

ענף החודש: תפוח ואגס



# רשתות צבעוניות בתפוח ואגס: גישה אגרוטכנית חדשה בגידולים ותיקים

יוספה שחק, יוג'ין גוסקובסקי, יובל כהן/ המכון למטעים, מינהל המחקר החקלאי  
רפי שטרן, שלומי כפיר, עמוס נאור / מו"פ צפון  
יעל גרינבלט-אברון, שרוליק דורון / מטעים, שה"מ, משרד החקלאות  
איציק אסקירה / מיכון, שה"מ, משרד החקלאות  
מוטי פרס / שרות שדה, שה"מ ומיג"ל

המחקר מבוצע בשיתוף פעולה בין מכון וולקני, מו"פ צפון, שה"מ וקיבוץ ברעם, והוא ממומן ע"י המדען הראשי של משרד החקלאות, מו"פ צפון ומועצת הפירות לשעבר. חב' 'פולישק' ייצרה ותרמה את הרשתות.

ממכון וולקני יחד עם חברת 'פולישק'. תחילתו בצמחי נוי, אותם גידלו באופן מסורתי תחת רשתות צל שחורות. במחקר משותף עם ד"ר מיכל שמיר מצאנו, כי ניתן להשפיע באופן ספציפי על תכונות הצימוח והפריחה של צמחי נוי בעזרת כיסוי ברשתות צל צבעוניות מסוימות. בין היתר נמצא זירוז צימוח (אורך ועובי גם יחד) ע"י הרשתות האדומה והצהובה, נינוס ע"י הרשת הכחולה, הגברת סיעוף ע"י הרשת האפורה וכן השפעה סלקטיבית של מספר רשתות על מועד ואיכות הפריחה (ראה מאמרים 1, 4-6). תוצאות המחקר כבר החלו להיות מיושמות ע"י מגדלים של צמחי נוי. הנוסע בדרכים יוכל להבחין בשטחים ההולכים ומתרבים בהם הרשת האדומה מחליפה את השחורה המסורתית.

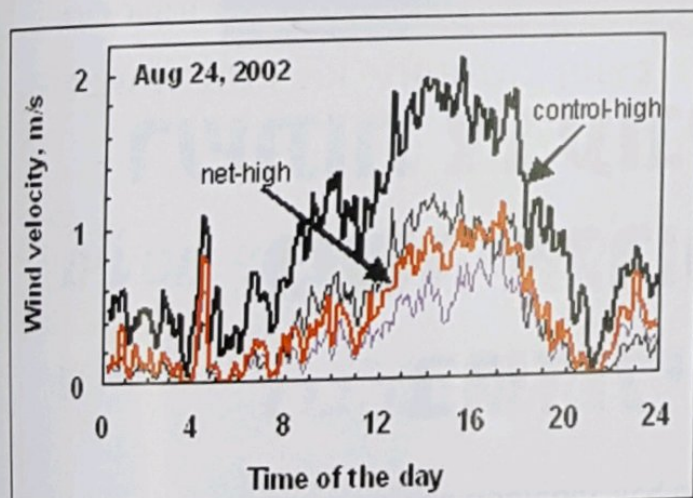
בעקבות ההצלחות בצמחי נוי, החלטנו לבחון את הגישה החדשה גם במטעים (2, 3, 7). המעבר לגידולים נושאי פרי הציב בפנינו אתגר מורכב

טכנולוגיית הרשתות הצבעוניות היא גישה חדשה בחקלאות ופיתוח ישראלי מקורי. הרעיון מבוסס על שילוב בין סינון ברירני של קרינת השמש בעזרת רשתות צל פוטוסלקטיביות באופן שישרה תגובות פיזיולוגיות בעלות יתרונות כלכליים לגידול המכוסה, יחד עם ההגנה הפיזיקלית ע"י הרשת מפני פגעי טבע ושיפור המיקרואקלים בסביבת העץ. במונח רשתות צבעוניות (פוטוסלקטיביות) אנו כוללים רשתות אשר משנות את איכות האור במובן הרחב ביותר של המלה, בכלל זה שינוי הספקטרום של האור, פיזור האור וסינון הקרינה התרמית. בין הרשתות הצבעוניות נמנות רשתות שאכן נראות צבעוניות לעין האדם (כמו האדומה, הצהובה, הכחולה וכו'), כמו גם רשתות שאינן נראות צבעוניות, אך משפיעות בתחומים הבלתי נראים ו/או מכילות אלמנטים מפזרי אור (למשל האפורה והפינה). פיתוח הגישה העקרונית והרשתות הצבעוניות נעשה על ידי קבוצת המחקר



