

ביקטור בחידקי אזוספירילום משפר גדילה ויבול בצמחי עגבניה, חציל, פלפל וכותנה במצעים מנותקים

מאת: יאיר ראם, יעל סער, חנה לבנוני, אבי שדה, יאיר חן, יואב בשן, המחלקה לגנטיקה של צמחים, מכון ויצמן למדע, רחובות

מוקדש לזכרו של אבנר בשן ז"ל מזכרון-יעקב, שעודד עריכת מחקר זה.

ביחס 1:1 — שאר הצמחים וכן חלק מניסויי העגבניות. הדפוסים הוגבהו מעל השולחנות כדי למנוע מעבר חידקים דרך חורי הניקח, וכוסו ברשת חרקים. בהיות הצמחים שלושה עלים אמיתיים הם נשתלו בעציצים, אחד לעציץ. העציצים הכילו, כמצע, טוף / ורמיקוליט מועשר מס' 3 ביחס 1:1, או טוף / ורמיקוליט רגיל מס' 2 ביחס 1:1. למניעת מעבר חידקים מעציצים מבוקטרים לעציצי ההיקש — הוגבה כל עציץ מעל פני הקרקע, וההשקיה נעשתה בטפטוף בבקרת מחשב. הצמחים דושנו אחת לשבוע ברשן 20-20-20% 0.01%, ולאחר החנטה — דישון חרפעי ברשן מגורען "גראון" נטול חנקן (30-10-0), בהצנעה. במהלך כל הניסויים גדלו הצמחים ללא קיטום מסחרי, לא נצפו מחלות עלים, ולפיכך טופלו הצמחים נגד כנימות עלים ואקריות אדומות בלבד, לפי הצורך. כל הניסויים נערכו במתכונת בלוקים באקראי ב-15 חזרות, 3 עציצים לטיפול בכל בלוק, ונותחו סטטיסטית במבחן תחום מרובה. בכל הניסויים ננקטה קטיפה חרפעמית, ויבול כל צמח נשקל בנפרד והופרד לרכיביו השונים.

תוצאות

ביקטור עגבניות

ביקטור צמחי עגבניה, הן למאכל והן לתעשייה, השפיע חיובית על גדילתם. במהלך הגידול הובחן, שהצמחים המבוקטרים גבוהים יותר, מספר עליהם רב יותר, קוטר גבעולם גדול יותר, הם פרחו מוקדם יותר ומשקלם היבש היה רב יותר. כל ההבדלים שנמנו בין צמחים מבוקטרים לשאינם מבוקטרים — היו מובהקים סטטיסטית. שקילת היבול הכללי בתום הניסוי הראתה, שביקטור הצמחים הביא לידי הגדלה היבול במידה מובהקת. כמו כן, כמות הפרי הבשל במועד הקטיפה החדרפעמית היתה מרובה יותר במידה מובהקת (תמונה 1), דיאגרמה 1). הפרש היבול בין צמחי היקש שגדלו במצע שהכיל ורמיקוליט מועשר לבין צמחים שגדלו במצע שהכיל ורמיקוליט רגיל ללא ביקטור בחידקים — היה קטן (עד כ-8%) ולא מובהק, אולם צמחים שגדלו בוורמיקוליט מועשר הגיבו על הביקטור במידה בולטת יותר (תמונה 2, ג1, ד1). ויבולם היה מרובה בכ-16% מיבול צמחים מבוקטרים שגדלו על ורמיקוליט רגיל ובלתי מועשר.

ביקטור חצילים

ביקטור צמחי חציל הראה אף הוא השפעה חיובית ומובהקת על גדילת הצמחים.

ביקטור צמחי עגבניה, חציל, פלפל וכותנה, הגדלים במצעים מנותקים, בחידקי אזוספירילום — שיפר את גדילת הצמחים והגדיל את יבולם במידה מובהקת, בהשוואה לצמחי היקש בלתי מבוקטרים. שיפור הגדילה התבטא הן ברכיבי הנוף — גובה הצמח, גודל העלים ומספרם, קוטר הגבעול ומשקל הצמח היבש — והן בהקדמת הפריחה ובאחוז הפרי הבשל במועד הקטיף.

