

הרכבות דלועיים בישראל, המצב הקיים ואתגרי העתיד

רוני כהן¹ ומנחם אדלשטיין²

¹ המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מרכז מחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי

² המחלקה לחקר ירקות וגידולי שדה, מרכז מחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי

תקציר

בשני העשורים האחרונים, התרחב משמעותית היקף השימוש בצמחים מורכבים ממשפחת הדלועיים. המניע העיקרי לשימוש בצמחים מורכבים נובע מהצורך למנוע נזקים הנגרמים על ידי פגעי קרקע במקרים בהם עמידות גנטית אינה זמינה ושימוש בחומרי הדברה או שיטות אגרוטכניות אינם יעילים. הרכבת צמח רגיש על כנה עמידה יוצרת צמח "עמיד" לפגעי קרקע ללא צורך בתהליכי טיפוח ארוכים הנדרשים להשגת תכונות הקשורות לאיכות הפרי וחיי המדף. הרכבה תוך מינית (מלון על מלון עמיד למשל), מקנה עמידות גבוהה ואינה משפיעה על איכות הפרי תוך הקניית עמידות נגד פתוגן מסוים או אפילו נגד גזע ספציפי של אותו הפתוגן. הרכבה בין מינית (על כנת דלעת), מקנה הגנה נגד טווח רחב של מחלות אך לעיתים סוג הרכבה כזה משפיע לרעה על כמות ואיכות הפרי. בנוסף לעמידות כנגד פגעי קרקע ניתן לעיתים להקנות לצמחים עמידות כנגד פגעים פיזיולוגיים ועקות א-ביוטיות.

אופן הציטוט: כהן ר' ואדלשטיין מ' (2021) הרכבות דלועיים בישראל, המצב הקיים ואתגרי העתיד בספר **תובנות חדשות במחלות צמחים**, בעריכת אלעד י', דומברובסקי א', מנוליס-ששון ש' ועזרא ד', הוצאת המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים.
<https://volcaniarchive.agri.gov.il/skn/tu/e51919>



מבוא

השימוש בשתילי ירקות מורכבים על כנות עמידות נפוץ במזרח הרחוק מזה מספר עשורים (Lee and Oda, 2003). יישום טכנולוגיה זו בחקלאות המערבית החלה מאוחר יותר וזכתה לעידוד משמעותי בעקבות צמצום או איסור השימוש במתיל ברומיד לחיטוי קרקע (Davis et al., 2008). המניע העיקרי לשימוש בצמחים מורכבים נובע מהצורך למנוע או להפחית נזקים הנגרמים על ידי פגעי קרקע במצבים בהם עמידות גנטית אינה זמינה ושימוש בחומרי הדברה או שיטות אגרוטכניות אינם יעילים. הרכבת צמח רגיש על כנה עמידה יוצרת צמח "עמיד" בתהליך מהיר ללא צורך בתהליכי טיפוח ארוכים כדי להקנות לצמחים תכונות הקשורות בטיפול של איכות הפרי וחיי המדף. יתרה מכך, שימוש בצמחים מורכבים מאפשר תגובה מהירה להופעה של פתוגן חדש או גזע אלים של פתוגן מוכר. ביצועי הצמחים המורכבים תלויים בהתאמה גנטית ופיזיולוגית בין הכנה לרכב ומושפעים מתנאי הסביבה השוררים בשדה.

