

שיטות גידול של פלפלת (פפריקה) המיועדת לתבלין ולצבע

די פלביץ, א' לוי, ע' מנג'ס¹

תקציר

בשנים האחרונות הורחב בארץ גידול הפלפלת למטרת ייצור אבקת תבלין וצבע טבעי. הקף שטחי הגידול של הפלפלת בישראל עלה על 5000 דונם בשנת 1993, בתמורה כספית של כ-10 מיליוני דולרים. טיפוח זנים בעלי פוטנציאל יכול גדול ועוצמת צבע חזקה, ופיתוח שיטות גידול מתאימות תרמו להצלחת הפלפלת בישראל צמצום הקף העבודה הידנית, עקב פיתוח קטפת לאסיף ממוכן, גרם למעבר הגידול מהמשק הקטן למשק הגדול.

בניסויים נמצא כי שתילת שתילים חשופי שורש בתחילת האביב גרמה להקדמת הניבה בחודש ימים, לעומת מזרע ישיר. יכול הפירות בשדות השתולים לא נפל מזה שהניבו השדות הזרועים. הגברת צפיפות הצמחים בתוך השורה שיפרה את יעילות הקטיף המכאני. בתחום רחב של מרווחים בין הצמחים בתוך השורה לא נמצאו הבדלים מובהקים ברמת היבול. התברר כי שילוב של קוטלי עשבים ברינניים הניתנים לפני הזריעה (פארלן ודוברינול) עם אלה הניתנים לפני ההצצה (דוקטלון וראונדאפ) ולאחר התבססות הצמחים (לאסו), תורם לנקיון השטחים מעשבים רעים ולהקטנת שיעורו של העישוב הידני המשלים. עוד נמצא שאפשר להשקות כל ערוגה בשלוחת טפטוף יחידה, ללא פחיתה ביבול לעומת צמד שלוחות.

הטיפול בפרי הקטוף במהלך העיבוד התעשייתי ובאבקת התבלין באיחסון מחייב נקיטת אמצעים שונים למניעת אבדן הצבע כתוצאה מרגישותם של פירות הפלפלת לתהליכי חמצון.

מבוא

על-פי עדויות ארכיאולוגיות מדרום-אמריקה מהווה הפלפל חלק חשוב במזונו של האדם זה למעלה מ-7000 שנה. הוא נתגלה על-ידי משלחתו של קולומבוס בארצות אמריקה המרכזית והדרומית, בסוף המאה החמש-עשרה, והיום מגדלים אותו במרבית הארצות בעלות האקלים הטרופי והממוזג, בעולם החדש והישן (19). הפלפל נחשב לאחד הירקות החשובים ביותר מהבחינה התזונתית עקב תכולה גבוהה של חומרים נוגדי-רייחמין (אנטי-אוקסידנטים) כמו קרוטנואידים, ויטאמין C וויטאמין E (27). אחד ממוצרי הפלפל היא הפלפלת (הפפריקה) המופקת מפירות אדומים של זני פלפל

מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, סדרה ע', 1994, מס' 62.

1 המחלקה לגנטיקה, המכון לגידולי שדה וגן, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, בית-דגן 50250.

לאחרירפים מהמין *Capsicum annuum*. תבלין זה משמש כמקור העיקרי לצבע אדום, לשיפור הטעם והמראה של מזונות שונים. הצבע המופק מפלפלת נחשב לצבע הטבעי החשוב ביותר בתעשיית המזון. עיקר חשיבותו בתעשיית מוצרי הבשר אך הוא משמש גם במוצרי מאפה, במיצי ירקות וברוטבים (17).

אולאורזין של פלפלת מכיל, בין השאר, את הפיגמנטים של הצבע, והוא מופק מציפת הפרי של הפלפלת הלאחרירה, בשיטת המיצוי עלידי ממיסים אורגאניים כגון אצטון, הקסן, דיכלורואתן. ייצור האולאורזין של הפלפלת פותח לאחר מלחמת העולם השנייה ונהפך למסחרי בשנות ה-60. האולאורזין המסחרי נמכר בתחום רחב של עוצמות צבע, מ-12,000 עד 100,000 יחידות בינלאומיות, והתחום המקובל בסחר העולמי הוא 40,000-80,000 יחידות בינלאומיות (31). יצויין שבזנים שטופחו באחרונה בישראל נמדדו עוצמות צבע גבוהות מ-140,000 יחידות בינלאומיות (טרם פורסם). צבעם של פירות הפלפלת מקורו בפיגמנטים השייכים לקבוצת הקרוטנואידים (carotenoids). הפיגמנטים האדומים מהווים 70%-80% מכלל הפיגמנטים בפלפל האדום, בעוד שהפיגמנטים הצהובים והתורגים, ובהם הבטא-קרופן (beta-carotene), מהווים 20%-30% בלבד. הפיגמנט האדום העיקרי הוא קאפסאנתין (capsanthin) המהווה יותר ממחצית משיעור הקרוטנואידים. מבין הפיגמנטים בעלי הצבע התורג והצהוב בולט הבטא-קרופן המהווה כ-10%-12% מכלל הקרוטנואידים בפירות פלפל ירוקים או אדומים (31).