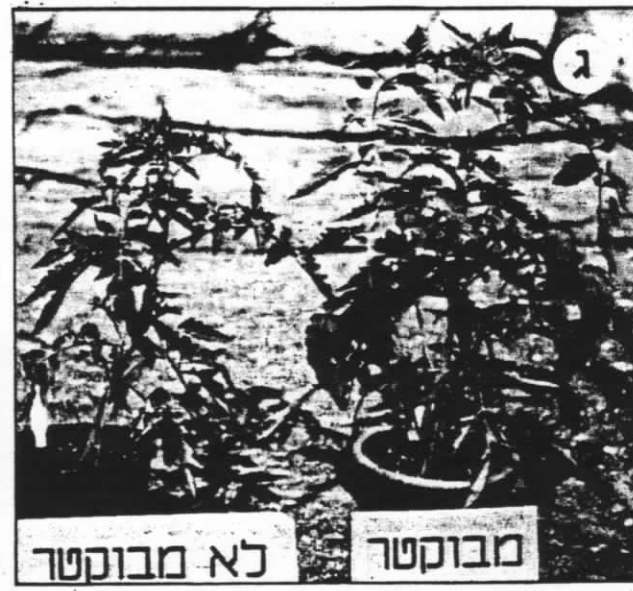
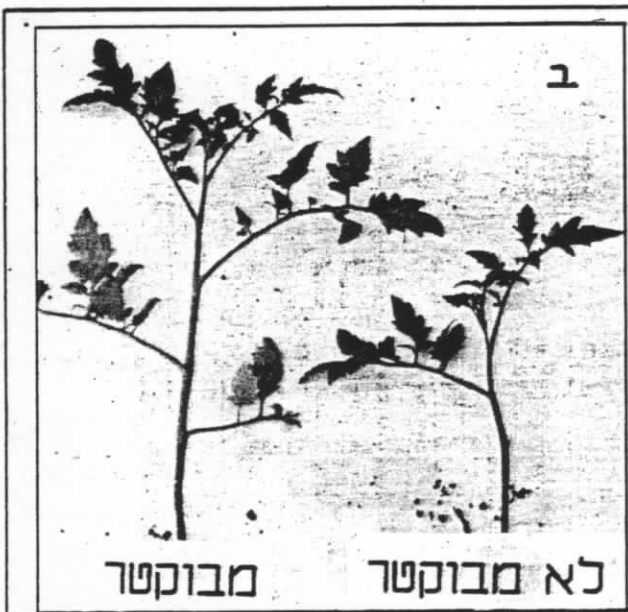
מבוא

בעשור האחרון נערך בישראל מחקר מתמשך, במטרה לשפר את גדילתם ויבולם של דגניים שונים, על-ידי ביקטור בחידקים מועילים מהסוג אזוספירילום (6-1, 8). אנאליזה של תוצאות מחקר זה, בשרי לוב עם המחקר הנערך בשנים האחרונות בורשא ביקטור חיטה במכון ויצמן למדע, הראתה כי לביקטור צמחים פוטנציאל אפשרי להגדלת היבול: אולם חסרונו העיקרי נובע מאי-עקיבות בתוצאות הניסויים. דוגמה: הגדלת יבול גרגרים עד כדי 30% נוספים, לעומת חוסר כל תגובה לביקטור בחידקים, או אפילו הפחתה ביבול, בניסויים דומים. ביידע שבידינו כיום אין כל אפשרות לחזות בביטחון סביר תוצאות ניסוי ביקטור בחידקים אלו.

בשנים האחרונות נערך במחלקה לגנטיקה של צמחים במכון ויצמן למדע מחקר במטרה לבדוק, אם תגובת חידקי אזוספירילום ספציפית לדגניים, וכן — אם אפשר להרחיב את תחום הפונדקאים לחידק מועיל זה — לירקות ולצמחי תעשייה. במאמר זה מובאות תוצאות מייצגות ממחקר זה.

