טיפול בהורמונים צמחיים להגברת החנטה והיבול בגידול פלפל בחבל הבשור

מאת: חנה אלון, חגי יסעור, אביתר איתיאל, שבתאי כהן, מירון סופר, ליאנה גנות ואיתן שלמה.

מבוא :

הפלפל נחשב לגידול חשוב ומוביל בסל הירקות המיוצאים לחו״ל, היקף שטחי הגידול של פלפל בישראל עומד כיום על כ- 27,000 דונם. למרות שרווחיות הגידול קטנה בשנים האחרונות עדיין יש גידול בהיקף הייצור באזורי הגידול השונים. באזור הבשור משתמשים המגדלים בעיקר בשיטת הגידול הנקראת הדליה ספרדית החסכונית בכוח אדם – 40 ימי עבודה, בעוד בהדליה הולנדית נדרשים 130 י״ע לדונם לעונת גידול. בגידול פלפל בחממות מקובל לשתול בחודשים יולי-ספטמבר. הצמחים יוצרים פרחים וחנטים במהלך הקיץ, ובסוף נובמבר מפסיקה חנטת הפרי. כמו כן כל החנטים שנוצרים בספטמבר מתפתחים לאט במשך חודשי החורף ונקטפים החל מחודש אפריל. ההתפתחות הממושכת של הפרי בטמפרטורות השוררות בחורף עלולות לגרום לדפורמציה של הפרי. נמצא אפוא שבתקופת החורף התפתחות הגבעולים מלווה בפרקים קצרים כמו כן נמצא שבתחילת אוקטובר, בשלב הדיפרנציאציה, התפתחות השחלה מהירה ולכן נוצרים פירות פחוסים. הפירות הפחוסים שנוצרים כתוצאה מטמפרטורה נמוכה, מכילים מעט זרעים בהשוואה לפרי האיכותי וידוע שהזרעים מהווים מקור לג׳יברלין, שתפקידו להגדיל את הפרי ולכן טיפולי ג׳יברלין יכולים לתרום להגדלה ושיפור הפירות. ההסבר לכך הוא שבתקופת החורף יש מספיק אור בנגב ובערבה כדי ליצור מוטמעים. הבעיה שבטמפרטורה נמוכה אין מעבר (טרנסלוקציה) מספיק טוב של מוטמעים מהעלים לפרי ולכן נוצרים בעיות בהתפתחות הפרי, דבר המוביל לקבלת פירות לא רצויים מבחינה שיווקית (פירות פחוסים). בעבודתם של כהן, ש. וחובריו 2010 נמצא שרמת העמילנים בעלים בסתיו נמוכה מאשר בחורף. הטמפרטורה המתונה בסתיו מאפשרת מעבר מוטמעים לפירות בהשוואה לטמפרטורות הנמוכות של החורף. ההבדלים בין גידול סתווי לחורפי נראו גם בעלים. העלים בחורף מסתלסלים וצורתם קעורה וקריספית לעומת העלים הנורמאלים המתפתחים בתקופת הסתיו. באופן כללי ניתן לומר שיש בעיה בחנטה בפלפל בתקופת החורף בכל אזורי הארץ. הפתרון לכך יכול להיות תוספת חימום, אך פתרון זה מגדיל את הוצאות היצור וגורם להורדת הרווחיות עד להפסד. יתרה מזו בשנים בהן עוצמות האור ביום נמוכות תרומת החימום יורדת. ידוע ומקובל שהורמונים מסוגלים לתרום לעידוד גדילה, שיפור חנטה, להגברת היבול ולשיפור איכות המוצר בצמחי נוי, פירות וירקות. למעשה מדובר על 3 הורמונים שימושיים : הג׳יברלין, האוקסין והציטוקנין. הג׳יברלין מעורב בתהליכים שונים של התפתחות הצמח, למשל יצירת פרות פרתנוקרפים באפרסמון, הגדלת הפרי בתותים, החלפת דרישת הקור ואורך היום הדרושים לפריחה בצמחי נוי שונים ועוד. האוקסין מעורב בעידוד השתרשות בצמחים רבים, הגברת החנטה בעגבניות ובבקרת השלטון הקודקודי. לעומתו הציטוקנין, משפיע על עידוד ההסתעפות, שיפור איכות פרח הקטוף, עדוד פריחה כמו בזיגו קקטוס ועוד. על פי תכונות ההורמונים השונים, נראה לנו ששילוב של הורמונים אלה בעיתוי הנכון ובריכוז הנכון יכול לתרום לשיפור החנטה והגברת היבול של הפלפל בחורף. ואכן נעשתה תצפית ראשונית בעונת 2010/2011, במו״פ דרום. התוצאות שהתקבלו הראו שטיפול הורמונלי הגדיל את החנטה לעומת הביקורת. בהתאם לממצאים ראשונים אלה הוחלט להגיש תוכנית מחקר מורחבת בכדי לאמת ולשפר את התוצאות שהתקבלו. מטרת המחקר להגדיל את יבול ואיכות של זני הפלפל המסחריים, במיוחד בזנים בעלי יבול נמוך, בתקופת החורף, תוצאות אלה יכולות לתרום להגדלת הרווחיות של גידול זה באזור הנגב והערבה.