המוצרים המעובדים של פלפל אדום כוללים את הפלפלת ואת מוצרי הפלפל החרף. הם מהווים את הקבוצה החשובה ביותר מבחינת כמות התבלינים הנסחרת בשוק הבינלאומי, ותופסים את המקום השני לאחר הפלפל השחור מבחינת הערך הכספי. בשנות ה-80 הגיע הסחר העולמי בפלפלת ל-30,000-35,000 טונות (33). מאחר שהגידול בצריכה השנתית העולמית של תבלין הפלפלת נאמד כיום ב-5%-10% לשנה, מסתכמות כמויות הפלפלת ב-50,000 טונות ויותר לשנה. ארצות הגידול העיקריות של פלפלת הן ספרד, הונגריה וארצות-הברית, ובהקפים קטנים יותר מגדלים אותה גם במזרח אירופה, במרוקו ובאתיופיה. בישראל החלו בגידול פלפלת בהקפים גדולים רק בתחילת שנות ה-80. שטחי הפלפלת בישראל תפשו בשנת 1993 יותר מ-5000 דונם, ומהם הופקו כ-2000 טונות אבקת תבלין-פלפלת בחמישה מיתקנים תעשייתיים, ר-80 טונות אולאורזין הופקו בשני מפעלי המיצוי הקיימים בארץ. כמחצית ויותר מתפוקת מוצרי הפלפלת מכוונת לייצוא וערכם הכספי השנתי של כל מוצרי הפלפלת נאמד בכ-10 מיליון דולרים.

עלפי תחשיבי ההוצאות וההכנסות הכרוכות בגידול ירקות ותעשייה באזור בית-שאן מתברר שרווחיות הפלפלת היתה גבוהה מאשר בגידולי ירקות ובגידולים האחרים (8). הזן העיקרי הגדל כיום בשטחים המסחריים בארץ הוא 'להבה'. באחרונה הוחל גם בגידול הזן 'שלהבת' המתאים יותר להפקת אולאורזין עקב תכולת הצבע הגבוהה יותר בו. שני הזנים טופחו עלידי מחברי סקירה זו (3). שני זנים חדשים המצטיינים בעוצמת צבע גבוהה נבחנו כעת בשדות הפלפלת בנגב.

בעולם מושקע מספר רב של ימי עבודה בגידול פלפלת, בעיקר בפעולות שתילה, ביעור עשבים רעים, אסיף הפירות ובטיפולים הניתנים לאחר הקטיף. במטרה לצמצם את הקף העבודה הידנית פותחה שיטה לקטיף חד-פעמי של פירות הפלפלת (10, 26, 27), ובה נזרעת הפלפלת לעומד סופי, ללא דילול. אסיף הפירות מבוצע באמצעות קטפת מיוחדת לקטיף חד-פעמי (תמונה 1), שפותחה במכון להנדסה חקלאית שבמינהל המחקר החקלאי (35). טיפול בקוטל-עשבים ברירניים מקטין במידה ניכרת את מספר ימי העבודה המושקעים בפעולת העישוב. ישראל היא הארץ היחידה בעולם שבה קיים היום מערך אסיף ממוכן לחלוטין בקטיף פירות הפלפלת מטיפוס הפפריקה.

תמונה 1: קטפת לאסיף מכאני של פלפלת

Plate 1: Mechanical harvester for paprika



פרק א': זריעה ושתילה

בספרד ובהונגריה, שהן היצרניות הגדולות של פלפלת בעולם, נהוג לזרוע אותה במשתלות מכוסות ולהעביר את השתילים לשתילה בשדה בתחילת הקיץ (16, 34).

בארצות-הברית, לעומת זאת, רוב שטחי הפלפל החריר והפלפלת הלא-חרירה נזרעים ישירות בשדה (20). גם בישראל נהוגה זריעה לעומד סופי; זרעים 20-25 זרעים למטר-שורה, שלוש שורות בערוגה שרוחבה 1.92 מטרים, ובמרווחים של 50 ס"מ בין שורה לשורה. המטרה היא להגיע לעומד סופי של 15-20 צמחים למטר-שורה, שהם כ-25,000 צמחים לדונם (18). במדינת נירמקסיקו שבארצות-הברית מגדלים פלפל חריף במרווחים גדולים יותר בין השורות (90-100 ס"מ), והעומד הסופי שם מגיע ל-3000-4000 צמחים לדונם בלבד (20).