שיטות וחמרים

בכל הניסויים שימש החידק *Azospirillum brasilense*, גזע Cd. ביקטור צמחים נעשה על-ידי החדרת 10^6 חידקים לתוך שקעי הזרע, בתת לחץ. נוסף לכך ניתן ביקטור לקרקע, בריכוז זהה, בזמן ההצצה. לחילופין בוקטור הצמחים על-ידי נשאים סינתטיים, שפותחו למטרה זו (1). צמחי הניסויים היו: עגבניה מהזנים נעמה (למאכל) ו- $M^2-1-8VF$ (לתעשייה); פלפל מהזן מאור; חציל מהזן מלכה שחורה; כותנה מהזן פימה S5. כל הניסויים נערכו בעציצים בנפח 5 ליטרים, בבית רשת (המוגן מפני ציפורים בלבד), או בדפוסים (מגשים) במתכונת העקרונות הבאה: לאחר חיטוי הזרעים וביקטורם — הם נזרעו בדפוסים שהכילו, כמצע, כבול / ורמיקוליט מועשר מס' 3 ביחס 1:1 — עגבניות בלבד (7), או כבול / ורמיקוליט רגיל מס' 2



ביקטור כותנה

ביקטור צמחי כותנה הגדיל במידה מובהקת את משקלם היבש של הצמחים הצעירים (עלים בלבד). מכין שכנהוג בגידול כותנה הופסק הגידול הבלתי מסיים בתאריך שרירותי — נמדדו היבול ומספר ההלקטים הפתוחים ושאינם פתוחים באותו מועד.

נמצא כי ביקטור צמחי כותנה הגדיל במידה מובהקת את יבולם (דיאגרמה 1). נוסף לכן הוקדם במידה מובהקת מועד פתיחת ההלקטים. במועד הקטיף, חלק גדול מההלקטים בצמחים שאינם מבוקטרים טרם נפתח.

מן הראוי לציין, שבדומה לביקטור דגנים, גם בביקטור ירקות וכותנה אין עקיבות בתוצאות. אולם בניגוד לצמחי דגן, הניסויים (המשך בעמוד הבא)

תמונה 1. השפעת ביקטור בחידקי אוספירילום על התפתחות צמחי עגבניה זחציל. שתילים בזמן העתקה לעציצים. א — חציל; ב — עגבניה; ג — צמחי עגבניה לפני הפריחה; ד — צמחי עגבניה שבר עיים לאחר החנטה

השתילים היו גדולים יותר (תמונה 1א), גבוהים יותר, אורך העלים ורחבם היו גדולים ב-35% — 40% מאלה של צמחי היקש בלתי מבוטרים, ומשקלם היבש היה רב יותר. שקילת היבול בתום הניסוי הראתה, שהביקטור אף גרם הגדלת היבול במידה מובהקת (דיאגרמה 1) והוא אף הוקדם.

ביקטור פלפל

בדומה מאד לצמחי חציל, הגיבו אף צמחי פלפל לטיפולי ביקטור, למעט חוסר השפעה של הביקטור על גובה הצמחים (דיאגרמה 1).

ביקטור בחידקי אזוספירילום משפר גדיה ויבול בצמחי עגבניה, חציל, פלפל וכותנה במצעים מנותקים

(המשך מעמוד קודם)

עקיבות זה נובע, כנראה, משליטה בלתי מספקת במערכת, כתוצאה ממחסור ביידע מחקר בסיסי. נוסף לכך ידוע, שחידקי אזוספירילום מעדיפים לפעילותם טמפרטורות גבוהות. לפיכך החלטנו לשלב יחדיו מספר גורמים – במערכת ניסויים מבוקרת אחת. מערכת זו מבוססת על מצעים מנותקים (נטולי אדמה) בתוספת דישון מלא, בצמחים המעדיפים טמפרטורות גידול גבוהות, הדומות למיטביות לפעילות החידק. מכיון שצמחי ירקות הגדלים בתנאים אלו הם עתירי יבול, גם שיפורי-מה ביבול כתוצאה מביקטור עשוי להיות בעל ערך כלכלי לחקלאי המגדל. נוסף לכך היה עניין לבדוק הקדמית, אם צמחי כותנה עשויים להגיב לביקטור בחידקים מועילים.

