



ד"ר בני אבידן

עיכוב ביוסינתזה של שמן בפרי הזית בהשפעת טמפרטורות גבוהות

בנימין אבידן, יאיר מני / מדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי,
בית דגן
ראובן בירגר / מרכז חקלאי העמק
שמעון לביא / האוניברסיטה העברית, הפקולטה לחקלאות



צילום: בוקי גלור

בתנאי הטמפרטורה הגבוהים של בית שאן רוב תקופת ההתפתחות של הפרי, מהתקשות הגלעין עד ההבשלה. בעבודה זו נציג את ההבדלים בקצב צבירת שמן בפרי בכל אחד משלושת הזנים בשני האזורים האקלימיים שנבחנו, וכן את ההבדלים בתכולת השמן במועד המסיק.

הקדמה

ענף הזית לשמן כנידול בעל התבסס בארצות מזרח אגן הים התיכון, המאופיינות בקיץ חם יחסית ולרוב בקרקעות שוליות שבגבעות ובמדרונות ההרריים. אולם בשני העשורים האחרונים ניכרת מגמה גוברת של אינטנסיפיקציה גם בענף הזית לשמן, וזאת לצורך הגדלת יבולי פרי ושמן לדונם. האינטנסיפיקציה כללה, לצד תוספות מים בעונה השיחונה, גם דישון, זיבול, הדברת מחלות ומזיקים וכן צורות גידול ועיצוב חדשניות להקלה על המסיק. מגמות אלו עודדו התפשטות הגידול לאזורים אחרים, שבחלקם מאופיינים בתנאי קרקע וסביבה (טמפרטורה, לחות וזמינות מים שפירים) קיצוניים.

טמפרטורות סביבה הנה אחת מהגורמים הקריטיים להתפתחות הצמח ומייצגת ערכים אופטימליים לכל שלב התפתחותי או תהליך פיזיולוגי (Perez-Lopez et al., 2008; Grattan et al., 2006). טמפרטורה של 28 מ"צ נקבעה כאופטימלית לפוטוסינתזה בזית בארבעה זנים שנבחנו

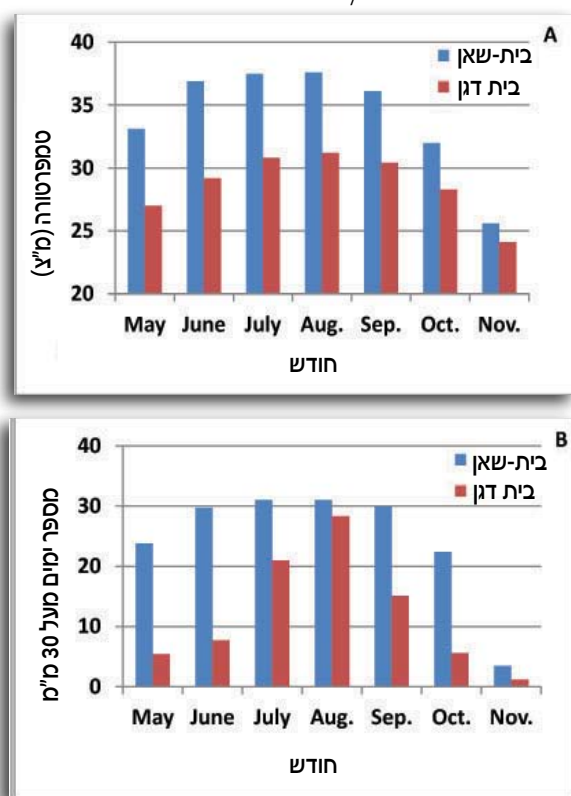
כ

עבודה זאת עקבנו במשך שנתיים אחר קצב הגדילה וצבירת השמן בתאי הציפה של הפרי בשלושה זני זית שגודלו בשלחין בשני אזורים בארץ: עצים הגדלים באוסף המרכזי בבית דגן כמייצגים טמפרטורת קיץ ים תיכוני בשפלת החוף, בהשוואה לעצים שגודלו בעמק בית שאן, אזור אקלימי המאופיין בטמפרטורות קיץ גבוהות יחסית. יוצגו ההבדלים בקצב צבירת שמן בפרי בכל אחד משלושת הזנים בשני האזורים האקלימיים שנבחנו, וכן ההבדלים בתכולת השמן במסיק

