

השפעת תנועת אוויר (סחרור) בבתי צמיחה על יבול הפלפל

יצחק אסקירה - רכז פעילות בתי צמיחה, מועצת הצמחים
רבקה אופנבך, יורם צביאלי, אמנון נבון - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית
אביתר איתאל - לה"ד נגב, שה"מ משרד החקלאות

תקציר

בבתי צמיחה המכוסים פלסטיק ובבתי רשת המכוסים ברשתות חרקים תנועת האוויר מוגבלת וקצב החלפות האוויר בין המבנה לסביבה מוגבל, דבר הגורם לאי אחידות האקלים במבנה ולפחיתה בפוטנציאל היבול הכללי והכלכלי של הגידול. בעבודות שונות שנעשו בירקות (עגבניות) ובפרחים (ורדים) נמצא שתנועת אוויר בטווח מהירויות של 0.2-0.7 נתנה את התוצאות החקלאיות הטובות ביותר. בניסוי שנעשה בין השנים 2005-2007 במושב עין יהב בערבה נבחנה השפעת מסחררים על יבול פלפל בחממה מסחרית (משק אמנון נבון) מכוסה פוליאתיילן (ורשתות חרקים במעטפת). בשנת הניסוי הראשונה (2005/6) התקבלה תוספת יבול של 5.5 ק"ג למ"ר בטווח מהירות רוח שבין 0.75 ל-1.75 מ/שנייה. בשנת הניסוי השנייה (2006/7) לא התקבלו הבדלי יבול מובהקים בין החלקות המסוחררות לחלקות הביקורת.

מבוא

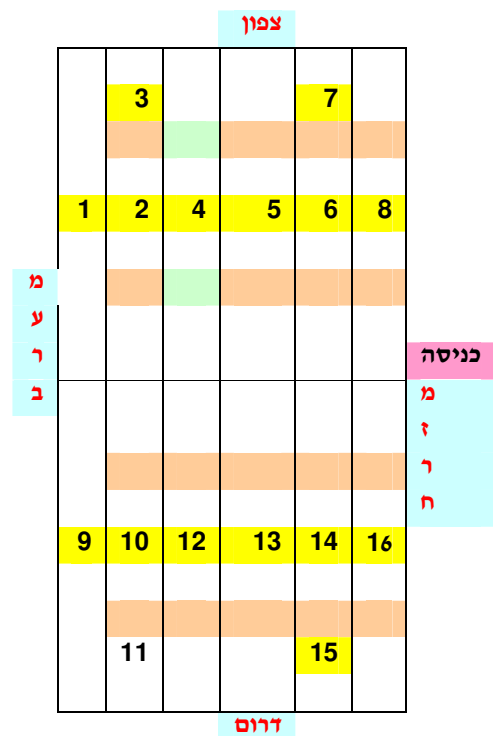
בבתי צמיחה המכוסים ברשתות, יריעות פלסטיק או שילוב שלהם, ואינם מאובזרים באמצעים טכנולוגיים כגון מאווררים, תנועת האוויר מוגבלת מאוד וקרובה לאפס (Baillie 2002). העדר תנועת אוויר בחממה גורם לבעיות לחות בתוך הנוף הצמחי ובעקבותיו מחלות נוף, גרעון בדו תחמוצת הפחמן הגורם לפחיתה יבול ופגיעה באיכות הפרי. בערבה כ – 3,500 דונם בתי פלסטיק ו-כ-12,000 דונם בתי רשת לגידול פלפל מהם מיוצאים למעלה מ-60 אלף טון, בעיקר לשוקי אירופה, בערך כספי כולל של למעלה מ 90 מליון דולר. "סגירת" בתי הצמיחה נעשית על מנת להגן על הצמחים מפני חדירת מזיקים (הגנה מכאנית) ובעשור האחרון על מנת לעמוד בדרישות רשויות הגנת הצומח בכל הקשור למניעת מזיקי הסגר ביצוא לארצות הברית. סגירת בתי הצמיחה גורמת לפגיעה בתחלופת האוויר בין המבנה הסגור לסביבה ועקב כך עליה בלחות היחסית, בטמפרטורות ויצירת חוסר אחידות אקלימית וגידולית בתוך בית הצמיחה. מטרה חשובה בניהול תקין של האקלים בחממה היא לשמור על אחידות התנאים במרחב בית הצמיחה על מנת לגדל גידול אחיד ומיצוי הפוטנציאל הכלכלי (Fernandez & Bailey 1992). בקרב חוקרים רבים קיימת תמימות דעים לגבי חשיבות הטמפרטורה בבית הצמיחה (Challa & Brouwer 1985). ע"פ Roy et al. (2002) קיימת חוסר אחידות בלחות, טמפרטורה ופד"ח בתוך בית הצמיחה. טייטל וחובי (2002) מצאו קשר בין ספיקת האוויר בחממה ובמהירות האוויר על פני העלווה לבין היכולת של הצמח לצנן את עצמו. גם מודל של Dayan (2001) מצביע על האפשרות לאופטימיזציה של קירור הצמח בתלות בספיקת האוויר דרך החממה, בהפרשי הלחות הסגולית בין פנים לחוץ ובתלות במהירות האוויר ע"פ העלווה. אלוני וחובי (2001) טוענים שקיימת השפעה על איכות הפרי והפרח עקב שינויי טמפרטורה עם הזמן, ככל הנראה עקב החלשת הקוטיקולה של פרי הפלפל והופכים אותה רגישה לסידוק. חוסר אוורור והחלפת אוויר נאותה גורמת לתחלואה גבוהה במחלת העובש האפור (הבוטריטיס) הגורמת לנזקים רבים למגדלי הפלפל (אלעד, 1998), בעיקר בבתי צמיחה בהן פתחי הצד מוגנים ברשתות של 50 מאש או בבתי רשת המכוסים ברשתות של 50 מאש. מדידות אקראיות של CO₂ בנוף (איתאל וחובי, לא פורסם) הצביעו על