1. הקדמת הניבה בעזרת שתילה

מחקרים מעידים שזרעי פלפל אינם נובטים כראוי בטמפרטורות הנופלות מ-10 מ"צ (20). גם בטמפרטורות גבוהות יותר, עד 20 מ"צ, הנבטים מתפתחים באיטיות ונחשפים למחלת חולרנופל ולמזיקים. מכאן שעלידי זריעה בשדה בטמפרטורות קרקע נמוכה איראפשר להקדים את האסיף. לעומת זאת, עלידי שתילה תחת מעטה פלאסטיק אפשר להקדים את מועד הקטיף. לשתילה כמה יתרונות על הזריעה, כגון: הבטחת חלוקת צמחים אחידה בתוך השורה, חיסכון במחיר הזרעים, הדברת עשבים רעים נוחה יותר, אין הכרח בעבודת דילול, מספר העיבודים מועט יותר, ומנת המים קטנה יותר (20). לעומת זאת, ההוצאות השוטפות גדולות יותר בשתילה מאשר בזריעה בשדה עקב עלויות הנובעות ממחיר השתילים ומביצוע השתילה. ואולם עקב הארכת משך הקטיף ועיבוד התוצרת, קטנות ההוצאות הקבועות הכרוכות בהפעלת ציוד הקטיף וציוד העיבוד במפעל.

בנירמקסיקו שבארצות-הברית נערכו במהלך חודש מארס ניסויי שדה בזריעת פלפל חריף מתחת למנהרות פלאסטיק, והושגה הקדמה בולטת במועד האסיף לעומת זריעה בשדה. ואולם לשיטה זו יש שני חסרונות: (1) עלות הפלאסטיק הדרוש לכיסוי כל השטח השתול; (2) התפתחות מואצת של עשבי בר מתחת לפלאסטיק השקוף. עוד נמצא שהעשבים מתחרים בשתילי הפלפל וגורמים פחיתה ביבול (25).

בארץ נוסתה הגישה של זריעת הפלפל בצפיפות רבה מתחת למעטה פלאסטיק במשתלה, בסוף חודש ינואר. השתילים חשופי השורש הועברו לשדה בסוף מארס עד תחילת אפריל לאחר שפיתחו 6-8 עלים. בשיטה זו הוקדם הקטיף הממוכן לסוף אוגוסט עד תחילת ספטמבר (טבלה 1), לעומת תחילת אסיף בסוף ספטמבר בחלקות הזרועות בשדה. בשתילה המוקדמת התקבלו יבולים דומים לאלה שהתקבלו בזריעה בשדה. בשתילת שתילי-גוש התקבלה הקדמה נוספת של 10-14 יום לעומת שתילים חשופי שורש, אך היבול היה מועט יותר. חסרון נוסף של שתילי-הגוש היה השתרשותם השטחית, עובדה שגרמה לעקירתם בעת הפעלת הקטפת (תוצאות שטרם פורסמו). ועוד: עלותם של שתילי-הגוש גדולה מזו של שתילים חשופי-שורש. לעומת זאת, יתרונם של שתילי-הגוש הוא התאמתם הטובה יותר לשתילה מכאנית.

טבלה 1: השפעת שתילת שתילים חשופי-שורש על הקדמת הניבה של זן הפלפלת 'שלחבת'.
(קיבוץ להב, 1992; מועד השתילה: 14/4/92)

Table 1: Effect of transplanting bare-rooted seedlings on earliness of paprika cv. 'Shalevet'. (Lahav, 1992, Transplanting date: 14.IV.92)

אסיף מאוחר Late harvest (7/9/92)	אסיף מוקדם Early harvest (26/8/92)	תכונות הפרי Fruit characteristics
75	73	פרי אדום (%) Red fruit (%)
16.8	15.2	מספר פירות אדומים לצמח Number of red fruits/plant
42.0*	21.8	חומר יבש (%) Dry matter (%)
204	189.0	עוצמת הצבע (יחידות ASTA) Color intensity (ASTA)
562	571	יבול פרי אדום יבש (גר/מ"ר) Yield of dry red fruit (g/m ²)

* הבדל מובהק מהבחינה הסטטיסטית, ברמה של $P=0.05$.

* Difference statistically significant at the $P=0.05$ level.

2. עומד הצמחים

לצפיפות הצמחים יש השפעה על מבנה הצמח ומכאן - על מידת התאמתו לקטיון ממוכן. בניסויים שנערכו בבית-דגן ובקיבוץ בארי שבנגב נמצא שבזן 'שני', הגדלת צפיפות הצמחים בתוך השורה עד ל-16 צמחים למטר-שורה הקטינה את מספר ההסתעפויות מתחת למסעף הראשי (4). העדר הסתעפויות נושאות-פרי מתחת למסעף המרכזי הגדיל את יעילות פעולת הקטפת והקטין את ההוצאות הכרוכות בליקוט ידני של הפירות שנותרו על הקרקע או על הענפים הצדדיים הנמוכים. צפיפות הצמחים המרבית בשורה לא הפחיתה את היבול בבית-דגן, אך בניסוי בקיבוץ בארי, רק כאשר הוששו שני העומדים הקיצוניים, 4.4 ו-15.8 צמחים למטר-שורה, נצפתה פחיתה מובהקת ביבול (4).