שהוקם בברעם בשבירת הרוח. המדידה נעשתה במרכז מבנה הרשת (הכחולה) לעומת ביקורת מזרח. כפי שמודגם באיור 1, בעוד שבביקורת מפל המהירות הולך ועולה ככל שמתרוממים מעל הנוף, במטע המכוסה מהירות הרוח הייתה זהה בגובה הנוף ובגובה של 1.5 מ' מעליו. יעילות הרשת בשבירת הרוח אינה תלויה בצבע הרשת, אך לצפיפות הסריגה עשויה להיות השפעה.

איור 1: מהירות הרוח בגובה מטר וחצי מעל הנוף (קווים עבים) לעומת גובה הנוף (קווים דקים) בביקורת ללא רשת (שחור) לעומת טיפול הרשת (אדום)



● **פוטוסינתזה:** קצב הפוטוסינתזה נמדד בעלים חשופים לאור (בצד הדרומי של הנוף) בעזרת מד פוטוסינתזה נייד. תחת רשתות ה-30% הצללה לעומת ביקורת ללא רשת. איור 2 מדגים, כי למרות שעוצמת האור תחת הרשתות נמוכה בכדי שליש מהביקורת, קצב ההטמעה גבוה יותר. במקביל היו הפיוניות פתוחות יותר וטמפרטורת העלה נמוכה יותר תחת הרשתות. השונות בעקום הפוטוסינתזה היומי שנמצאה תחת הרשתות הצבעוניות השונות היא מעניינת ודורשת לימוד מעמיק יותר.

איור 2: עוצמת האור וקצב קיבוע  $CO_2$  בעלים חשופים לאור בטיפולי הרשת השונים. נמדד בזן 'זהוב' באוגוסט 2003. הערכים מבטאים ממוצעי שמונה עלים לכל טיפול.



יותר, שכן, ראשית, השלבים הפיזיולוגיים בדרך לקבלת פרי רבים יותר ומורכבים יותר מצמחי נוי; שנית, עפ"י הספרות, רשתות צל שחורות מפחיתות פוריות בעצי פרי ושלישית, את מרבית המטעים לא היה נהוג לכסות ברשת עד כה, ולכן חסר ידע באשר לתגובות הגידול לעצם הכיסוי. ● **הרשתות:** לצורך המחקר במטעים יצרה חברת 'פולישק', לבקשתנו, רשתות צבעוניות נמוכות הצללה. הן דומות לרשתות הצל הצבעוניות של צמחי הנוי, למעט צפיפות סריגה נמוכה יותר. בחרנו ברמת הצללה של 30% (במקום 50-80% של צמחי נוי), כפשרה בין החשש מפגיעה בפוריות לבין הרצון לשנות חלק משמעותי מהאור. אלו הרשתות הנבחרות היום בניסוי התפוח בברעם. במחקרים אחרים (אפרסק, אבוקדו, בנגה) נבחרו גם רשתות צבעוניות משולבות (מונופילמנט), שעמידות טוב יותר לברד. טכנולוגיית הרשתות הצבעוניות נבחנת בתפוח לראשונה בעולם. במחקר אנו לומדים את ההשפעה של עצם הכיסוי ברשת, והאם ניתן להשפיע מעבר לכך בעזרת התכונות הפוטוסלקטיביות הייחודיות של רשת זו או אחרת.

מטרות המחקר הן לימוד הפוטנציאל של טכנולוגיית הרשתות הצבעוניות להשפיע על הפיזיולוגיה של עץ התפוח ולשפר את התאורה והמיקרואקלים בסביבתו; איתור הרשתות המצטיינות בשיפור הפוריות ואיכות הפרי (גודל, צבע, טעם); הפחתת מכות שמש; שיפור מאזן המים בעץ; הארכת חיי המטע.

● **המבנה:** בתחילת מאי 2002 הקמנו במטע ברעם את בית הרשת הראשון. ב-2003 הוספנו מבנה שני בצמוד לראשון. המבנה, בגובה 4.5 מ', מכסה כיום כ-12 ד' מטע בוגר. הרשתות פרוסות אופקית, ללא קירות אנכיים, לשם אוורור מירבי. מבנה א' הכיל שישה מקטעי רשתות צבעוניות:

1. אדומה, כחולה, אפורה ופינה ברמת הצללה של 30%.
2. רשתות ברד לבנה וורודה ברמת הצללה של כ-17%.
3. שתי ביקורות ללא רשת.