תוצאות 25 הניסויים השונים שנערכו מראות, שבמערכות גידול במצעים מנותקים, שבהן לפחות הטיפולים האגרוטכניים כגון השקיה, דישון וטיפול הגנת הצומח נשלטים באופן יעיל – יש פוטנציאל מעשי לביקטור בחידקים מועילים. בהשפעתם גדל היבול יותר מכפי שדווח בעבר לגבי דגנים שונים (2), וההשפעה על הצמיחה הווגטטיבית של הצמחים היתה רבה עוד יותר.

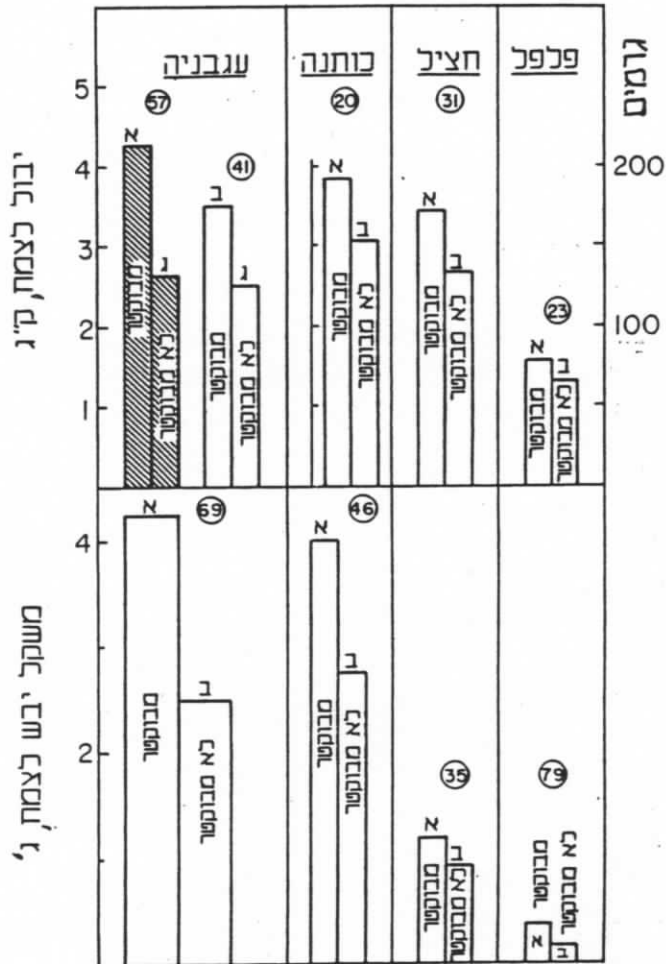
יחד עם זאת, עדיין לא מומלץ למגדלים לנקוט טיפולי ביקטור לצמחים בהיקף מסחרי, וזה מהסיבות הבאות: אחוז הכשלונות היה בכדי 25% מהניסויים, למרות הטיפול המדויק והיום-יומי בהם, תוך הקפדה מרבית על חברואה, דישון, השקיה וטיפול הגנת הצומח. רמת טיפול כזאת עדיין אינה אפשרית ואינה כלכלית בתנאים מסחריים של גידול ירקות. זאת ועוד: היקף הניסויים היה עד כ-300 צמחים לניסוי בחדד (היקף קטן יחסית). כל עוד לא נערכו ניסויים מבוקרים ומדויקים בתנאים חצי-מסחריים בהיקף גדול – סביר להניח שרמת הכשלונות בביקטורים מסחריים תעלה, ואתה יפחת רצון המגדל לשלב טיפולי ביקטור בגידולו בעתיד. נוסף לכך, עדיין חסר ידע רב בדבר הדבקת זרעים בחידקים מועילים (למעט ריזוביום). כל טיפולי הביקטור שתוארו בניסויים נעשו במעבדה מיקרוביולוגית, המצריחה במיוחד לכך, בשיטות שאינן מעשיות להיקפי ביקטור גדולים. יחד עם זאת יש צורך להמשיך ניסויים מבוקרים, כדי לנסות ולפתור את בעיית חוסר העקיבות. כמו כן, לאור ההצלחה, מומלץ לנסות ולבקטור בעתיד צמחים שיבולם הוא החלק הווגטטיבי שלהם (בחלק זה נראית ההשפעה המרבית של הביקטור). כגון צמחי תעשייה, צמחי גידול וצמחי עצים.