מטרת המחקר :

בשנים האחרונות הוצאות הגידול עלו והתמורה ירדה. הארכת תקופת החנטה בסוף הסתיו והחורף ע״י שימוש מושכל בהורמוני צמיחה, תתרום להגדלת יצור הפלפל בתקופת החורף באזור הנגב ליצוא ולשוק מקומי. תוצאות המחקר החיוביות יגדילו את היבולים וישפרו את רווחיות הגידול.

התרומה העתידית של בצוע המחקר : יגביר את החנטה ויגדיל את היבול בחודשים ינואר – מרץ. התוצאות יוכנסו לפרוטוקול הגידול וישמשו את כל מגדלי הפלפל באזורים השונים.

שיטות וחומרים :

בתוכנית הטיפולים הוצאנו את טיפול הציטוקנין והשתמשנו באוקסין בשם אלפטין.

שתילי הזן של פלפל – 2547 נשתלו בקרקע מקומית בתאריך 18/10/11 בצפיפות של 6 שתילים למ״ר. הצמחים גדלו בחממה מכוסה בפוליאתילן. הניסוי נערך בשלושה גמלונים של חממה בגודל דונם. כל ניסוי נעשה בגמלון נפרד ובו נכללו כל הטיפולים בניסוי. בכל גמלון הוקצו שתי ערוגות באורך 24 מטר. כל טיפול כלל 4 חזרות, גודל החלקה 1 מטר - 12 צמחים לחלקה. הטיפולים פוזרו באקראיות גמורה. בכל חלקה רוססו ברצף 12 צמחים. הריסוס התמקד על אזור הגבעול שנמצא בפריחה (תמונות 2-1). טיפולי ההורמונים ניתנו בתוספת משטח ביופילם בריכוז 0.04%. הריסוסים בוצעו בשעות הבוקר. הטיפולים החלו ב-18/12/11 ו-2 טיפולים נוספים ניתנו במרווח של 7 ימים.

תמונות 2-1 - הטיפולים ניתנו בשלב בו נראית תחילה של פקעי פריחה.

בתאריך 23/4/12 נקטפו הפירות שנוצרו עד לתאריך זה משישה צמחים בכל חלקה. המדדים שנלקחו הם : מעקב ויזואלי וצילום בכל שלבי הגידול של התפתחות הצמחים, יצירת החנטים והפירות. נמדד יבול ליחידת צמח או למ״ר ומשקל פרי ליחידת צמח.

<u>פירוט תוכנית הניסויים והטיפולים בזן 7182 של פלפל:</u>

טיפולי ניסוי 1 : השפעת ריכוזי שונים של ג׳יברלין על חנטת פלפל

1. 40 ח״מ (1 סמ״ק טיבג ל-1 ליטר)
2. 80 ח״מ (2 סמ״ק טיבג ל-1 ליטר מים)
3. בקורת

טיפולי ניסוי 2 : שיפור חנטת פלפל ע״י שילוב של חנטאון וג׳ברלין על חנטת פלפל.