לשימוש בצמחים מורכבים (דלועיים שונים), יש לעיתים יתרונות נוספים מלבד מניעת נזקי מחלות. צמחים מורכבים מתמודדים טוב יותר עם עקות סביבתיות, עמידים לטמפרטורות קרקע נמוכות, עמידים למלח, מונעים חדירה של מזהמים לצמח, קולטים ביעילות רבה מים ומינרלים מהקרקע ומניבים יכול רב ואיכותי. דלועיים מורכבים הוכנסו לראשונה לשימוש ניסיוני בישראל בשנת 1995 כאחת החלופות לחיטוי קרקע במתיל ברומיד (אדלשטיין וחוב', 1997). ההנחה הייתה שביצועי הצמח המורכב תלויים בעיקר בכנה ושמיציאת כנה מתאימה תאפשר אימוץ מהיר של שיטה זו לפי המתכונת הנהוגה במזרח אסיה. המציאות הייתה שונה. כמו בגידול של זן חדש, גם בצמחים מורכבים יש צורך בלימוד מדוקדק של ביצועי הצמח והתאמתו לעונות השנה ולאזורי הגידול. יתרה מכך, ביצועי הצמח המורכב מושפעים במידה רבה מתכונות הרוכב ולא רק מביצועי הכנה. השימוש בדלועיים מורכבים מתרחב במהירות בישראל. הרוב המוחלט של האבטיחים הגדלים בישראל מורכבים ובכלל זה כל האבטיחים במישתלים המוקדמים הגדלים בערבה ובצפון ים המלח. השימוש במלונים מורכבים החל לתפוס אף הוא תאוצה במיוחד בחקלאות האורגנית שם אין פתרון אחר למחלות המועברות בקרקע (Edelstein et al., 2015). בשל מחירו הגבוה יותר של צמח מורכב (כפול 3) מצמח לא מורכב (עלות של שני זרעים ופעולת ההרכבה במשתלה) החקלאים מפחיתים את מספר הצמחים לדונם כדי לחסוך במחיר השתילים המורכבים. האבטיח המורכב מפצה על שינוי העומד ביבול שאינו נופל מהיבול המושג באבטיח לא מורכב הנשתל בעומד המקובל והשימוש באבטיח מורכב מניב רווח לחקלאי. בשנים האחרונות נחקר הקשר בין העומד והיבול במלון מורכב כדי למסד ולהרחיב את השימוש במוצר זה. מטרות השימוש והיקפי הגידול של דלועיים בישראל מוצגים בטבלה 1.

בחירת הכנה - הרכבות בין ותוך מיניות

ניתן להפחית נזקי מחלות המועברות בקרקע על ידי הרכבה תוך מינית או ע"י הרכבה בין מינית. בעגבנייה, קיים מגוון רחב של גנוטיפים בעלי עמידויות מוגדרת נגד נגיפים (וירוסים), פטריות ונימיות (נמטודות) וההרכבות התוך מיניות (עגבנייה על עגבנייה), הן הנפוצות בגידול זה (Pico et al., 2017). במלונים, ההרכבה הנפוצה היא בין מינית בעיקר על כנת דלעת המקנה עמידות רחבת טווח כנגד ריקבון שורש וצוואר שורש (Root and stem rot diseases) ובכך תורמת להפחתת הנזקים. הרכבות תוך מיניות, מלון מורכב על כנת מלון, משמשות בעיקר כדי למנוע את מחלת המגלת הנגרמת על ידי גזעים ייחודיים של פטריית הפוזריום ייחודיים למין (forma specials - צורה מתמחה) הגורמים נבילה. במקרה זה, מרכיבים מלון רגיש על מלון בעל עמידות מונוגנית למחלה. חשוב לציין שזמינות של קווי מלון בעלות עמידות גנטית מאפשרות טיפוח לעמידות והשימוש בצמח מורכב מאפשר להקנות עמידות לצמח רגיש באופן מידי, כאשר לכל סוג של הרכבה יתרונות אך גם חסרונות. הרכבה תוך מינית, מקנה עמידות גבוהה, אינה משפיעה על איכות הפרי והכנה מקנה עמידות נגד פתוגן מסוים או אפילו נגד גזע ספציפי של אותו הפתוגן. הרכבה על כנת דלעת, מקנה הגנה כנגד טווח רחב של מחלות ופגעים ביוטיים וא-ביוטיים אך לעיתים סוג הרכבה זה משפיע לרעה על כמות ואיכות הפרי.

טבלה 1: ההיקפים ומטרות השימוש באבטיחים, מלונים ומלפפונים מורכבים בישראל – הנתונים נכונים לעשור השני של המאה ה-21. ההיקפים והשימושים יכולים להשתנות.

סוג הצמח	מחלה או עקה א-ביוטית	עונת גידול	אחוז מכלל שטחי הגידול	חלופות
אבטיח רגיל	ריקבון הבטטה (מקרופומינה), התמוטטות מאוחרת בדלועיים (מונוספוראסקוס), עייפות קיץ קרקע, מליחות	אביב - קיץ	< 90%	אין, רוב האבטיחים מורכבים
אבטיח מיני או מקרופומינה, מונוספוראסקוס, עייפות קרקע, טמפרטורות קרקע נמוכות	מדי	אביב - קיץ	< 70%	אבטיח לא מורכב, היקף האבטיח המורכב הולך וגדל
מלון קיץ, טיפוס אננס, שטח פתוח	מגלת (פוזריום הנבילה), מקרופומינה	קיץ	~ 15%	זנים עמידים למגלת, הגמעה בפונגיצידים להדברת מקרופומינה
מלון אביבי, חממות, טיפוס גליה	מונוספוראסקוס, ריקבון יבש (פוזריום סולני), ריקבון כתר הדלועיים (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis cucumerinum</i>), מליחות	אביב, קיץ, סתיו	~ 15%	הגמעה בפונגיצידים
מלפפון חממה, קיץ		קיץ	לא משתמשים במורכב, עונת גידול קצרה	מלפפון לא מורכב
מלפפון חממה, חורף	ריקבון כתר הדלועיים, גבעול זב (דידימלה), חורף, נימור ומוזאיקה ירוקה במלפפון (CGMMV), אביב טמפרטורות קרקע נמוכות	חורף, אביב	< 90%	