הבעת תודה

תודתנו לחברת "טוף" במרוס-גולן ולחברת "אגריקל" הבונים, על מתן טוף וורמיקוליט מועשר 101; לחברת כימיקלים וצידוד טכני – על מתן חמרי הדברה; לחברת דשנים וחמרים כימיים על מתן דשן מגורען, ולמעבדות להדברה ביולוגית בשדה-אליהו על מתן אקריות טורפות. מחקר זה נתמך חלקית מקרן לוי אשכול, המועצה הלאומית למחקר ולפיתוח, משרד המדע והפיתוח. תודתנו לפרופ' עזרא גלון ממחלקתנו על עידודו, וכן לחברים מישראל זכאי, נפתלי לייבוזקי, שמואל כוכבי, גיא טוטקה וירון דולב – על עזרתם הטכנית בניסויים.

ספרות

1. בשן י., לבנוני ח. (1986): פיתוח נשאים סינתטיים למיקרואורגניזמים מועילים לצמחים. "השדה" ס"ז: 546 – 548.
2. גפני ר., קפולניק י., שרגי ש., יהלום א., אוקן י. (1984): ביקטור (המשך מעמוד 173)



דיאגרמה 1. השפעת ביקטור בחידקי אזוספירילום על משקל היבש של שתילים ועל יבולם של צמחים בוגרים של עגבניה, כותנה, חציל ופלפל. עמודות המלוות באותיות שונות (בכל צמח בנפרד) נבדלות זו מזו באופן מובהק ב- $p < 0.005$. המספרים מבטאים את תוספת היבול או המשקל, יחסית להיקש לא מבוקטור. עמודה מקור קוות – תערובת המכילה ורמיקוליט מועשר; עמודה ריקה – תערובת המכילה ורמיקוליט רגיל.

הבלתי מצלחים במיני צמחים אלו קטן יותר. דוגמה: שני ניסויים מכלל שבעה בביקטור עגבניות לא נתנו תוספת מובהקת ביבול, אף על פי שהובחנה בבירור תגובה בגדילת הצמח. תופעות דומות נצפו בחציל, בפלפל ובכותנה; כאלה נכשל ניסוי אחד מבין ארבעה, מסיבות שאינן ברורות.

דיון ומסקנות

בשנים האחרונות גדל מספר החקלאים המגדלים ירקות בחממות במצעים מנותקים. יחד עם זה מצטברים נתוני ניסויים, המראים שביקטור בחידקים מועילים בתנאי שדה אינו נותן תוצאות עקיבות. חוסר

ביקטור בחידקי אזוספירילום משפר גדילה ויבול בצמחי עגבניה, חציל, פלפל וכותנה במצעים מנותקים

(המשך מעמוד 170)

- | | |
|---|--|
| <p>5. קפולניק י., שריג ש., נור י., אוקון י. (1982): ביקטור חיטה בחידקי אזוספירילום משפיע לטובה על התפתחותה ועל יכולת "השדה" ס"ב: 2136—2139.</p> <p>6. קפולניק י., שריג ש., נור י., אוקון י., לוי מ., קיגל ח., הניס י. (1979): ניסויי שדה בביקטור דגנים בחידקי אזוספירילום. "השדה" ס"ב: 438—444.</p> <p>7. שדה א. (1986): בחינת מצעים מנותקים לגידול עגבניות. "השדה" ס"ב: 1128—1129.</p> <p>8. שריג ש., קפולניק י., נור י., אוקון י. (1981): תגובת סורגום (בתנאי בעל) לביקטור בחידקי אזוספירילום. "השדה" ס"ב: 412—414.</p> | <p>דגניים בחידקי אזוספירילום — תמונת מצב. "השדה" ס"ד: 2331—2335.</p> <p>3. יהלום א., אוקון י., קפולניק י. (1984): חידקי אזוספירילום עדיפים מחידקי אוטובקטר בביקטור זיפן. "השדה" ס"ד: 884—887.</p> <p>4. נור י., כהן א., אוקון י., קיגל ח., הניס י. (1979): ביקטור דגנים בחידקי אזוספירילום כתחליף לדשן חנקני. "השדה" נ"ט: 2461—2465.</p> |
|---|--|