1. 40 ח״מ ג׳יברלין + 1.5 סמ״ק חנטאון לליטר מים
2. 80 ח״מ ג׳יברלין + 1.5 סמ״ק חנטאון לליטר מים.
3. חנטאון – 1.5 סמ״ק לליטר מים
4. בקורת

טיפולי ניסוי 3 : שילוב של ג׳יברלין ואוקסין (אלפטין)

1. ג׳יברלין 40 ח״מ + אלפטין 1 סמ״ק/ליטר מים
2. ג׳יברלין 80 ח״מ + אלפטין 1 סמ״ק/ליטר מים
3. אלפטין 1 סמ״ק/ליטר מים
4. בקורת

תוצאות :

<u>תוצאות ויזואליות עד הקטיף</u>

במעקב אחר הטיפולים הובחן שעד 13/12/11 לא נראו נזקים ברם בתאריך 21/12/11 כבר רואים שהאלפטין גרם לפגיעה ועצירת הצימוח הצעיר ומאוחר יותר התפתחו עלים עם מופע לא נורמלי המתבטא בעלים צרים וארוכים (תמונות 4-3). הג׳יברלין עודד צימוח נורמלי ולא מוגזם כאשר בריכוז הגבוהה של 80 ח״מ הייתה התארכות רבה יותר מאשר בריכוז 40 ח״מ ומוגדר כצימוח נורמלי. החנטון לא הראה סימני פגיעה והצמחים נראים כצמחי הביקורת. יש לציין שבתאריך זה הטיפולים לא גרמו לנשירה או פגיעה של פקעים.

ב-12 למרס נראו הבדלים בין הטיפולים השונים בחלק העליון של הצמח המוצגות בתמונות :

תמונה 3 : צימוח נורמלי בצמחי הביקורת תמונה 4 : עיוותים בצימוח בטיפול באלפטין או בחנטון.

במשך החודשים ינואר ופברואר הקרים, הייתה עצירה בצמיחה והתפתחות הצמחים בכל הטיפולים מלבד הטיפולים בג׳ברלין.

בקורת :

תמונה 5 : בקורת – עצירה מוחלטת של הצימוח ונשירה של החנטים. מספר חנטים קטן והפקעים והחנטים ברובם פגועים.

טיפול בג׳יברלין :

תמונה 6 - ג׳יברלין גרם צמיחה מתמדת עם פקעים וחנטים חיוניים

בחלקת הניסוי של הג׳יברלין, בצמחי הבקורת הייתה נשירה של פקעים וחנטים, כאשר בצמחים שטופלו בג׳יברלין הייתה יצירה של פקעים חדשים (תמונה 6). טיפולי ג׳יברלין ב-2 הריכוזים גרמו לצימוח חדש והתארכות הפרקים המאפשרים יצירת קומות פרי לא צפופות וחדירת אור בניגוד לשאר הטיפולים, כולל הבקורת, שהפרקים קצרים וצפופים מאוד.

טיפול משולב של ג׳יברלין עם חנטאון :

