

תכנית מספר 8256-0718-08

**שיפור איכות ויבול ייחורי פלרגוניום בעזרת רשתות צבעוניות: פיתוח פרוטוקול
ואפיון התכונות הפיזיולוגיות/ ביוכימיות המושפעות מאיכות האור**

דוח מסכם

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף פרחים

מיכל שמיר : צמחי נוי, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
סימה קגן : צמחי נוי, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
עדה ניסים-לוי : צמחי נוי, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
רינת עובדיה : צמחי נוי, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
אליעזר שפיגל : שהם
איתן שלמה : שהם
דוד וייס : מטעים וצמחי נוי, הפקולטה לחקלאות, רחובות.

Michal Oren-Shamir, Ornamental Horticulture Dept. ARO, Bet Dagan. E-mail:
vhshamir@agri.gov.il

Sima Kagan, Ornamental Horticulture Dept. ARO, Bet Dagan.

Ada Nissim-Levi, Ornamental Horticulture Dept. ARO, Bet Dagan.

Rinat Ovadia, Ornamental Horticulture Dept. ARO, Bet Dagan.

Eliezer Shpeigel

Eitan Shlomo

David Weiss, Horticulture Dept. Agriculture Faculty, The Hebrew University, Rehovot.

* אני מאשרת שהממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים.
חתימת החוקר :

תקציר

פלרגוניום הוא **הצמח המוביל** בענף ייצוא ייחורים. למרות הצלחת הענף, ישנו צורך מתמיד בשיפור איכות הייחורים ובהעלאת היבול לצמח על מנת להצליח בתחרות ההולכת וגוברת של חברות ענק וחוות לייצור ייחורים בקניה ואתיופיה. במסגרת עבודת מחקר קודמת שלנו מצאנו שלאיכות האור השפעה משמעותית על יבול הייחורים לצמח וכן על קצב השתרשות הייחורים. במשך שלוש שנות המחקר ביססנו את תוצאות השפעת רשתות צבעוניות על יבול ואיכות ייחורי פלרגוניום בניסויים בבית דגן וכן במשק מסחרי, בחנו עד כמה השפעה זו רחבה בין זני פלרגוניום שונים, וניסינו להתקדם בהבנת המנגנון של השפעת איכות האור על קצב השתרשות הייחורים. צמחים שגדלו תחת הרשתות הצהובה ופנינה בלטו ביבול ייחורים גבוה לצמח ביחס לרשתות האחרות ולרשת השחורה הניטרלית. ברשת הצהובה מצאנו שהיבול הגבוה של הייחורים הוא כתוצאה מהגברת ההסתעפויות בצמחים. לרשת הצהובה תכונה נוספת של הקדמת השתרשות במספר זני פלרגוניום שונים. ברור מעבודה זו שהצללת צמחי פלרגוניום ברשתות צבעוניות ובייחוד ברשת צהובה ופנינה משפרת את היבול, מגבירה השתרשות מבלי לפגוע במדדי איכות אחרים של הייחורים.

רשימת פרסומים :

ניסים-לוי עדה, פרקש לילך, פורר איציק, שפיגל אליעזר ו**אורן-שמיר מיכל** (2007). שיפור איכות ויבול ייחורי פלרגוניום בעזרת רשתות צבעוניות. 'עולם הפרח' דצמבר 2006-ינואר 2007, 30-31.

אורן-שמיר מיכל, שפיגל אליעזר, אופיר יוסי, ניסים-לוי עדה, יחימביץ ילון ורני מימון. (2007). פלרגוניום – השפעת הצללה ברשתות צבעוניות על איכות הייחורים. 'עולם הפרח' נובמבר-דצמבר, 46-48.

מבוא (רקע מדעי ומטרות)

פלרגוניום הוא **הצמח המוביל** בענף ייצוא ייחורים. למרות הצלחת הענף, ישנו צורך מתמיד בשיפור איכות הייחורים ובהעלאת היבול לצמח על מנת להצליח בתחרות ההולכת וגוברת של חברות ענק כמו חברת פישר הגרמנית, סלקטה וחוות לייצור ייחורים בקניה ואתיופיה.