תקציר

בעבודה זאת הושגו קצב הגדילה וצבירת השמן בפירות זית משלושה זנים, 'פיקואל', 'ברנע' ו'סורי', שגודלו בממשק השקיה בבית דגן עם אותם זנים שגודלו בטמפרטורות גבוהות יחסית בעמק בית שאן. נמצא, שטמפרטורות המקסימום הממוצעות שומדדו בבית שאן במהלך חודש דשי הקיץ יוני עד ספטמבר היו גבוהות מ-35 מ"צ, בעוד שבבית דגן הן נעו סביב 30 מ"צ. ביוסינתזה של שמן בשלושת הזנים שנבדקו עוכבה

איור 1: A - טמפרטורות מקסימום ממוצעות (מ"צ) בעמק בית שאן ובבית דגן מושלבת החנוטה במאי עד להבשלה בנובמבר; B - מספר הימים בכל חודש בהם טמפרטורת המקסימום הייתה מעל 30 מ"צ



והוצג כשינוי במשקל פרי טרי לפי ימים לאחר חנוטה (איור 2). קצב הגידול של פרי מין 'פיקואל' היה איטי בבית שאן בהשוואה לבית דגן, כך גם בן 'סורי', אם כי פחות בולט ולא מובהק. מאידך, גודל הפרי ב'ברנע' לא הושפע מהטמפרטורות הגבוהות בבית שאן. אף על פי שגדילת הפירות בזנים השונים לא הראו מגמה דומה בשני אזורים, דול, ההבדלים בגודל הפרי הסופי של כל זן במסיק לא נבדלו באופן מובהק. לעומת זאת, צבירת השמן בצפת הפרי במהלך עונת הגידול של הפירות הייתה באופן מובהק שונה בפירות שגודלו באקלים חם בבית שאן בהשוואה לאלה שגדלו בבית דגן בשלושת הזנים שנבדקו. השיעור היחסי (%) של השמן על בסיס משקל פרי טרי עלה באופן כמעט ליניארי במשך התקופה של התקשורת גלעין עד ליום המסיק בשני אזורים הגידול, חוץ מבין 'פיקואל' בבית דגן (איור 3). בן זה צבי רת השמן בבית דגן החלה לינארית ומהירה בתחילת העונה והואטה מוקדם יחסית לפירות שגודלו בתנאים החמים של בית שאן, אך גם בן זה צבירת השמן בבית שאן הייתה עדיין נמוכה מזאת שבבית דגן. תכולת השמן הסופית במסיק הייתה באופן מובהק נמוכה בשלושת הזנים שגודלו בתנאי אקלים חם בבית שאן לעומת אלה שגודלו בבית דגן. רמת הפחיתה בכמויות שמן בתנאי טמפרטורה גבוהים תלויה בן. ב'סורי' תכולת השמן בפירות שגודלו בבית שאן הגיעה לרמה של כ-55% בהשוואה לפירות מהעצים שגודלו במישור החוף בתנאי טמפרטורה מתונים יחסית. הפחיתה בתכולת שמן בן 'ברנע' בבית שאן