גרעון בתוך הנוף עד לנקודת הקומפנסציה (180 ח"מ) הן בבתי פלסטיק והן בבתי רשת דבר המצביע על תחלופת אוויר לקויה העלולה לגרום לפחיתה בטרנספירציה ופגיעה ביעילות הפוטוסינטטית של הצמח. בעבודות הקדמיות נמצא שבבתי צמיחה לגידול עגבניות מהירות הרוח האופטימאלית והרצויה בנוף היא 0.2-0.7 מטר/שנייה (Popovski 2005), ובורדים 0.2-0.5 מטר/שנייה (Stanghellini 1987). בעונות 2005/6 ו-2006/7 בוצעו בחממת פלפל במושב עין יהב בערבה ניסויים לבחינת השפעת מהירות תנועת אוויר על ידי מסחררים על יבול פלפל. בעונת הגידול הראשונה נמצא קשר בין מהירות תנועת האוויר בסביבת הצמח ליבול הפלפל, בשנת הגידול השנייה לא התקבלו נתונים מובהקים בין הטיפולים השונים.

מטרת העבודה הייתה בחינת מהירות תנועת האוויר האופטימאלית בתוך הנוף הצמחי, השפעתה על פרמטרים צמחים כגון יבול ואיכות, השפעה על מחלות לחות ואיכות הפרי.

שיטות וחומרים

הניסויים בוצעו בחממת פלפל במושב עין יהב (משק נבון) החממה בגודל של כ- 6 דונם בה שורות הגידול הן מצפון לדרום, בה הותקנו מסחררים (איור 1) בגודל 24" ו- 28", סה"כ 16 מסחררים. המסחררים הותקנו בגובה של כ- 3 מטר צמוד לעמודי החממה. לפני תחילת התצפיות אופיין האקלים בחממה ע"י הצבת 10 יחידות אוגרי נתונים מסוג HOBO. כיוון שקיים גרדיאנט במהירות רוח במרחקים שונים מהמסחררים סומנו חלקות קטיפי בהם נמדדו עוצמות רוח שונות (0.75-1.75 מטר/שנייה) ב-4 חזרות, כל חזרה בגודל של 20 צמחי פלפל. נשקלו היבולים ונמדד התפלגות גודל הפרי. הניסוי במתכונת דומה בוצע כאמור במהלך שנתיים עוקבות.