פרוטוקול הגידול של פלרגוניום לייחורים כולל את עונת עיצוב הצמחים ועונת הקטיף. בעונת העיצוב (יוני עד נובמבר) השתילים גדלים תחת הצללה כבדה (70%) ומטופלים על ידי קיטומים, ריסוסי אתרל, והורדת עלים לשם החדרת אור למרכז הצמח והגדלת מספר ההסתעפויות בו. בעונת הקטיף (נובמבר עד פברואר/מרץ) רשת הצל מוסרת לקבלת עוצמות אור גבוהות, והצמחים גדלים תחת פוליאתיילן בלבד. במשך הקטיף הצמחים מטופלים בחמרים מנסיים לקבלת ייחורים קומפקטיים. מכיוון שהמוצר לייצוא הוא ייחור לא מושרש, ההשתרשות נעשית אצל הקניינים. יחד עם זאת, קצב ההשתרשות ומידת ההומוגניות בהשתרשות הייחורים הוא מדד חשוב מאד באיכותם. מקור צמחי האם בתרבות רקמה והם מושרשים במשתלות יסוד וגרעין (כמו משתלת בית העמק) לקבלת צמחי אם לעונה החדשה.

במסגרת עבודת מחקר קודמת שלנו מצאנו שלאיכות האור השפעה משמעותית על יבול הייחורים לצמח וכן על קצב השתרשות הייחורים. הצמחים גודלו במנהרות מכוסות ברשתות צל (50%), ובתוספת יריעת פוליאתיילן בחודשי החורף. בניגוד לפרוטוקול מגדלי הפלרגוניום, הצמחים גודלו תחת רשתות הצל גם בעונת הקטיף. הייחורים הושרשו בפיטוטרון בתנאי טמפרטורה של $22^{\circ}\text{C}/18^{\circ}\text{C}$ עם 4 התזות בנות 1.5 דקות ביום, בתוך עגלת עציצים מכוסה בפוליאתיילן.

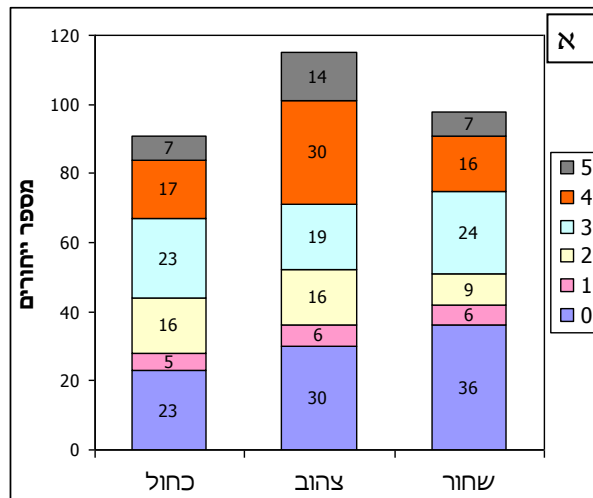
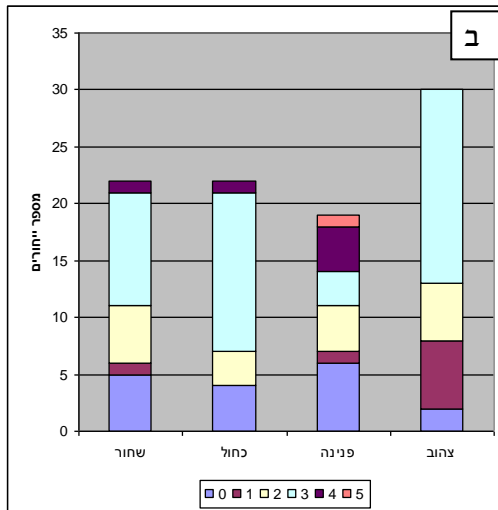
שתי הרשתות שבלטו במספר ייחורים גדול במיוחד ביחס לרשת השחורה הניטרלית היו הצהובה והכחולה. בשתי רשתות אלו מספר הייחורים לצמח היה גבוה בערך ב-25% מהביקורת (הרשת השחורה), ותוצאה זו חזרה על עצמה במשך שלוש עונות עם צמחי אם חדשים בכל עונה. ספקטרום האור של שתי הרשתות שונה מאד ולכן תוצאה זו מפתיעה. עם זאת היא חזרה על עצמה בצורה מובהקת במשך שלוש שנים. תתכנה שתי סיבות לעליה במספר הייחורים לצמח: הגברת ההסתעפות של הצמחים ו/או הגברת עוצמת הצימות. בנוסף לעליה המשמעותית ביבול לצמח, הרשת הצהובה בלטה בהתפתחות וקצב השתרשות מהירים יותר של הייחורים. כשהייחורים נבדקו 11 או 14 יום לאחר הקטיף, נמצא שהייחורים מהרשת הצהובה היו בעלי אחוז השתרשות ומידת התפתחות גבוהים באופן משמעותי מהרשת השחורה הניטרלית.