בניסוי שנערך בזן 'להבה' במבוא-חמה שבדרום רמת הגולן נצפתה פחיתה ביבול כתוצאה מהקטנת עומד הצמחים ל-3,000 צמחים לדונאם, לעומת עומדים של 6,000 או 12,000 צמחים לדונאם. הכפלת עומד הצמחים מ-6,000 ל-12,000 לדונאם לא הגדילה את היבול. בניסוי זה נתקבל בזריעה של שלוש שורות לערוגה יבול רב מזה שהושג בזריעת צמד שורות (6). בניסוי שנערך בקיבוץ להב שבנגב בזריעה בשדה נבדקו שישה מרווחים בין הצמחים, בתוך השורה, מ-5 עד 30 צמחים למטר-שורה

(7). תוצאות הניסוי העלו שרק בצמחים שגדלו בעומד הדליל התפתח מספר רב יותר של ענפים צדדיים שנשא פירות מתחת למסעף המרכזי של הצמח, אולם ההתפתחות הווגטטיבית של הצמחים בעומד הדליל היתה מהירה יותר ומספרם של הפרחים והפירות היה גדול יותר מאשר בעומד הצפוף. בששת המרווחים שנבדקו לא נמצאו הבדלים מובהקים מהבחינה הסטטיסטית ביבול הפירות האדומים.

תוצאות הניסויים מעידות שהמרווח בין הצמחים בתוך השורה, בתחום שבין חמישה ל-30 צמחים, השפיע על המורפולוגיה של הצמחים אך לא על היבול (7). התברר שכומר הוויסות הרב של צמח הפלפל בהתפתחותו הווגטטיבית והפרודוקטיבית הוא הגורם לכך שעומד הצמחים בשורה אינו משפיע על היבול (4), (6, 7). בצפיפות הגדולה בין הצמחים היה מספר הפירות לצמח קטן יותר, אך מספרם הגדול יותר של הצמחים קיזז פחיתה זו. מניסויי העומד הנ"ל אפשר להסיק שבמקרים של הצצה מוגברת של נבטים אין הכרח בדילול הצמחים בשורה. בעומד דליל של עד חמישה צמחים למטר-שורה, המחולקים פחות או יותר באופן אחיד, היבול הצפוי אינו נופל מהיבול בצפיפות הצמחים הגדולה יותר. בעומד צמחים צפוף נוטים הצמחים פחות לרבוץ עקב מספר קטן יותר של פירות לצמח וגם עקב התמיכה ההדדית בין הצמחים הצפופים. מכאן שבקטיף ממוכן יש להעדיף עומד צפוף בתוך השורה, ולעומת זאת בקטיף ידני יש להעדיף צפיפות קטנה יותר, מאחר שבעומד דליל מספר הפירות לצמח גדול יותר, דבר התורם ליעילות הקטיף הידני (7).

בניסוי שתילה בשדה נמצא כי לעומד הצמחים בתוך השורה היתה השפעה בולטת על תכונות הצמח וגם על היבול (טבלה 2). תוצאות הניסוי מעידות שכאשר נשתלו פחות מ-10 צמחים בתוך השורה נצפתה פחיתה מובהקת ביבול בשני אזורים. מספר כלל הפירות ומספר הפירות האדומים היו גדולים בעומד הדליל (4.9 צמחים למטר שורה) לעומת שאר העומדים. בעומד זה היו הצמחים נמוכים וגם שיעור החומר היבש היה נמוך לעומת שאר הטיפולים.

פרק ב': הדברת עשבים

שיבוש השדה בעשביית בר מהווה מטרד בזמן הגידול ובעת האסיף המכאני וגורם נזק ליבול. ההדברה הידנית של עשבים רעים היא יקרה עקב הצורך בכוח-אדם רב ועל כן חיונית הדברה כימית להבטחת רווחיות הגידול. שילוב בין חומרי הדברה ברירניים הניתנים לפני הזריעה, לפני ההצצה ואחריה נותן פתרון טוב להדברת עשבים בשטחי גידול הפלפלת. החומרים המקובלים הם פרלאן או דוברינול בטיפול שלפני הזריעה, דוקטלון או ראונדאפ בטיפול שלפני ההצצה ולאסו לאחר ההצצה, בשלב ההתפתחות של 6-8 עלים (1).

בניסוי שנערך בפלפלת שנזרעה במישרין בשדה נמצא שטיפול בפרלאן שניתן לפני הזריעה, או טיפול בלאסו שניתן לפני ההצצה, או שילוב ביניהם, שלושתם מנעו

טבלה 2: השפעת ארבעה עומדי שתילה על רכיבי היבול ותכונות הפרי של זן הפלפלת

'שלהבת' (קיבוץ להב, 1993)

Table 2: Effect of plant population on plant characters and the yield of Cv. 'Shalevet' (Lahav, 1993)

יבול פרי אדום יבש (גר/מ"ר) Yield of red dry fruit (g/m ²)	צבע הפרי (ASTA) Color (ASTA)	חומר יבש (%) Dry matter (%)	משקל פרי אדום יבש (גר) Red dry fruit weight (g)	מספר הפירות לצמח Number of fruits per plant		גובה הצמחים (ס"מ) Plant height (cm)	מספר הצמחים למטר-שורה Number of plants per meter-row
				כלל הפירות Total fruits	פירות אדומים Red fruits		
434 ב	207 א	28.3 ב	4.9 ב	21.7 א	18.6 א	54.3 ב	4.9 ד
464 ב	215 א	31.2 א	6.0 אב	16.7 ב	14.3 ב	57.8 א	7.4 ב
541 א	229 א	33.4 א	5.8 ב	16.6 ב	12.7 בג	59.3 א	10.1 ב
554 א	216 א	34.2 א	7.2 א	11.5 ג	14.1 ב	58.2 א	11.9 א

הערה: ממוצעים המסומנים באותיות זהות אינם נבדלים ביניהם מהבחינה הסטטיסטית, ברמת הסתברות של 5%, לפי מבחן התחום של דנקן.