מחלות מלון

מגלת (פוזריום הנבילה)

מחלת המגלת מהווה גורם מגביל לגידול מלוני "אננס" בעמקי הצפון. ביצועי צמחים מורכבים והקשר למופע הנבילה הנגרם על ידי *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* נחקר בעמק בית נטופה שם נמצאו כל ארבעת הגזעים הפיזיולוגיים של הפטרייה. זנים בעלי עמידות גנטית לפוזריום קיימים אך איכותם נופלת לעיתים מזו של הזנים הרגישים. הרכבה של זן איכותי רגיש על כנת מלון עמידה יוצרת צמח עמיד בעל פירות איכותיים. בניסויים שנערכו בעמק בית נטופה (חורב וחוב', 2001) לא נצפתה נבילה במלונים שהורכבו על מלון עמיד ועל כנות דלעת לעומת תמותה מלאה של צמחים לא מורכבים. יכול המלונים היה גבוה משמעותית במלונים שהורכבו על כנות מלון לעומת מלון שהורכב על כנות דלעת. היבול הגבוה ביותר התקבל מצמחי מלון מהזן אופיר שהורכבו על כנת מלון אדיר (שניהם מטיפוס אננס), לעומת מלון אופיר שהורכב על מלון מהזן אורקה השייך לטיפוס שרנטייה. ממצא זה מצביע על התאמה בין כנות לרוכבים בין מלון לדלעת ואפילו בין זני המלון. הפחתה באחוז הצמחים החולים הושפעה גם מרגישות הרכב. אחוז הצמחים החולים בזן "אננס עין דור"

(רגישות גבוהה), לא מורכב ובצמחי עין דור מורכבים על כנת דלעת היו 82 ו- 20% בהתאמה, לעומת 36 ו- 0% תמותה בזן "אופיר" (רגישות בינונית) לא מורכב ומורכב בהתאמה. בניסוי זהה שנערך בנווה יער בקרקע חופשית ממחלה, לא נצפתה נבילה באף אחד מהצירופים והיבול היה דומה בכל הטיפולים. ממצא זה מראה שתהליך ההרכבה (בהיעדר מחלה), לא השפיע על היבול.

התמוטטות פתאומית בערבה

מחלת התמוטטות פתאומית בדלועיים הנגרמת ע"י הפטרייה *Monosporascus cannonballus* מהווה גורם מגביל לגידול מלונים באזורים יבשים וחמים ברחבי העולם ובערבה (Cohen et al., 2000). חיטוי קרקע במתיל ברומיד שימש במשך שנים טיפול הכרחי לפני שתילה של מלונים בערבה. יחד עם זאת, התמוטטות מלאה או חלקית של שדות נצפתה גם לאחר חיטוי קרקע בגלל אילוח מהיר מחדש או חיטוי קרקע לא מיטבי. הרכבת צמחי מלון על כנות דלעת מנעה את המחלה ברמות שונות כתלות בשיטת בעונה ובשיטת הגידול. ההרכבות היו יעילות יותר בעונה האביבית הקרירה והארוכה יותר. הפחתת נזקי המחלה הייתה יעילה פחות בעונת הגידול הסתווי הקצרה והחמה יותר.

גידול שרוע של צמחי מלון מורכבים בתנאי סביבה לא מיטביים יכול להיות בעייתי. מלונים מורכבים שנשתלו במחצית יולי בקרקע מחוטאת בעין חצבה לא התפתחו כראות. הצמחים נשארו ירוקים אך הנוף נשאר קטן ומצומצם והצמחים הניבו פירות מועטים וקטנים. צמחים מורכבים שנשתלו על אותה קרקע בעונה האביבית התפתחו בצורה תקינה. ידוע ששורשי דלעת רגישים לטמפרטורות קרקע גבוהות. גידול מלונים על ערוגות המחופות בפלסטיק צהוב (המונע התחממות יתר בניגוד לחיפוי פלסטיק שקוף) יכול לפתור את בעיית חימום הקרקע ולאפשר גידול צמחי מלון מורכבים גם בעונות החמות (איור 1).