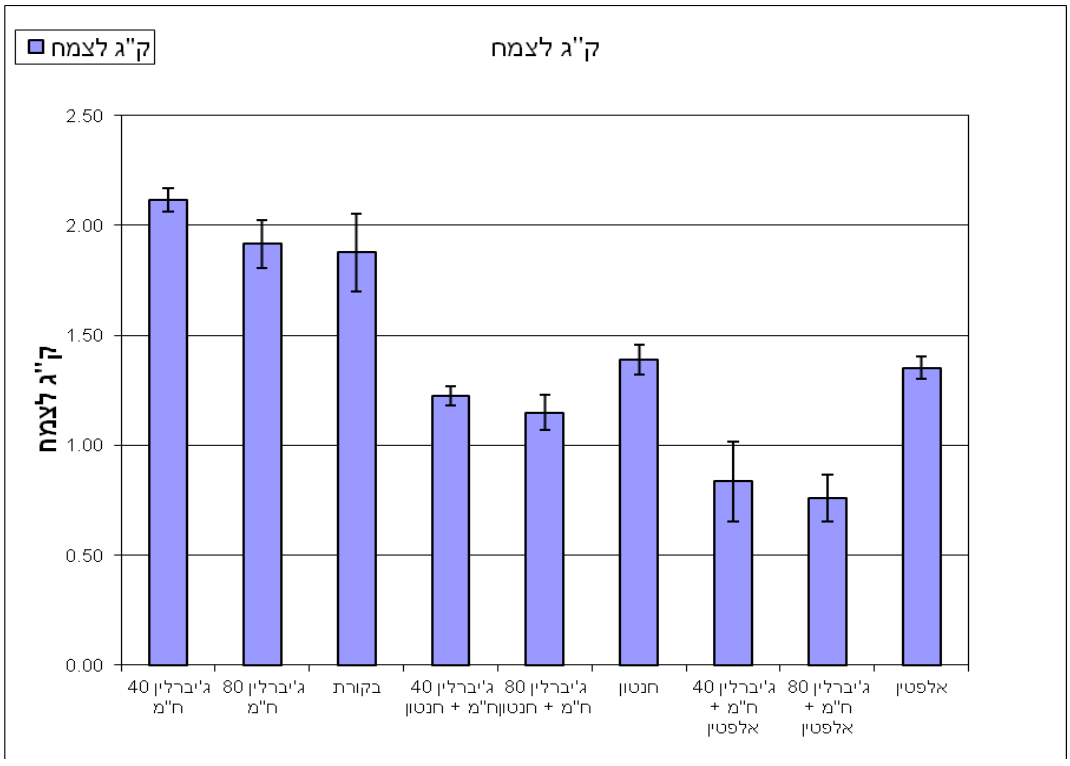
תמונה 7 – שילוב של חנטאון וג׳יברלין מיתנו את העיוותים בצמחים. יש צמיחה עם מעט פקעי פריחה.

טיפול משולב של ג׳יברלין עם אלפטין :

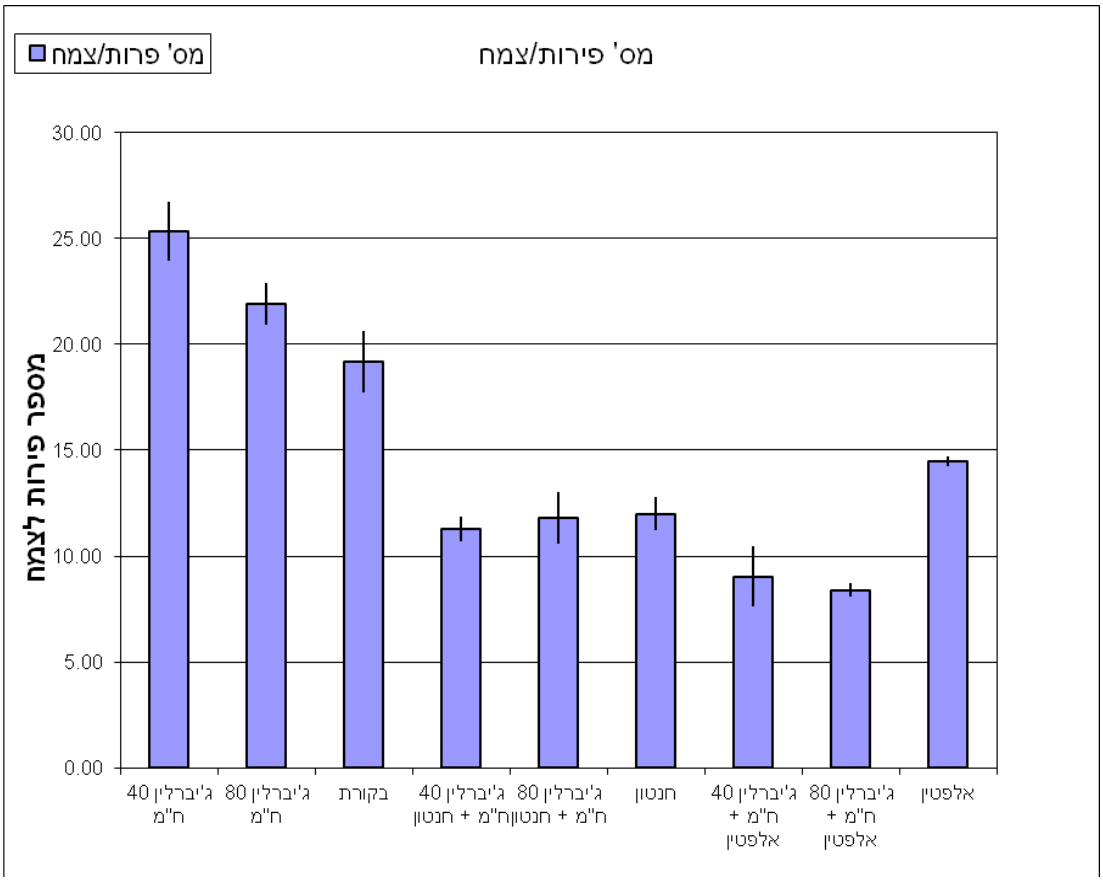
תמונה 8 : ימין - טיפול ג׳יברלין עם אלפטין שגרם צימוח חדש עם פקעי צמיחה וחנטים.