חלק ב' כלל חזרה שנייה לכל אחת מרשתות ה-30%, וכן הוספנו רשת שחורה כביקורת להצללה בלבד, ללא שינוי באיכות האור. השיקולים בבחירת הרשתות התבססו על ניסיון קודם שלנו בגידולים אחרים ועל תצפית הקדמית בתפוח במלכיה בשנת 2001.

● **מועדי הכיסוי ברשת:** הרשתות נפרסו בגמר פריחה (תחילת מאי) כדי שלא להתערב בשלב ההאבקה ע"י הדבורים, נגללו הצדה בדצמבר מחשש לשלג ונפרסו מחדש בתחילת מאי. בשלב זה איננו יודעים האם לצבעים השונים יש השפעה על פעילות הדבורים.

● **הזנים הנבחרים:** 'זהוב' ('סמוטי') ו'סטרקיג' ('טופרד').

## תוצאות

הסיכום המובא כאן הוא ראשוני, ואינו בשל עדיין להמלצות למגדלים. יידרשו עוד מספר שנות לימוד נוספות כדי לגבש מסקנות והמלצות. להלן חלק מהתוצאות:

● **רוח:** משטר הרוחות משפיע על המיקרואקלים במטע, על מאזן המים בעץ ועל איכות הפרי. ערכנו מדידה של מהירות הרוח בשני גבהים מעל הנוף, כדי לאמוד באופן ראשוני את יעילות הרשת במבנה האופקי הפתוח



האפורה, ואחריו האדומה לעומת הביקורת. עד מועד הקטיף ההבדלים היטשטשו, אם כי נשארה מגמה דומה. תוצאה מעניינת התקבלה גם ב'זהוב', כאשר במיון בבית האריזה אובחנה לחי ורודה ב-5.5% מהפרי של רשת הפנינה. בשאר הרשתות ובביקורות היה רק בין 0-0.5% פרי כזה.

● **מכות שמש:** מצאנו, כי הרשתות מספקות הגנה טובה מפני מכות שמש, וכי יעילותן תלויה בעיקר באחוז ההצללה. הרשתות של 30% מנעו לגמרי את מכות השמש ב'זהוב', בעוד שרשת הברד הלבנה (רשת 12% צל התחלתי, וכ-17% עם האבק) הייתה פחות יעילה. מגמה דומה מצאנו בניסוי ההקדמי ב'גרני סמית' ב-2001 במלכיה. עם זאת, נראית מגמה של שוני מסוים (אם כי לא מובהק) בין רשתות ה-30%. בשני הניסויים היו פחות מכות שמש תחת הפנינה. יעילות הפנינה, אם היא אמיתית, עשויה לנבוע מפיזור האור הרב האופייני לה, או מאחוז הצללה גבוה במקצת מ-30% עקב השפעת אבק רבה יותר לעומת הצבעוניות האחרות.

### תמצית הממצאים בשתי שנות המחקר הראשונות בתפוח

התגובות לכיסוי ברשת היו עד כה כולן חיוביות: שיפור החנטה תחת חלק מהרשתות הנבחנות, שיפור פוטנציאל המים בגזע והעמידות לעקת היובש בקיץ, שיפור פעילות העלווה (פוטוסינתזה) באופן שונה תחת רשתות שונות, שיפור חיוניות העצים, עיכוב של מספר שבועות בשלכת, מניעת מכות שמש בפרי, השפעות מסוימות על צבע הפרי ומעל הכל הגדלה דרמטית של הפרי. עד כמה שניתן להסיק בשלב זה, התגובות נובעות בחלקן מהסינון הסלקטיבי של האור במטע, בחלקן מההגנה הפיזיקלית של הרשת מפני רוחות, חום ויובש ומשיפור המיקרואקלים במטע, ובחלקן משילוב בין השניים.

חשוב לזכור שזאת רק תחילת הדרך. יידרשו מספר שנות מחקר נוספות כדי לאשש את התוצאות, וכדי ללמוד על השפעות רב-שנתיות של הרשתות, על תגובת הדבורים המפרות לצבעים השונים ועוד היבטים רבים ומעניינים. עם זאת, ההתחלה נראית מאוד מבטיחה. לתוצאות המחקר עשויות להיות השלכות כלכליות מרחיקות לכת בתחום המטעים בכלל, ובתפוח בפרט.

