליפה של אקליפטוס פרסיאנה עיכב באופן מובהק את התפתחות השורשון בריכוז של 10:1.

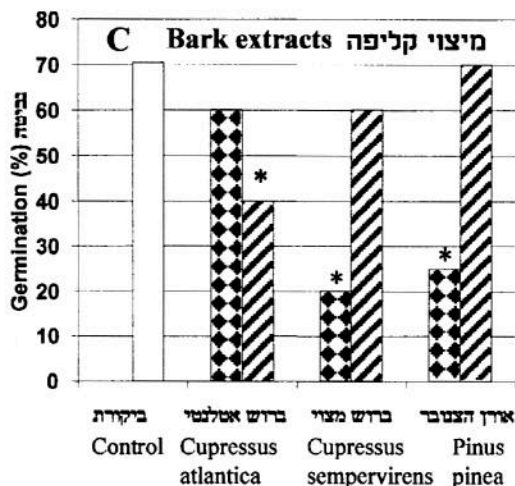
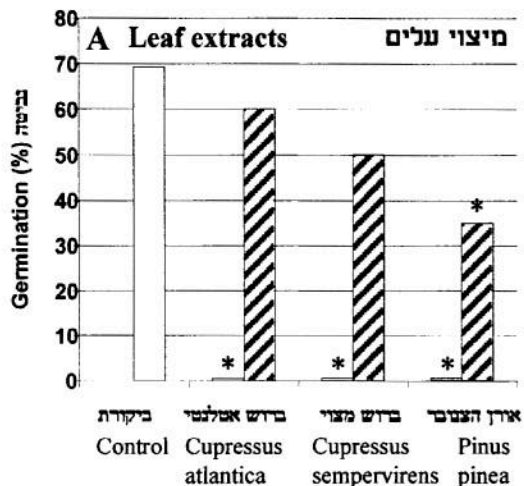
עצי חורש ים תיכוני – ככלל, בכל מיני האלוניים ובער אציל נמצאה פעילות מעכבת נביטה הן במיצוי העלים והן במיצוי הקליפה. עם זאת, הפעילות המעכבת של מיצוי העלים הייתה חזקה יותר לעומת הפעילות של מיצוי הקליפה (איור 2).

בבחינה של השפעת מיצוי עלים על נביטת זרעי עגבנייה נמצא, שמיצוי גולמי של כל המינים הנ"ל עיכב באופן מובהק את הנביטה (איור A2). מיצוי העלים של אלון התבור וער אציל עיכב את הנביטה באופן מובהק גם בריכוז של 10:1. לעומת זאת, מיצוי עלים של אלון שסוע בריכוז זה עיכב את הנביטה במידה מועטה בלבד. מיצוי עלים של כל מיני האלוניים שנבדקו עיכב באופן מובהק את התפתחות השורשון של נבטי עגבנייה, הן בריכוז הגולמי והן בריכוז של 10:1 (איור B2). בער אציל, לעומת זאת, מיצוי גולמי עיכב בצורה

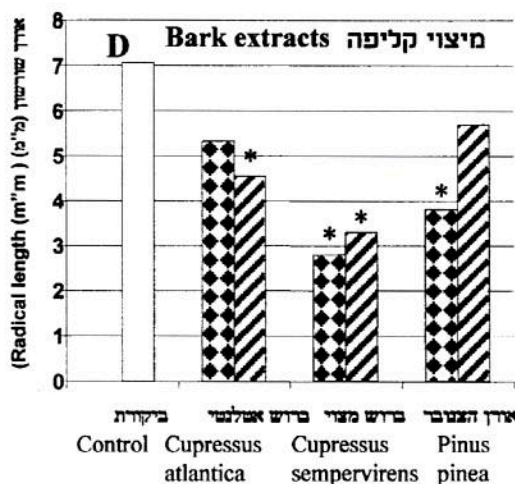
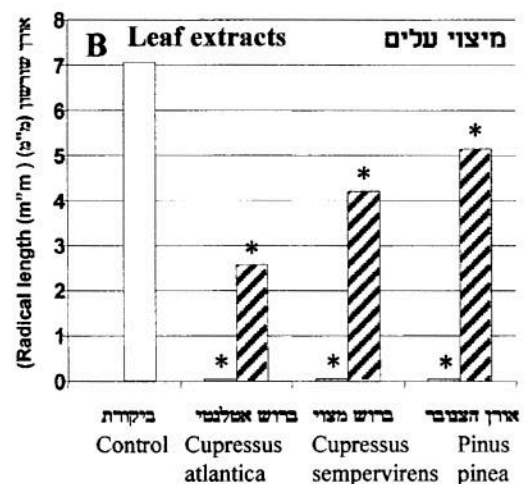
איור 2. השפעת מיצוי של עלים (A, B) וקליפה (C, D) של מיני חורש טבעי על הנביטה ואורך השורשון של זרעי עגבנייה. נוכביות מיצוגות הבדלים מובהקים ($\alpha \leq 0.05$) בין כל מיצוי לביקורת. The effect of leaf extracts (A,B) and bark extracts (C,D) of various broadleaf species on germination and radical elongation of tomato seeds.



Legend: Diluted extract 1:10 (hatched bar) Crude extract (solid bar) מיצוי גולמי (solid bar) מיצוי בריכוז 1:10 (hatched bar)



איור 3. השפעת מיצוי של עלים (A, B) וקליפה (C, D) של מיני מחטניים על הנביטה ואורך השורש של זרעי עגבניות. כוכביות מיצגות הבדלים מובהקים ($\alpha \leq 0.05$) בין כל מיצוי לביקורת. The effect of leaf extracts (A,B) and bark extracts (C,D) of various conifers species on germination and radical elongation of tomato seeds.



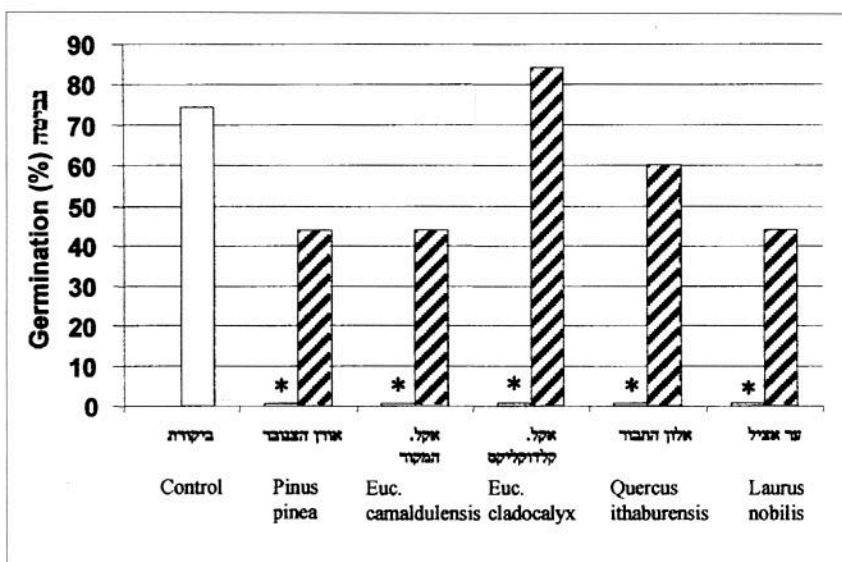
Legend: Diluted extract 1:10 (diagonal lines) / Crude extract (checkered) / מיקרא: מיצוי גולמי (checkered) / מיצוי בריכה 1:10 (diagonal lines)

בבחינה של השפעת מיצוי הקליפה על נביטת זרעי עגבנייה, נמצא שברכיז הגולמי התקבל עיכוב מובהק של הנביטה (איור C2). מיצוי הקליפה של מיני האלוניס השונים עיכב באופן לא מובהק את הנביטה כשנמהל פי 10.

התארכות השורש של נבטי עגבנייה עוכבה באופן מובהק על ידי מיצוי קליפה גולמי של מיני האלוניס שנבדקו (איור D2). במיחול של 10:1, לא נמצאה כל השפעה של מיצוי הקליפה על התארכות השורש.

מחטניים – מיצוי עלים בריכוז הגולמי של כל מיני המחטניים שנבדקו עיכב באופן מובהק את נביטת זרעי העגבנייה (איור A3). ואילו לאחר מהילה, רק המיצוי של אורן הצנובר עיכב באופן מובהק את הנביטה. מיצוי העלים של כל מיני המחטניים שנבדקו עיכב באופן מובהק את התפתחות השורש של נבטי העגבנייה הן בריכוז הגולמי והן בריכוז של 10:1 (איור B3).

מבין מיצויי הקליפה של מיני המחטניים, רק המיצויים של ברוש מצוי ואורן הצנובר עיכבו באופן מובהק את נביטת זרעי העגבנייה בריכוז הגולמי (איור



The effect of leaf extracts of various species on germination of *Pinus brutia* seeds.

איור 4. השפעת מיצוי של עלים של מיני אקליפטוסים, חורש טבעי ומחטניים על הנביטה ואורך השורש של זרעי אורן ברוטיה. כוכביות מיצגות הבדלים מובהקים ($\alpha \leq 0.05$) בין כל מיצוי לביקורת.

מבין מיני האלוניים והמחטניים שנבחנו, נוכחות רבה של חומרים מעכבי נביטה נמצאה באלון התבור ובאורן הצנובר (איור 2). בנוסף לכך, נמצא כי גם למיצוי עלים של ער אציל השפעה חזקה על עכוב הנביטה.

הפעילות הביולוגית של המיצויים המימיים הגולמיים נבדקה גם במיהול של 10:1. השימוש במיצויים מהולים נעשה על מנת לבחון אפשרות של עיכוב לא ספציפי, כמו אפשרות של עיכוב אוסמוטי שמקורו בפוטנציאל גבוה של תמיסת ההנבטה. העובדה שעיקוב מובהק של הנביטה והתפתחות השורשון התקבל גם במיצוי המהול של מרבית המינים שנבדקו שוללת את האפשרות של מעורבות של פוטנציאל אוסמוטי גבוה כגורם חשוב בעיכוב הנביטה. בדיקה נוספת שנעשתה על מנת לבטל את האפשרות של עיכוב לא ספציפי הייתה מדידת ה-pH של המיצויים. נמצא, כי ה-pH של רוב המיצויים היה מסביב ל-5 עם מספר מינים חריגים (טבלה 2). עם זאת, לא נמצא מתאם בין ה-pH של המיצויים לעיכוב הנביטה. לדוגמה, אלון התבור ואלון שסוע היו בעלי pH דומה (קרוב ל-5), אולם השפעתו המעכבת של אלון התבור הייתה רבה יותר באופן משמעותי (איור 2).

במבחן הביולוגי של זרעי העגבנייה נבדקה השפעתם של מיצויי עלים וקליפה של 10 מינים בשני מדדים שונים: שיעור הנביטה ואורך השורשון. השימוש בשני המדדים איפשר מעקב מפורט של השפעת המיצויים על תהליכי נביטה וגדילה. נמצא, כי רוב המיצויים הגולמיים של העלים והקליפה של המינים השונים עיכבו באופן מובהק את נביטת זרעי העגבנייה והתפתחות השורשון של הנבטים (איורים 1, 2, 3). לעומת זאת, מרבית המיצויים האלו לכשנמהלו לא הפחיתו את שיעור הנביטה, אולם רובם עיכבו את התפתחות השורשון. ייתכן כי יעילותם של החומרים המעכבים רבה יותר לגבי התפתחות השורשון מאחר שהחומרים המעכבים שנשטפים מהעלים נספחים לקרקע. למנגנון זה יתרון בעיכוב ובקטילת שורשונים של זרעים נובטים, מעין "עיקור קרקע" של הטבע (התופעה תוארה על ידי ויזל, 1987).

תופעה נוספת שנצפתה הייתה, שלמיצוי העלים ישנה השפעה רבה יותר בשני הריכוזים מאשר למיצוי הקליפה הן על שיעור הנביטה והן על התפתחות השורשון. תוצאות אלה תואמות את "ההיגיון האקולוגי", כלומר את העובדה שנשירת העלים רבה יותר מנשירת הקליפה שבחלק מהמינים כמעט ואיננה מתרחשת כלל.

בעבודה הנוכחית רצינו לבדוק האם חומרים אלו משפיעים גם על זרעים של מינים מעוצים, שהם המאפיינים למעשה את "המתחרים האמיתיים". למבחן ביולוגי זה נבחרו זרעי אורן ברוטיה, שהוא המין העיקרי בנטיעות היערניות בארץ. נמצא כי המיצויים

C3). מיצוי הקליפה בריכוז של 10:1 לא עיכב את הנביטה, למעט ברוש אטלנטי.

מבין מיצויי הקליפה רק המיצויים של ברוש מצוי ואורן הצנובר עיכבו באופן מובהק את התפתחות השורשון של נבטי העגבנייה בריכוז הגולמי (איור D3). מיצוי הקליפה של מיני המחטניים שנבדקו, עיכב באופן מובהק את התפתחות השורשון של נבטי העגבנייה גם בריכוז של 10:1, פרט למיצוי של אורן הצנובר.

השפעת המיצויים של מיני עצים שונים על נביטת זרעי אורן ברוטיה

במיצויים שהיו בעלי הפעילות המעכבת הרבה ביותר לגבי נביטת זרעי העגבנייה הן בריכוז הגולמי והן בתמיסה המהולה של המיצויים, נערך מבחן נוסף לבחינת השפעתם על נביטת זרעי אורן ברוטיה. מיצוי העלים של המינים שנבדקו עיכב באופן מובהק את נביטת זרעי אורן ברוטיה בריכוז הגולמי (איור 4). לעומת זאת, מיצוי העלים בריכוז של 10:1 לא עיכב כלל את הנביטה של מין זה. (תוצאות שאינן מוצגות).

ה-pH של המיצויים

המדידה נעשתה על מנת לבטל את האפשרות שעיקוב הנביטה נעשה בגלל pH חריג של המיצויים. ה-pH של רוב מיצויי העלים הגולמיים היה בין 4.5 ל-5.5. בחלק מהמיצויים, ובמיוחד זה של אורן הצנובר, ה-pH היה מתחת ל-4 ובאחרים מעל 6 (טבלה 1).

דיון

עבודה זו בחנה את ההשפעות האללופתיות של מספר עצי יער וחורש בישראל. העבודה התמקדה בשלוש קבוצות המייצגות את מגוון העצים הקיימים ביער ובחורש בארץ (חורש מקומי רחב עלים, מחטניים ואקליפטוסים). בדיקת נוכחות חומרים מעכבים והשפעתם התבססה על מיצויים מימיים. השימוש במיצויים מימיים נעשה מתוך ניסיון להיצמד ל"הגיון האקולוגי", לפיו השחרור וההדחה של החומרים המעכבים מחלקי צמחים נעשית באמצעות מי הגשם. גם מרבית המחקרים המופיעים בספרות עסקו במיצויים מימיים (16).

בספרות המדעית דווח על מחקרים רבים שנעשו על תופעת האללופתיה בצמחים מעוצים (9,7,13,11,17). בישראל תופעת האללופתיה נחקרה בסוג אקליפטוס ובמספר מינים עשבוניים נוספים (2,3,8).

בעבודה הנוכחית נמצא, כי למיני אקליפטוס שונים הייתה ההשפעה המעכבת הרבה ביותר על נביטת זרעי עגבנייה, כשרמת העיכוב הגבוהה ביותר התקבלה באקליפטוס קלדוקליקס ובאקליפטוס המקור (איור 1).

על בסיס תצפיות שנערכו בארץ נוטים לייחס לאקליפטוס אללופתיה חזקה במיוחד בהשוואה למינים אחרים של היער והחורש. בהקשר לכך יש לציין שמרבית התצפיות נערכו בנגב, אזור בו מצוי מגוון גדול של מיני אקליפטוס. יתכן שהמסקנה לגבי אקליפטוס אינה נכונה, מאחר ומיעוט הצמחיה הטבעית באזור ותנאי הסביבה הנחותים, מאפשר לאללופתיה של מיני האקליפטוס להתבטא בעוצמה חזקה יחסית. המחקר הנוכחי מוכיח שאללופתיה חזקה קיימת גם במינים אחרים של היער והחורש.

של 5 מינים, שנמצאו כפעילים ביותר עיכבו בריכוז הגולמי באופן מובהק את הנביטה של אורן ברוטיה (איור 4). לעומת זאת, לא התקבל כל עיכוב נביטה על ידי המיצויים במיהול של 10:1. ישנן מספר אפשרויות להסבר תוצאה זו: (א) זרעי אורן ברוטיה רגישים פחות לחומרים המעכבים מאשר זרעי עגבנייה. (ב) חדירות קטנה יותר של החומרים המעכבים לזרעים של אורן ברוטיה, בגלל קליפת זרע עבה יחסית ו-(ג) הרס כימי, חמצון למשל, של החומרים המעכבים בגלל משך הנביטה הארוך של אורן ברוטיה בהשוואה לזה של עגבנייה.

מקורות

1. גינדל, י'. 1952. היער ויעור הארץ. המעבדה לחקר היער, רחובות.
2. ויזל, י'. 1987. אקולוגיה – עקרונות ותהליכים. הוצאת המדור לאקולוגיה, אוניברסיטת ת"א.
3. ויזל, י'. פולק, ג', כהן, י'. 1978. אקולוגיה של הצומח. הוצאת המדור לאקולוגיה, אוניברסיטת ת"א.
4. זהרי, מ'. 1955. גיאובוטניקה. הוצאת ספרית הפועלים.
5. זהרי, מ'. 1966. אקולוגיה של צמחים מתוך האנציקלופדיה לחקלאות. בהוצאת האנציקלופדיה לחקלאות, המחלקה לכלכלה חקלאית, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים.
6. Alonzo, C. Thompson, G. 1984. The Chemistry of Allelopathy, Biochemical Interactions Among Plants. Based on a symposium of the American Chemical Society, St. Louis, Missouri.
7. De Bell, D. S. 1971. Phytotoxic effects of cherrybark oak. Forest Sci. 17: 180-185.
8. Friedman, J., Chou, C. H., Waller, G. R. (ed.). 1983. Allelopathy and autotoxicity in arid regions. Allelochemicals-and-pheromones. 97-106.
9. Hook, D. D. and Stubbs, J. 1967. An observation of understory growth retardation under three species of oak. USDA Forest Serv. Res. Note. SE-70.
10. Kil, B. S. and Yim, Y. J. 1983. Allelopathic effects of *Pinus densiflora* on undergrowth of red pine forest. Journal of Chemical Ecology. 8: 1135-1151.
11. Lisanework, N., Michelsen, A. 1993. Allelopathy in agroforestry system: the effects of leaf extracts of *Cupressus lusitanica* and three *Eucalyptus* spp. on four Ethiopian crops. Agroforestry systems. 21: 1, 63-74.
12. Massey, A. B. 1925. Antagonism of the walnuts (*Juglans nigra* L. and *J. cinerea* L.) in certain plant association. Phytopathology 15: 773-784.
13. May, F. E. and Ash, J. E. 1990. An assessment of the allelopathic potential of Eucalyptus. Australian Journal of Botany 38: 245-254.
14. Muller, C. H., Hanawalt R. B. and McPherson J. K. 1968. Allelopathic control of herb growth in the fire cycle of California chaparral. Torrey Bot. Club Bull. 95: 225-231.
15. Perry, G. S. 1932. Some tree antagonisms. Pa. Acad. Sci. Proc. 6: 136-141.
16. Rice, E. L. 1984. Allelopathy. Academic press, Inc. Orlando, FL.
17. Sadhna, T., Ashutosh, T., Banerjee, S. K., Tripathi, S., Tripathi, A. 1996. Comparative study of chemical nature and role of leaf and root leachates on crop productivity. Adv. For. Res. India. 14: 183-194.