משמאל - קצה ענף של הטיפול המשולב אשר בו יש צמיחה חדשה ופקעי צמיחה

תרשים 1 : משקל פירות הפלפל לצמח בק״ג בטיפולים השונים



תרשים 2 : מספר פירות הפלפל לצמח.



הג׳יברלין בריכוז 40 ח״מ נתן את התוצאות הטובות ביותר בהשוואה לשאר הטיפולים. הדבר בא לידי ביטוי ביצירת מספר רב של פירות לצמח ובמשקל פירות לצמח בהשוואה לשאר הטיפולים, כלומר טיפול זה הגדיל את היבול והאיכות של פירות הפלפל לצמח בצורה מובהקת (תרשימים 1- 2). טיפולי הג׳יברלין והטיפולים המשולבים של אלפטין או חנטאון עם ג׳יברלין המשיכו לעודד צימוח חדש אך בטיפולים המשולבים עוצמתם הייתה קטנה יותר לעומת טיפול בג׳יברלין לבד. הטיפול בג׳יברלין בריכוז גבוה של 80 ח״מ גרם ליצירת פירות רב יותר באופן מובהק אך לא נבדל במשקל הפירות בהשוואה לביקורת. שאר הטיפולים היו ירודים ופחותים בכל המדדים בהשוואה לביקורת.

תוצאות אחרי קטיף :

תמונה 9:ג'יברלין 40 ח"מ + אלפטין

תמונה 10: אלפטין 1 גרם לליטר

תמונה 11:ג'יברלין 80 ח"מ + אלפטין

תמונה 12:ג'יברלין 40 ח"מ

תמונה 13:בקורת

תמונה 14:ג'יברלין 80 ח"מ

תמונות 9-17 צולמו יום לפני קטיף הפלפלים והן ממחישות בברור את התוצאות שהתקבלו והוצגו בתרשימים 1-2. כל הטיפולים המשולבים (ג׳יברלין + חנטאון או אלפטין) עודדו צימוח בהשוואה לחנטאון או לאלפטין בלבד ולביקורת. הצמיחה לא פסקה ונוצרו פרחים וחנטים חדשים. בתמונות 9 ו -11 רואים בברור שהג׳יברלין גרם לקבלת מספר פירות רב יותר ועדיין הצמיחה ממשיכה. האלפטין (תמונה 10) יצר יותר פירות לעומת החנטאון (תמונה 16).

מבחינת מראה הפרי לא נראו הבדלים בין הטיפולים ונראה שהטמפרטורה הנמוכה השפיעה באותה מידה בכל הטיפולים לקבלת פירות פחוסים.

דיון :

בתצפית הראשונה שנעשתה בעונה החולפת קבלנו השפעה טובה של טיפול בג׳יברלין וכן שילוב של ג׳יברלין עם אוקסין, אשר התבטא בהגדלת מספר החנטים והפירות. במחקר הנוכחי, השתילים נשתלו באוקטובר, שהוא מועד מאוחר בהשוואה למועד השתילה המומלץ שהוא סוף יולי. בניסויים שנעשו במחקר זה הטיפולים בג׳יברלין נתנו את התוצאות הטובות ביותר. האלפטין והחנטאון גרמו לעיוותים ועיכוב צימוח, אך שילוב של ג׳ברלין שיפר את התוצאות שעדיין פחותות מהביקורת. החנטאון התנהג באופן דומה לאלפטין.