בטמפרטורות (Bongi and Long., 1987; Bongi et al., 1987). צמיחה, גבוהות או נמוכות, תגובת הזנים הייתה שונה בהתאם לארצות מוצאם. הבדלים בסבילות של זנים לעקבות טמפרטורה, מליחות וזמינות מים התבטאו בעיקר בהתפתחות וגטיבית של העצים ובירידה ביבוי לים (Romero et al., 2003; Chartzoulakis et al., 2006; Bacelar et al., 2007; Gucci, Rapoport, 2007). יכולי פרי ותכולת שמן, על אף היותם תכונות אופייניות לכל זן (Avidan et al., 2007), מושפעים במידה רבה מתנאי הסביבה, מממשק הגידול ומזמינות מים (Bastias et al., 2006; Ben Rouina et al., 2007; Artajo et al., 2002). צבי רת שמן בתאי הציפה של הפרי מואצת באופן מובהק לקראת סוף שלבי התקשורת הגלעין, באמצע הקיץ (Avidan et al., 2007). דיווחים מעבודות קודמות מציינים שעקבות טמפרטורה (נמוכה או גבוהה) עליו לות להאט את קצב צבירת השמן בפרי באמצעות עיכוב של אנזימים ספציפיים הקשורים בביוסינתזה של שמן (Salas et al., 2000; Wil-). אולם בעוד שבמחקרים רבים נלמדו השפעות עקבות מים על תכולת שמן ואיכותו, מעטים בלבד נוגעים בהשפעות של טמפרטורה קיצונית על פרמטרים אלה. בעבודה זאת עקבנו במשך שנתיים אחר קצב הגדילה וצבירת השמן בתאי הציפה של הפרי בשלושה זני זית שגודלו בשלחין בשני אזורים בארץ: עצים הגדלים באוסף המרכזי בבית דגן כמייצגים טמפרטורת קיץ ים תיכוני בשפלת החוף, בהשוואה לעצים שגודלו בעמק בית שאן, אזור אקלימי המאופיין בטמפרטורות קיץ גבוהות יחסית.

חומרים ושיטות

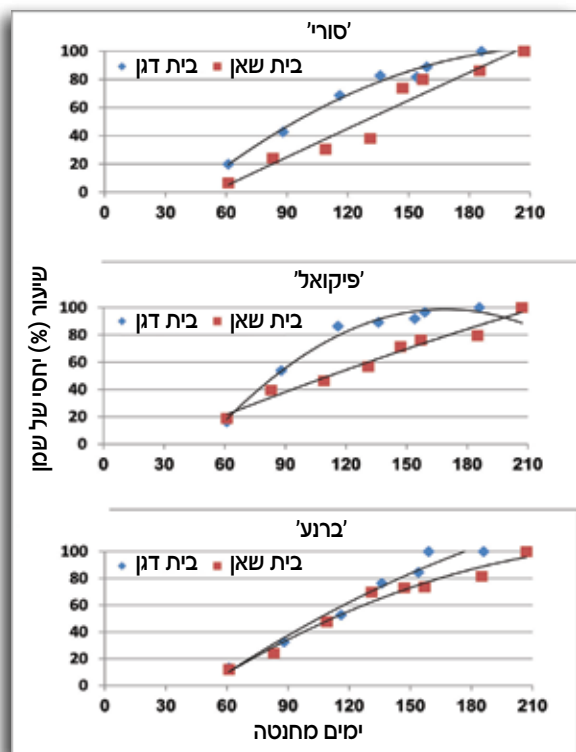
■ **חומר צמחי:** לדיוגמי פרי במשך שתי עונות גדילה שימשו עצי 'ברנע', 'סורי' ו'פיקואל' הגדלים בשלחין באוסף הזנים הלאומי בבית דגן ובמטע מסחר בעמק בית שאן. מדגמים אקראיים של 50 פירות בא' רבע חזרות נאספו מעצים שסומנו מראש בכל זן אחת לעשרה עד 20 יום. הדיוגם החל משלב התקשורת הגלעין (יולי), כ-70 יום לאחר חנוטה, והסתיים ביום המסיק, סוף נובמבר ותחילת דצמבר, תלוי בשנה.

■ **בדיקות מעבדה:** המדגמים שימשו לקביעת משקל פרי ממוצע (ג') ותכולת השמן בתאי הציפה במיצוי כימי (Avidan et al., 1999). תכולת השמן הוצגה באחוזים ממשקל פרי טרי. הנתונים עובדו סטטיסטית לקביעת מובהקות ברמה של $P=0.05$ או פעמיים שגיאת תקן, והוצגו באיורים.