כנימות העלה של הארז בישראל

Cinara cedri ו- *Cinara laportei*

ניצה ספיר, עמירם זהבי, מחלקת יער, אגף היעור, קרן קימת לישראל, אשתאול. nitzas@kkl.org.il

פביאן עשאל, צבי מנדל, המחלקה לאנטומולוגיה, מרכז וולקני, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, בית דגן

תקציר

שמיני ארז, ובעיקר הארז האטלנטי, יוכלו לשמש תחליף מוצלח לעצי אורן בבתי הגידול הגבוהים, במפנים הצפוניים ובערוצים. למרות גידולו האיטי, לארז היה עד כה יתרון מסוים על פני מיני האורן: הארז לא נפגע עד כה ע"י מזיקים, והוא אינו פונדקאי מתאים לתהלוכה האורן, ובכך יתרונו, בעיקר בסמיכות לישובים ובחניונים. בשנים האחרונות נרשמה פגיעה קשה בעצי ארז ע"י שני מינים של כנימות עלה. מאמר זה מציג את בעיית כנימות העלה לצד בעיות המזיקים של מיני הארז בכלל, ואת המידע שנאסף בישראל על שתי הכנימות והתמודדות עמם באמצעות הדברה ביולוגית.

חרקי הארז המזיקים באזור הים התיכון

הארז הוא פונדקאי של מאות מיני חרקים. בבחינה יסודית של הפאונה של יערות הארז האטלנטי שנערכה במרוקו נרשמו 107 מינים, שרבים מהם יחודיים לארז. בנטיעות בבתי גידול חדשים אימצו את הארז מינים נוספים. כך לדוגמה, בצרפת נרשמו 63 מיני חרקים שרובם מקורם בעצים אחרים (17). הבולט מביניהם הוא עש האשוח האירופי *Choristoneura murinana* שהפך למזיק ביערות הארז בצרפת (9). כשני מיליון דונם יערות ארז אטלנטי נטועים בצרפת, ואין זה פלא שיערות הארז הנטועים שם היוו קרקע פוריה למזיקים חדשים. ארבעה מינים שחדרו לדרום צרפת הפכו למזיקים קשים: העש *Epinota cedricida* (Tortricidae) הניזון על המחטים, צרעת זרעים *Megastigmus suspectus* (Torymidae) הפוגעת ביבול הזרעים, ושני מינים של כנימות העלה (ראה להלן). התפרצויות של אוכלוסיות מזיקים ביערות הארז הטבעיים אינן שכיחות. בצפון אפריקה, החשובים שבאוכלי הארז הם אוכלי העלים מתת-משפחת התהלוכניים (Thaumetopoeinae): תהלוכה האורן *Thaumetopoea pityocampa* ותהלוכה הארז *T. bonjeani*, ומינים אחדים ממשפחת Tortricidae. בתורכיה פוגעים ביערות הארז שני מיני עשים שאינם ספציפיים למיני ארז, תהלוכה האלה *T. solitaria*

בעשור האחרון מתרחבת הנטיעה של ארזים בישראל, בעיקר של הארז האטלנטי, בבתי גידול מיוחדים. עד השנים האחרונות לא נפגע הארז בישראל ע"י חרקים מזיקים, וזאת למרות הקרבה הגיאוגרפית ליערות הארז בלבנון. שתי כנימות העלה של הארז שהתגלו בישראל *Cinara (Cedrobium) laportei* ו- *Cinara cedri* (Aphididae: Lachninae) חדרו לארץ כנראה בראשית שנות התשעים. נזק חמור נגרם לעצי ארז מבוגרים באזור ירושלים ובגליל העליון. נראה שהפייחת הכבדה נגרמה ע"י *C. cedri* ואילו תמותה של ענפים והתנוונות עצים נגרמה ע"י *C. laportei*. במאי 2000 הובאה מאיזור Avignon שבצרפת הצרעה הטפילית *Pauesia cedrobii* להדברת *C. laportei*. ריבוי הצרעות נעשה במעבדה בתנאי הסגר. הצרעות פוזרו בגליל העליון, בגולן ובהרי יהודה, לפי שעה התאקלם הטפיל בשני האיזורים האחרונים. *C. cedri* מופיעה עדיין בצורה נרחבת במרבית האתרים שנבדקו אך הסכנה הצפויה ממנה היא פחותה.

מילות מפתח (נוספות על מילות הכותרת): הדברה ביולוגית, *Pauesia*, Aphididae.

ייעור בעצי הארז בעשור האחרון

מינים אחדים של הסוג ארז נטועים בישראל כעצי יער ונוי בעיקר באזורים הרריים. ההתעניינות בעצי הארז בארץ היתה מוגבלת במשך שנים לנטיעות גנניות (2), לנטיעות הארזים הוותיקות בירושלים (1) וליערות הארז בלבנון (3). עד לשנים האחרונות לא תפסו הארזים נתח משמעותי בנטיעה. החל משנות התשעים מתרחבת הנטיעה של ארזים בעיקר בגליל העליון ובהרי ירושלים. שטח היער הנטוע בארז (בד"כ במערב) משתרע כיום על פני 2,600 דונם, שרובם הגדול בני ארבע-חמש שנים. חלקות ארז מבוגרות בבתי גידול מתאימים הן מרשימות מאד. החשיבות של נטיעת ארזים אינה רק בשל המשמעות ההיסטורית של יערות הארז, אלא גם בשל ערכם הנופי והרגשי. התקווה היא,

שנמצאו יחד באותם האתרים. ההגדרה אומתה ע"י Binazzi באיטליה.

C. laportei היא כנימת עלה קטנה (יחסית לקרוביה בסוג *Cinara*) אשר מאכלסת גם מחטניים אחרים. גודלה 1.5-2 מ"מ; הפרטים המכוננים צרים יותר. צבע הגוף חום חורר ואפור, עם קווי אורך חיוורים יותר הנמשכים מהראש לבטן. הבטן בצידה הגבי מכוסה לוחיות מעובות; הרגלים קצרות, צבען חום חיוור, בהיר מצבע הגוף (4, 6). *C. cedri* גודלה 2.5-3.0 מ"מ, צבעה נוטה יותר לאדום-חום מבריק, על גבה שני פסי אורך המופרדים בשטח בהיר יותר. הכנימה מכוסה בפתיי שעווה המקנים לה גוון אפרפר.

שני מיני הכנימות מתפתחים רק על מיני ארז. אזור התפוצה המקורי של *C. laportei* הם יערות הארז האטלנטי שבהרי האטלס. היא התגלתה לראשונה במרוקו בשנות החמישים ומשם התפשטה בשנות השישים לדרום אירופה. בשנת 1967 נרשמה לראשונה בצרפת, וב-1970 באיטליה (7). בשנות השבעים התפשטה הכנימה גם במערב אירופה. מאז נמסרו דיווחים על נוכחותה במדינות אירופה השונות, אך עד עתה טרם דווח על נוכחותה במזרח הים התיכון.

לעומתה, *C. cedri* ידועה שנים רבות מרוב יערות הארז באזור הים התיכון, ואף ביבשת דרום אמריקה (21). בבריטניה היא התגלתה כבר בסוף המאה ה-19. הכנימה מצויה ביערות הארז הטבעיים בצפון אפריקה ובתורכיה (11) אך איזור המוצא שלה אינו ברור. על פי רשימה שהתפרסמה לפני כעשר שנים (16) היא לא הופיעה בין מיני כנימות העלה שבאזורנו.

קיים שוני במידת הרגישות של מיני הארז לכנימה *C. laportei*. הרגישות יורדת על פי הסדר הבא: ארז אטלנטי (*C. atlantica*), ארז הימלאי (*C. deodara*), ארז לבנוני (*C. libani*) וארז קפריסאי (*C. brevifolia*) (12). בישראל היא נמצאה על ארז אטלנטי, ארז לבנוני, ורק במקרים מועטים ובאוקלוסיות זעירות על ארז הימלאי. לא ידוע על נזק לשתילים בשטח הפתוח, אם כי הכנימה נמצאה על שתילי ארז במשתלות. המידע על פונדקאים של *C. cedri* פחות ברור, ברוב התצפיות מצאנו את שני המינים על אותם הפונדקאים.

C. laportei מאכלסת את ענפוני הארז בקבוצות קטנות וצפופות, בעיקר את הענפים התחתונים ובתוך הכותרת. באוקלוסיות קטנות מצויים הפרטים בעומק סדקי הקליפה וקשה לגלותם. נתונים על מחזור החיים של הכנימה נאספו בבריטניה (6), בצרפת (12), באיטליה (8) ובספרד בה נערך מחקר מפורט בשני המינים (18). בתצפיות שנערכו בהרי האטלס במרוקו נמצא שהכנימה חורפת כביצה. באביב בוקעות מהביצים הכנימות המייסדות וצאצאיהן יוצרות את המושבות אשר מתרבות ברביית בתולין. לקראת הסתיו מופיעים הזכרים והנקבות המיניים, הורי הביצים שחורפות.

ו-*Orthotenia undulana* (Tortricidae) (10). בשנים האחרונות התחוללו בהר הלבנון התפרצויות קשות של צרעת עלים, מין חדש למדע מהסוג *Cephalcia* (Pamphilidae), אשר גרמה לעצי הארז איבוד מחטים רב. מידע מפורט על חרקי הארז בצפון אפריקה ודרום צרפת דווח לאחרונה ע"י Fabre וחובריו (14). עצי הארז בישראל לא נתקפו ע"י חרקים מזיקים. פרט לדיווחים נדירים של איכלוס עצי ארז ע"י תהלוכה האורן לא נרשמו נזקים לעצים בריאים. העדר מזיקי מפתח של הארז עד לאחרונה הוא מפתיע היות שהמרחק הגיאוגרפי בין יערות הארז בצפון הארץ ואלו שבלבנון הוא עשרות קילומטרים בלבד.

כנימות העלה של הארז בארץ, תפוצתן הגיאוגרפית והנזק הנגרם על ידן

כנימות העלה של הארז שהתגלו בישראל שייכות שתיהן לתת-משפחת Lachnidae (Hemiptera: Aphididae) והן: *Cinara (Cedrobium) laportei* (Remaudiere) ו-*Cinara cedri Mineur*. בישראל לראשונה בסתיו 1997 ביער השלום שבמזרח ירושלים על ארז אטלנטי וארז הימלאי. בסקר ראשוני שנערך שבועות אחדים לאחר מכן התגלתה הכנימה במקומות נוספים: קרית שמונה, סאסא, ביריה, אליקים ובמרכז ירושלים. על פי התפוצה, עוצמת הנזק וגודל המושבות הערכנו שהכנימה הגיעה לישראל כבר שנים אחדות קודם. ב-1998 התברר לנו שמדובר בשני מינים



איור 1. מושבת כנימות עלה על ענפון ארז. בעיגול: כנימה בוגרת לא מכוננת (נ' ספיר).

Aphid colony on a cedar twig. Circled: adult aptera female (N. Saphir).

פגיעה בעצי ארז בישראל ע"י כנימות העלה

בסקר ראשוני שנערך כבר ב-1997 התגלתה הכנימה בנוסף ליער השלום גם בסאסא, ביריה, אליקים ובמרכז ירושלים. על פי התפוצה, עוצמת הנזק וגודל המושבות אנו מעריכים שהכנימה נמצאת בישראל שנים אחדות. הנזק שנגרם דומה בכל המקומות בהם נצפתה אוכלוסייה צפופה: פייחת רבה והתייבשות של הענפים הפנימיים, בעצים שאוכלסו בצפיפות התייבש רוב נפח הכותרת. נזק קשה נצפה בארז הימלאי ובארז אטלנטי. בקיץ 1998 מצאנו את הכנימה במקומות נוספים ובכללם במושבים קשת ושעל שברמת הגולן. הכנימה רגישה לחום ובשל כך נוכחותה כמעט ולא ניכרת בקיץ, אך אוכלוסיותיה מתחדשות עם ההתקררות בסתיו. בסיוור שערכנו בסתיו בהר הרצל נמצא שהאוכלוסייה הולכת ומתעצמת, וכך גם בנטיעות הארז בגליל העליון. טבלה 1 מסכמת את תפוצת הכנימה והנזק הנגרם על ידה על פי תצפיות שהתבצעו בקיצים של 1999 ו-2000. התרשמנו שברוב המקומות הפייחת הכבדה נגרמה ע"י *C. cedri* ואילו תמותה של עצים נגרמה ע"י *C. laportei*. נתוני הטבלה מצביעים על פוטנציאל הנזק של שני מיני כנימות הארז שהתבססו בארץ.

אויבים טבעיים והדברה ביולוגית

עם התפשטות המזיק לאירופה בשנות השישים החל חיפוש של אויבים טבעיים באזור המוצא של הכנימה (20). לאירופה הובאו שני מיני צרעות טפיליות. המין *Lysiphlebus testaceipes* (Aphidiidae), טפיל רב פונדקאי, שוחרר בדרום צרפת בשנים 4-1973 אך לא הרחיב את תפוצתו מעבר לאזור הים התיכון במשך 20 השנים מאז האקלום (19) ותרומתו להפחתת אוכלוסיות הכנימה כנראה שולית. צרעה טפילית אחרת *Pauesia cedrobii* (מאותה משפחה) הובאה ממרוקו לצרפת בשנת 1977 ופוזרה שם ביערות הארז ארבע שנים לאחר מכן. הצרעה *P. cedrobii* התפשטה גם אל האזור היבשתי של צרפת, ובשנת 1993 היא נמצאה במרחק של 600 ק"מ מאזור האקלום (19). איקלום *P. cedrobii* הביא לתמורה משמעותית בצפיפות הכנימה. פיזור הטפיל היה ביולי (1981). כעבור שנה עדיין נרשמה עליה באוכלוסיית הכנימה באביב ואוכלוסיית הטפיל נותרה עדיין נמוכה. עליה משמעותית באוכלוסיית הטפיל נרשמה באביב 1982, ולאחריו נרשמה פחיתה של אוכלוסיות הכנימה. בארבע שנים לאחר אקלום הטפיל נרשמה התבססותו ביערות רבים אחרים (15). למרות שהצרעה *P. cedrobii* מותקפת בצרפת ע"י שמונה מיני טפילים שניוניים, לא נפגמה יכולתה להדביר ביעילות את הכנימה. בעקבות ההצלחה בצרפת, התאקלם הטפיל גם במדינות אחרות

בסרדיניה מאכלסים שני מיני הכנימות את צוואר השורש וחלקים תת-קרקעיים אחרים של העץ בקיץ (5). במושבות הכנימה באירופה ובישראל מבקרות נמלים. *C. cedri* מאכלסת את הארז במושבות גדולות, ונוטה ליישב את הענפונים הצעירים, בעוד ש-*C. laportei* מעדיפה את הענפים. נמלים אינן מבקרות את מושבותיה (5). תופעת העדר נמלים במושבות של הכנימה נצפתה גם בישראל. מחזור החיים של *C. cedri* אינו ברור. עד כה נצפו רק נקבות המתרבות ברביית בתולין (*virginoparae*) מכונפות וחסרות כנפיים, אך גם ביצים חורפות. בדומה ל-*C. laportei* היא נעלמת בקיץ, או שאוכלוסייתה פוחתת אל מתחת סף ההבחנה. במבחנים בהם התבצע איכלוס מלאכותי של *C. cedri* בשתילי ארז תקפה הכנימה בהצלחה את כל ארבעת מיני הארז (12). הנזק הנגרם ע"י שני המינים הוא שונה. אוכלוסיות צפופות של *C. laportei* גורמות להתייבשות ענפונים ולנשירת מחטים בשל טוקסינים המוזרקים לרקמות במהלך ההזנה. (18). פגיעה קשה מחלישה את העץ ואף גורמת להמתתו. נזק חמור כזה נצפה בישראל ביער ירושלים ובהר הרצל. באיטליה לוותה הפגיעה בעץ בהתקפת חיפושיות קליפה (7). התפתחות הכנימה גורמת גם לכיסוי המחטים בפייחת אך תופעה זו אינה בולטת כפי שמתרחש בהתפרצות של *C. cedri*. כנימה זו מכסה את העץ בשכבה עבה של פייחת ובטל דבש הגורמים לאיבוד מחטים ולפגיעה חריפה בצורה האסתטית של העץ.

טבלה 1: נגיעות בכנימות הארז בישראל, תמונת מצב 1999-2000

| המקום בו התגלו הכנימות | % העצים הנגועים |
|---------------------------|----------------------------------|
| קיבוץ מרוס גולן | עצים יחידים |
| קיבוץ יפתח (עצי נוי) | עצים יחידים מכוסים בכבדות בפייחת |
| צומת אליקים (נטיעת 1987) | 0 |
| מושב קשת | עצים יחידים |
| יער ירושלים (נטיעת 1965)* | 80 |
| יער השלום (נטיעת 1970)* | 80 |
| קיבוץ ברעם (עצים בוגרים) | עצים מעטים, חלקם עם פייחת כבדה |
| יער ביריה (נטיעת 1987) | 0 |
| יער ביריה (נטיעת 1969) | 25 |
| יער ביריה (נטיעת 1959) | 30* |
| יער ביריה (נטיעת 1958) | 50 |
| יער ביריה (נטיעת 1955) | 0 |
| גן הורדים בירושלים | 50 |
| בתי הקברות בהר הרצל | 50, פרטים אחדים כוסו בפייחת כבדה |

* כ-5% מהעצים נקטלו

C. laportei שאיימה לפגוע קשות בנטיעות הארז האטלנטי בישראל. למרות שמישטר הטמפרטורות הרצוי לטפיל נמוך מ-22 C (13) נראה שהצרעה הטפילית פועלת בחודשי החורף האביב והסתיו ותצליח בעונות אלו לצמצם את אוכלוסיות הכנימה, שגם היא פועלת בעיקר בעונה הקרירה. כנימת העלה *C. cedri* מופיעה עדן בצורה נרחבת במרבית האתרים שנבדקו. הסכנה הצפויה מ-*C. cedri* היא פחותה, אם כי במספר מקומות כיווית כותרת העץ בפייחת היא קשה. יש להניח שלמרות העובדה שלא הובאו אויבים טבעיים כנגדה בדומה למקומות אחרים ברחבי הים התיכון יתכן שיצטמצמו אוכלוסיותיה גם בארץ, ואיכלוס עצי הארז על ידה לא יביא לנזק משמעותי.

מסקנות

הופעת שני מיני כנימות העלה בישראל לא היתה צפויה; יתכן שהתאקלמותן פחות או יותר באותה מסגרת זמן מצביעה על אפשרות של חדירת חרקים מזיקים נוספים. יש לבחון את משמעות העובדה שעד כה לא הייתה חדירה של מזיקי ארז מלבנון. הצלחת האיכלוס של האויב הטבעי מסירה סכנה ממשית לבריאות העץ ואולי אף לקיום הארז האטלנטי בארץ.

הבעת תודה

תודתנו לד"ר ציון מדר על הסיוע באיסוף נתוני התפשטות הנגיעות באזור הצפון, ולרונו טלמור על הנתונים הסטטיסטיים. לאנשי הנוי במקומות הפיזור על שתוף הפעולה, ובעיקר לעודד בר-שלום על העזרה בריבוי הכנימה במושב קשת, תודה מיוחדת שלוחה לאנשי תחנת הניסיונות של INRA ב-Avignon, Jean-Pierre Fabre ו-Alain Chalon שהקדישו לנו זמן רב מזמנם בלימוד מלאכת האיסוף והזיהוי ואפשרו לנו להשתמש במעבדות שלהם לטיפול בחומר שנאסף והכנתו למשלוח לישראל.

באירופה בהן התבססה הכנימה, והביא בפועל להדברתה.