בתקופת החורף יש האטה של הצמיחה ואף עצירה בהתפתחות הצמח (ראה תמונות הביקורת). טיפול בג׳יברלין על רקע טמפרטורת החורף הנמוכות גרם לעידוד צמיחה ,פריחה ויצירת חנטים חדשים, לעומת זאת הטיפולים באוקסין לא השפיעו והתנהגו כצמחי הביקורת. מאחר וראינו עיוותים של העלים והצימוח בעקבות טיפולי האוקסין הרי שהמסקנה המתבקשת היא שריכוזי האוקסין שהשתמשנו היו בריכוזים גבוהים. הג׳יברלין נתן את התוצאות הטובות ביותר מבחינת יבול ומשקל פרי לצמח (תרשימים 1-2 תמונות 9-17). סביר להניח שעצירת הצימוח בחורף בטמפרטורה נמוכה נובעת מרמת הג׳יברלין אידוגני נמוכה ו/או שהג׳יברלין קשור ואינו חופשי לפעולה. ולכן טיפולים אקסוגניים בג׳יברלין גרמו לעדוד צמיחה כתחליף לג׳יברלין האינדוגני שאינו פעיל. הטיפול בג׳יברלין גרם להמשך צמיחה למרות הטמפרטורה הנמוכה השוררת בחורף. תופעה דומה נמצאת בצמחים רבים כמו : גיפסנית, היפריקום, סולידגו, ליאטריס ועוד. הפלפל דומה לגיפסנית כי בשניהם הג׳יברלין עודד צימוח אשר בעקבותיו נוצרו הפרחים. בפלפל, הג׳יברלין מאפשר לצמח להמשיך להתפתח, ליצור פרקים ועלים נוספים, לעודד יצירת הפרחים וחנטים ללא הפסקה. ההסבר לכך יכול להיות שהג׳יברלין מעורב במקרה הזה בניצול המוטמעים בעלים הבוגרים ע״י טרנסלוקציה והכוונת המוטמעים למבלעים הנכונים בצמח לשם יצירת הפריחים, החנטים וגדילת הפרי.

אם אכן הנחה זו נכונה הרי שהתרומה של ג׳יברלין לעידוד פריסת הקטיף בחודשי החורף יכולה להיות רבה ומהפכנית.

התוצאות החיוביות שהתקבלו ממחקר זה, מחייבות הגשת תוכנית מחקר מפורטת שבה יבחנו את תרומת הג׳יברלין בשילוב עם הורמונים נוספים. כדי להבין את המתרחש בצמח בהשפעת הטיפולים, יש להרחיב את המחקר לתחום הביוכימי בו יבדקו את רמת הג׳יברלין האנדוגני במהלך גדילת הצמח בחודשי השנה.

מומלץ לאמת את ההנחה שהג׳יברלין בחורף מאפשר את ניצול המוטמעים על ידי הכוונתם לאתרי הצריכה – אברי הפרח, החנטים והפירות. כמו כן, מומלץ לחזור על המחקר במועדי השתילה המקובלים (יולי-אוגוסט).

סיכום ומסקנות

1. הג׳יברלין עודד צימוח ויצירת פרות בתקופת החורף, בו הטמפרטורות נמוכות.
2. הג׳יברלין בריכוז 40 ח״מ היה טוב יותר מ- 80 ח״מ ושניהם טובים יותר משאר הטיפולים.
3. הטיפול באלפטין מעניין וכדאי לבדקו בריכוזים נמוכים יותר עם וללא ג׳יברלין.
4. נראה שהג׳יברלין משמש כתחליף של דרישת הצמח לטמפרטורה גבוהה ע״מ להמשיך צמיחתו בטמפרטורה נמוכה של החורף
5. המשך צמיחה, פריחה ויצירת חנטים ופרי מוביל אותנו להנחה שלג׳יברלין יש תפקיד נוסף בעידוד הטרנסלוקציה של המוטמעים מעלים הבוגרים לאתרי הצריכה.
6. כללית ניתן לומר שאיכות הפירות של זן, בכל הטיפולים הייתה פחותה מזו המוכרת לנו. יתכן שהסיבה לכך נובע מהטמפרטורות ומעוצמות האור הנמוכות ששררו בחורף זה בהשוואה לחורפים אחרים.
7. לבחון טיפולים אלה במועד שתילה של יולי – אוגוסט.