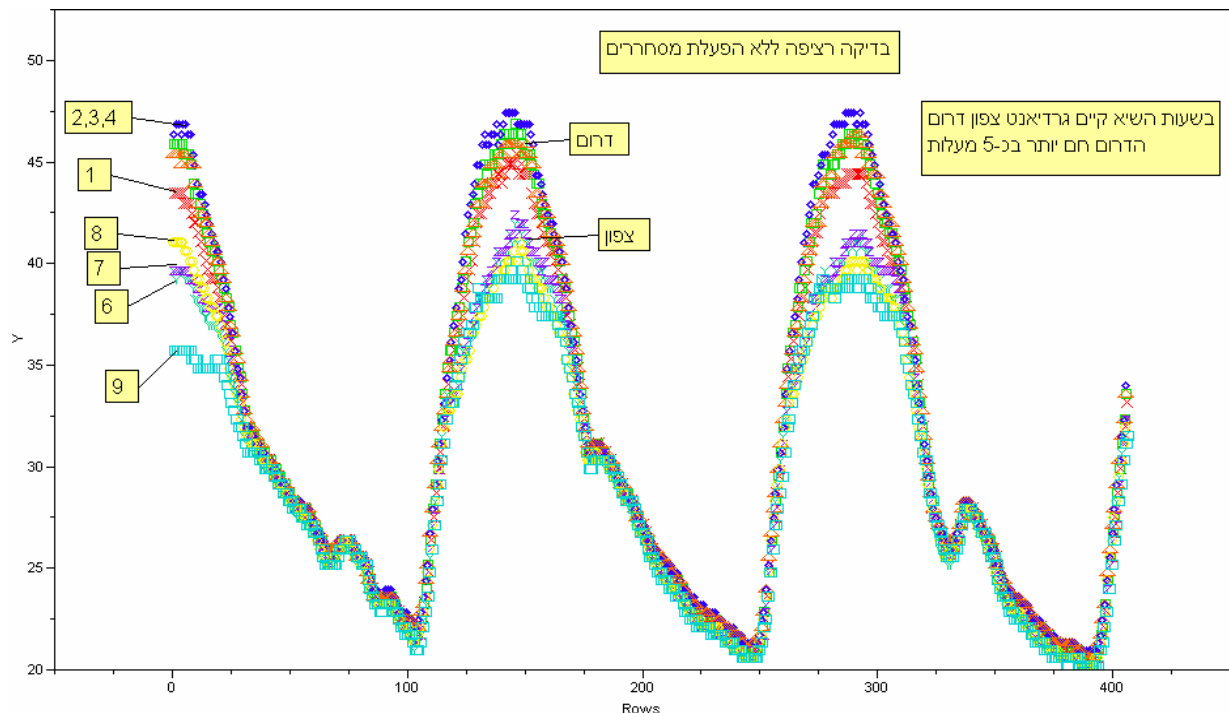
איור 1 : תרשים בית הצמיחה ומיקום החיישנים לאפיון האקלים במבנה ללא צמחים

המסחררים הופעלו חודש לאחר השתילה (לא הופעלו בשלבי הגידול הראשונים למניעת איבוד מים רב ע"י הצמח ואיבוד טורגור) ובמהלך החורף, משעה אחרי הזריחה ועד כשעה לפני השקיעה על מנת להגביר את קצב תנועת האוויר בסביבת הצמח, הורדת לחות, מניעת סידוק אפשרי בפרי והעלאת רמת הפד"ח בסביבות הצמח. בעונת הגידול 2005/6 נשתל (18/8/05) פלפל מזן דינמו. מדידות יבול: 4 חלקות שקילה בחלק הדרום מערבי של המבנה, 4 חלקות שקילה בחלק הדרום מזרחי של המבנה, 6 חלקות שקילה בחלק הצפוני של המבנה (ביקורת ללא הפעלת מסחררים). גודל חלקת שקילה 6 מ"ר, 20 צמחים.