Comment: Numbers marked with the same letters are not significantly different (P=0.05) according to Duncan's New Multiple Range Test.

הצצת צמחי ירבוז. צמחי סולנום שחור (ענבר-שועל) הודברו עלידי שילוב של לאסו וגול. צמחי דורת ארס-צובא (קוסב) הודברו בפרלאן, בלאסו ובגול. לא נצפו נזקים בצמחי הפלפל ולא נצפתה פחיתה ביבול עקב השימוש בקוטלרעשבים אלה (1). בניסוי בפלפלת שתולה שנערך במשק להב נמצא שטריפלורן שהוחדר לקרקע בתיחוח מנע את הצצת הירבוז והפחית את מספרם של מיני העשבים האחרים. הוספת גול וצלנגי לטריפלורן הגדילה את נקיון השדה מעשבים. לעומת זאת הפרלאן, שהוא החומר המועדף בפלפלת הזרועה בשדה, לא הדביר ביעילות את מיני הירבוז ואת עוקץ העקרב. צלנגי בריכוז גבוה הדביר ביעילות את כל סוגי העשבים הרעים, וכאשר הוא ניתן בריכוז נמוך יותר בשילוב עם גול הוא הדביר ביעילות את העשביה. גם בניסוי זה לא נצפו נזקים לצמחי הפלפל והיבול לא נפגע (1).

פרק ג': השקיה וזישון

1. השקיה

בתנאי אספקת מים נאותים, כ-80% מכלל המים שצורכים צמחי הפלפל מקורם בשכבת הקרקע שעומקה 30-50 ס"מ, למרות שהשורשים עשויים להגיע גם לעומק

של עד 1.2 מטר. בתנאי יובש בשכבת הקרקע העליונה מסוגלים הצמחים לקלוט מים גם מעומק של 1 מטר (23). בדיקת פוטנציאל המים בעלים הצביעה על עקת מים בטיפול השקיה שבהם ניתנה כמות מים מצומצמת (9, 23).

בעבר הושקו שדות הפלפלת המסחריים בישראל בשיטת ההמטרה, אך באחרונה מעדיפים החקלאים את שיטת הטפטוף לאחר שניסויים הצביעו על חיסכון במים ויבולים גדולים יותר בשיטה זו (10, 11, 12). למעשה מקובל היום לשלב בין שתי שיטות ההשקיה - בהמטרה בשלב ההנבטה ובשלב התבססות הצמחים, והחל משלב הפריחה ועד לסיום ההשקיה מועדפת שיטת ההשקיה בטפטוף. בניסויים שנערכו בנגב נמצא שהמועד המיטבי להתחלת ההשקיה בטפטוף הוא שלב הפריחה. הקדמת ההשקיה הראשונה לשלב שבו מופיעים הניצנים לפני פתיחת הפרחים לא הגדילה את היבול. דחיית מועד ההשקיה הראשונה בטפטוף לשלב שבו החלה כבר חנטת פירות גרמה פחיתה מובהקת ביבול (טרם פורסם).

בניסוי השקיה שנערך בקיבוץ בית-קמה שבנגב נמצא שהפחתת כמויות המים ב-50% בשלב הראשון של ההשקיה בטפטוף לא גרמה פחיתה ביבול או שינוי בשיעור החומר היבש, אך נתקבל חיסכון של כ-20% בכמות המים. מתן כמות מים מופחתת לאורך כל תקופת ההשקיה גרמה פחיתה מובהקת ביבול (507 ק"ג/ד' לעומת 790 ק"ג/ד' בהשקיה רגילה). ראוי לציין שבחלקות שהושקו ברציפות, בלא הפחתת כמות המים, נגרמה רביצה רבה של הצמחים, עובדה המקשה על ביצוע הקטיף הממוכן (9).

עיתוי מועד ההשקיה הסופית לקראת ייבוש הפירות על גבי הצמח השפיע אף הוא על פוטנציאל היבול. הפסקת ההשקיה בטרם הפכו כשלושה רבעים מהפירות את צבעם לאדום גרמה פחיתה ביבול. הפסקת ההשקיה לאחר שלב התפתחות זה גרמה להגדלת היבול אך גם חלקם של הפירות הירוקים היה גדול, עובדה שהכבידה על הספקי השינוע והמיון של חומר הגלם במפעל.