התמוטטות מלונים בעמק יזרעאל

מלונים מטיפוס אננס הגדלים במהלך הקיץ בעמק יזרעאל נתקפים במחוללי מחלות הגורמים להתמוטטות בשיעורים משתנים התלויים בין השאר בזנים ובתנאי הסביבה השוררים במהלך העונה. משורשי צמחים מתמוטטים מבודדים לרוב הפטריות *Macrophomina phaseolina* ומיני *Fusarium* הגורמים ככל הנראה לנבילה. נמצא שצמחי מלון המורכבים על כנת דלעת לא התמוטטו כתוצאה מהמחלה (Cohen et al., 2012). לעיתים נצפים סימפטומים אופייניים ברוכב הנוצרים ע"י חדירת הפתוגן דרך הכנה. יחד עם זאת הקצב האיטי של התפתחות המחלה אינו גורם לקטל הצמח ומאפשר גידול וקבלת יבול גבוה ואיכותי (איור 2).

איור 1. רגישות שורשי הכנה לטמפרטורות קרקע גבוהות. מימין מלונים מורכבים בערוגה מחופה בפלסטיק שקוף המאפשרת חימום הקרקע ופוגעת בצימוח. משמאל, מלונים מורכבים שתולים בערוגה מחופה בפלסטיק צהוב השומרת על טמפרטורה נמוכה יותר ומאפשרת גידול תקין.



איור 2. צמח מלון מורכב נגוע ב-*Macrophomina phaseolina*. הפטרייה חודרת לכנה אך אינה גורמת נזק, גדלה לאט וכאשר מגיעה לרוכב, גורמת לכיב אופייני מעבר לנקודת ההרכבה. ההתפתחות האיטית של המחלה מונעת את הנזק. התמונה צולמה לאחר סיום הקטיף. הצמח חולה אך לא מת ומניב יבול גבוה ואיכותי.



הרכבות באבטיח

היקפי השימוש באבטיח מורכב הוא הגדול ביותר מבין הדלועיים. נראה שהסיבה לכך היא כושרו של האבטיח לפצות ביבול על ירידה במספר צמחים ליחידת שטח. כושר פיצוי זה מאפשר לחקלאי להוזיל את הוצאות הגידול ע"י הקטנת עומד השתילה בחמישים אחוזים ועדיין להרוויח. השימוש באבטיח מורכב להפחתת נזקי מחלת המגלת (פוזריום הנבילה), הוא המדווח ביותר בספרות העולמית. בישראל לעומת זאת מחלה זו כגורם מחלה יחיד נמצאת בעיקר בעמק בית נטופה ובעמק החולה כאשר בשאר האזורים נפגע האבטיח ע"י מחלות אחרות או קומפלקס של מחלות המועברות בקרקע.

בגידול האביבי המוקדם בערבה משתמשים באבטיח מורכב למניעת התמוטטות מאוחרת הנגרמת ע"י הפטרייה *M. cannonballus* והתמוטטות הנגרמת על ידי נגיף כתמי נמק במלון *Melon necrotic spot virus*.

(MNSV). במקרה של ההתמוטטות הנגיפית יש לצמח המורכב יתרון על פני חיטוי קרקע שאינם קוטלים נגיפים ולפיכך אינם מסוגלים למנוע התמוטטות מסוג זה. בעונות הגידול של האביב המאוחר ושיא הקיץ אבטיחים מורכבים כדי למנוע נזקים הנובעים מתופעת "עייפות קרקע ודעיכת יבולים". תופעה זו מאופיינת בצימוח מעוכב של הצמחים, נבילה חלקית ויבול מועט של אבטיחים קטנים (איור 3). התופעה מוכרת בעיקר בשדות בעלי היסטוריה של גידול אבטיח. הגורם לתופעה אינו ברור אך נראה שהוא נגרם מגורמים ביולוגיים היות וחיטוי קרקע פותר את הבעיה. כמו בהתמוטטות של צמחי מלון בעמקי הצפון, גם כאן, משורשי צמחים מתמוטטים מבודדים לרוב הפטריות *Macrophomina phaseolina* ומיני *Fusarium* הגורמים או תורמים ככל הנראה להתמוטטות. באבטיח מורכב יש לעיתים פגיעה באיכות הפרי המתבטאת בגידים לבנים בצפת הפרי, חלילות וקושי של ציפת הפרי. המחקר מתרכז כרגע במציאת צירופי כנה ורכב והתאמה של אגרוטכניקה ייחודית למניעת תופעות אלו. המחקר הבסיסי מתרכז בחיפוש סיגנלים המועברים מכנה לרכב וגורמים לפחיתה באיכות.