מתוצאות אלו ברור שמניפולציה באיכות האור המגיעה לצמחי האם של פלרגוניום משפיעה על מספר הייחורים ועל קצב ההשתרשות של הייחורים. במשך שלוש שנות המחקר ביססנו את תוצאות השפעת רשתות צבעוניות על יבול ואיכות ייחורי פלרגוניום בניסויים בבית דגן וכן במשק מסחרי, בחנו עד כמה השפעה זו רחבה בין זני פלרגוניום שונים, וניסינו להתקדם בהבנת המנגנון של השפעת איכות האור על קצב השתרשות הייחורים.

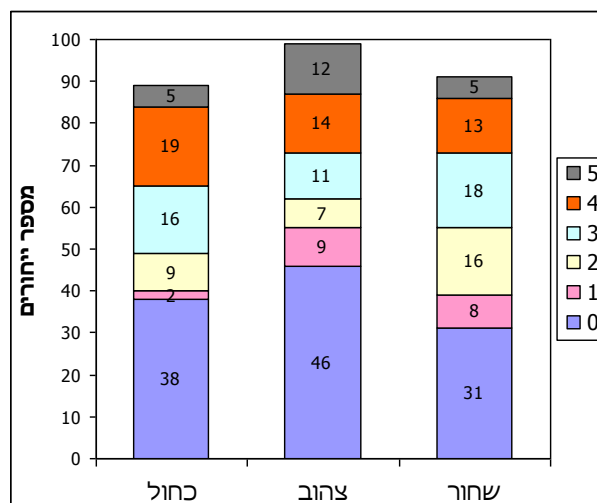
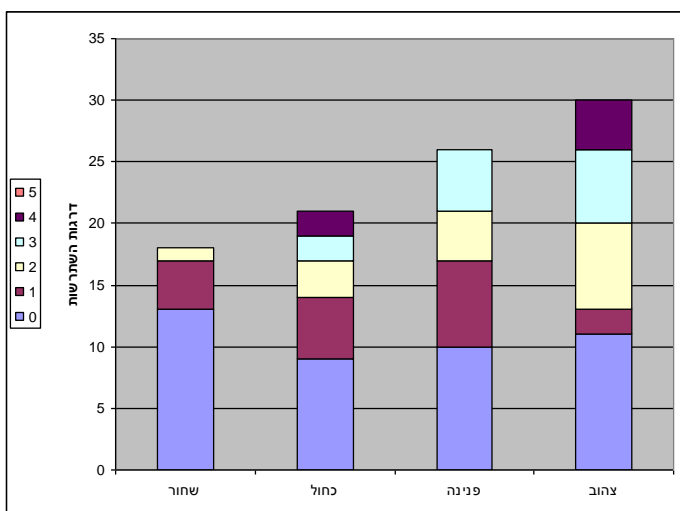
פירוט הניסויים והתוצאות

א. השפעת רשתות צל צבעוניות על מספר זנים שונים של צמחי פלרגוניום במערך בבית דגן.