בהשקיה בשלוחת טפטוף יחידה על גבי ערוגה התקבל יבול זהה ליבול שהושג בהשקיה בצמד-שלוחות (טרם פורסם). לממצא זה יש חשיבות כלכלית מאחר שהשימוש בשלוחה יחידה מפחית בכמחצית את עלות הרכישה של מערכת הטפטוף.

2. דישון

בנירמקסיקו, אזור שבו נזרעים רוב שטחי הפלפל החרף בארצות-הברית, נהוג לדשן בחנקן ובזרחן רק לאחר בדיקות קרקע המעידות על כמותם של יסודות אלה בקרקע (18). נוהל דומה קיים גם בארץ. בניסויים שנערכו בזני פלפל חרף שגודל בנירמקסיקו לא נמצאה השפעה של דישון בזרחן על היבול של פרי ירוק או אדום (23). בהודו נמצא שהדבקת הפלפל במיקוריזה (*Gigaspora margarita*), המסייעת לצמח לקלוט זרחן, חסכה כ-50%-75% מכמות הדשן הזרחני. ההדבקה במיקוריזה אף שיפרה את התפתחות הצמח והגדילה את היבול בתנאי שדה (35).

בניסוי שנערך בקליפורניה בפלפל חריף מסוג אנהיים התקבל יכול מרבי של פירות וזרעים במשטר דישון שבו סופקו 24 ק"ג/ד' חנקן נקי (30). יש לציין שברוב שדות הפלפלת בישראל ניתנת מנת דשן חנקני ברמה של כ-20 ק"ג לדונם. מנות דשן חנקני גדולות יותר עלולות לגרום לרביצת הצמחים עקב התפתחות וגטאטיבית יתרה של הצמחים.

פרק ד': מחלות ומזיקים

כמה מחלות תוקפות את צמחי הפלפל בשלבי התפתחותם השונים (14). בשלב הנבטים קיימת סכנה של נגיעות במחלות חולינופל. העיקרית שבהן היא הריזוקטוניה (*Rhizoctonia solani*) התוקפת גם מיני סולניים אחרים ומינים רבים אחרים השייכים למשפחות שונות. עיקר נזקה בשלב הנבטים, אך היא יכולה לפגוע לעתים גם בצמחים מבוגרים. סימניה הם נבילת הצמחים הפגועים בפיזור רחב בשדה עם סימני ריקבון בשורשים (32). מחלת הקמחונית (*Oidiopsis taurica*), המכונה גם *Leveillula mildew*, פוגעת בפלפל בתחילת שלב הזדקנות הצמחים. מחלת הקמחונית גורמת כתמים צהבהבים בצידו העליון של העלה, ואילו בצידו התחתון, מתחת לכתמים אלה, משחימה הרקמה הנגועה ועליה מתפתח התפטיר והנבגים הלבנים של הפטריה, עד שהעלים הנגועים מצהיבים כליל ונושרים (32). אמנם אותר חומר גנטי מגוון המשמש כמקור עמידות למחלה זו (15), אך אין עדיין תוכנית השבחה שמטרתה להכניס עמידות זו לטיפוסי הפלפלת.

שתי מחלות פיזיולוגיות פוגעות בצמחי הפלפל: האחת היא מחלת שחור-הפיטם (blossom end rot), שתחילתה בכתמים חומים המופיעים באזור הפיטם והמשכה בכתמים שחורים עקב חדירת גורמי-משנה פטרייתיים או חיידקיים. הפירות שנפגעו נושרים בדרך כלל, אך גם אלה שנותרו על השיחים פסולים לעיבוד תעשייתי מאחר שהם מורידים את רמת איכות המוצר. לא ברורה הסיבה למחלה זו, אך משערים שסיבתה השקיה לא-סדירה, בעיקר עקב תקופות יובש ארוכות ו/או מחסור בסידן. בין זני הפלפלת נמצאו הבדלים במידת הפגיעה בשחור-הפיטם. לדוגמה, הזן 'שני' נמצא רגיש מאוד למחלה זו, בעוד שהזנים 'להבה' ו'שלהבת' גילו עמידות בפניה בשדה (5). המחלה הפיזיולוגית השנייה היא תופעת מכת-השמש הנגרמת כתוצאה מחשיפה פתאומית של הפירות הירוקים לקרינת השמש. לאחר צריבת הפירות הם נתקפים בגורמי-משנה הגורמים לריקבון ולפסילת הפירות לעיבוד תוצרי פלפלת. שתי המחלות פוגעות ביבול אך השפעתן שלילית, כאמור, גם על איכות המוצר הסופי עקב זיהומו ופגיעה באיכותו.