הרכבות במלפפון

רקבון כתנן הדלועיים הנגרמת ע"י הפטרייה *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* היא מחלה חדשה שדווחה במקומות שונים בעולם במלפפונים הגדלים בחממות (Vakalounakis et al., 1996). ניתן להדביר את המחלה בהצלחה מסוימת ע"י הגמעת הצמחים בחומרי הדברה או בחיטוי קרקע וחלל החממה באמצעי חיטוי שונים. בניסויים שנערכו בכרתים נמצא שרמת המחלה הופחתה ל 0 עד 25% בניסויים שונים לעומת 96% תמותה במלפפונים לא מורכבים. בניסויים שנערכו ע"י חוקרים מדריכי משרד החקלאות ושתלנים דווח על תוצאות דומות. נראה שחרף ההצלחה המוכחת של צמחים מורכבים, שימוש בשיטה זו היה מוגבל בגלל המחיר הגבוה של השתיל וחוסר כדאיות כלכלית. לאחרונה, עקב הורדת מחירי השתילים והיתרון ההורטקולטורי של מלפפון מורכב (בעיקר בעונת הגידול החורפית) גדל היקף השימוש בשתילים אלו (מירון, 2014). גורם נוסף המאיץ את השימוש במלפפונים מורכבים הוא האיום מנגיף נימור ומוזיאיקה הירוקה במלפפון (CGMMV), המופץ בדרכים שונות וגם דרך הקרקע (ראו פרק נגיפים בדלועיים). קיימות כנות בעלות עמידות חלקית לנגיף ואלו משמשות להפחתה חלקית של הנגיעות שמקורה בקרקע. מלפפונים גדלים בכל השנה והאתגר הוא להתאים כנות לזנים החורפיים ולזנים הקיציים. המטרה ארוכת הטווח היא להאריך את הניבה של המלפפון המורכב כך שיתאפשר לגדל שני גידולים בשנה לעומת שלושה המקובלים כיום.

דלועיים מורכבים ונימיות

עמידות לנימיות (נמטודות) דוגמת זאת הקיימת בעגבניות אינה מוכרת בזנים מסחריים של דלועיים. יחד עם זאת יש דירוג של רגישות בדלועיים ואלו יכולים לשמש ככנות לצורך הפחתת נזקי נמטודות. במחקר שנערך בקליפורניה נמצא שמלונים שהורכבו על מלון עמיד או על דלעת פיתחו פחות עפצים במהלך הגידול אך לא מנעו התמוטטות הצמחים שהופיעה לקראת סוף העונה. תוצאות דומות נצפו גם בניסויים שנערכו בישראל (איור 4). היעדר עמידות טובה נגד נמטודות יכולה לסכן את השימוש בצמחים מורכבים באתרים בעלי אילוח כבד בנמטודות. יחד עם זאת המידע בקשר לרמת היעילות של הכנות הקיימות כיום לוקה בחסר ויש צורך

בלימוד מקיף של סוגיה זו. בניסויי חממה שנערכו במשותף בנווה יער ובגילת נמצא חומר גנטי בעל עמידות גבוהה לנמטודות (Edelstein et al., 2010). נראה שניתן יהיה להשתמש בחומר כזה לטיפול כנות דלעת בעלות עמידות משופרת לנמטודות. מבין הדלועיים, האבטיח הוא העמיד ביותר לנמטודות. ישנה אפשרות לטפח כנות אבטיח בר שימשו כנות לאבטיח תרבותי ואלו ישמשו ספציפית לאזורים בהם הפגע העיקרי הוא נמטודות. הרכבה של אבטיח על אבטיח תמנע או תצמצם את הפגיעה באיכות הפרי הנצפית לעיתים בהרכבות של אבטיח על כנת דלעת. ניסויים בהתאמה של כנות אבטיח נעשים ביחידה לדלועיים בנווה יער וע"י עמיתים למחקר בצפון ובדרום קרוליינה, ארה"ב (This et al., 2016; Cohen et al., 2014).



איור 3. בתמונה הימנית, פירות קטנים ונוף מעוכב. תופעת "עייפות קרקע" ודעיכת יבול האופיינית לגידול עוקב של אבטיחים. משמאל - גידול תקין, פירות גדולים ונוף מפותח של אבטיחים המורכבים על כנת דלעת.