תוצאות

טמפרטורות יומיות נמדדו מחודש מאי עד נובמבר. טמפרטורות המי מקסימום הממוצעות היו מעל 35 מ"צ מיוני ועד ספטמבר (איור 1A) בעמק בית שאן, כאשר בבית דגן הן נעו סביב 30 מ"צ. טמפרטורות שמעל 30 מ"צ נרשמו בכל אחד מהימים במשך ארבעת חודשי הקיץ בבית שאן, בעוד שבבית דגן ערכים כאלה נקבעו רק ל-שבעה, 21, 28 ו-15 ימים בחודשים יוני, יולי, אוגוסט וספטמבר בהתאמה (איור 1B). בנוסף, ערכים שמעל 30 מ"צ נרשמו בבית שאן גם ב-23 ימים במאי וב-22 ימים באוקטובר, בעוד שבבית דגן טמפרטורות כאלה נרשמו רק בחמישה ימים בכל אחד מן החודשים הללו. גודל (משקל) פרי נקבע מהיום ה-60 לאחר חנוטה (התקשורת גלעין)

איור 4: שיעור יחסי של צבירת שמן (%) שמן שנצבר בכל מועד דגימה ביחס לתכולת השמן הסופית ביום המסיק) בשלושה זני זית שגודלו בבית דגן ובע' מק בית שאן, משלב התקשות גלעין (60 יום לאחר חנטה) עד לעונת המסיק ב-22 נובמבר

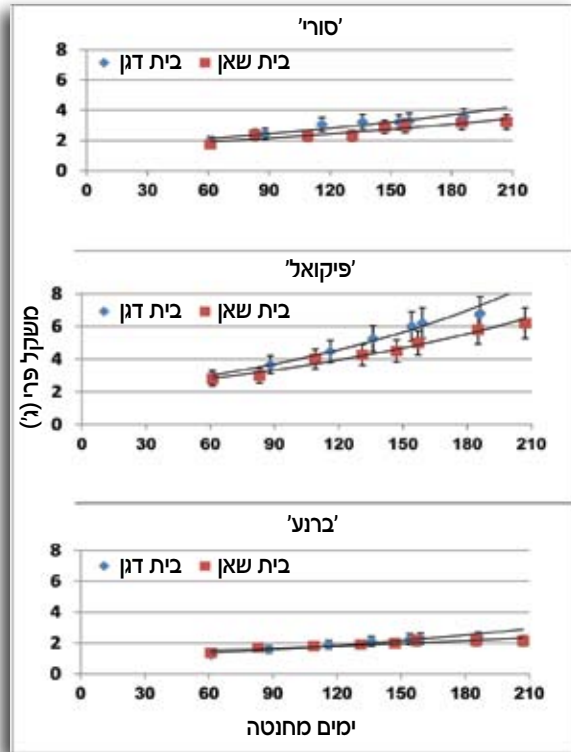


לעומת זאת, בבית שאן רמת שמן כזאת נצברה רק 90 יום מאוחר יותר. קצב צבירת השמן בפירות הזנים 'פיקואל' ו'סורי' באזור בית שאן החם היה באופן מובהק מתון בהשוואה לזה של מישור החוף במשך כל עונת התפתחות הפרי. לעומת זאת, בון 'ברנע' צבירת השמן בשני האזורים הייתה די דומה במהלך המחצית הראשונה של התפתחות הפרי. הירידה בקצב צבירת השמן בבית שאן הייתה מובהקת מ-150 יום לאחר החנטה. תכולת השמן הסופית במסיק (186 יום לאחר חנטה) הייתה פחותה בבית שאן בהשוואה לבית דגן בשיעורים של 6 ו-7% בזנים 'פיקואל' ו'ברנע', בהתאמה, וב'סורי' הפחיתה בתכולת שמן הגיעה לרמה של 13% בבית שאן בהשוואה לבית דגן. הצגת תכונות לת השמן בכל מועד דיוגום על בסיס של שיעור היחסי (%) מתכולת השמן הסופית במסיק (איור 4) מצביעה על כך שבון 'סורי' כ-40% מכמות השמן הסופית נצברה במשך 60 הימים האחרונים שקדמו למסיק, תקופה בה טמפרטורות המקסימום הממוצעות בבית שאן היו כבר מתחת ל-35 מ"צ (איור 1A).