במאי 2000 במסגרת פרויקט משותף של מינהל המחקר החקלאי ואגף היעור בקק"ל, הובאה מ-Avignon שבצרפת הצרעה *P. Cedrobii* להדברת *C. laportei*. ריבוי הטפיל התבצע בתנאים מבוקרים על גבי שתילי ארז גדולים מאוכלסים בשני מיני הכנימות. שתילי הארז אוכלסו בכנימות שנאספו מעצי ארז שנפגעו על ידן. בשלב הכנת השתילים המאוכלסים לא ניתן היה באופן מעשי להפריד בין שני מיני הכנימות ובשל כך התפתחה על השתילים גם *C. cedri* שהימצאותה על השתילים הקשתה על ריבוי *C. laportei* ועיכבה ריבוי מהיר של הצרעה. הריבוי נעשה בחדר גידול בטמפרטורה של 20-22°C ומחזור אור של L:D 14:8 בתנאי הסגר למניעת חדירה של טפילים שניוניים. יש לציין שהטמפרטורה האופטימלית לפעילות הטפיל נמוכה מ-20 C (13,15). בשל כך הערכנו, שיש לבצע את הפיזורים הראשוניים בבתי גידול קרירים.

באחדים ממוקדי נגיעות בכנימה פוזרו עשרות או מאות אחדות של צרעות. נבחרו אתרים בהם תנאי מזג האוויר נחשבים נוחים יותר לפעילות הצרעה. הצרעות פוזרו כבוגרים וככנימות מטופלות ביפתח שבגליל העליון, בנווה אטיב במרום גולן, בעין זיוון ובמושב קשת שברמת הגולן. כן נעשה פיזור מקביל בירושלים בהר הרצל ובגן הורדים. כבר שבועות אחדים לאחר פיזור הצרעות נמצאו כבר כנימות מטופלות ("חנותות") ברמת הגולן ובהר הרצל. מאחדות מהן שנלקחו למעבדה הגיחו זכרים ונקבות של הטפיל. במשך הקיץ נרשמה כצפוי ירידה משמעותית בנוכחות הכנימה. בנובמבר 2001, עם בוא הסתו נערך סיור חוזר באתרי הפיזור ומכנימות מטופלות שנאספו במרום גולן ובעין זיוון התקבלו פרטים רבים של הטפיל.

תוצאות אלו מצביעות על הצלחה באיקלוס הטפיל בישראל, בעיקר לאחר שאוכלוסייתו שרדה בהצלחה בקיץ. התבססותו תבטיח ככל הנראה את הדברה של

מקורות:

1. בולוטין, מ' 1965. סקר ארזים בסביבת ירושלים. ליערן, 15: 15-18.
2. אלמוני 1953. ארז אטלנטי. ליערן, 3: 25-26.
3. אלמוני 1969. לבנון נאבקת לשיקום יערות הארז שלה. ליערן, 19: 54-57.
4. Binazzi, A. 1978. Contributions to the knowledge of aphids on conifers I. The species of the genera *Cinara* Curt., *Schizolachnus* Mordv., *Cedrobium* Remaud. and *Eulachnus* D.Gu. present in Italy (Homoptera, Aphidoidea, Lachnidae). *Redia*. 1978, 41: 291-400.
5. Binazzi, A. and Pennacchio, F. 1996. Note su alcuni lacnidi cinarini della Sardegna Nord-Orientale (Homoptera Aphididae). *Redia* 79: 187-193.
6. Carter, C.I. and Maslen, N.R. 1982. Conifer lachnids. *Forestry-Commission-Bulletin*, No. 58, 75 pp.

7. Covassi, M. 1971. Preliminary observations on the presence in Italy of an aphid injurious to cedars: *Cedrobium laportei* Remaud. (Homoptera: Aphidoidea: Lachnidae). *Redia*. 1971, 52: 641-652.
8. Covassi, M. and Binazzi, A. 1974. Geographical and morphological notes on *Cinara cedri* Mim. in Italy (Homoptera Aphidoidea Lachnidae). *Redia*, 55: 331-341.
9. Du Merle, P., Brunet, S., Chambon, J. P., Cornic, J. F. and Fabre, J. P. 1989. Colonization d'un végétal introuit (*Cedrus atlantica*) et de nouveaux milieux bioclimatiques par un insecte phytophage: *Choritoneura murinana* (Lep. Tortricidae). *Acta Œcologia, ecol. Applic.* 10:289-301.
10. Fabre, J.P. 1976a. Expansion of Cedar planting and risk of insect attack. *Revue Forestiere Francaise*. 28: 261-269.
11. Fabre, J.P. 1976b. On the presence in France of *Cinara cedri* (Mimeur), an aphid injurious to cedar. *Comptes Rendus des Seances de l'Academie d'Agriculture de France*. 62: 771-775.
12. Fabre, J. P. 1988. Susceptibility to infestation by the aphids *Cedrobium laportei* and *Cinara cedri* in the genus *Cedrus*. *Annales des Sciences Forestieres*. 45: 2, 125-140 (in French)
13. Fabre, J. P. 1989. Laboratory rearing tests of *Pauesia cedrobii* (Hymenoptera: Aphidiidae) a parasite of the aphid: *Cedrobium laportei* (Homoptera: Lachnidae) of the Atlas cedar: *Cedrus atlantica*. *Entomophaga* 34: 381-390 (in French).
14. Fabre, J. P., Mouna, M., Du Merle, P. and Benhalima, S. 1999. Le point sur certains ravageurs du cèdre de l'atlas en Afrique du Nord, en France et en Europe. *Forêt Méditerranéenne* 20: 203-218.
15. Fabre, J.P. Rabasse, J.M. 1987. Introduction in the south-east of France of *Pauesia cedrobii* (Hym.: Aphidiidae) a parasite of the aphid: *Cedrobium laportei* (Hom.: Lachnidae) from Atlas cedar *Cedrus atlantica*. *Entomophaga* 32: 127-141.
16. Halperin, J. Binazzi A. and Swirski, E. 1988. Aphids of forest and ornamental trees and shrubs of Israel. *Israel J. Entomol.* 22:27-44.
17. Mouna, M. 1985. Comparaison des communautés frondicoles du cèdre (*Cedrus atlantica* Lantti) en France (Provence) et au Maroc (Moyen-Atlas). *Vie et Milieu*, 35: 99-106.
18. Notario, A., Binazzi, A., Castresana, L., BaragaÓo, J. and Montoya, R. 1984. Los pulgones del cedro: *Cinara cedri* Mimeur y *Cedrobium laportei* Remaudier. *Min. de Agricultura Pesca y Alimentacion, Instituto Nacional para la Conservacion de la Naturaleza (ICONA), Monografía n. 33:1-75.*
19. Remaudiere, G and Sary, P. 1993. Spontaneous settlement in the Paris area of the *Pauesia cedrobii* (Hymenoptera: Aphidiidae), parasite of the Cedrus aphid *Cedrobium Laportei*. *Revue Francaise d'Entomologie (Nouvelle Serie)* 15(4): 157-158 (in French)
20. Sary, P., Leclant, F. 1977. *Pauesia cedrobii* sp.n., the first known parasite of the cedar aphid *Cedrobium laportei* Remaudiere (Hym. Aphidiidae). *Annales de la Societe Entomologique de France* 13:1, 159-163.
21. Sary, P., Rodrigues, F. and Remaudiere, G. 1994. Plant-aphid- parasitoid association (Hom., Aphidoidea; Hym., Aphidiidae) in central area of Chile. *Agricultura Tecnica Santiago* 54, 46-53.

בחינת השפעת נפח מיכל הגידול על התפתחות שתילים של עצי יער במשתלה ובשטח

זוהר ליטמנוביץ', מיכל כצנלסון, ריטה טרחוב, מחלקת יער, אגף היעור, קרן קימת לישראל, קרית חיים ואשתאול
zoharl@kkl.org.il

יוסף ריוב, המחלקה למטעים וצמחי נוי, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה, רחובות

תקציר

בעבודה הנוכחית נבדקה השפעת נפח מיכל הגידול על התפתחות שתילים של אורן ברוטיה בתום הגידול במשתלה ועל ההתפתחות והשרידות של שתילים אלו בשנתיים הראשונות לאחר הנטיעה. השתילים גודלו במיכלים של 180, 240, 280 ו-450 סמ"ק. הנטיעה בוצעה ב-6.01.98 ביער אביב בגליל המערבי. גובה השתילים נמדד מיד לאחר הנטיעה ובסוף כל אחת משתי עונות הגידול הראשונות. כמו כן נמדד שיעור השרידות של השתילים בשטח.

נמצא שגובה השתילים במועד ההוצאה מהמשתלה היה במתאם עם נפח מיכל הגידול. תוספת הגדילה לגובה בכל אחת משתי השנים לאחר הנטיעה הושפעה במידה מעטה בלבד מנפח מיכל הגידול. עם זאת, תוספת הגדילה היחסית (הגובה בסוף כל שנת גידול מחולק בגובה בתחילת השנה) היתה במתאם הפוך לנפח המיכל, בעיקר בשנה השניה לאחר הנטיעה. מגמה דומה נמצאה לגבי שרידות השתילים בשטח. מתוצאות אלו ניתן להסיק שמיכלי גידול בנפחים של 180 ו-240 סמ"ק מתאימים ליצירת שתילים איכותיים של אורן ברוטיה.

מילות מפתח (נוספות על מילות הכותרת): אורן ברוטיה, נטיעה, גובה, שרידות.

מבוא

ייצור שתילים של עצי יער מבוסס על שלושה עקרונות: (א) קבלת שתילים איכותיים שיאפשרו שיעור שרידות גבוה והתפתחות נאותה בתקופה הראשונה לאחר הנטיעה; (ב) שינוע נוח לשטחי הנטיעה, ללא גרימת נזק לשתילים; ו-ג) עלות מינימלית לייצור השתילים. בארץ הושם דגש בעיקר על ההיבט הראשון. בעקבות מחקרים שנעשו בשנות ה-80 (1, 3), חל מעבר מייצור של שתילים ערומי שורש לשתילים עם גוש המגודלים

בתנאים אינטנסיביים (מצע מנותק, קיטום אויר ודישון). בתנאי אקלים קשים יחסית, כמו אלו השוררים בישראל (קיץ ארוך ויבש, קרינה חזקה ורמת משקעים נמוכה ברוב אזורי הנטיעה, עם שינויים משמעותיים משנה לשנה) נודעת חשיבות רבה לאיכות השתילים הניטעים. בתנאי משתלה התפתחות השתיל תלויה במידה רבה בנפח מיכל הגידול. ככל שנפח המיכל גדול יותר, השתיל יהיה מפותח יותר. לעומת זאת, שיעור הקליטה וההתפתחות הראשונית של השתילים בשטח תלויים בעיקר ביחס שורש/נוף (4). הניסיון היערי מלמד שהקליטה והשרידות של שתילים של עצי יער מותנות במידה רבה ביכולת השתילים להעמיק שורש מיד לאחר הנטיעה. יחס גבוה של שורש/נוף מאפשר צמיחה מהירה של מערכת השורשים, ואילו יחס נמוך של שורש/נוף משמעו מאזן מים גרוע, שעלול להביא לתמותת השתילים.

בארץ הוקדשה תשומת לב מעטה לנושא נפח מיכלי הגידול. בעקבות המחקרים שנעשו בשתלנות של עצי יער, ניתנה המלצה כללית שלמחטניים יש להשתמש במיכלי גידול בנפח של 200-300 סמ"ק, ואילו לרחבי עלים בנפחים גדולים יותר (3). גם שינויים שנעשו במיכלי הגידול התיחסו בד"כ לצורת המיכל ולא לנפחו. יש לציין שבארצות יערניות רבות נפח מיכלי הגידול אינו עולה על 100 סמ"ק, גם בתנאים הרחוקים מלהיות אופטימליים לנטיעה של עצי יער. במחקר שנערך בארץ נמצא ששתילים שגודלו במיכלים של 180 סמ"ק וניטעו בנגב הצפוני, נקלטו והתפתחו בצורה סבירה (2). יחד עם זאת, ההמלצה שבמחטניים יש להשתמש במיכלי גידול בנפח של 200-300 סמ"ק נותרה בעינה, בעיקר מחמת הזהירות.

בשנים האחרונות העלו מספר יעריים את האפשרות ששעורי קליטה נמוכים שהתקבלו בשטחים שונים מקורם במיכל גידול קטן מדי. הנחה זו עודדה אותנו לבחון את הנושא בניסוי מקיף. הבחינה נעשתה ע"י המדור לממשק יער במחלקת יער של אגף היעור בשנים 1998-

טבלה 1: השפעת נפח מיכל הגידול על התפתחות שתילים של אורן ברוטיה בסוף עונת הגידול במשתלה ולאחר הנטיעה
 Effect of container volume on *P. brutia* growth at planting and after 1 and 2 years.

| שנה | נפח מיכל הגידול, סמ"ק | גובה* ס"מ | שגיאת התקן ס"מ | תוספת גדילה ס"מ | תוספת גדילה יחסית | שרידות % |
|-------------------------|-----------------------------------|------------|----------------|-----------------|-------------------|----------|
| Year | Container volume, cm ³ | Height* cm | Standard error | Height increase | relative growth | Survival |
| מועד הנטיעה at planting | 180 | 13.0 A | 0.3 | - | - | - |
| | 230 | 15.7 B | 1.0 | - | - | - |
| | 280 | 23.6 C | 0.3 | - | - | - |
| | 450 | 24.7 D | 0.4 | - | - | - |
| 1 | 180 | 17.6 A | 0.4 | 4.6 | 1.4 | 97 |
| | 230 | 18.2 A | 0.3 | 2.5 | 1.2 | 100 |
| | 280 | 26.6 B | 0.4 | 3.0 | 1.1 | 97 |
| | 450 | 29.4 C | 0.5 | 4.7 | 1.2 | 98 |
| 2 | 180 | 45.4 A | 0.8 | 27.8 | 2.6 | 95 |
| | 230 | 46.7 A | 0.8 | 28.5 | 2.6 | 100 |
| | 280 | 58.8 B | 1.0 | 32.2 | 2.2 | 93 |
| | 450 | 59.0 B | 1.1 | 29.6 | 2.0 | 92 |

* אותיות שונות מראות הבדל סטטיסטי ברמת מובהקות של 0.05 לגבי כל מועד בדיקה בנפרד.

* Different letters indicate significant difference (p=0.05) analyzed separately for each year.

שיטות וחומרים

שתילי אורן ברוטיה גודלו בשנת 1997 במשתלות הקקי"ל בצומת גולני ובאשתאול במיכלים בעלי נפחים שונים לפי הפירוט הבא:

- שקיות של 450 סמ"ק (צומת גולני)
- שפופרות של 280 סמ"ק (צומת גולני)
- מגשי QP של 240 סמ"ק (אשתאול)
- מגשי QP של 180 סמ"ק (אשתאול)

השתילים גודלו בתנאי הגידול הרגילים של שתילים לנטיעות יערניות. בכל טיפול היו 200 שתילים.

הנטיעה נעשתה בגליל המערבי ביער אביב. תנאי השטח היו: קרקע טרה רוסה, מפנה מערבי, שיפוע של כ-10% וכיסוי סלעים של כ-20%. בורות הנטיעה נפתחו ידנית כחודשיים לפני הנטיעה והשטח רוסס בקוטלי עשבים טרום נביטה כמקובל. הנטיעה בוצעה בתאריך ה-6.1.98 באמצעות עובדי קבלן בפיקוח אנשי האזור והמדור לממשק יער. ביום הנטיעה שרר מזג אוויר מעונן חלקית.

מדידות של גובה השתילים ושעור הקליטה והשרידות נעשו בתאריכים הבאים: 14.1.98 (מיד לאחר הנטיעה). מדידה זו משקפת את התפתחות השתילים במשתלה, 24.9.98 (סוף הקיץ הראשון לאחר הנטיעה) ו-24.10.00 (סוף הקיץ השני).

תוצאות

הנתונים שהתקבלו מהמדידות שנעשו מיד לאחר הנטיעה ובסוף כל אחת משתי עונות הגידול בשטח

מוצגים בטבלה 1. לכל נפח מיכל ניתן הגובה, תוספת הגדילה במהלך השנה ותוספת הגדילה היחסית (הגובה בסוף השנה מחולק בגובה בתחילת השנה).

בסוף תקופת הגידול במשתלה התקבלו שתי קבוצות גובה: האחת, הנמוכה יחסית, של שתילים שגודלו במיכלים של 180 ו-240 סמ"ק והשניה, הגבוהה יותר, של שתילים שגודלו במיכלים של 280 ו-450 סמ"ק. ההבדל בגובה בין שתי הקבוצות היה מובהק. הבדל זה נשמר גם בשתי העונות הבאות, אם כי יחסית לגובה השתילים הוא הלך וקטן.

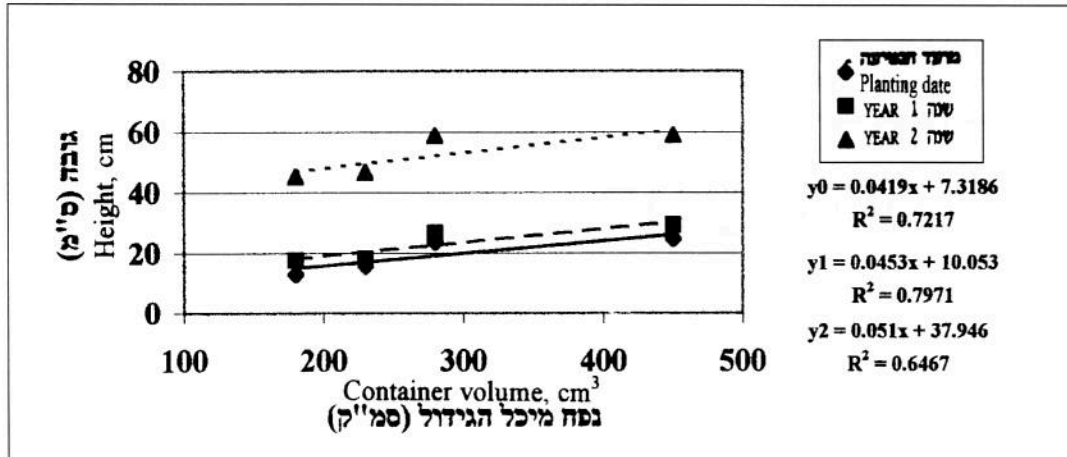
תוספת הגדילה לגובה בתום השנה הראשונה לא תאמה את גובה השתילים בעת הנטיעה. התוספת הרבה ביותר התקבלה בשתילים שגדלו במיכלים בעלי הנפח הקטן ביותר והגדול ביותר. מאחר ובכל קבוצות הנפח תוספת הגדילה לגובה בתום השנה הראשונה היתה נמוכה יחסית, ההבדלים בין הקבוצות בערכים מוחלטים היו קטנים מאוד. לעומת זאת, תוספת הגדילה לגובה בשנה השנייה היתה משמעותית, אולם היא היתה פחות או יותר דומה בכל קבוצות הנפח.

תוספת הגדילה היחסית הרבה ביותר בתום השנה הראשונה התקבלה בשתילים שגדלו במיכלים של 180 סמ"ק. בשאר קבוצות הגובה לא היה הבדל משמעותי בערכים של תוספת הגדילה היחסית. במהלך השנה השנייה תוספת הגדילה היחסית הגבוהה ביותר היתה בשתילים שגדלו בשתי קבוצות הנפח הנמוכות.