איור 4 : נזקי נמטודות במלון מורכב (מימין) ובמלון לא מורכב משמאל. למרות הנגיעות של שורשי הכנה, גודל מערכת השורשים מהווה פיצוי המאפשר התפתחות טובה יותר (אך לא מיטבית) של הצמח המורכב.

עקות פיזיולוגיות וא-ביוטיות

עמידות למליחות ובורן

החקלאות הישראלית בכלל ובאזורים חמים ויבשים בפרט תלויה בהשקיה. עקב המחסור במים גובר השימוש במים מטוהרים בדרגות שונות להשקיית גידולים חקלאיים. במים מטוהרים חבויה סכנה של רעילות לצמחים רגישים היות ומים אלו מכילים לעיתים מלחים ומתכות כבדות בריכוזים העלולים לסכן גידולי תרבות. בניסויים חממה מבוקרים ובניסויי שדה נמצא שצמחים מורכבים על כנות דלעת עמידים יותר למליחות, לריכוזי בורן גבוהים ולמתכות כבדות (Edelstein and Ben-Hur, 2012). בניסוי מעבדה נמצא ששורשי הדלעת מקטינים את קליטת המלחים וגם מקטינים את העברתם לנוף הצמחים (Edelstein et al., 2011). ממצאים אלו יכולים להרחיב את השימוש בצמחים מורכבים מעבר למטרה העיקרית להם נועדו, הפחתת נזקי מחלות צמחים. הקליטה הסלקטיבית של כימיקלים עלולה להיות חרב פיפיות. מחד ניתן לגדל צמחים מורכבים ולהימנע מהרעלות מלח ומתכות כבדות ומאידך, לעיתים נצפים סימני חסר במיקרו-אלמנטים הנדרשים להזנת הצמח. ממצאים אלו ממחישים את הצורך בפיתוח ממשק דישון ייחודי לצמחים מורכבים (Edelstein et al., 2016).

התמוטטות פיזיולוגית

דוגמא לעקות סביבתיות שיכולות לגרום לעיכוב בגידול או אף לתמותה של צמחים מורכבים (שאינה מיוחסת למחלות המועברות בקרקע), מתרחשת לעיתים תכופות בצפון הערבה בצמחי מלון מורכבים הנשתלים באביב, גדלים בהדליה ונקטפים בתחילת הקיץ (Cohen et al., 2007, איור 3). הגורמים להתמוטטות אינם ברורים אך ההנחה היא שהגורם להתמוטטות הוא חשיפת מערכת השורשים לטמפרטורות קרקע גבוהות יחד עם קליטה וטרנסלוקציה לקויים של מינרלים הנדרשים להזנת הצמח. תנאי סביבה אלו יחד עם צמח מודלה הנושא פרי רב וחשוף לקרינה מכל צדיו (לעומת צמח שרוע המצל על הפירות), מקשים על הצמח המורכב להתפתח כהלכה. בניסויים שערכנו מצאנו שונות בשיעור ההתמוטטות הפיזיולוגית בין כנות שונות וקשר לביצועי הורג המכלואים שנבדקו. בחירת הורים מתאימה היא אחת התכונות המכוונות את הטיפוח.

טיפול כנות

טיפול כנות בהיעדר מידע מקדים - כנות הדלעת המשמשות כיום הן לרוב מכלואים בין מיני הדלעת *Cucurbita maxima* ל- *C. moschata*. מקורן של רוב כנות הדלעת הוא ממזרח אסיה. כנות שטופחו בישראל נמצאו עדיפות בחלק מהמקרים על כנות יבוא. למרבה הצער, ייצור מסחרי של כנות אלו בארץ הופסק בשל מחיר ייצור גבוה שאינו בר תחרות לכנות המיוצרות במזרח הרחוק. בניגוד לטיפול רגיל, בו המטפח רואה לנגד עיניו את הפרי ומטפח לתכונות רצויות, טיפוח הכנות אינו נסמך על ידע של תכונות מערכת השורשים של הכנה, אלא מתבסס על הכלאות אקראיות בין קווי הורים השייכים לשני מיני הדלעת ובחינת ביצועי רוכבים שונים (זנים שונים של מלון, אבטיח, מלפפון) על כנות אלו. הסיבה לשימוש במכלוא הבין-מיני אינה ברורה. תכנית הטיפול של כנות דלעת שנערכה בנווה יער לקחה את הצורך בהכלאות בין-מיניות כ"תורה מסיני" וכפרדיגמה שנקבעה במקומות אחרים. יחד עם זאת, כלל לא בטוח שזו הדרך הנכונה להתקדם. מבירור שנעשה אצל חוקרים ומטפחים ממקומות אחרים בעולם, נטען שהמכלוא הבין-מיני מקנה לעיתים און צימוח (vigor), אבל