### ומה באגס?

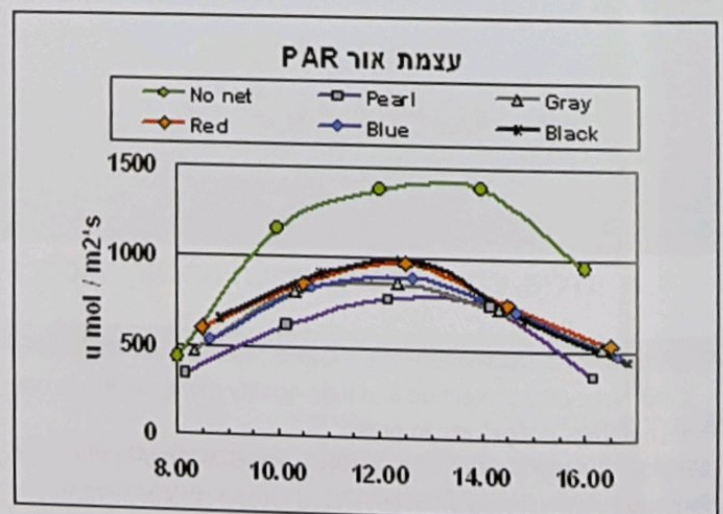
לאור התוצאות המבטיחות בתפוח העמדנו לאחרונה ניסוי הקדמי במטע יונתן מעל 'קוסטיה' ו'ספדונה'. מטרת המחקר היא לימוד, הבנה ואיתור הרשת ומועדי הכיסוי המיטביים להגדלת רווחיות גידול האגס, תוך שימת דגש על שלושת האתגרים המרכזיים באגס: מניעת נזקי קליפה, הגדלת הפרי והשפעה על התנהגות פסילת האגס ומזיקים אחרים תחת הרשתות. זאת תהיה הנגיעה הראשונה בנושא הגנת הצומח תחת הרשתות. בחרנו בשלב זה בשתי הרשתות שבלטו עד כה לטובה בתפוח - הפנינה והאדומה (30% הצללה) וכן בלבנה משולבת (15% הצללה). הניסוי נמצא עתה בעיצומה של עונת הפרי הראשונה. בימים אלה נקטפו פירות ה'קוסציה'. תוצאות המיון הראו יותר פרי גדול תחת האדומה והפנינה באופן מובהק לעומת הלבנה ולעומת הביקורת. כמו כן נמצאה הפחתה מסוימת, אך לא מובהקת, של נזקי קליפה תחת האדומה. בעת כתיבת מאמר זה טרם נקטף פרי ה'ספדונה'.

● **יבול וגודל פרי בקטיף:** בכל טיפול ובכל זן נקטפו שמונה עצים. יבול כל עץ מוין בנפרד בבית אריזה ברעם. בניתוח הסטטיסטי התחשבנו בכל עץ כחזרה. בשנה הראשונה (2002) היבול בשני הזנים היה כ-7 טון/ד'. לא נמצאה שונות מובהקת בכלל היבול (הן במספר פירות לעץ והן במשקל לעץ) בין הרשתות, ובין לבין הביקורת.

לעומת זאת, נמצאו הבדלים דרמטיים בגודל הפרי שנקטף. יבול הפרי הגדול (75 מ"מ ומעלה) עלה בשני הזנים מממוצע של 3 ק"ג/עץ בבקורת ללא רשת, עד ל-18 ק"ג/עץ בטיפול רשת הפנינה והרשת האדומה ('ב'זהוב') או האדומה ('ב'טופרד'). כלומר, תוספת של כ-1.7 טון פרי גדול לדונם, במקביל להפחתת הפרי הקטן. ב'זהוב', בנוסף על הפנינה, גם תחת האדומה והוורודה היו התוצאות גבוהות מתוצאת הביקורת באופן מובהק. עקום התפלגות היבול לפי גודל הפרי מובא באיור 3.

ב'טופרד' השונות בין הרשתות הייתה רבה יותר. עפ"י מיקום הפיק (נקודת השיא בעקום התפלגות הפרי) ניתן לדרג את הטיפולים בסדר יורד של אפקט הגדלת הפרי ב-2002: אדומה < ורודה, לבנה, כחולה < אפורה ופנינה < ביקורת.