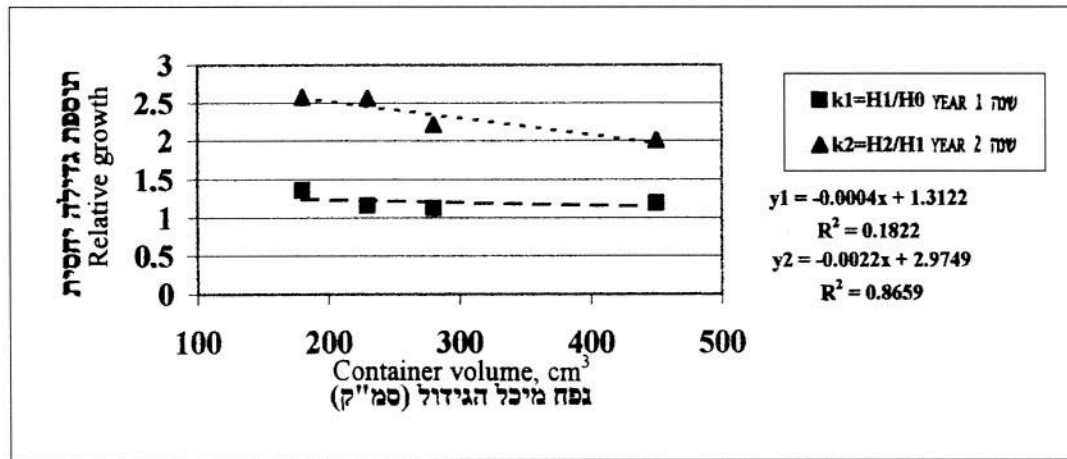
בניתוח רגרסיה של הנתונים שהובאו בטבלה 1 התקבלו התוצאות הבאות: קיים יחס לינארי חיובי בין גובה השתיל לבין נפח מיכל הגידול גם במועד הנטיעה וגם לאחר עונת הגידול הראשונה והשנייה בשטח ($R^2 = 0.65-0.80$) (איור 1). לעומת זאת, תוספת הגדילה בכל אחת משתי העונות לאחר הנטיעה לא היתה תלויה בנפח מיכל הגידול ($R^2 = 0.12-0.13$). גם תוספת הגדילה היחסית אחר עונת הגידול הראשונה לא היתה תלויה בנפח מיכל הגידול ($R^2 = 0.18$), בעוד לאחר עונת הגידול השנייה היה מתאם שלילי ($R^2 = 0.86$) בין תוספת הגדילה היחסית לנפח מיכל הגידול (איור 2).

דיון ומסקנות

התוצאות מורות שניתן ליצר שתילים איכותיים של אורן ברוטיה גם במיכלים בנפחים קטנים של 180 ו-240 סמ"ק, הנותנים התפתחות טובה ושיעור שרידות גבוה לאחר הנטיעה. מהתוצאות וניתוחן עולה: א. נפח המיכל קובע את גודל השתילים במשתלה. ככל



איור 1. השפעת נפח מיכל הגידול על גובה שתילי אורן ברוטיה בתום הגידול במשתלה ולאחר הנביטה. Effect of container volume on height of brutia pines at planting and after 1 and 2 years.



איור 2. השפעת נפח מיכל הגידול על תוספת הגדילה היחסית לגובה של שתילי אורן ברוטיה לאחר הנביטה. Effect of container volume on the relative growth (height) of brutia pines after 1 and 2 years.

ד. נפח המיכל השפיע באופן שלילי על השרידות בסוף השנה השנייה. ככל שהנפח היה גדול יותר השרידות היתה נמוכה יותר, אולם בכל קבוצות הנפח שיעור השרידות היה גבוה מאוד (מעל 90%), כך שההבדלים בין הקבוצות לא היו משמעותיים.

מתוצאות הניסוי ניתן להסיק שמיכלים בגודל של 180 ו-240 סמ"ק מתאימים בהחלט ליצירת שתילים של אורן ברוטיה. יש לציין שגם בעבודות קודמות נמצאה בארץ הצלחה בגידול שתילים במיכלים שנפחם קטן מ-200 סמ"ק, כולל גם באזור הדרום (2).

שהנפח היה גדול יותר, השתיל היה מפותח יותר. עם זאת, יש להדגיש ששתילי הניסוי גודלו במשתלות שונות ובמיכלים בעלי גיאומטריה שונה, ויתכן שגם לגורמים אלו היתה השפעה על התוצאות.

ב. נפח מיכל הגידול לא השפיע באופן משמעותי על תוספת הגדילה של השתילים בשנה הראשונה או השנייה לאחר נטיעתם בשטח.

ג. נפח מיכל הגידול השפיע באופן שלילי על תוספת הגדילה היחסית בעיקר בשנה השנייה. ככל שנפח המיכל היה גדול יותר, תוספת הגדילה היחסית היתה קטנה יותר.

מקורות:

1. עצמון, נ' 1985. ייצור שתילי עצי יער במיכלים ולימוד הגורמים המשפיעים על הסתעפות שורשים. עבודת גמר, האוניברסיטה העברית בירושלים.
2. עצמון, נ' 1991. הפיסיולוגיה של הסתעפות השורשים בעצי יער תוך דגש על השפעת הורמונים צמחיים ומוטומעים. עבודת דוקטור, האוניברסיטה העברית בירושלים.
3. פרידמן, ג' 1989. השפעת דישון וסוג המצע על התפתחות שתילי עצי יער במשתלה. עבודת גמר, האוניברסיטה העברית בירושלים.
4. Ritchie, GA. and Dunlop, J.R. 1980. Root growth potential: Its development and expression.

השפעת השימוש בשרוולי פלסטיק על השרידות והתפתחות של מיני חורש ארץ ישראלי

עמרי בונה, מרחב צפון, קרן קימת לישראל, קרית חיים. omrib@kkl.org.il

זוהר ליטמנוביץ', ריטה טרחוב, קרן קימת לישראל, אגף היעור, מחלקת יער, קרית חיים ואשתאול

תקציר

אגף היעור של הקק"ל הגדיל בשנות ה-90 באופן משמעותי את היקף נטיעת מיני חורש ארץ-ישראלי כחלק ממדיניות ייעור חדשה. נוצר אם כן צורך להרחבת הידע לגבי שיפור הביסוס והחשת הצימוח של שתילי החורש. מטרת הניסוי הנוכחי היתה לבחון את השפעת השימוש בשרוולי פלסטיק בשלושה גדלים (90, 120 ו-150 ס"מ) על שיעור הקליטה והשרידות ועל קצב הצמיחה לגובה של 8 מיני חורש טבעי, במשך 7 השנים הראשונות שלאחר הנטיעה.

השימוש בשרוולי פלסטיק הביא לשיפור מובהק בשיעור הקליטה והשרידות של שתילי מיני החורש למעט כליל החורש וקטלב מצוי. כמו כן הצמיחה לגובה של השתילים בשרוולים של כל המינים למעט קטלב מצוי עלתה באופן מובהק על זו של שתילי הביקורת. גם הגידול בקוטר הגזע של השתילים בשרוולים עלה באופן מובהק על זה של הביקורת למעט באלון מצוי וקטלב מצוי.

השימוש בשרוולי פלסטיק מסייע גם בעיצוב מרבית מיני החורש על גזע אחד וחוסך את העלויות הכרוכות בגיוס העצים בשלב מאוחר יותר.

לפיכך, בתנאי בית הגידול הטובים של יער הזורע, שרוולי פלסטיק הם אמצעי יעיל לשיפור השרידות וההתפתחות של מיני חורש ארץ ישראלי ולקיצור משך הזמן הדרוש להשגת גובה וקוטר גזע המאפשרים החזרת ממשק הרעיה לשטח היער.

לגובה השרוול נמצאה השפעה חיובית על הצמיחה לגובה והגידול בקוטר הגזע של מיני האלה ובמיוחד באלון התבור. לפיכך בנטיעות רחבות היקף של מינים אלה, בעיקר בנטיעת יער פארק בשטחי מרעה, ניתן לשקול שימוש בשרוולים של 150 ס"מ. בנטיעות מעורבות, בהן נעשה שימוש במגוון מיני חורש המפוזרים כפרטים בודדים או בכתמים בין המינים המחטניים, ניתן בהחלט להסתפק בשרוולים של 90 ס"מ שעלותם והוצאות התקנתם נמוכים יותר ושרידותם רבה יותר.

מילות מפתח (נוספות על מילות הכותרת): התבססות יער, אלה, אלון, חרוב, כליל, קטלב, ליבנה

מבוא

שרוולי פלסטיק משמשים מזה 20 שנה לשיפור הקליטה, השרידות וההתפתחות של שתילי עצים הניטעים בשטחים פתוחים (Potter, 1988). לאחרונה, נעשה שימוש בשרוולי פלסטיק גם לשיפור התפתחות השתילים במשתלה (Burger et al., 1992). השימוש בשרוולים, שנועד במקורו להגנה על שתילים צעירים מנזקי רעיה והקטנת התחרות עם עשבי הבר, הביא לשיפור מובהק גם בשיעורי השרידות והצמיחה לגובה של השתילים (Potter, 1988). העלייה בשיעור הצמיחה לגובה בשנים הראשונות, ביחס לשתילים ללא שרוולים נעה בין 60% ל-600% (Potter, 1988). העלייה החדה בצמיחה לגובה בשתילים המוגנים מוסברת בהיווצרות תנאי מיקרו-חממה בשרוול הפלסטיק: טמפרטורה ולחות גבוהים מאשר בסביבה והיעדר תנועת אויר ורוח על פני העלווה, דבר המפחית את קצב הטרנספירציה (Cleveland and, Kjellgren 1994). קצב טרנספירציה מופחת יכול להקטין את צריכת המים של השתיל ולהאט את קצב התייבשות הקרקע. לכך עשויה להיות חשיבות בנטיעות רחבות היקף, המבוצעות ללא תוספת השקיה, בהן שיעור התמותה בשנה הראשונה לאחר הנטיעה בשל התייבשות הוא לעתים קרובות גבוה (Kjellgren, 1944).

ממצאים ראשונים בדבר יעילות השימוש בשרוולי פלסטיק לטיפול עצי חורש בארץ הוצגו על ידי ויינשטיין (1987). הנטייה של עצי החורש הים תיכוני ובמיוחד של מיני האלון להחליף את קדקוד הצמיחה כבר בשנה הראשונה, מביאה ליצירת הסתעפויות מרובות בגובה פני הקרקע. נטייה זו חושפת את עצי החורש לפרק זמן ארוך יותר לפניעת בעלי חיים שונים ומעודדת יצירת עצים נמוכים ומסועפים דמויי שיח אשר ממשיכים להיפגע תדירות מהרעיה ואינם הופכים

שנפגע והתנוון עקב התקפת כנימת המצוקוקוס (*Matsucoccus josephi* Bodenheimer et Harpaz) ונכרת לשם חידוש היער. חלקת הניסוי מצויה בגובה 250 מ' מעל פני הים וכמות המשקעים השנתית הממוצעת בה הינה 550 מ"מ. הקרקע באתר היא רנדזינה אפורה-חומה עמוקה. הכנת השטח לנטיעה בוצעה באמצעות חריש במחרשת צלחות. נטיעת שתילי עצי החורש בוצעה בינואר 1993 והצבת השרוולים בהתאם לטיפולים בוצעה מיד לאחר מכן.

בניסוי נכללו שמונה מיני חורש של ארץ-ישראל. על ארבעה מינים עיקריים מבחינת השימוש בהם בנטיעות הקק"ל הוצבו שרוולים בשלושה גדלים (90, 120 ו-150 ס"מ) ואילו על ארבעה מינים מישניים הניטעים במידה פחותה, הוצבו שרוולים בגודל של 120 ס"מ בלבד. שרוולי הפלסטיק היו בצבע חום בהיר מתוצרת חברת Tubex, בטווח קטרים 7-12 ס"מ. המינים העיקריים היו: אלון התבור (*Quercus ithaburensis* Dence), חרוב מצוי (*Ceratonia silqua* L.), אלה אטלנטית (*Pistacia atlantica* Desf.) ואלה ארץ-ישראלית (*Pistacia palaestina* Boiss.). המינים המשניים היו: כליל החורש (*Cercis siliquastrum* v. *alba*), אלון מצוי (*Quercus calliprinos* Webb), ליבנה רפואי (*Styrax officinalis* L.) וקטלב מצוי (*Arbutus andrachne* L.).

הטיפולים בוצעו בשש חזרות של חמישה שתילים בכל חזרה. ליד כל שתיל שעליו הוצב שרוול נשתל שתיל ביקורת (ללא שרוול) מאותו מין.

מידי שנה בתום עונת הגדילה נמדדו שיעור השרידות והגובה של השתילים. החל מהשנה החמישית נמדד גם קוטר הגזע בגובה 130 ס"מ. כן בוצעה ספירה של מספר הגזעים והערכת צורתם. עיבוד סטטיסטי של נתוני המדידות נעשה בעזרת מבחן t לפי Student.

תוצאות ודיון

שיעור השרידות של השתילים

השימוש בשרוולי פלסטיק הביא כבר בשנה הראשונה לשיפור מובהק בשיעור הקליטה והשרידות במינים: קטלב מצוי, אלון מצוי, א' תבור וליבנה בהשוואה לשתילי הביקורת. במינים אלה אטלנטית, א' ארץ-ישראלית וחרוב, שיעור השרידות בשתילים שגדלו בשרוולי פלסטיק היה גבוה באופן מובהק רק החל מהשנה השלישית. בכליל החורש לא היה הבדל מובהק בין שתילים בשרוולים לשתילי הביקורת בכל תקופת הבדיקה.

בשתילים שגדלו בשרוולים נמצאה ירידה מתונה בלבד בשרידות מעבר לשנה הראשונה, בכל המינים למעט קטלב מצוי. שיעור השרידות של הקטלב ירד בעבור שש שנים ל-20% ואילו בשאר המינים הוא נותר

להיות עצים של ממש. לפיכך, השימוש בשרוולי פלסטיק נראה כאמצעי מבטיח ליצירת עצים גבוהים בעלי גזע יחיד וצמרת המסתעפת לפחות בגובה 2.5-3.0 מ' (ויינשטיין, 1992).

אגף הייעור של הקק"ל הגדיל בשנות ה-90 באופן משמעותי את היקף נטיעת מיני חורש ארץ-ישראלי כחלק ממדיניות ייעור חדשה (בונה, 1999). השתילים הניטעים צריכים לשרוד בשנים הראשונות, תוך התמודדות עם תנאי בית גידול קשים ותחרות עם צומח עשבוני. כמו כן, שתילים אלו עלולים להיזק משיני צאן ובקר או חיות בר: צבאים, דורבנים ושפני סלע. עיקר הנזק נגרם למינים רחבי עלים של החורש הטבעי. יחד עם זאת, נותר הצורך להחזרת משטר רעיה מוקדם ככל האפשר לשטחי הנטיעה, ככלי עקרי להפחתת נזקי שריפות. נוצר אם כן צורך להרחבת הידע לגבי שיפור הביסוס והחשת הצמיחה של שתילי החורש.

מטרת הניסוי הנוכחי היתה לבחון את השפעת השימוש בשרוולי מגן מפלסטיק בשלושה גדלים (90, 120 ו-150 ס"מ) על שיעור הקליטה והשרידות ועל קצב הצמיחה לגובה של 8 מיני חורש טבעי, במשך 7 השנים הראשונות שלאחר הנטיעה.

תאור הניסוי ושיטות העבודה

הניסוי בוצע ביער הזורע שבהרי מנשה, בשטח של אורן ירושלים (*Pinus halepensis* Mill.)



חלקת הניסוי ביער הזורע, שנה לאחר הנטיעה (ע' זהבי).

The experimental plot at the age of 1 year (A. Zehavi).

בשנה השלישית במיני האלה, באלון התבור ובלבנה ניתן להסביר בהגברת התחרות עם עשבי בר, שצמחו עקב הפסקת הריסוס בקוטלי עשבים, שניתנו רק בשנתיים הראשונות כמקובל בנטיעת יער בארץ. העובדה שירידה זו בשרידות לא נמצאה בשתילים ממינים אלה שגדלו בשרוולים, ואף לא בשתילי הביקורת של המינים מהירי הגידול (חרוב וכליל החורש), יכולה להצביע על כך שהתחרות בין השתילים לעשבים החד-שנתיים אינה על משאבי המים בלבד אלא גם על האור. במינים הגדלים במהירות לגובה, בין אם באופן טבעי או אם משום שגדלו בשרוולים, השלב בו קיימת תחרות על האור עשוי להתקצר במידה רבה. לפיכך, יישום סלקטיבי של קוטלי עשבים גם בשנה השלישית עשוי לשפר את שיעור השרידות, במיוחד של שתילי אלון התבור, אלה אטלנטית ואי ארץ-ישראלית הניטעים ללא שרוול. אחרי גיל שלוש אין כמעט תמותה נוספת למרות שלא התבצעו טיפולים נוספים נגד העשביה.

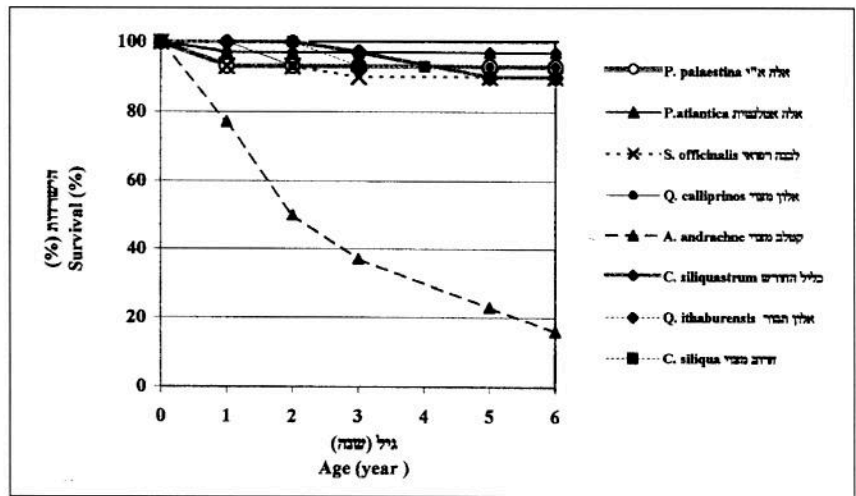
התפתחות השתילים לגובה

השתילים שגדלו בשרוולי פלסטיק היו גבוהים באופן מובהק משתילי הביקורת בכל המינים, למעט אלון מצוי וקטלב, כבר בשנה הראשונה לאחר הנטיעה. באלון מצוי גובה השתילים שגדלו בשרוולים עלה על זה של שתילי הביקורת רק החל מהשנה השנייה ואילו בקטלב לא היה הבדל בין גובה השתילים בשרוולים לשתילי הביקורת בכל השנים (איור 3).

במיני האלה, באלון התבור ובלבנה ההבדל בין גובה השתילים בשרוולים לשתילי הביקורת נותר מובהק גם כעבור 6 שנים אם כי הוא הצטמצם במעט. בחרוב (למעט בין שתילים בשרוולים של 90 ס"מ והביקורת), בכליל החורש החל מהשנה ה-5 ובאלון מצוי החל מהשנה ה-6 הבדל זה מצטמצם ואינו מובהק עוד.

במיני האלה לא נמצא מתאם ברור בין גובה שרוול הפלסטיק והתפתחות לגובה של השתילים, אם כי לשתילים בשרוולים של 150 ס"מ היה יתרון. יתרון זה, שהיה מובהק על פני שתילים בשרוולים הקצרים יותר בגיל 3 שנים, הצטמצם ובגיל 6 שנים נותר מובהק רק בין שרוולים בגדלים של 120 ו-150 ס"מ. באלון התבור נמצא בין גורמים אלה מתאם חיובי, אשר היה מובהק לאורך כל תקופת הבדיקה רק בין שתילים בשרוולים של 150 ו-90 ס"מ. בחרוב מצוי נמצא דווקא מתאם הפוך, וגובה השתילים שגדלו בשרוולים של 90 ס"מ עלה באופן מובהק על אלה שגדלו בשרוולים של 120 ו-150 ס"מ.