כלל לא ברור אם תכונה זו מתקיימת בכל ההכלאות ואם היא רצויה בכל המקרים, מסייעת או מפריעה (Edelstein et al., 2004). באבטיחים למשל, כנות בעלות און צימוח רב גורמות במקרים רבים להגדלת הפרי, לפחיתה באיכות הפרי ולעיוותים הבולטים בעיקר באבטיחי מיני מורכבים. בנוסף, כנות הדלעת הבין-מיניות עקרות. מחד, עקרות המכלוא הינה תכונה הרצויה אצל חברות הזרעים היות והיא מאפשרת הגנה על החומר הגנטי, אבל מאידך, ייצור זרעים מהכלאות בין-מיניות קשה. פעמים רבות אין התאמה בין קווי הזכר לנקבה, חלק ניכר מהזרעים ריק ואחוז הנביטה של הנותרים לקוי. הצורך במכלוא בין-מיני מייקר ומסרביל את ייצור הזרעים. מידע בסיסי על תכונות של קווי *C. maxima* ו- *C. moschata* שישמש ככלי עזר לטיפול מושכל אינו קיים. יחד עם זאת, עם התרחבות השימוש בצמחים מורכבים התמונה מתחילה להתבהר ובצד היתרונות מתגלים גם חסרונות של כנות הדלעת.

סיכום ומסקנות

השימוש בהרכבה של כנה רגישה על רוכב עמיד היא טכנולוגיה ישנה ומוכרת בעצי פרי ובצמחים רב שנתיים אחרים. צפוי שהשימוש בירקות מורכבים ילך ויתרחב יחד עם המגמה של הפחתה בשימוש בחומרי הדברה מחד ומאידך הגדלת העניין והחשיבות של החקלאות האורגנית. שילוב טכנולוגיה זו עם טכנולוגיות אוהדות סביבה אחרות (ראו פרק הדברה קולטורלית) תקל את הכניסה לעידן שאחרי המתיל ברומיד. יחד עם זאת, יש עוד הרבה מה ללמוד ולשפר. נראה שההתגברות על המחלות הוא החלק הפשוט יותר בסיפור בעוד לימוד הפיזיולוגיה של ההתאמה בין כנה לרוכב היא החלק המסובך של המחקר העומד לפנינו. הטכנולוגיות המולקולאריות הזמינות כיום מספקות כלים חדשים למחקר המעבר של אותות (סיגנלים) בין הכנה לרוכב הגורמים להגברה או הפחתה בביטוי גנים ברוכב המשפיעים על ביצועי הצמח המורכב. קידום הרכבת צמחים בירקות מצריך לפיכך שילוב של תרומה מחקרית יחד עם שיפור האגרוטכניקה ומציאת דרכים להוזיל את מחיר הצמח המורכב.

מקורות

- אדלשטיין מ', כהן ר', פאריס ה', פיבניה ש', אופנברך ר' ומדואל ע' (1997) הרכבת צמחי מלון על כנות דלעת מהסוג *Cucurbita*. גן שדה ומשק מס' 10 ע' 61-64.
- חורב כ', אדלשטיין מ', שריבר ש', בורגר י', כהן ר' ועומרי נ' (2001) שימוש במלונים מורכבים להפחתת הנזק ממחלת פוזריום הנבילה. גן שדה ומשק מס' 4 ע' 34-36.
- מירון, י. (2014). מבחן צירופי כנה ורוכב במלפפון בחממה בעונת החורף. יבול שיא 102: 26-33.
- Aloni B., Karni L., Deventurero G., Levin Z., Cohen R., Katzir N., Lotan-Pompan M., Edelstein M., Aktas H., Turhan E., Joel M. D., Horev C. and Kapulmik Y. (2008) Physiological and biochemical changes at the rootstock-scion interface in graft combinations between and *Cucurbita* rootstocks and melon scion. *Journal of Horticulture Science and Biotechnology* 83: 777-783.