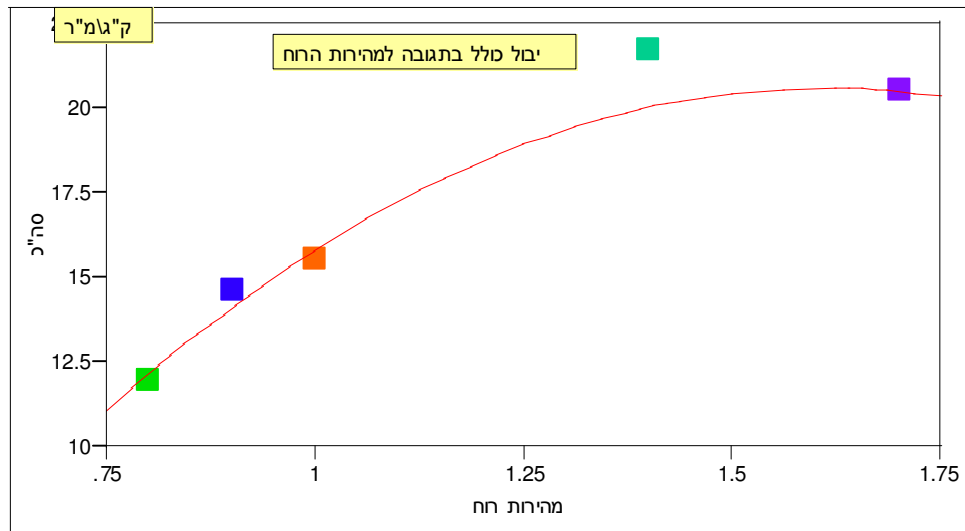
בעונת הגידול 2006/7 נשתל (21/8/06) פלפל מאותו זן. 40 יום אחרי השתילה הורדה הרשת כמקובל באזור והמסחררים הופעלו שעה אחרי הזריחה עד שעה לפני השקיעה. נשקלו 6 חזרות לכל טיפול – טיפול עם מסחררים וטיפול ללא מסחררים. בנוסף לנתוני היבול נאספו נתוני טמפרטורה ולחות.

תוצאות ודין

באפיון האקלים של החממה לפני תחילת התצפיות נמצא שחלקו הצפוני של המבנה "קריר" יותר מאשר חלקו הדרומי של המבנה עקב כיוון הרוח השכיחה באזור, מצפון לדרום (כיוון כללי). בשעות השיא חלקה הדרומי של החממה חם יותר ב 5 מעלות בהשוואה לחלק הצפוני. על בסיס נתונים אלה הניסוי/תצפית בוצע בחלקה הדרומי של החממה המושפע פחות מתנאי רוח חיצוניים (איור 2).



איור 2: התפלגות טמפרטורות במבנה חממה לגידול פלפל בעין יחב (משק נבון) ללא גידול וללא הפעלת מסחררים



איור 3 : השפעת מהירויות רוח שונות על יבול כולל של פלפל בבית צמיחה בערבה (2005)

בשנת 2005 התקבלה התאמה (איור 3) בין מהירות תנועת האוויר בסביבת הצמח ליבול. הבדלי היבולים שהתקבלו היו בעיקר פונקציה של גודל פרי ולא מספר פירות. הסבר אפשרי לכך ניתן לייחס לשיפור החנטה. בפלפל שיעור האבקה הזרה מגיע לכדי 40% (Boswell 1937). נוהל מקובל אצל חקלאים הוא שימוש בדבורים ובמרסס גב מוטורי לשיפור החנטה.