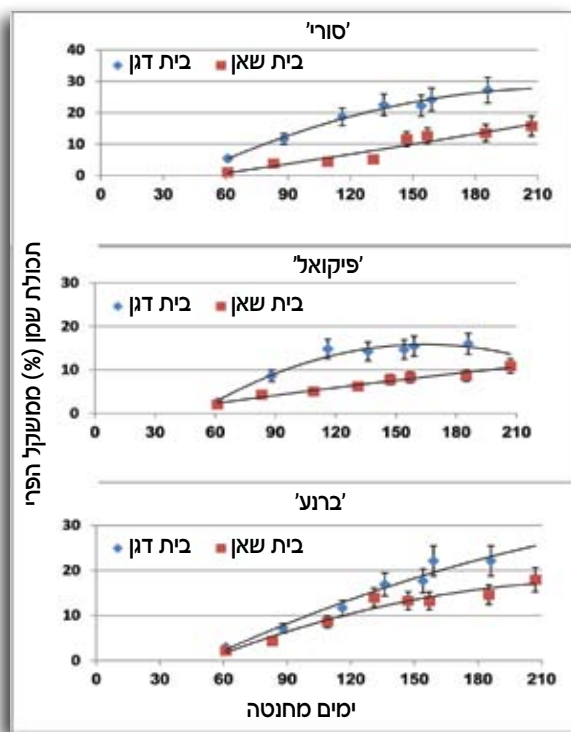
דיון

למרות שהזית גדל בטווח רחב של תנאים אקלימיים, השפעת ה'ט' מפרטורה על התפתחות העץ ורמת היבולים נלמדה לרוב בהקשר לדרישות ציון וטמפרטורות חורף. מעט מאוד עבודות עסקו בהש' פעות טמפרטורות קיץ על גדילה של העץ או הפרי, צבירת השמן

במועד המסיק היית נמוכה יחסית לזאת של ה'סורי' (איור 3), אולם מובהקת. בפירות 'פיקואל' מרבית תכולת השמן בפרי שגדל במישור החוף נצברה בתקופה של 120 הימים הראשונים שלאחר החנטה.



איור 2: שיוניים בגודל פרי (משקל טרי בג') בשלושה זנים שגודלו במישור החוף בבית דגן ובעמק בית שאן, החל מהתקשות גלעין 60 יום לאחר חנטה ועד למסיק ב-22 נובמבר



איור 3: שיוניים בתכולת שמן (%) ממשקל טרי) בפירות משי' לוושה זנים שגודלו בבית דגן ובבית שאן בתקופה של התקשות גלעין (60 יום לאחר חנטה) ועד למסיק ב-22 נובמבר



מוצרת עובים
המושמשות
למסיק בכרם
זית שדרתי צפוף,
גשור 2008.
צילם: בני אבידן

העיכוּב ולעיתוּיה. בון 'ברנע' העיכוּב בצבירת שמן החל רק במחצית השנייה של תקופת הקיץ, בעוד שבון 'סורי' תחילת העיכוּב החלה מוקדם יותר ובצורה חריפה במחצית הראשונה של תקופת הקיץ. בון 'פיקואל' הובחנה האטה בקצב צבירת השמן באזור החם במהלך כל עונת התפתחות הפרי.

לסיכום, נראה שתחת ממשק גידול אינטנסיבי עם השקיה, עיכוּב גדילת הפרי בהשפעת טמפרטורות קיץ גבוהות היוו שולי. מאידך, תהליכי המטבוליזם הקשורים ביצירת חומרי תשמורת עתירי אנרגיה כמו שמן מעוכבים בחשיפה ממושכת לטמפרטורות סביבה שמ' על 30 מ"צ. עבודה נוספת, הכרוכה בגידול עצים נושאי פרי בתנאים מבוקרים, נדרשת לקביעת טמפרטורות סף קריטיות ולבחנת מידת ההשפעה של הפרשי טמפרטורות יום לילה.