מכיוון שזני הפלרגוניום המסחריים משתנים לעתים תכופות, חשוב לבחון האם האפקט של הצללת צמחי אם ברשתות צבעוניות דומה בזנים השונים. התוצאות הראשוניות שלנו הראו יתרון ברור לרשת הצהובה והכחולה בהעלאת היבול, וברשת הצהובה בקיצור זמן ההשתרשות בשני זנים, 'איזבל' ו-'אנטוני'. במשך שנת 2007-8 בחנו שני זנים נוספים, 'אלרה' ו-'דקפו' במערך המנהרות המכוסות ברשתות צבעוניות שהקמנו בבית דגן. הרשתות שנבחרו היו השחורה, צהובה וכחולה, על בסיס התוצאות הראשוניות. מכיוון שבהמשך העבודה מצאנו שגם לרשת הפנינה השפעה מצוינת על זני פלרגוניום שונים (ראה עבודה במשתלת 'אירית' בהמשך), חזרו על בחינת שני זנים אלו בשנת 2008-9 ותוספת רשת הפנינה המפזרת אור. המנהרות היו מכוסות ברשתות של 50% צל ותוספת של יריעת פוליאטילן בחודשים הגשומים. הזנים שנבחנו הם: 1. 'אלרה': זן מצליח בעל פרחים אדומים ו-2. 'דה-קאפו'. ייחורים מושרשים משני הזנים התקבלו ממשתלת 'אירית'. הצמחונים חולקו בין שלוש מנהרות, שחורה, צהובה וכחולה, עם 11 צמחים מכול זן בכל אחת משלוש המנהרות. יבול הייחורים וקצב השתרשותם נקבע לחודשים נובמבר-דצמבר. הייחורים הושרשו בפיטוטרון בעגלות מכוסות ביריעות פוליאטילן בתנאי טמפרטורה של 22 מעלות צלזיוס ביום ו-18 בלילה. עם התזות וערפול. תוצאות הניסויים מוצגות באיורים 1 ו-2.



איור 1: השפעת רשתות צל צבעוניות על יבול וקצב השתרשות של ייחורי דה-קאפו בניסוי בשנת 2007-8 (א) ובשנת 2008-9 (ב). דרגות ההשתרשות מוגדרות על פי הצילום המצורף.

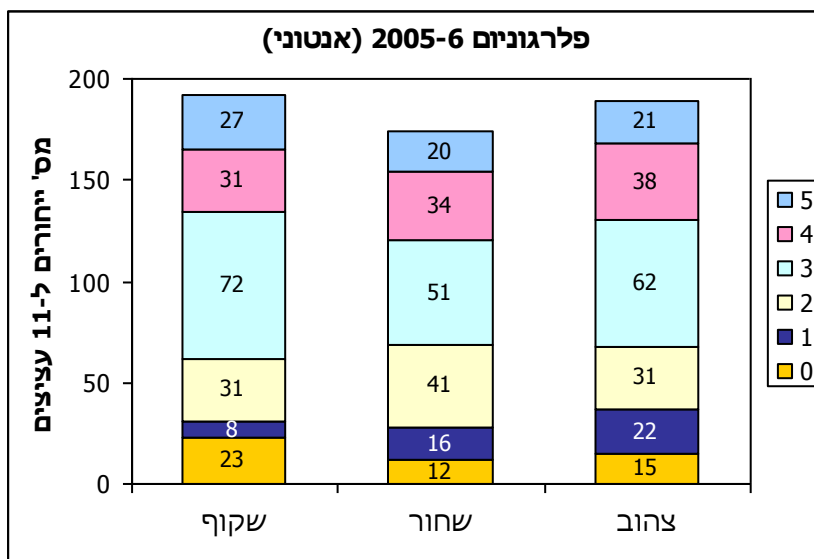


איור 2: השפעת רשתות צל צבעוניות על יבול וקצב השתרשות של ייחורי 'אלרה' בניסוי בשנת 2007-2008 (א) ובשנת 2008-2009 (ב). דרגות ההשתרשות מוגדרות על פי הצילום המצורף לאיור 1.