בארץ נפוצות בפלפל שלוש המחלות הנגיפיות האלה: נגיף Y של תפוח-אדמה, נגיף מוזאיקת המלפפון (CMV) ונגיף מוזאיקת הטבק. ההדבקה בשני הנגיפים הראשונים, בכל אחד בנפרד או בשניהם יחד, גורמת לתופעות מוזאיקה ולנינוס הצמחים. פגיעתם

קשה במיוחד כאשר הצמחים נדבקים בנגיף בהיותם בגיל צעיר. אם הצמח נדבק בהיותו בשלב הפריחה או לאחריה, ההשפעה על היבול קטנה (2). צמחי הפלפלת רגישים אף הם למחלות אלה, אולם רק במקרים בודדים חלה הדבקה ונגרם נזק ליבול, דהיינו - כאשר הם היו בשכנות לחלקות של צמחי בר או צמחי תרבות ששימשו פונדקאים לנגיפים אלה. בזנים 'להבה' ו'שלהבת' נמצאה עמידות-שדה בפני מחלות נגיפיות, ואילו בפלפלת שתולה שהותקפה בשלב גידול מוקדם נגרמו נזקים חמורים ממחלות אלה. (תצפית במשק אורים שנערכה בשנת 1992).

המזיקים הפוגעים בפלפלת הם מזיקים פוליפאגיים התוקפים את גידולי הקיץ, כגון: פרודניה, מינים של פרפרי לילה, כנימות עלה, תריפסים, בעיקר תריפס קליפורני, ועכברים.

פרק ה': טיפול בפרי לאחר הקטיף

פירות הפלפלת מאבדים במהירות את צבעם בעת האחסון עקב פירוק מהיר של הפיגמנטים האדומים. טמפרטורה גבוהה, חשיפה לאור ולחמצן וייבוש יתר של הפרי גורמים הרס מהיר של הפיגמנטים האדומים. בניסויים נמצאו גורמים שמעכבים את אובדן הצבע בפלפלת. אחד מהם הוא רמת הרטיבות בפירות או באבקה: פרי יבש או אבקה יבשה לחלוטין נוטים לאבד במהירות את הצבע האדום, לעומת פרי או אבקה-פרי טחונה שבהם נשמרת רמת רטיבות של 10%-20% ורמת צבע גבוהה (31). בניסוי שנערך בארץ (במינהל המחקר החקלאי, בשנת 1977) נצפתה פחיתה מהירה בעוצמת הצבע של אבקה פלפלת כאשר תכולת הרטיבות בה היתה 1%, לעומת פחיתה מתונה בצבע אבקה שבה הגיע שיעור הרטיבות ל-14% (24). כמו כן נמצא שרמת טוקופרול (ויטאמין E) גבוהה בפרי שומרת על יציבות הצבע (24). על מנת למנוע ירידה בעוצמת הצבע מקובל להוסיף חומרים מונעי-חמצון, כגון שמן כותנה או שמן סויה (22), ו/או מונעי חמצון סינתטיים כמו butylated hydroxytoluene (BHT) או butylated hydroxyanisole (BHA).

נמצא שיציבות הצבע היא תכונה גנטית וניצפו הבדלים בולטים בין הזנים מבחינת מהירות הרס הצבע בעת האחסון (22). על כן יש לכלול תכונה חשובה זו בתוכניות הטיפוח של זנים חדשים (3).

רשימת הספרות

1. בוקסבאום, ה', בלומנפלד, ט', קליפלד, י', גולדווסר, ג', הרצלינגר, ג', גולן, ש', חילף, ט', דוידוב, י', באומקלר, פ' (1993) הדברת עשבים בירקות, דו"ח מניסויי שדה בשנת 1993. "גן שדה ומשק", 12: 63-70.

2. לובנשטיין, ג' (1993) וירולוגיה של צמחים, עקרונות ויישום. הוצאת המחלקה לפירסומים מדעיים, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, בית-דגן (234 עמודים).
3. לוי, א', פלביץ, ד', מנגיס, ע' (1994) השבחת פפריקה לתבלין ולהפקת הצבע. "מחקר חקלאי בישראל", ז' (2):
4. לוי, א', פלביץ, ד', מנגיס, ע', אדמתי, ע', שיפריס, ח', ברזילי, מ' (1983) זן וצפיפות מתאימים לגידול פפריקה לאיסוף ממוכן. "השדה", ס"ג: 1628-1626.
5. לוי, א', פלביץ, ד', מנגיס, ע', אלוני, א', ברזילי, מ' (1985) "שני משופר" - זן פפריקה חדש לקטיפה חד-פעמית ממוכנת. "השדה", ס"ה: 925-922.
6. לוצנסקי, א', גרף, ש' (1992) ניסוי עומדים בפפריקה. גן שדה ומשק", 12: 80-79.
7. מילר, א' (1993) בדיקת ההשפעה של עומד הצמחים על גידול פפריקה מהזן להבה. עבודת-גמר, מוסד חינוכי מבואות הנגב, שובל (45 עמודים).
8. משיח, נ' (1991) תחשיבי גידול פפריקה. "תיאום" י.פ. יועצים בע"מ, תל-אביב, והוועדה החקלאית, המועצה האזורית "בקעת בית-שאן". דו"ח מס' 111-17 (16 עמודים).
9. עוזיאל, א' (1991) השפעת עקה של מים על יבול ואיכות פפריקה לתעשייה. עבודת-גמר, מוסד חינוכי מבואות הנגב, שובל (33 עמודים).
10. פלביץ, ד', מנגיס, ע', הראל, ס', קנר, י', ברגרא, א' (1975) קטיפת חד פעמי של פירות פפריקה המיועדים לעיבוד תעשייתי. "השדה", נ"ה: 1475-1472.
11. פלביץ, ד', גרה, ג', מנגיס, ע', קלמר, ד', גלילי, י' (1979) בחינה הקדמית של נוהג השקית פפריקה. "השדה", נ"ט: 1604-1601.
12. פלביץ, ד', גרה, ג', שקד, מ', לוי, א', מנגיס, ע', בריהודה, מ' (1980) ניסויים בהשקיית פפריקה. "השדה", ס': 1540-1535.
13. פלביץ, ד', מנגיס, ע', גרה, ג', ברזילי, מ' (1981) גידול פפריקה בכמויות מים קטנות. "השדה", ס"א: 1132-1130.
14. פלטי, י', חורין, מ', ניצני, פ"א (1962) מחלות הירקות. הוצאת "השדה", תל-אביב (257 עמודים).
15. שיפריס, ח' (1993) השבחת פלפל. הוצאת הקיבוץ המאוחד (96 עמודים).
16. Andrews, J. (1984) Peppers. The Domestic Capsicums. University of Texas Press, TX.
17. Anon. (1980) Food colors. *Food Technol.* 34: 77-84.
18. Biacs, P.A., Czinkotai, B. and Hoschke, A. (1992) Factors affecting stability of colored substances in paprika powders. *J. Agric. Food Chem.* 40: 363-367.
19. Bosland, P.W. (1992) Chillies. A diverse crop. *HortTechnology* 2: 7-10.