ניתוח הצמיחה לגובה של שתילי הביקורת במינים השונים כעבור שנתיים מהנטיעה, שהן מכריעות מבחינת שרידותם והתבססותם של השתילים הניטעים,

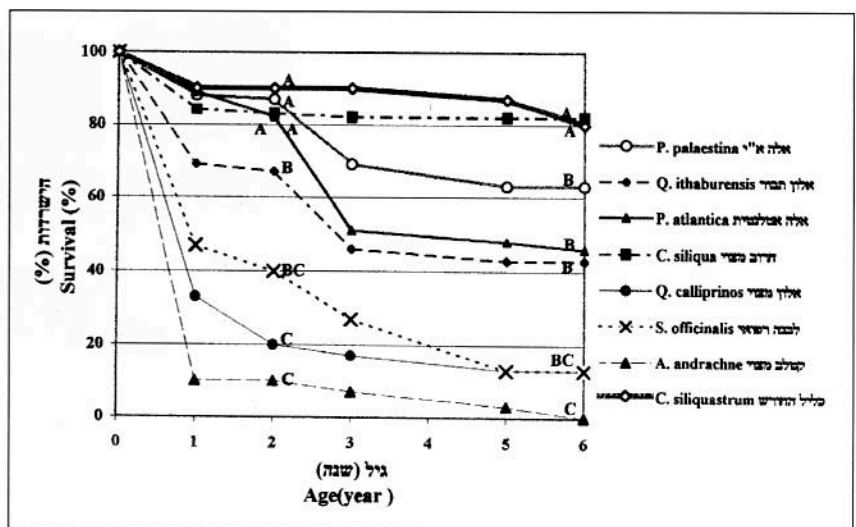


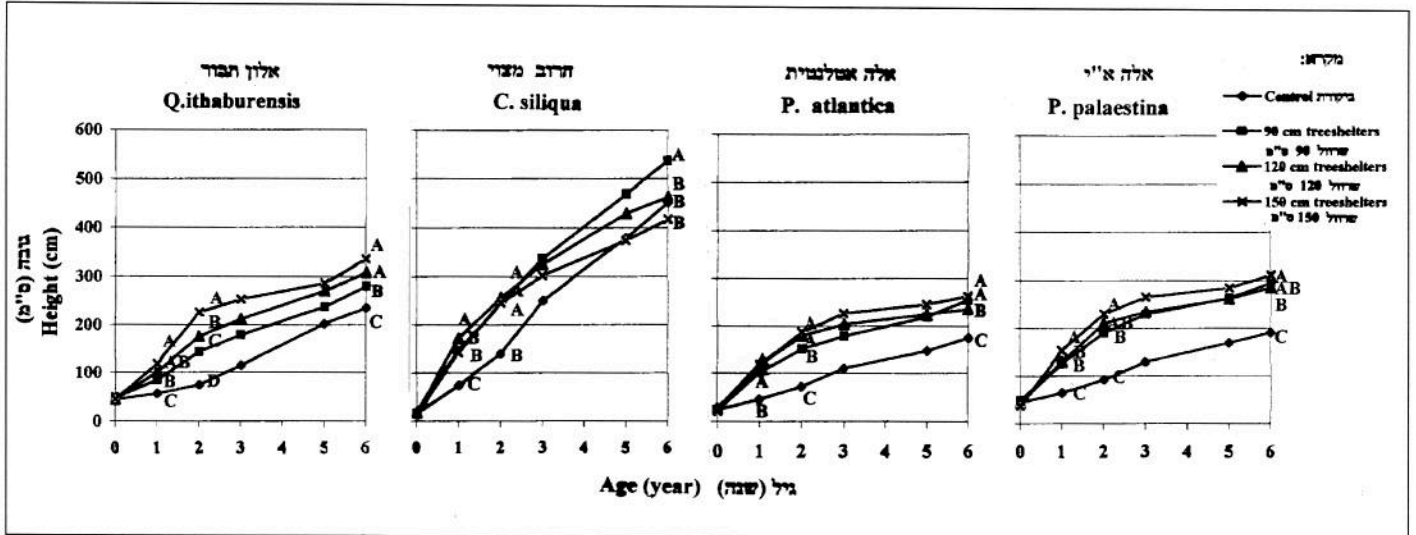
איור 1. השפעת שרוולי פלסטיק של 120 ס"מ על הישרדות עצי החורש. The effect of 120 cm treeshelters on broadleaf seedlings survival.

מעל 90% (איור 1). בשתילי הביקורת הירידה העיקרית בשיעור הקליטה חלה בשנה הראשונה לאחר הנטיעה. אולם, שיעור השרידות של שתילי הביקורת המשיך לרדת ברוב המינים גם בשנים הבאות ובמיוחד בשנה השנייה והשלישית לאחר הנטיעה (איור 2). החל מהשנה השלישית ניתן להבחין ב-3 קבוצות מינים הנבדלות זו מזו באופן מובהק בשיעור השרידות. לקבוצה הראשונה משתייכים חרוב וכליל החורש, שבהם שיעור השרידות של שתילי הביקורת גם כעבור 6 שנים נותר מעל 80%. לקבוצה השנייה משתייכים המינים אלה ארץ-ישראלית, אי אטלנטית ואלון התבור, שבהם שיעור השרידות ירד ל-63%, 46% ו-43% בהתאמה. לקבוצה השלישית משתייכים המינים אלון מצוי וליבנה, שבהם שיעור השרידות ירד ל-13% וקטלב, שירד ל-0%. ההבדל בשיעור השרידות של שתי הקבוצות האחרונות אינו מובהק סטטיסטית למרות ההבדל הברור במוצא, כנראה בשל המספר הנמוך של החזרות.

את הירידה המשמעותית הנוספת בשיעור השרידות

איור 2. הישרדות עצי חורש לא מוגנים בשרוולי פלסטיק (ביקורת). Survival of unsheltered broadleaf seedlings.





עלתה על זו של שתילי הביקורת באופן מובהק ברוב המינים. יוצאים מן הכלל היו הקטלב, בו לא היה הבדל בכל השנים בין שתילים בשרוולים לשתילי הביקורת, וכליל החורש בו רק בשנה הראשונה תוספת הגדילה בשרוולים עלתה באופן מובהק על זו שבביקורת. נראה שתוספת הגדילה בשרוולים עולה על זו שבביקורת כל עוד השתילים לא מגיחים מהקצה העליון של השרוול. בכליל החורש, שקצב צימוחו בשנה הראשונה הוא המהיר ביותר, הדבר מתרחש כבר בשנה הראשונה ואילו בשאר המינים, למעט קטלב, רק כעבור שנתיים מהנטיעה.

הקוטר ומספר הגזעים של העצים

קוטר הגזע בשתילים בשרוולים עלה באופן מובהק על זה של שתילי הביקורת כעבור 7 שנים, בכל המינים למעט אלון מצוי וקטלב. נמצא יתרון בגידול קוטר הגזע

מצביע על הקבוצות הבאות שנבדלו ביניהן באופן מובהק: א. כליל החורש (בעל הצימוח הרב ביותר לגובה); ב. חרוב ואלה ארץ-ישראלית; ג. אלון התבור, אי מצוי, אלה אטלנטית וליבנה; ד. קטלב. כעבור 6 שנים הקבוצות משתנות כדלקמן: א. חרוב; ב. כליל החורש; ג. אלון התבור; ד. שאר המינים, למעט קטלב, שממנו לא שרדו שתילים בביקורת (איור 4).

תמונה דומה מתקבלת מניתוח הצמיחה לגובה של השתילים בשרוולים של 120 ס"מ (איור 5). כעבור 6 שנים התקבלו הקבוצות הבאות על פי הגדילה לגובה (ההבדלים בין הקבוצות מובהקים): א. חרוב; ב. כליל החורש; ג. אלון התבור ואלה ארץ-ישראלית; ד. אלה אטלנטית, אלון מצוי וליבנה; ה. קטלב.

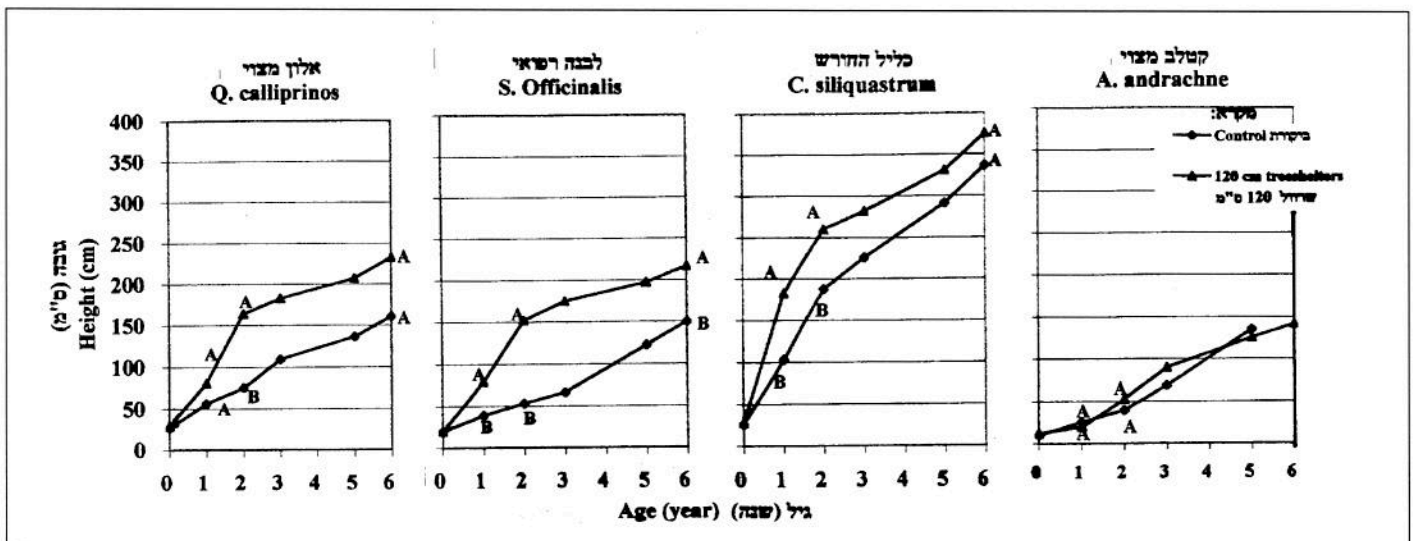
הפער העיקרי בצמיחה לגובה בין שתילי הביקורת לשתילים בשרוולים הושג בשנתיים הראשונות לאחר הנטיעה שבהן תוספת הגדילה של השתילים בשרוולים

איור 3: השפעת השימוש בשרוולי פלסטיק באורכים שונים על הצמיחה לגובה של מיני חורש עיקריים.

The effect of tree-shelters height on main broadleaf height growth.

איור 3: השפעת השימוש בשרוולי פלסטיק על הצמיחה לגובה של מיני חורש משניים.

The effect of tree-shelters on minor broadleaf height growth.



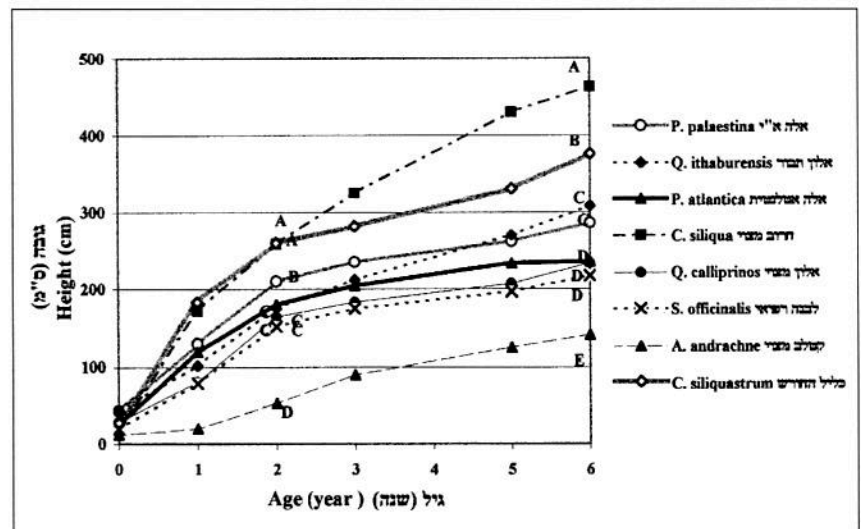
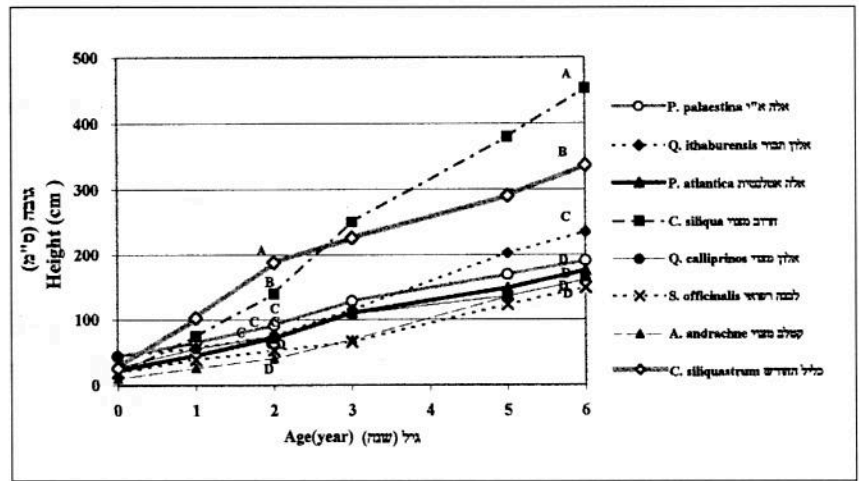
איור 4: הצמיחה לגובה של עצי חורש שאינם מוגנים בשרוולי פלסטיק.

Height growth of unsheltered broadleaf seedlings.

אטלנטית, ואילו בחרוב נמצא דווקא קשר הפוך. ככלל נמצא מתאם חיובי (R בתחום 0.68-0.86) במובהקות של 95% בין הצמיחה לגובה והגידול בקוטר הגזע. בשתילי הביקורת בכל המינים היתה נטייה מובהקת לצמיחה מרובת גזעים (איורים 8 ו-9). התופעה בלטה במיוחד בלבנה, כליל החורש וחרוב, שבהם מעל 80% מהשתילים התפתחו בצורת שיח מרובה גזעים והשאר לעץ עם גזע שהפיצול בו מעל גובה 1 מ'. בחרוב רק פרטים יחידים פיתחו נוף על גזע אחד. באלון מצוי ואלה ארץ-ישראלית הנטייה להיווצרות עצים דמויי שיח בביקורת היתה נמוכה במעט (63%-72%) בעוד ש-7%-14% גדלו על גזע אחד. במינים אלו התבור ואלה אטלנטית רק כשליש מהשתילים גדלו כשיח ואילו כשליש על גזע אחד.

השימוש בשרוולי פלסטיק הביא באופן מובהק להתפתחות עץ בעל גזע אחד במינים אלה אטלנטית, חרוב ובמיוחד באלון התבור. באלה ארץ-ישראלית ואלון מצוי כמחצית מהשתילים פיתחו נוף על גזע אחד והשאר על גזע המתפצל מעל גובה של מטר אחד. כליל החורש, קטלב וליבנה פיתחו בעיקר נוף על גזע המתפצל מעל גובה של מטר אחד, למרות שגדלו בשרוולי פלסטיק. לגודל שרוול הפלסטיק לא היתה השפעה מובהקת על מספר וצורת הגזעים.

לסיכום: השימוש בשרוולי הפלסטיק הביא לשיפור בשיעור הקליטה, השרידות וההתפתחות של רוב מיני החורש.



בשרוולים של 150 ס"מ על פני שרוולים קצרים יותר במינים אלה ארץ-ישראלית, אלון התבור ואלה

איור 5: השפעת השימוש בשרוולי פלסטיק של 120 ס"מ על הצמיחה לגובה של עצי חורש.

The effect of 120 cm treeshelters on height growth of broadleaf seedlings.

מקורות:

1. ויינשטיין א' 1987 שימוש בצינורות פלסטיק בנטיעות אלונים לגידול יער זקוף. השדה ס"ז (וי): 1207, 1212-1213.
2. ויינשטיין א' 1992 צינורות פלסטיק כאמצעי יעיל בגידול וטיפוח של עצי חורש בארץ. השדה ע"ג (א'): 83-85.
3. Bonnef, O. 2000. Management of planted pine forests in Israel: past, present and future. In: Ne'eman, G and Trabaud, L. (eds), *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 377-390.
4. Burger, D.W., Svihra, P. and Harris, R. 1992. Treeshelter use in producing container-grown trees. *HortScience* 27:30-32.
5. Cleveland, B. and Kjelgren, R. 1994. Establishment of six tree species on deep-tilled minesoil during reclamation. *For. Ecol. Mgt.* 68:273-280.
6. Kjelgren, R. 1994. Growth of Kentucky coffeetree in protective shelters during establishment. *HortScience* 29:777-780.
7. Potter, J. 1988. Treeshelters improve survival and early growth rates. *J. For.* 86: 39-41.

הדברת עשבים וברירנות אאוסט (סולפומטורון) למיני היער בנטיעות קק"ל

אבי טל, ברוך רובין, המחלקה לגידולי שדה, ירקות וגנטיקה, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה,
האוניברסיטה העברית, רחובות; tal@agri.huji.ac.il

עמרים זהבי, זוהר ליטמנוביץ, מיכל כצלסון, מחלקת יער, אגף היעור, קרן קימת לישראל, אשתאול וקרית חיים

תקציר

בשנת הנטיעה 1999 נערכו ניסויים כדי לבחון בתנאים מבוקרים ובתנאי שטח את הדברת העשבים והברירות של האאוסט לשתילי מיני יער נבחרים, במתן קדם-שתילה ואחר-שתילה בממשק המקובל בקק"ל. קוטלי העשבים אשר שימשו בניסויים היו סימנקס ואאוסט במינונים המקובלים ובשילובים ביניהם במתן קדם-שתילה. מיני העצים שנבדקו היו ברוש מצוי, אורן הצנובר (=א' הגלעין), אורן ברוטיה, אלון מצוי ואלון התבור. במועדים קבועים התבצעה הערכה להדברת העשבים ופגיעה בעצים, וכן נבדקו גובה וקוטר כמדדים להתפתחות השתילים. מהתוצאות בתנאי השטח עולה, שהטיפולים בקוטלי עשבים הקטינו באופן מובהק את השיבוש בעשבים והעלו את אחוז ההישרדות של השתילים. הטיפולים המשולבים סימנקס עם אאוסט נתנו את הדברת העשבים המיטבית (פחות מ-10% כיסוי). ברוב המינים לא נצפו פגיעות קשות או תמותת שתילים בעקבות הטיפול בקוטלי עשבים. ברוש מצוי, לעומתם, סבל בטיפול האאוסט מתמותה ועיכוב בגידול בהשוואה להיקש. תוצאות ניסוי העציצים מחזקות את תוצאות ניסויי השטח, אשר מצביעות על שהברוש רגיש ביותר לאאוסט. יש לשער, שתמותה רבה של ברושים בשטח נובעת בעיקר מרגישות לעקת יובש, המתעצמת מהשימוש בקוטלי עשבים ו/או מהתחרות עם עשבים.

מילות מפתח (נוספות על מילות הכותרת): קוטלי עשבים, עקת יובש, התבססות שתילים, ברוש מצוי.