בשני הזנים שנבחנו נמצא יתרון מבחינת יבול בצמחים שגדלו תחת הרשת הצהובה. בצמחי דה-קאפו יבול הצמחים תחת הרשת הצהובה גבוה בכ-20% מאלו תחת השחורה בשנת 2007-8 וב-50% בשנת 2008-9, וקצב השתרשותם הייתה גבוהה באופן ניכר בשתי העונות! בצמחי 'אלרה' יבול הייחורים תחת הרשת הצהובה היה גבוה בכ-10% בשנת 2007-8 ובכמעט 50% בשנת 2008-9 אך לא נמצא יתרון בקצב השתרשות הייחורים. בצמחי 'אלרה' גם לרשת הפנינה יתרון ברור ביחס לרשת השחורה ביבול הייחורים לצמח.

השפעת הורדת הרשת הצהובה לקראת עונת הקטיפ (צמחי 'אנטוני').

בחממה מסחרית, צמחי פלרגוניום גדלים תחת הצללה כבדה רק בעונת עיצוב הצמחים. בעונת הקטיפ שעיקרו בחודשי החורף, נהוג להוריד את רשת הצל על מנת לקבל ייחורים איכותיים. התוצאות הראשוניות שלנו עם רשתות הצל הצבעוניות שהעלו את יבול ואיכות הייחורים נעשו תחת הצללה מתמשכת לאורך הקטיפ. בחנו האם יש לרשתות הצבעוניות השפעת על יבול ואיכות הייחורים גם אם צמחי האם מוצללים רק בעונת העיצוב ולא בזמן הקטיפ. תוצאות ניסוי זה מסוכמות באיור 3. הצמחים נשתלו במנהרות בבית דגן באוגוסט תחת רשתות צל של 50%. לקראת סוף אוקטובר הרשתות הורדו ובמקומם המנהרות כוסות בפוליאאתילן שקוף להגנה של הצמחים מפני רוחות וגשם בחודשי החורף. איור 3 מסכם את תוצאות קטיפ הייחורים בחודשים ינואר עד מרץ 2006.



איור 3. בחינת השפעת הורדת רשת הצל בזמן הקטיף, על איכות ויבול ייחורי פלרגוניום 'אנטוני'. דרגות ההשתרשות של הייחורים מסומנים בצבעים כשדרגה 0 היא ללא השתרשות ודרגה 5 מערכת שורשים מפותחת. רמת ההשתרשות נמדדה שבועיים לאחר הכנסת הייחורים למצע ההשרשה.

באיור ישנה השוואה בין יבול ואיכות השרשה של ייחורים מצמחים שנשארו תחת כיסוי שחור וצהוב לאורך כל העונה לעומת כאלו שכוסו ברשת צהובה רק בחודשי העיצוב ונשארו עת כיסוי פוליאתיילן בלבד במשך קטיף. איכות ההשרשה נבחנה שבועיים לאחר הכנסת הייחורים למצע השרשה. ניתן לראות שהיתרון של מספר ייחורים גדול יותר נשמר גם לאחר הורדת הרשת, למרות שבניסוי זה היתרון של הרשתות הצבעוניות קטן מאשר בניסויים קודמים (ניתן שהסיבה קשורה לאיכות השתילים הראשונית). גם היתרון בקצב ההשתרשות נשמר, למרות שגם כאן ההבדלים פחותים ממה שהיו בניסויים קודמים שלנו. לצמחים תחת הרשת הצהובה ובמנהרה שבה הרשת הצהובה הוסרה היה אחוז גבוה יותר של ייחורים מפותחים (שלבים 3-5) (5%-8%) מאשר אלו תחת הרשת השחורה.

ב. תכנון וליווי ניסוי במשתלת 'אירית' אצל מגדל הפלרגוניום רני מימון.