נתוני יבול 2006/7

טבלה 2 : התפלגות היבול הכללי בחלקות המסוחררות לעומת ביקורת ללא סחרור (*)

טיפול	יבול כללי ק"גמ"ר	מספר פירות כולל למ"ר
עם מסחררים	9.2	38.2
ללא מסחררים	9.9	40.3

(*) ההבדלים אינם מובהקים

עלות החשמל להפעלת המסחררים במבנה החל מחודש אוגוסט ועד למחצית אפריל בהתאם למשטר ההפעלות שהיה רציף במרבית שעות היום הגיעה ל- 5,451 ₪ (טבלה 2) שווה ערך כ- 1,500 ₪ לדונם לעונה.

טבלה 2 : עליות חשמל שנצרכו להפעלת המסחררים במהלך עונת הגידול 2006-7

שם	תקופה
398	6/8-8/10
1431	9/10-5/12
1630	6/12-6/2
1655	7/2-14/4
335	15/4-4/6
5451	סה"כ

סיכום ומסקנות

הפעלת מסחררים בבית צמיחה לגידול פלפל בערבה להגברת והחלפת האוויר בסביבות הצמח גרמה לתוספת יבול של 5.5 ק"ג למ"ר בטווח מהירויות רוח שבין 0.75 מטר/שנייה ל 1.75 מטר/שנייה בעונת 2005/6. את תוספת היבול ניתן לייחס בעיקר לגודל הפרי שהתקבל ולא למספר הפירות ככל הנראה עקב שיפור החנטה וכמות הזרעים בפרי. בעונת הניסוי השנייה 2006/7 לא התקבל הבדל יבול או גודל פרי מובהק בין חלקות מסוחררות לבין חלקות הביקורת. עלות הפעלת המסחררים לדונם לעונה היה כ- 1,500 ₪ לדונם. לאור התוצאות שאינם חד משמעויות שהתקבלו בשתי עונות הניסוי, מוצע לחזור ולבסס את התוצאות בניסוי נוסף.

תודה לאגף הירקות, המועצה ליצור צמחים על תמיכתם במימון הניסוי.

ספרות

- Baille A. (2002) Overview of greenhouse climate control in Mediterranean regions. Cahier Options Mediterranean's 31: 59-76.
- Boswell, V. R. (1937) Improvement and genetics of tomatoes, peppers and eggplant. U.S. Dept. Agr. Yearbook 1937: 176206.
- Challa H., Brouwer P. (1985) Growth of young cucumber plants under different diurnal temperature patterns. Acta Horticulturae No. 174:
- Dayan E., Fuchs M., Plaut Z., Presnov E., Grava A., Matan E., Solphoy A., Mugira U., Pines N., (2001) Transpiration of roses in greenhouses. Acta Horticulturae No. 554: 239-249.
- Fernandez J.E. and Bailey B.J. (1992) Measurement and prediction of greenhouse ventilation rates Agricultural and Forest Meteorology 58: 229-245.
- Popovski K. (2005) Greenhouse climate factors, <http://geoheat.oit.edu/bulletin/bul118-1/art36.htm>
- Roy J.C., Boulard.T., Kittas C., Wang S. (2002) Convective and ventilation transfers in greenhouse, Part 1 The greenhouse considered as a perfectly stirred tank. Biosystems Engineering 83: 1-20
- Stanghellini C. (1987) Environmental Effects on Growth and its Implications for Climate Management in "Mediterranean" Greenhouses. Acta Horticulturae No. 361: 79-89
- אלעד י. (1998) בוטריטיס. בספר מחלות צמחים בישראל, רותם י, פלטי י ובן יפת י (עורכים), הוצאת מינהל המחקר החקלאי. ע' 257-267.
- אלוני ב., קרני ל., ברטל א., כהן ש. (2001) הגדרת דרישות הקרינה של גידול פלפל בתנאים מוגנים בערבה. מו"פ ערבה תיכונה וצפונית 2001/2
- טייטל מ., ברק מ., בר-לב א., שמואל ד., מתן א., שמואל ד., יחזקאל ח. (2002) אופטימיזציה של צינור תוך התחשבות בפרמטרים צמחים. מו"פ דרום 2001/2