מבוא

צמחיית הבר מתחרה באגרסיביות עם השתילים ביער על מים ומינרלים. מניעת ניצול המשאבים בשנים הראשונות לאחר הנטיעה עלולה להתבטא בדיכוי

הגידול ואף בתמותת השתילים. הדברה כימית היא השיטה הנפוצה והמקובלת, בגלל החסכון בזמן ובכוח-אדם בטיפול בשטחים הנרחבים. בארץ, מרססים בסתיו את השטחים המיועדים לנטיעה בתערובת של מונועי הצצה סימזין (סימנקס 50%) וסולפומטורון (אאוסט 75%). שילוב זה מדביר ביעילות את מרבית העשבים החד-שנתיים וחלק ניכר מנבטי הרב-שנתיים למשך העונה הראשונה. בשנה השניה מקובל לחזור על הטיפול בריסוס על כל השטח הנטוע. רוב עצי היער הניטעים בארץ מגלים סבילות לשילוב שהוזכר. בשנים האחרונות דווח על ידי אנשי קק"ל על נזקים קשים לשתילים בחלק מהשטחים שטופלו באאוסט, והועלו ספקות לגבי בררנות החומר למינים מסוימים.

מטרת הניסויים בחורף 1998/99 היתה לבחון בתנאים מבוקרים ובתנאי שטח את יעילות הדברת העשבים ואת הבררנות של האאוסט למינים נבחרים של עצי יער, הן במתן קדם-שתילה והן אחר-שתילה, בממשק המקובל בקק"ל.

חומרים, שיטות ותיאור הניסויים

נערכו שני ניסויי שטח במטרה לבחון את השפעתם של קוטלי עשבים המקובלים בממשק קק"ל, בריסוס קדם-נטיעה על שתילי מיני יער נבחרים.

רשימת הטיפולים:

א. היקש ללא ריסוס

ב. סימנקס 400 גר"/ד'

ג. אאוסט 1.5 גר"/ד'

ד. אאוסט 3 גר"/ד'

ה. שילוב הטיפולים ב + ג

ו. שילוב הטיפולים ב + ד

הריסוס בוצע במרסס גב מוטורי מצויד במוט ריסוס ברוחב 4 מ' ובעל 10 פומיות SS11002 נפח התרסיס היה 20-18 ל"ד'.

השיבוש בעשבים בטיפולים השונים. כל חלקת היקש חולקה לשניים, מחצית אחת נוכשה לאחר ההערכה הראשונה.

2. ניסוי שטח ביער בית-גוברין

השטח בקרקע רנדזינה עמוקה, נחרש וסומנו בו 4 בלוקים עם 6 חלקות בגודל של 15x8 מ'. הריסוס בוצע בתאריך 22.12.98. בתאריך 15.2.99 נשתלו בשטח 3 המיניים הבאים: אורן ברוטיה, ברוש מצוי ואלון מצוי. השתילים הושקו השקיית עזר כמקובל בקייל (בחודש מאי, כ-40 ליטר לשתיל). חודש לאחר הנטיעה בוצעה בשטח מדידה ראשונה של גובה וקוטר העצים. לא בוצעה הערכה לכיסוי העשבים בניסוי זה, מכיוון שהצצת העשבים היתה חלקית בלבד בגלל מיעוט הגשמים.

3. ניסוי עציצים בבית הרשת

מטרת הניסוי היתה לבחון את בררנות האוסט ביישום על הנוף של מינים שונים של עצי יער. השתילים (בגיל שנה מזריעה) נשתלו בעציצי פלסטיק ממולאים ב-5 ק"ג קרקע מאזור ניסוי 2, גודלו בבית רשת והושקו בטפטוף. חמישה מיני עצים נבדקו ב-6 חזרות: אורן ברוטיה, אורן הצנובר (=א' הגלעין), אלון מצוי, אלון התבור וברוש מצוי. כחודש לאחר השתילה, בתאריך 6.1.99, העצים רוססו בצידו הריסוס שהוזכר קודם. במקרה זה מוט הריסוס היה ברוחב 2 מ' ונפח התרסיס היה 25 ל'/ד'. הטיפולים בניסוי זה כללו היקש לא מטופל ומינוני אוסט של 1, 2 ו-3 ג"ד. ב-31.1.99 וב-2.10.99 בוצעו מדידות לגובה העצים ולקוטרים (בגובה 5 ס"מ מהקרקע). בנוסף לכך, נעשתה הערכה למידת הדברת העשבים בעציצים.

תוצאות ודיון

1. ניסוי בית-גוברין

בגלל מיעוט הגשמים באזור (149 מ"מ!), הפעלת קוטלי העשבים בקרקע ונטיית העשבים בשטח היו לקויים. בנוסף לכך, למרות ההשקיה, רוב שתילי אלון מצוי וברוש מצוי וחלק של אורן ברוטיה התייבשו ומתו. בתצפית שנערכה בשנת 2000, ללא טיפול נוסף, נמצא הבדל בסוגי העשבים ובכמותם בין ההיקש והטיפולים במינוניים הנמוכים (מין שולט – שובלת שועל) לבין הטיפולים במינים הגבוהים (נירית הקמה). נראה שבשנה השחונה חלק מקוטלי העשבים לא התפרק לגמרי, ונתרו שאריות אשר פעלו על העשבים בתחילת העונה העוקבת. עובדה זו בלטה במיוחד במינוניים הגבוהים. סימנים דומים לשאריות חומרים בקרקע לא נצפו ביער בשנים קודמות.

| סוגי העשבים שנותרו בשטח Genera of the weeds found | כיסוי בעשבים לאחר הריסוס (%) Weeds cover after application | | הטיפול Application גר/דונם gr./0.1 Hectare |
|--|--|----------------------|---|
| | 3 חודשים 3 months | 6 חודשים 6 months | |
| | גדילן, ברקן, חלמית, מעוג, חרצית, קדוון, מרור, קדד, מרגנית, עשנן, קורטם, סוככים ודגניים | 79 a* | |
| גדילן, ברקן, חרצית, קורטם | 58 b | 78 b | סימנקס 400 Simanex 400 |
| גדילן, ברקן, קורטם, חרצ | 23 c | 76 b | אוסט 1.5 Oust 1.5 |
| גדילן וברקן, קורטם, חרצית | 9 cd | 38 c | אוסט 3.0 Oust 3.0 |
| מעט גדילן וברקן, לשישית, חרצית, שיטה | 3 d | 10 d | סימנקס 400 + אוסט 1.5 Simanex 400 + Oust 1.5 |
| מעט גדילן וברקן, חרצית, לשישית, שיטה | 2 d | 8 d | סימנקס 400 + אוסט 3.0 Simanex 400 + Oust 3.0 |

* ערכים במועד מסויים המלווים באות זהה אינם נבדלים ביניהם ברמת מובהקות P=0.05

* Statistic significance (P=0.05, different letters) analyzed separately for the 2 dates.

1. ניסוי שטח ביער שגב

חלקת הניסוי (שטח מעובד בעבר ואח"כ שימש למרעה, קרקע רנדזינה חומה) נחרשה וסומנה ב-24 חלקות בגודל של 12x8 מ'. הריסוס בקוטלי עשבים בוצע בתאריך 22.12.98. בתאריך 3.2.99 נשתלו בכל אחת מהחלקות 30 עצים מהמינים הבאים: אורן ברוטיה, אורן הצנובר (=א' הגלעין), ברוש מצוי ואלון התבור. כשלושה חודשים וכעשרה חודשים לאחר הריסוס (כחדשיים וכתשעה חדשים לאחר הנטיעה) נמדדו גובה העצים וקוטרים. בנוסף לכך, כשלושה חודשים וכשישה חודשים לאחר הריסוס נעשו הערכות לרמת ולסוג

טבלה 1: השפעת הטיפול בקוטלי עשבים על הדברת העשבים בניסוי שגב 1999.

Effect of herbicide application on weeds in Segev plot 1999.

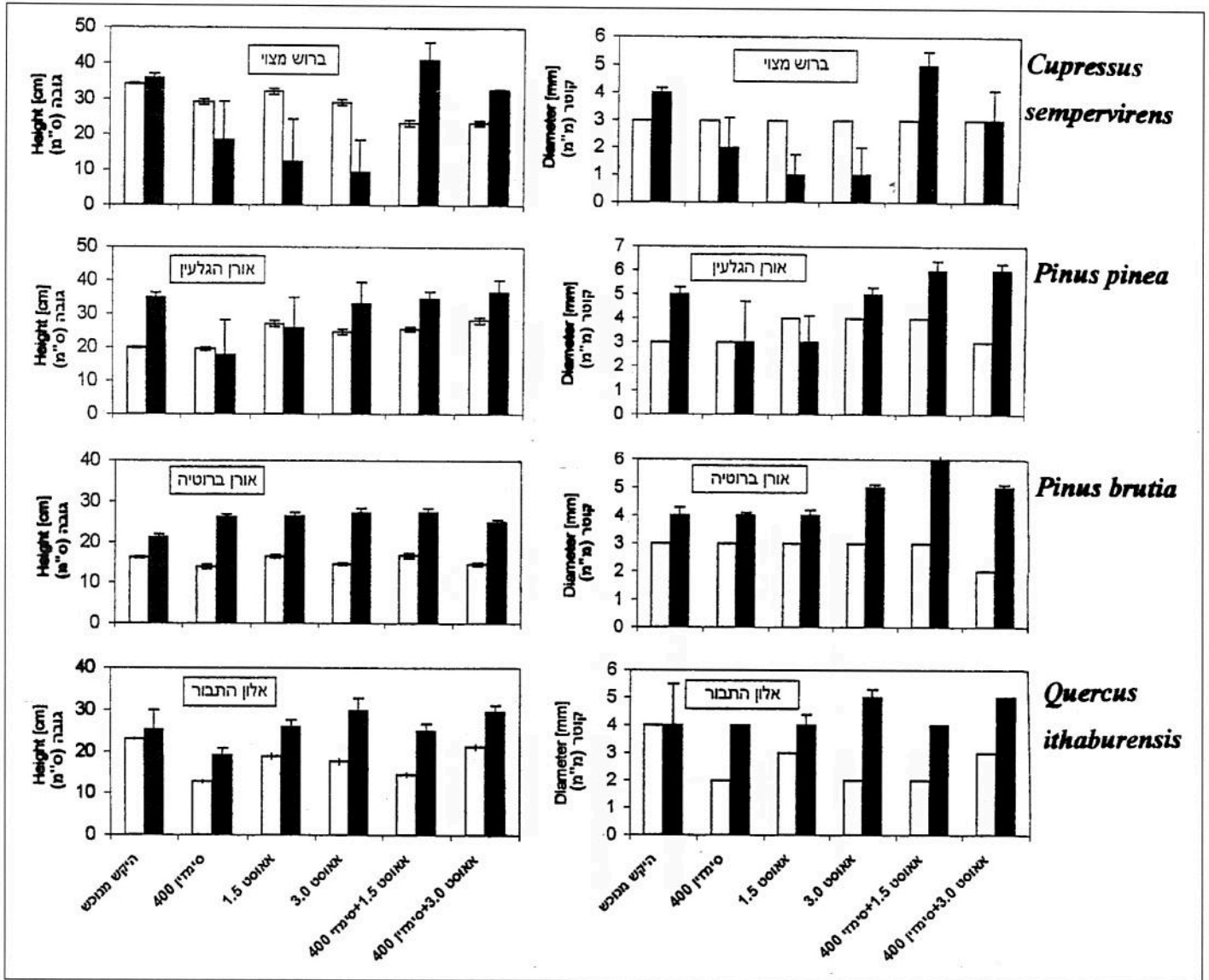
טבלה 2: הישרדות שתילים בטיפולים השונים בניסוי שגב 1999.

Seedling survival under different herbicide treatments, Segev plot. 1999

| % שתילים שורדים (כעשרה חודשים לאחר הריסוס) % surviving seedling by species (10 months after spraying) | | | | הטיפול גר/דונם Herbicide application gr./0.1 Hectare |
|--|--------------------------|-------------------------|------------------------------|--|
| אלון תבור Q. ithaburensis | אורן ברוטיה P. brutia | אורן הצנובר P. pinea | ברוש מצוי C. sempervirens | |
| 28 bc | 83 a | 55 a | 42 a* | היקש מניכש weeded control |
| 17 c | 0 c | 0 b | 0 b | היקש לא מניכש non-weeded control |
| 22 bc | 16 c | 6 b | 8 b | סימנקס 400 Simanex 400 |
| 30 bc | 38 bc | 5 b | 1 b | אוסט 1.5 Oust 1.5 |
| 46 abc | 73 ab | 19 b | 5 b | אוסט 3.0 Oust 3.0 |
| 76 a | 92 a | 71 a | 13 ab | סימנקס 400 + אוסט 1.5 Simanex 400 + Oust 1.5 |
| 65 ab | 93 a | 68 a | 9 ab | סימנקס 400 + אוסט 3.0 Simanex 400 + Oust 3.0 |

* ערכים במין מסויים המלווים באות זהה אינם נבדלים ביניהם ברמת מובהקות P=0.05

* Statistic significance (P=0.05, different letters) analyzed separately per species.



Effect of herbicides on the development of 4 tree species in Segev plot. Herbicides were sprayed pre-planting (Dec. '98). Height and diameter were measured 3 months (□) and 10 months (■) after application.

Herbicide treatments from left to right (gr./0.1 Hectare): Weeded control, simazine 400, Oust 1.5, Oust 3.0, simazine 400 + Oust 1.5, Simazine 400 + Oust 3

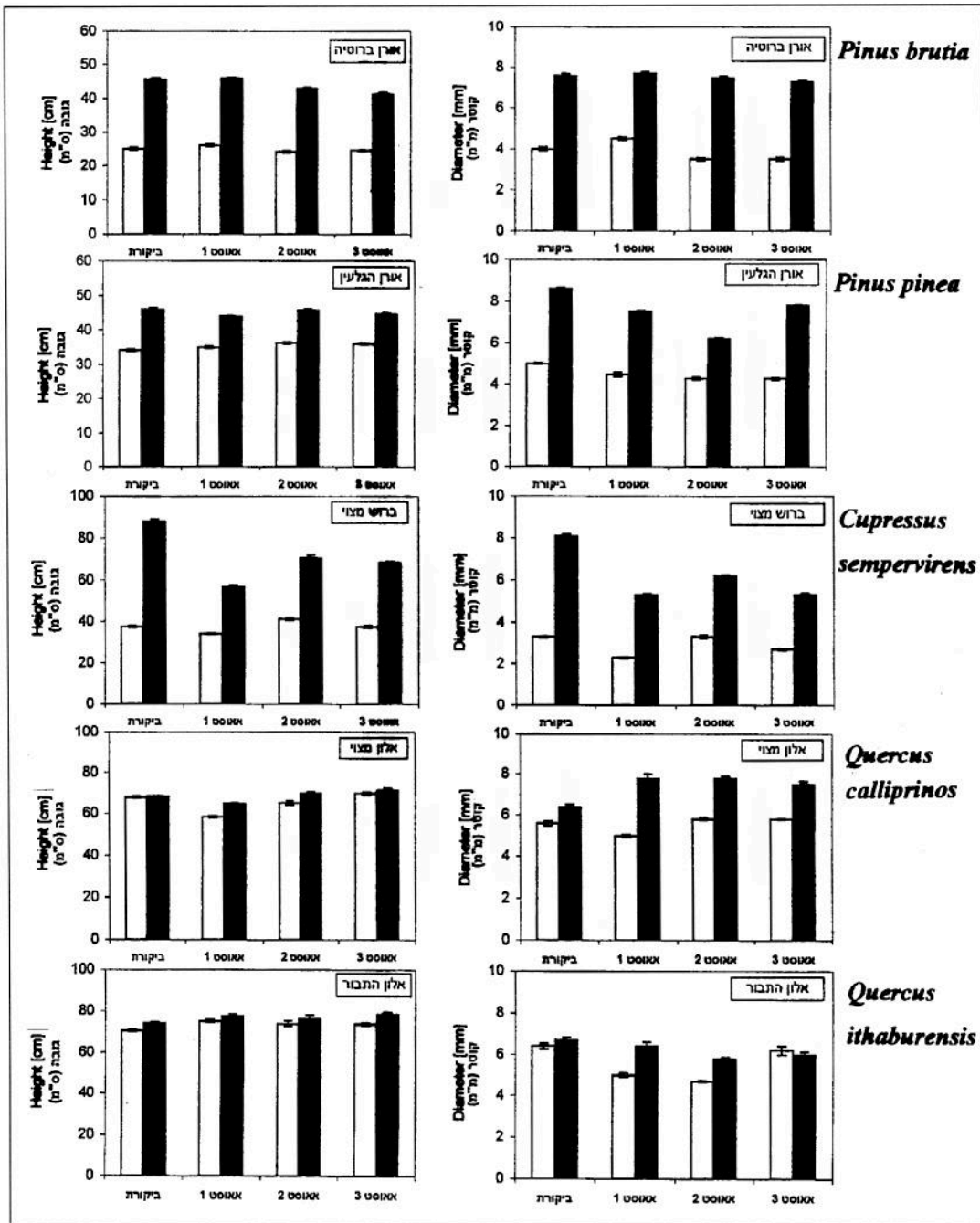
איור 1. השפעת קוטלי עשבים על התפתחותם של 4 מיני עצים בחלקת הניסוי שגב. הטיפולים בוצעו קדם-שתילה (22.12.98). נבדקו גובה וקוטר העצים, כשלושה חדשים (□) וכעשרה חדשים (■) לאחר הריסוס. המינונים מבוטאים בגר' לדונם.

המשולבים של סימנקס + אאוסט נתנו את הדברת העשבים המיטבית מבחינה כמותית (>10% כיסוי) והדברת מגוון רחב של מיני עשבים. בתנאי ניסוי זה, להכפלת מינון האאוסט מ-1.5 ג' ל-3 ג' היתה השפעה שולית על הדברת העשבים. יש לציין, שלאחר השתילה נתגלו הצהבות קלות בחלק מהעצים (בעיקר בברושים ובאורנים) אך הן נעלמו בהמשך העונה. מתוצאות הניסוי עולה, כי ניתן להסתפק בטיפול של סימנקס 400 בתוספת אאוסט 1.5 גר'/ד', לקבלת הדברת עשבים מספקת, למניעת נזקים של מינון גבוה לשתילים וגם לחסכון בהוצאות. עם זאת, שילוב זה עלול שלא להספיק בשנים גשומות בעלות פריסה ממושכת.

2. ניסוי יער שגב עשביה

שטח הניסוי היה משובש בעשבים רבים וממינים שונים המלווים בדרך כלל שטחי בור ומרעה. המינים השליטים היו גדילן מצוי וברקן סורי, והכיסוי בעשבים בחלקות ההיקש הלך וגדל במשך העונה עד ל-100% כיסוי במועד ההערכה השני (טבלה 1, איור 1). הטיפול בקוטלי עשבים הקטין באופן מובהק את רמת השיבוש בעשבים בהשוואה להיקש, אך בסימנקס 400 או אאוסט 1.5 נותרו עשבים רבים (76%-78%). העליה במינון האאוסט ל-3 גר'/ד' הורידה את רמת הכיסוי בעשבים, אך עדיין נותרו 38% הטיפולים

איור 2. השפעת אאוסט על התפתחותם של 5 מיני עצים בעציצים. האאוסט רוסס על נוף העצים. נבדקו גובה וקוטר העצים, חודש (□) ועשרה חודשים (■) לאחר הריסוס. המינונים מחושבים כגר' לדונם. Effect of Oust on development of 5 tree species in pots. Oust was sprayed on the canopy. Height and diameter were measured 1(□) and 10 (■) months after application. Herbicide treatments from left to right (gr./0.1 Hectare): Untreated control; Oust 1; Oust 2; Oust 3.