בעקבות התוצאות שלנו משנים קודמות מגדל פלרגוניום החליט לבחון השפעת הרשתות על צמחי אם בחממה מסחרית במשתלה שלו בניצני עוז (משתלת 'אירית'). הניסוי נמשך שלוש שנים ואנו עזרנו בתכנונו ובליווי הניסויים וסיכומם לאורך העונות לבחון השפעת הרשתות על זנים שונים של פלרגוניום בתנאי חממה מסחרית. החממה גבוהה ומאווררת ומכוסה בשתי רשתות בעונת הקיץ (60%-ו-30%) וברשת אחת של 30% בעונת הקטיף שנפתחת בימים מעוננים.



איור 4. מערך הניסוי לבחינת רשתות צל צבעוניות על צמחי אם של פלרגוניום במשתלת 'אירית'.

פירוט הניסויים שנערכו במשתלה בשנת 2006/7 וב-2007/8 כמפורט למטה :

שתילה – יוני

הזנים לבחינה : Fernando ו-Samanta

רשתות צבעוניות של חברת פולישק בניסוי : שחורה, אדומה, צהובה, כחולה, פנינה, ואלומינט.

חלקות הניסוי : לכל אחד מהזנים הנבחנים - שטח מסומן (90 עציצים בשנה הראשונה ושטח גדול

יותר שבשנה השנייה) שבו הצמחים לא טופלו בהורמונים.

בספטמבר : קיטום של כל הצמחים בספטמבר בחלקת הניסוי.

מדידות לאורך העונה :

א. יבול ייחורים לאורך העונה.

א. בשנת 2006/7 מדידות של 20 ייחורים לכל טיפול (12 טיפולים) :

1. אורך מבסיס עד קודקוד הצימוח.

2. אורך הייחור כולו.

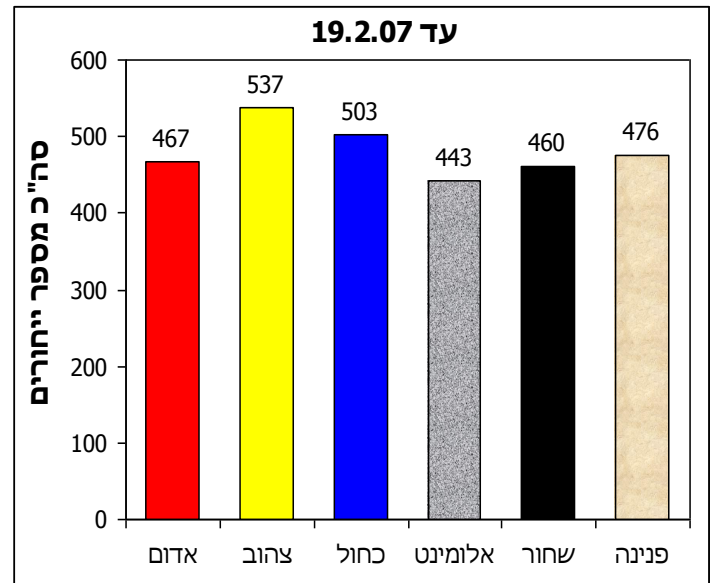
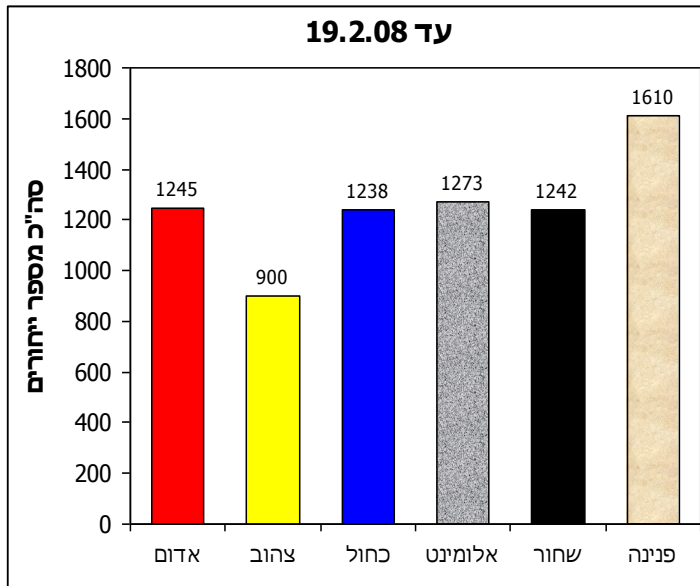
3. משקל של 20 ייחורים.