איור 3: התפלגות היבול ב'זהוב' על פי קוטר הפרי בעונת 2002 בניסוי הרשתות הצבעוניות



בשנת 2003 ב'טופרד' לא היה כמעט יבול, ולפיכך הוא לא נמדד. לעומת זאת ב'זהוב' עומס הפרי היה גבוה מהרצוי עקב דילול לקוי. הפרי בקטיף היה קטן בכ-5 מ"מ לעומת שנה קודמת. התקבלה שוב הגדלת פרי ע"י חלק מהרשתות לעומת הביקורת, למעט השחורה, בה היה הפרי קטן מן הביקורת. התפלגות הגודל עפ"י סדר יורד הייתה:

פנינה, כחולה, לבנה < 16% אדומה < אפורה < ורודה < 18%, ביקורת < שחורה. התוצאה המיטבית תחת רשת הפנינה חזרה על עצמה בשתי החזרות של 2003, כמו גם ב-2002. לעומת זאת הכחולה הצטיינה רק בשנה השנייה. יתכן כי הדבר נבע מתכונת עיכוב הצימוח שמשרה הכחולה, אשר עשוי להיות לה יתרון במקרה של עומס פרי חריג.

● **צבע הפרי:** במהלך העונה הראשונה נמדדו הבדלים בהתפתחות הצבע האדום ב'טופרד', כאשר מבין הרשתות בלט לטובה במיוחד הפרי תחת





## הבעת תודה

לזרי גל, רז גיליון וחברת 'פולישק' על שיתוף הפעולה המתמשך ועל ייצור הרשתות ותרומתן למחקר; לקירה רטנר, יורי גילר, שבתאי שפצ'יסקי, נפתלי צור, עודד דגני ורעיה קורצ'ינסקי מהמכון למטעים במינהל המחקר החקלאי ולאחרון משה, משה עגיב וגלית רדל ממו"פ צפון, על עבודתם המסורה באיסוף הנתונים; ליורם לוצטי ושאר צוות המטע ובית האריזה של ברעם, על שיתוף הפעולה.

## ספרות

3. Shahak Y., Gussakovsky E.E., Gal E., Ganelevin R. (2004): ColorNets: crop protection and light-quality manipulation in one technology. Acta Hort., in press.
4. מ. שמיר, י. שחק, א. שפיגל, י. גוסקובסקי, י. גילר, ק. רטנר, ע. ניסים-לוי, ר. עובדיה, א. בכר, ז. גל, ל. פרדו (2001): השפעת רשתות צבעוניות על היבול והאיכות של ענפי קישוט ירוקים. 'פרחים דפי מידע' שנה י"ז גיליון 1: 48-52.
5. י. שחק, ת. להב, א. שפיגל, ס. פילוסוף-הדס, ש. מאיר, ה. אורנשטיין, י. גוסקובסקי, ק. רטנר, י. גילר, ש. שפצ'יסקי, נ. צור, א. רוזנברגר, ר. גיליון, ז. גל (2002): גידול ארליה ומונסטרה תחת רשתות צל צבעוניות. 'עולם פורח', גיליון 13: 60-62.
6. מ. אורן-שמיר, י. שחק, ע. דורי, א. מתן, א. שלמה, ר. עובדיה, י. גוסקובסקי, ע. ניסים-לוי, ק. רטנר, י. גילר, ז. גל, ר. גני-לוי (2003): ליזיאנטוס: תוספת גובה לפרחים הגדלים תחת רשתות צבעוניות בקיץ. 'עולם פורח', גיליון 20 (חוברת פברואר), 54-56.
7. י. שחק (2003): רשתות צבעוניות: גישה טכנולוגית חדשה בחקלאות 'עלון הנוטע' 57 (חוברת פברואר), 81-84.

1. Oren-Shamir M., Gussakovsky E.E., Shpiegel E., Nissim-Levi A., Ratner K., Ovadia R., Giller Yu.E., Shahak Y. (2001): Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. J. Hort. Sci. Biotech 76: 353-361
2. Shahak Y., Gussakovsky E.E., Cohen Y., Lurie S., Stern R., Kfir S., Naor A., Atzmon I., Doron I., Greenblat-Avron Y. (2004): ColorNets: A New Approach for Light Manipulation in Fruit Trees. Acta Hort. 636: 609-616.