- Aloni B., Edelstein M., Cohen R. and Karni L. (2011) Hormonal signaling in rootstock-scion interactions. *Scientia Horticulturae* 127: 119-126.
- Cohen R., Horev C., Burger Y., Shriber S., Hershenhorn J., Katan J. and Edelstein M. (2002) Horticultural and pathological aspects of *Fusarium* wilt management using grafted melons. *HortScience* 37: 1069-1073.
- Cohen R., Pivonia S., Burger Y., Edelstein M., Gamliel A. and Katan J. (2000) Towards integrated management of *Monosporascus* wilt of melons in Israel. *Plant Disease* 84: 496-505.
- Cohen R., Burger Y., Horev C., Porat A. and Edelstein M. (2005) Performance of Galia type melons grafted onto *Cucurbita* rootstock in *Monosporascus cannonballus*-infested and non-infested soils. *Annals of Applied Biology* 146: 381-387.
- Cohen R., Burger Y., Horev C., Koren A. and Edelstein M. (2007) Introducing grafted cucurbits to modern agriculture: The Israeli experience. *Plant Disease* 91: 916-923
- Cohen R., Eizenberg H., Edelstein M., Horev C., Lande T., Porat A., Achdari G. and Hershenhorn J. (2008) Evaluation of herbicides for grafted watermelons and melons grown in the Arava Valley of southern Israel. *Phytoparasitica* 36: 66-73.
- Cohen R., Omari N., Porat A. and Edelstein M. (2012) Management of *Macrophomina* wilt in melons using grafting or fungicide soil application: Pathological, horticultural and economical aspects. *Crop Protection* 35: 58-63.
- Cohen R., Tyutyunik J., Fallik E., Oka Y., Tadmor Y. and Edelstein M. (2014) Phytopathological evaluation of exotic watermelon germplasm as a basis for rootstock breeding. *Scientia Horticulturae* 165: 203-210.
- Davis A. R., Perkins-Veazie P., Sakata Y., Lopez-Galarza S., Meroto, J. V., Lee S. G., Huh Z. S., Miguel A. King S. R., Cohen R. and Lee J. M. (2008) Cucurbit grafting. *Critical Reviews in Plant Science* 27: 50-74.
- Edelstein M., Ben-Hur M., Cohen R., Burger Y. and Ravina I. (2004) Boron and salinity effects on grafted and non-grafted melon plants. *Plant and Soil* 269: 273-284.
- Edelstein M., Burger Y., Horev C., Porat A., Meir A. and Cohen R. (2004) Assessing the effect of genetic and anatomic variation of *Cucurbita* rootstocks on vigor, survival and yield of grafted melons. *Journal of Horticulture Science and Biotechnology* 79: 370-374.
- Edelstein M., Oka Y., Burger Y., Eizenberg H. and Cohen R. (2010) Variation in the response of cucurbits to *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. *Israel Journal of Plant Sciences* 58: 77-84.

- Edelstein M., Plaut Z. and Ben-Hur M. (2011) Sodium and chloride exclusion and retention by non-grafted and grafted melon and *Cucurbita* plants. *Journal of Experimental Botany* 62: 177-184.
- Edelstein M. and Ben-Hur M. (2012) Use of grafting to mitigate chemical stresses in vegetables under arid and semiarid conditions. In: *Advances in Environmental Research* Vol. 20, Daniels J.A., eds., Nova Science Publishers, Inc. pp.163-179.
- Edelstein M., Tyutyunik J., Fallik E., Meir A., Tadmor Y. and Cohen R. (2014) Horticultural evaluation of exotic watermelon germplasm as potential rootstocks. *Scientia Horticulturae* :165 196-202.
- Edelstein M., Koren A., Omer S. and Cohen R. (2015) The history and current status of Cucurbitaceous grafting in Israel. *Chronica Horticulturae* 55: 10-13.
- Edelstein M., Cohen R., Elkabetz M., Pivonia S., Maduel A., Sadeh-Yarok T. and Ben-Hur M. (2016) The potential of enriched fertilization in overcoming nutritional deficiency in grafted melons. *HortScience* 51: 435-438.
- Lee J. M. and Oda M. (2003) Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Horticultural Reviews* 28: 61-124.
- Pico M. B., Thompson A. J., Gisbert C., Yetisir H. and Bebeli P. J. (2017) Grafting resources for rootstock breeding. In: *Vegetable Grafting: Principles and Practices*, Colla G., Perez-Alfocea F. and Schwarz D., eds., CABI Oxfordshire UK. pp. 22-69.
- Thies J. A., Ariss J. J., Kousik C. S., Hassell R. L. and Levi A. (2016) Resistance to Southern Root-knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) in Wild Watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*). *Journal of Nematology* 48: 14–19.
- Vakalounakis D. J. 1996 Root and stem of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinum* f. sp. nov. *Plant Disease* 80: 313–316.