20. Bosland, P.W., Bailey, A.L. and Cotter, D.J. (1991) Growing chillies in New Mexico. Guide H-230, Cooperative Extension Service, New Mexico State University. Las Cruces, NM.
21. Cotter, D.J. (1983) Effects of applied phosphorus on seedling growth and yields of tomatoes and chilli. Research Report 515, Agricultural Experiment Station, New Mexico State University. Las Cruces, NM.
22. Govindarajan, V.S. (1985) Capsicum production, technology, chemistry and quality. Part I: History, botany, cultivation, and primary processing. *CRC Critical Rev. Food Sci. and Nutr.* 22: 109-176.
23. Hulugalle, N.R. and Willat, S.T. (1987) Patterns of water uptake and root distribution of chilli peppers grown in soil columns. *Can. J. Plant Sci.* 67: 531-535.
24. Kanner, J., Harel, S., Palevitch, D. and Ben-Gera, I. (1977) Color retention in sweet red paprika (*Capsicum annuum* L.) powder as affected by moisture content and ripening stage. *J. Food Technol.* 12: 59-64.
25. Montes, F. and Cotter, D.J. (1984) Transplanting and plastic cover effects on chilli growth and yield. Research Report 534, Agricultural Experiment Station, New Mexico State University. Las Cruces, NM.
26. Palevitch, D. (1978) Cultural practices and cultivars for once-over harvested sweet paprika. *Acta Hortic.* 73: 255-262.
27. Palevitch, D. and Craker, L.E. (1993) Nutritional and medical importance of red peppers. *The Herb Spice Med. Plant Digest* 11(3): 1-4.
28. Palevitch, D., Harel, S., Kanner, J. and Ben-Gera, I. (1975) The effects of pre-harvest dehydration on the composition of onceover harvested sweet paprika. *Sci. Hortic.* 3: 143-148.
29. Palevitch, D. and Levy, A. (1984) Horticultural aspects of mechanized sweet pepper harvesting. in: *Int'l Conf. on Harvest Mechanization of Fruit, Nut and Vegetable Harvesting Mechanization*, ASAE Pub. No. 584. ASAE, St. Joseph, MI. pp. 397-401.
30. Payero, J.O. and Bhango, M.S. (1990) Nitrogen fertilizer management practices to enhance seed production by 'Anaheim Chilli' peppers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 245-251.
31. Pursglove, L.W., Brown, E.G., Green, C.L. and Robbins, S.R.J. (1981) *Spices*. Volume I. Longman, London, UK. pp. 331-439.
32. Shanon, E. (1989) Chilli Disease Control. Guide H-219, Cooperative Extension Service, New Mexico State University. Las Cruces, NM.
33. Smith, A. (1982) *Selected Markets for Chillies and Paprika*. Tropical Products Institute, London, UK.
34. Somos, A. (1984) *The Paprika*. Akademiai Kiao, Budapest, Hungary.

35. Sri Hari Babu, R., Kokeshwar, D., Rao, N.S. and Bhaskar Rao, B.R. (1988) The response of chilli (*Capsicum annuum* L.) Plants to early inoculation with mycorrhizal fungi at different levels of phosphorus. *J. Hortic. Sci.* 63: 315-320.
36. Wolf, I. and Alper, Y. (1984) Mechanization of paprika harvest. *in: Int'l Conf. on Mechanization of Fruit, Nut and Vegetable Harvesting*, ASAE Pub. No. 585. ASAE, St. Joseph, MI. pp. 265-275.