הטיפול המשולב של סימנקס ואאוסט התבטא באחוזי הישרדות גבוהים יחסית.

שרידות הברוש, לעומת המינים האחרים, היתה נמוכה ביותר בכל טיפולי קוטלי העשבים, כולל בשני הטיפולים המשולבים אשר הדבירו היטב את העשבים (טבלה 1, איור 3), בהשוואה לשרידות הסבירה שלו בהיקש המנוכש. נראה, על כן, שהברוש נפגע גם מהתחרות עם העשבים וגם מהאאוסט.

הטיפול באאוסט 1.5 והטיפול בסימזין 400 נתנו אותה רמת ניקיון בסוף העונה (76%-78% כיסוי, טבלה

שרידות

טבלה 2 מתארת את השפעת טיפולי קוטלי העשבים והניכוש על הישרדות מיני העצים בסוף העונה (אוקטובר). בהיקש הבלתי מנוכש כל השתילים מתו (פרט למעט אלונים) (טבלה 2) וגם בהיקש מנוכש מעשבים אחוז השרדים היה נמוך. ניתן לייחס זאת למועד הניכוש הידני, שבוצע לאחר שהעשביה הגיעה לכיסוי של 79% והתבססה בקרקע. הטיפול בקוטלי עשבים וסילוק העשבים מהשטח העלה את אחוז השרדים בכל המינים בהשוואה להיקש לא מנוכש.

לא ניתן לשלול גם בעיות קליטה מיוחדות של שתילי הברוש.

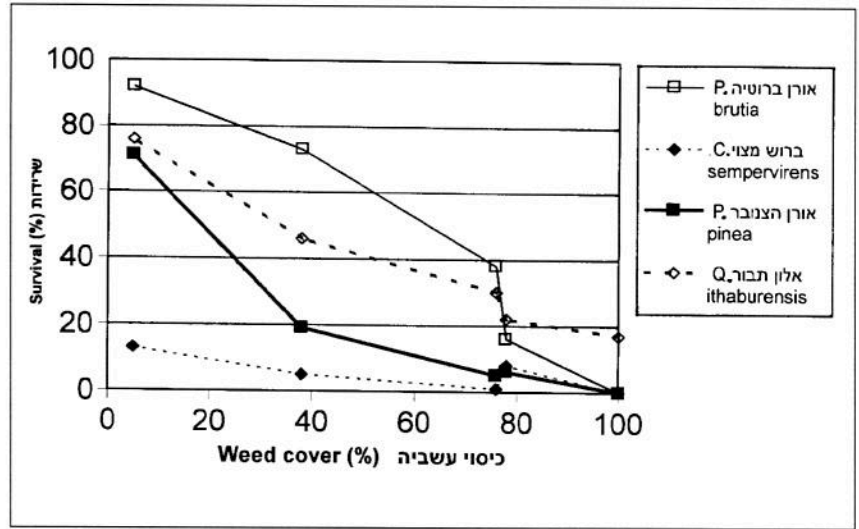
3. ניסוי עציצים בבית הרשת בפקולטה לחקלאות

תוצאות ניסוי זה מסוכמות באיור 2. בעציצי ההיקש הציצו עשבים רבים ממינים שונים, האופייניים לשטח בבית-גוברין. העציצים המטופלים באאוסט נותרו נקיים מעשבים (פרט למעט דרדית מצויה, אספרגולת השדה וקייצת). ככל מיני העצים הנבדקים נמצאה עליה בולטת הן בגובה והן בקוטר העצים במהלך העונה. במועד ההערכה הראשון הבחנו בשתילי הברוש בסימפטומים של עלים קטנים, צפופים ולבנבנים, אשר חלפו עם הזמן. עיכוב צמיחה עקב טיפולי האאוסט נתגלה בעיקר בברוש מצוי ופחות במיני האורן. לא נתגלו שתילים מתים גם במינן הגבוה ביותר (3 ג'/'ד'). במועד ההערכה השני סימני הפגיעה חלפו. רק במדדי הברוש ובקוטר הגזע של אורן הצנובר היה עיכוב בגידול העצים בעקבות הטיפול באאוסט, בהשוואה להיקש לא מטופל (איור 2). יש לציין, שהתפתחות שני מיני האלוניים בעציצים היתה מועטת, ללא קשר לטיפולים. תוצאות ניסוי זה מחזקות את תוצאות ניסויי השטח, המצביעות על כך, שהברוש היה רגיש ביותר לאאוסט. הדבר התבטא בסימפטומים חזותיים, בעיכוב הגידול ובתמותת עצים. יש לשער, שתמותה רבה של ברושים בשטח נובעת בעיקר משילוב עקת יובש עם קוטלי עשבים ו/או מתחרות עם עשבים. משטר מים תקין כפי שהיה בניסוי העציצים לא מביא לתמותת שתילים. הניסיון המצטבר בקק"ל מלמד שהישרדות הברושים ברנדזינה גבוהה בהרבה מאשר בטרסה רוסה, וסביר שניתן לקשור זאת למשק המים המשופר ברנדזינה בהשוואה להתיבשות המהירה של הטרסה רוסה.

המשמעות המעשית היא שיש להיזהר בשטחים המתוכננים להינטע בברושים, ובמיוחד בשטחים בעייתיים לריסוס קוטלי עשבים כגון מדרונות תלולים ואזורים בעלי אחוז גדול של מסלע. תוצאות מחקר זה, שנערך בשנים שחונות, מבליטות את הצורך לבחינה מדוקדקת ורב-שנתית של השפעת הגומלין השלילית בין עקת היובש לקוטלי העשבים.

הבעת תודה

מחקר זה בוצע במימון אגף היעור בקק"ל (תכנית מחקר 190/1045/8). אנו מביעים את תודתנו לכל אנשי קק"ל ולפרופ' יוסי ריוב מהפקולטה לחקלאות על תרומתם המקצועית להצלחת הניסויים.



Comparison between survival of different species and weed cover in herbicide-sprayed plots (Segev).

איור 3. שרידות שתילים ממינים שונים במקביל לכיסוי העשביה, בטיפולי קוטלי עשבים (חלקת שגב).

1. למרות זאת, כאשר אנו משווים את שרידותם של אורן ברוטיה ואלון התבור בין שני טיפולים אלה, יש מגמה לא מובהקת לשרידות טובה יותר באאוסט בהשוואה לסימזין. יתכן שהסיבה היא הצלחתו של האאוסט להדביר את העשביה בתחילת העונה (23% כיסוי עשביה, לעומת 58% כיסוי בסימזין), אשר איפשרה התבססות טובה יותר של השתילים. מבחינת השרידות ניתן לדרג את המינים בסדר היורד הבא: אורן ברוטיה < אורן הצנובר < אלון התבור < ברוש מצוי. יתכן שחלק מהתמותה ניתן לייחס לבצורת באותה שנה (כ-450 מ"מ מתוך ממוצע רב-שנתי של 600 מ"מ).

התפתחות

באוקטובר בוצעה מדידה של התפתחות העצים, בהשוואה למדידה שנערכה שבועות אחדים לאחר הנטיעה. איור 1 מתאר את השפעת הטיפול בקוטלי עשבים על התפתחות העצים. באופן כללי, שני המדדים שנבדקו (גובה וקוטר העצים) הראו בכל המינים, פרט לברוש ולאורן הצנובר בחלק מהטיפולים, שהיה גידול משמעותי בהתפתחות העצים במשך העונה. יוצא מהכלל היה הברוש (ובחלק מהטיפולים גם אורן הצנובר), בו היה במועד ההערכה השני עיכוב בגידול העצים. התוצאות מצביעות על כך, שהברוש סבל באופן קשה הן מקוטלי העשבים והן מהתחרות עם העשבים.

יעור חברתי בסין

(בעקבות סמפוזיונים בנושא יעור חברתי, שנערכו בסין בחסות האקדמיה הסינית ליעור, בשנים 1998 - 1999).

פול גינסברג, מחלקת יער, מרחב צפון, קרן קימת לישראל. paulg@kkl.org.il

תקציר

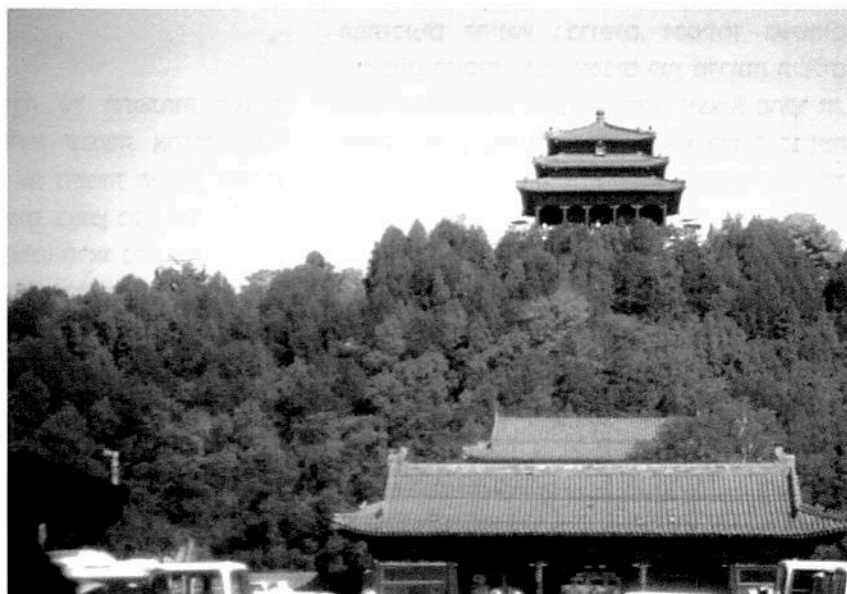
לאור הנאמר בדו"ח הסיכום של הקונגרס העולמי ה-11 ליעור (אנטליה-טורקיה, 1997), בו זוהתה מגמה של שימושי יער בדגש של מתן שרותים חברתיים, והודגשה חשיבות המימד החברתי של היער. נערכו בסין שני קונגרסים בינ"ל בנושאם "יעור חברתי". בקונגרסים הנ"ל הוצגה הגישה הסינית ליעור חברתי. כאשר הסינים כוללים תחת הכותרת "יעור חברתי" כל סוג יעור ונטיעה אשר מטרתם אינה יצור מסחרי של עצה.

מבוא

בדו"ח הסכום של הקונגרס העולמי ה-11 ליעור, שהתקיים באנטליה, טורקיה (1997), היעור החברתי הוכר כשינוי בדגשים הקיימים:

"קיימת מגמה ברורה ומתקדמת בשינוי חשיבותם ותפקידם של יערות בעולם, מתפוקת מוצרים פיזיים לתפוקת סוגים שונים של שרותים, כולל שירותים סביבתיים, שימור ערכי טבע, שמירת ערכי תרבות ואסתטיקה ונוף. לאור הלחצים הגוברים על שטחי היער והשימוש הרבים הנעשים בהם, האתגר הוא לתת מנגנונים ונהלים לשימוש רב תכליתי בממשק היערי".

יעור עירוני "בעיר האסורה" בביג'ין.
Urban forestry in the
"Forbidden City" in Beijing.



פרופ' וואנג טאו, ראש החוג ליעור חברתי באקדמיה הסינית למדעים, מציגה, ביחד עם חבריה לאקדמיה, את הגישה הסינית ליעור החברתי: מנקודת מבטם של הסינים היעור החברתי הינו שיטה חדשנית למימשק יער. מימשק היער החברתי הסיני משלב היבטים סוציאליים-חברתיים, כלכליים, הנדסיים, משפטיים וטכנולוגיות מידע חדשניות.

משמעות המושג "חברתי" ניתפס ביערות הסינית במובן רחב ביותר, מעבר לתרומות החברתיות המקובלות: אקולוגיות, איכות חיים, תרבות פנאי וכו'. הסינים רואים ביעור החברתי גם מכשיר חברתי-פוליטי. מכשיר המגייס את החברה הסינית למטרות פיתוח פיזי, הנדסי, כלכלי של אזור במדינה, זאת ע"י ביצוע פרויקטים של יעור עפ"י הנחיות השלטונות. ברקע הדברים יש לציין את הכוחות העיקריים המשפיעים היום על עיצוב המדיניות של היעור החברתי בסין:

1. מעבר מכלכלת שוק ריכוזי (קומוניסטי) לכלכלה חופשית יותר, דבר שגרם לפתיחת השוק לזמים ולעסקים פרטיים, ולזמינות הון פרטי להשקעה במיזמים יעריים.
2. הגירת אוכלוסיה מהכפרים אל הערים.
3. כריתת יערות בעבר, ללא פיקוח, שגרמה לנזקי סחף קרקע והצפות של שטחים חקלאיים.

המודל הסיני:

הסינים בנו מודל של ניהול יער חברתי המשמש כמנוף לפיתוח אזורי. המטרות העיקריות של תוכניות היעור הן:

1. הגדלת ההכנסה לנפש במיגזר הכפרי, למניעת תופעת ההגירה מהכפר אל העיר.
2. שיקום ומניעת מיפגעים אקולוגיים של סחף קרקע חקלאית ע"י מים, סחף קרקע ע"י רוח והצפת קרקע חקלאית. חלק מהמפגעים נוצרו כתוצאה של ממשק כריתת יערות לא אחראי בעבר.
3. שיפור התנאים האקולוגיים והסביבתיים במיגזר הכפרי וגם במיגזר העירוני.

במודל הסיני במיזם של יעור חברתי שותפים גופים ציבוריים: הממשלה והמפלגה הקומוניסטית וגורמים

פרוייקט ייעור אחר בקרבת מקום, התאפיין בשלושה היבטים: 1. בורות הנטיעה הוכנו באמצעות חומר נפץ; 2. המין השליט היה אורן אלדריקה (*Pinus brutia eldarica*); 3. העצים ניטעו באביב והושקו שלוש פעמים לפני בוא הגשמים הראשונים ביולי. אחוז הצלחת הנטיעות היה מאד גבוה (90%).

יעור חקלאי

במחוז הויראו (Huairou), צפון-מזרח לביגיינג ניטעים עצי ערמון (*Castanea sp.*) כיער / מטע מסחרי, לשיפור כלכלי של אזור חקלאי. הנטיעות נערכו במדרונות הרים שאינם ניתנים לעיבוד חקלאי אחר. סמוך לשדות החוות וסביב אדמות הכפרים. בתחנת ניסויים של המחוז נבדקו 64 זנים שונים של שני מיני ערמונים טבעיים, לצרכים מסחריים. היום המטעים משתרעים על שטח של כ-140,000 דונם, ומניבים כ-525,000 טונות פרי בשנה.

יעור חקלאי משולב בנטיעות לשימור קרקע באגני היקוות

יער מעורב שניטע על מורדות סביב מאגר 'היזי' (Haizi), כ-20 ק"מ צפונית מזרחית ליינג'י עורר עניין מיוחד בין משתתפי הקונגרס. השימוש האינטנסיבי בבתי הגידול השונים במדרונות ניכרו לעין, והובלטו על ידי הטרסות החקלאיות הרבות שניבנו במקומות הנמוכים, ואשר ניטעו בעצי פרי ואגוזים (אפרסמונים ואגוזי מלך). המדרונות הנתרים ניטעו במגוון של מחטניים, רחבי עלים ושיחים, בצפיפות של 80 עצים לדונם. וכך התאפשר לצמחיה הטבעית לשקם עצמה בין העצים הנטועים. המינים העיקריים כללו: רוביניה, אורנים (*Pinus spp.*), ערער (*Juniperus sp.*), תויה (*Thuja sp.*) ואוג. וכך, הנוף המיוער למטרת ממשק אגן ההיקוות של המאגר הוא תוצאה של שילוב בניית טרסות, כטכניקה העיקרית לשימור הקרקע, יחד עם זריעה טבעית של הצמחיה הטבעית ונטיעת יער מעורב, משולב בבוסתנים פזורים של עצי פרי ועצי אגוז.

יעור עירוני

בביגיינג בירת סין הוקם מיזם של יער עירוני (*urban forestry*) ונטיעת שדרות עצים לאורך כבישים. לאורך כמעט כל צידי כביש, דרך, תעלת מים, חצר ומחלף נטועים 2-4 שורות של עצים, רובם בני פחות מ-10 שנים. המינים הנפוצים ביותר בתכנית היער העירוני של ביגיינג כוללים: צפצפה (*Populus alba*); ערבה בוכיה; גינג'ו דו אונתי (*Ginkgo biloba*); ארז דיאודרה (*Cedrus deodara*); אדר (*Acer spp.*); ר' בת שיטה; אפרסמון (*Diospyros kaki*); עוזרר מתורבת ואכיל (*Crataegus spp.*). יש לציין שרק מספר מועט של מיני עצים הם בשימוש בנטיעות הייעור, ומתעוררות

מוניציפליים מחד, וכפרים או אגודות כפריות מאידך. הממשל והמפלגה הקומוניסטית מכירים באינטרסים של הכפריים ומעודדים אותם ע"י מיזמי יער – לפיתוח האיזור הכפרי. המימון למיזם מקורו בכסף ממשלתי, לעיתים גם בשיתוף הון פרטי, ובכוח אדם שמשופק ע"י הכפריים.

הסינים ממיינים את מיזמי היער החברתי ל-15 קטגוריות.

1. נטיעת פסים של משברי רוח (shelterbelt).
2. נטיעת שדרות שוברי רוח (windbreak).
3. ייעור עירוני (urban forestry).
4. ייעור חקלאי (agroforestry).
5. נטיעות לשימור קרקע באגני היקוות ומניעת סחף (watershed and erosion control planting).
6. נטיעות לשמירת קרקע (soil conservation planting).
7. נטיעות עצי פרי ואגוזים (חקלאות הררית) (mountain agriculture).
8. נטיעת חורשות כפריות לעץ להסקה (fuelwood plantations).
9. נטיעות וממשק נטיעות משולב בשמורות טבע.
10. ממשק לשמירת מגוון ביולוגי (biodiversity).
11. נטיעות "ארבעת הצדדים" (מסביב בתים, שדות, כפרים, תעלות) ('Four Sides Plantings').
12. ממשק ביצות ואזורים מוצפים (wetland management).
13. ייצוב חולות נודדים (sand dune fixation).
14. יער רפואי (medicinal forestry).
15. נטיעות מטעים של במבוק ועצי ערבות (bamboo and willow plantations).

מיזמי יער חברתי בסין

במהלך הקונגרסים נערכו סיורים למיזמי יער חברתי שאת חלקם נתאר להלן:

נטיעות לשמירת קרקע

במדבר קאנזואן (Kangzhuang Wastelands) צפונית מערבית לביגיינג הוקם בשנת 1933 מיזם ייעור למניעת סחף ושמירת קרקע. במשך 5 שנים, ניטעו בשטח של 37,000 דונם כ-2,000,000 שתילים. המינים העיקריים: צפצפה לבנה (*Populus alba*) ערבה בוכיה (*Salix babylonica*); רוביניה בת שיטה (*Robinia pseudoacacia*) אוג (*Rhus typhina*), איילנתה בלוטית (*Ailanthus altissima*). רמת המשקעים באזור נעה בין 300-400 מ"מ לשנה. עובדה מעניינת היתה שכל בור נטיעה הכיל 1 מ"ק אדמה משופרת שהוחלפה ידנית, (סה"כ 2,000,000 מ"ק!!) ע"י האוכלוסיה המקומית שגויסה ע"י פעיל המפלגה.

אינטגרטיבית על מנת לחזק את הכלכלה המקומית. שמונה היבטים של התכנית כוללים: יעור, הקמת מטעי פירות ואגוזים, אמצעים לשיפור הקרקע, גידול בעלי חיים, תיירות חקלאית (אגרותורזים), פיתוח משאבי מים, חיבור הכפרים לרשת החשמל, סלילת כבישים.