רשימת ספרות

לקבלת רשימת הספרות הרלוונטית ניתן לפנות למחבר הראשי
■ vhavidan@agri.gov.il

ואיכותו (Grisafi et al., 2004; Romero et al. 2003). עיכוּב מועט של צמיחה וגוּסטיבית בקיץ ניתן לראות באזורי גידול המאופיינים בקיץ חם. כמו כן נמצא (Bongi et al., 1987) שרמת הפוטוסינתזה וטו פוחתת בצורה דרסטית עם העלייה בטמפרטורה לרמות שמעל 30 מ"צ. עם זאת, לא נמצא דיווח בספרות האם ובאיזו מידה טמפרטורות גבוהות שכאלו משפיעות על גדילת הפרי ועל צבירת השמן בו. בעבודתנו נמצא שעיכוּב הגדילה של הפרי בתנאי טמפרטורות קיץ גבוהות מ-35 מ"צ (עמק בית שאן) היוו מיוּרי ולא מוּבהק. עיכוּב קל נמצא בון 'פיקואל', אולם גם בו לא היו הבדלים בגודל פרי סופי (במסיק) על בסיס משקל טרי. לעומת זאת, ביוּסיתוּה של שמן עוכבה באזור הגידול החם של בית שאן כמעט כל תקופת הגדילה של הפרי בשלדו שתי הזנים שנבדקו. עם זאת, נמצאו הבדלים בין הזנים באשר למידת

סוף מעמוד 48

קיים בפרדס פוטנציאל חיובי. הרשתות ממתנות את המיקרוקלים ומביאות לשיפור בביצועי העץ. בבחינה כוללת, הלוקחת בחשבון שיר קולי צימוח וגוּסטיב, גודל יבול וצריכת מים, נראה כי לרשתות הבהירות עדיפות מה על הכהות.

ספרות מצוטטת

1. בר יוסף מ. (2009): השימוש ברשתות דלילות לכיסוי מטעים. מבט אישי והיסטורי. 'עלון הנוטע', שנה ס"ג, 63: 40-42.
2. וקסמן י. (2009): השפעת רשתות צבעוניות על מדדים פיזיולוגיים, הורטיקולטוריים וצריכת המים בעץ הדר מון 'אור' 1'. עבודת גמר, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה, האוניברסיטה העברית ירושלים.
3. שחק י. (2003): רשתות צבעוניות: גישה טכנולוגית חדשה בחק' לאות. 'עלון הנוטע', כרך 57 (חוברת פברואר): 81-84.
4. Alarco JJ., Ortunõ MF., Nicola E., Navarro A., Torrecillas A. (2006): Improving water-use efficiency of young lemon trees by shading with aluminised-plastic nets. Agri Water Manag 82: 387-398.
5. Cohen S., Raveh E., Li Y., Grava A., Goldschmidt EE.
- (2005): Physiological responses of leaves, tree growth and fruit yield of grapefruit trees under reflective shade screens. Sci Hort 107: 25-35.
6. Jifon JL., Syvertsen JP. (2003): Moderate shade can increase net gas exchange and reduce photoinhibition in citrus leaves. Tree Physiol 23: 719-719.
7. Rajapakse NC., Shahak Y. (2006): Light quality manipulation by horticulture industry. In: Light and Plant Development (G Whitelam and K Halliday, eds.), Blackwell Publishing, UK.
8. Raveh E., Cohen S., Raz T., Yakir D., Grava A., Goldschmidt EE. (2003): Increased growth of young citrus trees under reduced radiation load in a semi-arid climate. J Exper Bot, 54: 365-373.
9. Stanhill G., Cohen S. (2001): Global dimming: a review of the evidence for a widespread and significant reduction in global radiation with discussion of its probable causes and possible agricultural consequences. Agri Forest Meteorol 107: 255-278.
10. Tanny J., Cohen S. (2012): Microclimate and crop water use under screens and in screenhouses, In: Agricultural in arid and semiarid zones: Soil, water and environment aspects (M Ben-Hur, ed.), Research Signpost, In Press.
11. Tanny J., Cohen S. (2003): The effect of a small shade net on the properties of wind and selected boundary-layer parameters above and inside a citrus orchard. Biosyst Eng 84 (1): 57-67. ■