סיכום

האופן שבו סינים תופסים את היעור החברתי הינו רחב במיוחד, ויש לו מרכיבים רבים. בנוסף ליעור המסורתי הם כוללים כמונח יעור גם מטעים, שמורות טבע, ואזורים להגן על המגוון הביולוגי. כל שימוש בקרקע הקשור לעצים והמשרת את טובת החברה, ושאינו מנוהל אך ורק לגידול עץ לצורך מסחרי, מוגדר כפרוייקט יעור חברתי.

היעור החברתי בסין נימצא בסדר היום הכלכלי החברתי בסין. הוא מהווה מנוף לפיתוח איזורי תוך כדי שיתוף פעולה בין המימשל המרכזי, המימשל המקומי, המפלגה הקומוניסטית והאוכלוסיה הכפרית.

מידע נוסף:

1. Ministry of Forestry. 1995. Forestry Development China. Web page. <http://www.forestry.ac.cn/LYJSY.HTM>
2. Richardson, S.D. 1990. Forests and Forestry in China: Changing Patterns of Resource Development. Island Press, Washington D.C. 352 pp.

שאלות של יציבות גנטית של אותן אוכלוסיות חדשות וכושר עמידותן למוזיקים, מחלות וזיהומים, לטווח הארוך.

נטיעות לשימור קרקע באגן היקוות

צפון מזרחית לביגינג התבצעו נטיעות להגנה ושמירת אגני היקוות של המאגר מייין (Miyun). מאגר זה הוא הספק המרכזי למי שתייה של ביגינג, ויש חשיבות רבה לתחזוקת אגני היקוות של המאגר. בשטח של 1,333,330 דונם נשתלו במשך 35 שנים כ-700,000 דונם יער. שלושת המינים השליטים ביער הם: אורן, ערער סיני (*Juniperus chinensis*) ר' בת שיטה. אזור נוסף סומן לנטיעות בעתיד על מנת להבטיח את אגן היקוות של הספקת המים העתידית לעיר.

נטיעת פסי משברי רוח

— במחוז שיניו (Shinyu), כ-50 ק"מ צפון מזרחית מביגינג, ניטעה רשת של שוברי רוח המגינה על 400,000 דונם של אדמה חקלאית לגידולי שדה. הסינים מכנים זאת "יעור חברתי מישורי".

תוכנית עתידית

— במחוז "פינגו" (Pinggu) כ-100 ק"מ צפון מזרחית מביגינג הוצגה תכנית פיתוח שאושרה עבור המגזר הכפרי באזור ההררי. פותחה אסטרטגיה ליצירת "עושר ירוק", כשהיא מתבססת על חיזוק הכלכלה ושיפור איכות הסביבה המקומית. המשאבים המקומיים של הרים, מים, שדות, ויערות מתוכננים בצורה

Weed Control and Sulfometuron Selectivity in Forest Plantations of KKL

Avi Tal and Baruch Rubin, Department of Field Crops,
Vegetables and Genetics, Faculty of Agriculture,
The Hebrew University of Jerusalem,
Rehovot 76100

Amiram Zehavi, Zohar Litmanovitch, and Michal
Kazenelson, Forest Resources, Forest Department, KKL,
Eshtaol 99775

In 1998/99, several experiments were conducted in the field and in a net-house to study weed control efficacy and sulfometuron selectivity in newly established forest plantations.

The herbicides simazine (Simanex 50%) and sulfometuron (Oust 75%) individually or in combinations were applied pre-planting at doses employed by the KKL Forest Department.

Tree species used in these experiments were *Pinus pinea*, *P. brutia*, *Cupressus sempervirens*, *Quercus ithaburensis* and *Q. calliprinos*. Weed control, herbicide injury to trees and tree growth parameters were assessed routinely during the year.

The results show that herbicide treatments significantly reduced weed infestation and increased sapling survival of all the species.

Combined herbicide treatments resulted in the best weed control. However, lower survival and some growth inhibition was noted in *C. sempervirens* following sulfometuron treatments.

Results obtained from the pot experiments confirmed the field observations indicating that *C. sempervirens* was the most sensitive species to sulfometuron.

It is possible that increased mortality of *C. sempervirens* saplings in arid climates is due to its sensitivity to drought stress which could be enhanced by herbicide and/or competition with weeds.

Key words: weed control, herbicides, Oust, drought stress, forest establishment, *Cupressus sempervirens*.

Social Forestry in China

Paul Ginsberg, Soil Conservation & Forest Management
Planner, Northern Region, Forest Department, KKL.
paulg@kkl.org.il

Social forestry, as defined in the "Summary Report" of the XIth World Forestry Congress (1997) recognizes "a clear and progressive shift in the importance and role assigned to forests, from the production of physical goods to various types of services, including environmental, conservation, cultural and aesthetic values; and recreation".

In 1998 and 1999 I participated in 2 international symposia on social forestry which showcase and stressed the efforts being made by Chinese authorities to develop social forestry ideas and practices under the guidance of the Chinese Academy of Forestry in Beijing.

Chinese social forestry is envisioned as a tool for producing not only tangible goods and services for the benefit of society, but also as a sociopolitical tool to mobilize Chinese society in furthering its physical and sociopolitical development. In the context of socialist market liberalization, uncontrolled migration of rural people to cities, and unregulated deforestation, Chinese authorities are turning to social forestry projects as an integrative management model for strengthening rural and regional development.

Chinese researchers identified fifteen different types of social forestry schemes. They are: shelterbelts, windbreaks, urban forestry, agroforestry, watershed forestry, soil reclamation, mountain agriculture, village woodlots, nature reserve plantings and management, biodiversity management, "Four Sides" plantings (homes, fields, villages, canals), wetland management, sand dune fixation, medicinal forestry, and bamboo and willow plantations.

In conclusion, the Chinese interpret social forestry in an incredibly broad and multi-faceted way, incorporating any form of tree-related land use that serves the good of society. Social forestry ideas and practices are embedded into a wider political agenda of controlled liberalization of the socialist economy and a rise in quality of life concerns for the Chinese public.

Key words: shelterbelts, agroforestry, urban forestry, sand dune fixation

used for raising *Brutia* pine were examined: 180, 230, 280 and 450 cc.

Seedling growth in the nursery (height at planting date) was directly related to container volume, with larger seedlings obtained from larger pots. Differences were significant among all groups.

During a two year period, seedling height of plants was measured, and the absolute and relative yearly growth are presented. After one year, no significant difference was found between the height of 180 cc and 230 cc groups. Two years after planting, a significant difference was observed only between the 230 cc and 450 cc groups.

In conclusion, results of the experiment indicate that high quality seedlings can be produced with small volume containers (180 cc, 230 cc).

The main conclusions are:

1. Container volume has no influence on the absolute season's growth after planting.
2. Container volume has a negative influence on the relative season's growth in second year.
3. Container volume has no significant influence on seedling's survival after planting.

Key words: *Pinus brutia*, forest establishment, containerized seedlings.

The impact of Tree Shelters on the Survival and Growth of Eight Native Broadleaf Species in Forest Plantations in Israel

Omri Bonneh, Northern Region, Forest Department, KKL, Israel. omrib@kkl.org.il

Zohar Litmanovich, Rita Terekhov, Forest Resources, Forest Department, KKL, Israel

Tree shelters are used world wide since the early 1980's to reduce herbivory on newly planted seedlings and increase their survival and height growth (Potter, 1988; Burger et al., 1992; Kerr, 1995). Weinstein (1992) found tree shelters to be an effective tool in the establishment of native broad leaf species, especially oaks, in Israel. In the last two decades, a new policy of creating multispecies long-lived forests

(Bonneh 2000) based on an increased use of native broadleaf species, emphasized the need for further knowledge about treeshelters' effects on forest tree seedlings survival and growth.

The effect of treeshelters on the survival and growth of 8 native broadleaf species seedlings was studied during a 7 year period after planting. On 4 main native species (*Quercus ithaburensis* Dence., *Ceratonia siliqua* L., *Pistacia palaestina* Boiss. and *Pistacia atlantica* Desf.) treeshelters of 90, 120 and 150 cm. in height were installed, whereas on the 4 minor native species (*Quercus calliprinos* Webb., *Cercis siliquastrum* v. *alba*, *Styrax officinalis* L. and *Arbutus andrachne* L.) only 120 cm. high treeshelters were installed.

Survival of sheltered seedlings was significantly higher than unsheltered ones for all species except *Cercis siliquastrum*. Survival rate of sheltered seedlings remained above 90% after 6 years in all species, except *Arbutus andrachne*, whereas survival of unsheltered seedlings dropped dramatically, except for *Cercis siliquastrum* and *Ceratonia siliqua*. Treeshelters height did not have any effect on seedlings survival rate.

Height growth was significantly higher in sheltered seedlings of all species except *Arbutus andrachne* during the first and second growing seasons. Mean height of sheltered seedlings of *Pistacia* spp., *Quercus ithaburensis* and *Styrax officinalis* remained significantly higher than in unsheltered ones after 6 years, whereas for the other species the significant differences diminished after 5 or 6 years. There was a positive correlation between treeshelter size and seedlings height in *Quercus ithaburensis* whereas in *Ceratonia siliqua* the correlation was negative. *Pistacia* spp. showed no clear tendency.

DBH of sheltered seedlings 7 years after planting was significantly higher than unsheltered ones, except for *Quercus calliprinos* and *Styrax officinalis*. In general, there was a good correlation between DBH and height.

Unsheltered seedlings tend to develop a bush-like canopy growing on 3-10 stems/tree. The use of treeshelters significantly reduced their number to 1-2 stems/tree.

The results of this work strengthens the importance of treeshelters as an efficient tool in improving survival and growth of native broad leaf seedlings in Israel and shortening the time span needed to reach a size that is resistant to herbivory.

Key words: Treeshelter, afforestation, *Quercus*, *Ceratonia*, *Pistacia*.

The Cedar Lachnids *Cinara laportei* and *Cinara cedri*, New Pests of Cedar Trees in Israel

Nitza Saphir, Amiram Zehavi, Forest Department, KKL,
Eshta'ol 99775 Israel. nitzas@kkl.org.il

Fabienne Assael and Zvi Mendel, Department of Entomology,
The Volcani Center, ARO, Bet Dagan, 50250, Israel.
zmendel@netvision.net.il

Trees of true cedar, *Cedrus* spp., have become a significant element in pure or mixed stands in forests of the hilly regions of Israel are also important as ornamentals. During the last two decades, the cedar, and the Atlantic cedar *Cedrus atlantica* in particular, have been planted in the Upper Galilee replacing on particular sites Aleppo pine, *Pinus halepensis*, which deteriorated due to infestation by *Matsucoccus josephi*. The Cedar has become a popular ever since. In addition to its impressive appearance, it has been practically free of major arthropod pests until recently. In the last five years, severe injury has been caused by the cedar lachnids *Cinara* (*Cedrobium*) *laportei* Remaudiere and *Cinara cedri* Mineur (Hemiptera: Lachnidae) to cedar trees growing in the Judean Hills and the Upper Galilee. *C. laportei* is indigenous to the Atlas Mountains, North Africa, where it occurs on the Atlantic cedar. Conclusive evidence of the aphid out of its natural range was first recorded in the early 1970s in southern Europe. *C. cedri* probably originates from Asia Minor. On the basis of the high populations of both aphids observed since 1997 in Israel, it can be assumed that they colonized the area as early as 1990. During the last four years both aphids have been observed in planted forests near Jerusalem, in the Upper Galilee and the Golan. They form small colonies on twigs and small branches early in the spring (February) and reach a high number of individuals during the succeeding months, until June or July. In the second half of the summer both species become quite rare.

Detection of small populations of *C. laportei* is difficult since the aphids settle deep in small crevices in the outer bark; *C. cedri* is more conspicuous due to its larger size and tendency to settle on smooth bark of the twigs. Intensive feeding of *C. laportei* caused a rapid loss of needles, lower branches were covered with sooty-mold, while honeydew was usually not noticeable. The appearance of infested trees was evidence of severe damage. Often, trees did not recover from the heavy defoliation. In Jerusalem, mature Atlantic cedars died due to the attack. The major injury, caused by *C. cedri*, is related to the thick honeydew and heavy layers of

sooty mold covering the foliage. In May 2000 a parasitoid of *C. laportei*, *Pauesia cedrobii* (Hymenoptera: Aphidiidae), native to the Atlantic cedar forest of North Africa, had been collected in Avignon, southern France, where it reduced populations of *C. laportei* to tolerable densities. The parasitoid was released in cedar stands in the Golan, Judean Hills and Upper Eastern Galilee. Recovery of *P. cedrobii* was observed in the former areas, while high parasitism level has been observed in two sites on the Golan.

Key words: Cedar, *Cedrus atlantica*, *Cinara*, biological control, *Pauesia*, Aphidiidae

Influence of Container Volume on Forest Tree-Seedling Growth

Zohar Litmanovich, Michal Katzenelson, Rita Terekhov,
Forest Resources, Forest Department, KKL zoharl@kkl.org.il
Yosef Rivov, Faculty of Agriculture, The Hebrew University of
Jerusalem, Rehovot 70160, Israel

Silviculture in Israel requires resistant seedlings for reforestation and afforestation. Consequently the task of forest tree nurseries is to produce resistant seedlings by adhering to the following conditions:

1. Produce high quality seedlings for best survival after planting.
2. Easy and efficient transfer of seedlings to planting area.
3. Low cost.

Every year the Keren Kayemeth Leisrael (KKL) plants about 1,200,000 coniferous seedlings – about 60% of them Brutia pine (*Pinus brutia*).

In the past, bare-root seedlings of conifers and eucalypts were used. Results of planting experiments were published in reports by Gindel (1952), Karshon (1961), Weiss (1970) and Heth (1976).

At present, owing to Israel's difficult climatic conditions, containerized seedlings are used for reforestation due to their high rate of survival in forest planting. KKL's forest tree nurseries use containers of different sizes.

In 1998, the KKL Forest Department conducted field experiment on the influence of container volume on survival and growth of forest tree seedlings. Four container volumes

Trunk Radius Changes Reflect Water Status of *Eucalyptus camaldulensis*

Ron Zeligman, Extension Service, ARO, Ra'anana
Nir Atzmon, Gabriel Schiller, Institute of Field and Garden Crops, The Volcani Center, ARO, Bet-Dagan 50250 Israel, vegabi@netvision.net.il

Pinhas Fain, Soil, Water and Environmental Sciences, The Volcani Center, ARO, Bet-Dagan 50250 Israel

Trunk radius changes in *Eucalyptus camaldulensis* trees were examined as a means to control irrigation of eucalyptus plantations.

Trunk radius was measured using an electrical analog dendrometer (based on a strain gauge) and was compared with sap flow velocity measured by the heat pulse method. Measurements were taken in a eucalyptus plantation growing on a shallow, red, Mediterranean soil overlaying karstic limestone (Terra Rosa). Tree responses were tested with response to regular summer irrigation or prolonged droughts and during the rainy winter season. Tree radius increased in response to irrigation and decreased during drought periods. The characteristics of tree radius responses to irrigation depended upon preceding soil water deficit. The similarities between tree radius changes and sap flow responses to irrigation indicate that measurements of trunk radius of eucalyptus may serve as a tool for determining irrigation timing and water quantity.

Presence of Anti-Germinating Agents in Leaves and Bark of Several Native and Introduced Tree Species in Israel.

David Brand, Forest Resources, Forest Department, KKL, M.P. Shimshon 99775, Israel. davidb@kkl.org.il

Nir Atzmon, Institute of Field and Garden Crops, The Volcani Center, ARO, Bet-Dagan 50250, Israel.

Yuval Eshed, Yael Brand, and Yosef Riov, Faculty of Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot 76100, Israel.

The present work examined the allelopathic effect of various conifer and broadleaf species grown in Israel on tomato

(*Lycopersicon esculentum*) seed germination and radical elongation. Generally, the inhibitory effect of aqueous leaf extracts on both parameters was greater than that of shoot bark extracts. Crude leaf extracts of the following *Eucalyptus* species, *E. camaldulensis*, *E. cladocalyx*, *E. preissiana* and *E. calophylla*, completely inhibited seed germination. Significant inhibition of seed germination by 1:10-diluted leaf extracts occurred only with the first two species.

Bark extracts were inhibitory only when crude extracts were used.

Crude and diluted leaf extracts, except diluted extract of *E. preissiana*, significantly inhibited radical elongation. In contrast, only crude bark extracts, except that of *E. preissiana*, caused significant inhibition of root elongation.

Crude leaf extracts of several broadleaf species, *Laurus nobilis*, *Quercus ithaburensis* and *Q. cerris*, excluding the diluted extract of *Q. cerris*, significantly inhibited both seed germination and radical elongation.

Both parameters were significantly inhibited only by crude bark extracts of the two oaks.

Crude and diluted leaf extracts of *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens* and *C. atlantica* inhibited seed germination and radical elongation (except diluted extracts of the two cypress species which inhibited seed germination non-significantly). Both crude and diluted leaf extracts of the three conifers significantly inhibited radical elongation. Crude and diluted bark extracts of *C. sempervirens* inhibited significantly radical elongation, while only crude extracts of the other two conifers inhibited it.

The relative effects of the various species on seed germination and radical elongation of *Pinus brutia* was similar to those obtained with tomato, but the magnitude of the inhibition was lower than that obtained with tomato.

The reason for that may be decomposition of the active substances during the long germination period of *P. brutia* seeds.

It is hoped that continuation of the research will lead to the development of natural herbicides.

Key words: Allelopathy, Germination, *Pinus*, *Cupressus*, *Eucalyptus*, *Quercus*, *Laurus nobilis*



Keren Kayemeth Lelsrael

FOREST

Journal of Forests,
Woodlands &
Environment

No. 1 ♦ June 2002

Editors:
Dr. Amiram Zehavi, Arie Hening

Editorial:
Prof. Y. Riov
Prof. Z. Mendel
Dr. G. Ne'eman
Dr. M. Sachs
Dr. A. Flaysher
G. Sapir
A. Goren
M. Kobner
D. Brand
E. Mizrahi
Dr. A. Zehavi
A. Henig

Address:
Yaar, K.K.L. Eshtaol
M.P. Shimson 99775, Israel
Tel: 972-2-9905566
Fax: 972-2-9915517
yaar@kkl.org.il

Publisher:
K.K.L. – Forest Department

Contents*

7

The History of Forest Research in the 20th Century
in Israel – an Overview
Z. Mendel

7

Trunk Radius Changes Reflect Water Status of
Eucalyptus camaldulensis
R. Zeligman, N. Atzmon, G. Schiller, P. Fayn

13

Presence of Anti-germinating Agents in Leaves and
Bark of Several Native and Introduced Tree Species
D. Brand, N. Atzmon, Y. Eshed, Y. Brand, Y. Riov

20

The Cedar Lachnids *Cinara laportei* and *Cinara
cedri*, New Pests of Cedar Trees in Israel
N. Saphir, A. Zehavi, F. Assael, Z. Mendel

25

Influence of Container Volume on Forest Tree
Seedling Growth
Z. Litmanovich, M. Katzenelson, R. Terekhov, Y. Riov

28

The Impact of Tree Shelters on the Survival and
Growth of Eight Native Broadleaf Species in Forst
Plantations in Israel
O. Bonneh, Z. Litmanovich, R. Terekhov

33

Weed Control and Sulfometuron Selectivity in Forest
Plantations of K.K.L.
A. Tal, B. Rubin, A. Zehavi, Z. Litmanovich, M.
Katzenelson

38

Social Forestry in China
P. Ginsberg

I

Abstracts (in English)

* Page numbers refer to the Hebrew text.