ב. בחינת קצב השתרשות :

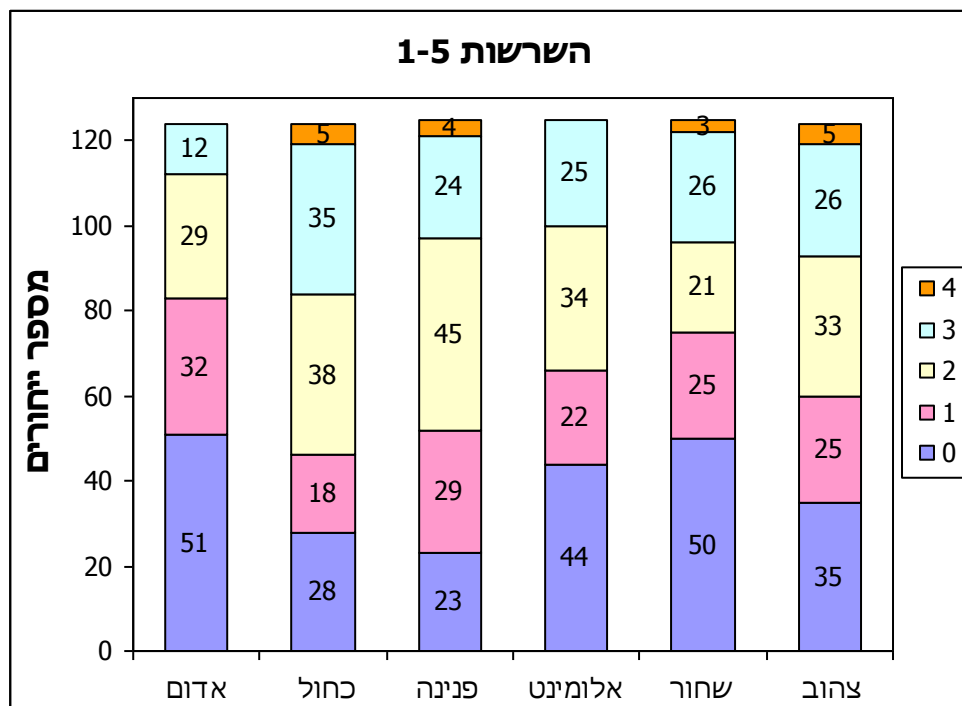
50 ייחורים משני הזנים וכל ששת הרשתות (12 טיפולים) הוכנסו להשרשה לאורך העונה.

25 ייחורים הוצאו לקביעת דרגת ההשתרשות לאחר 14 ימים וה- 25 הנוספים לאחר 21 ימים.

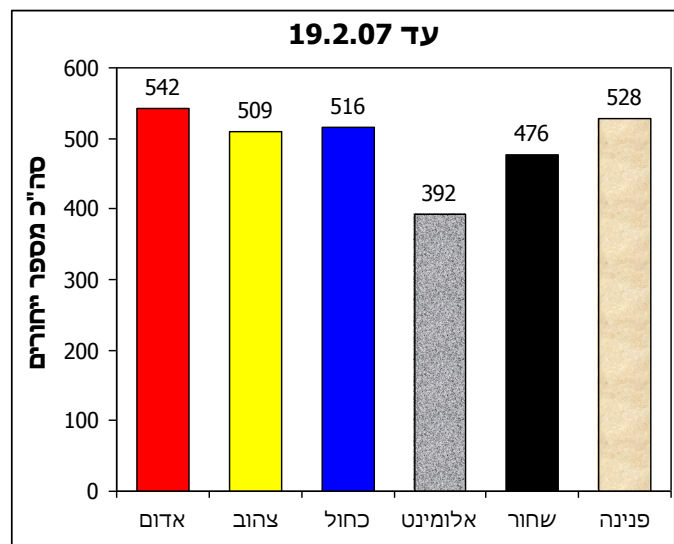
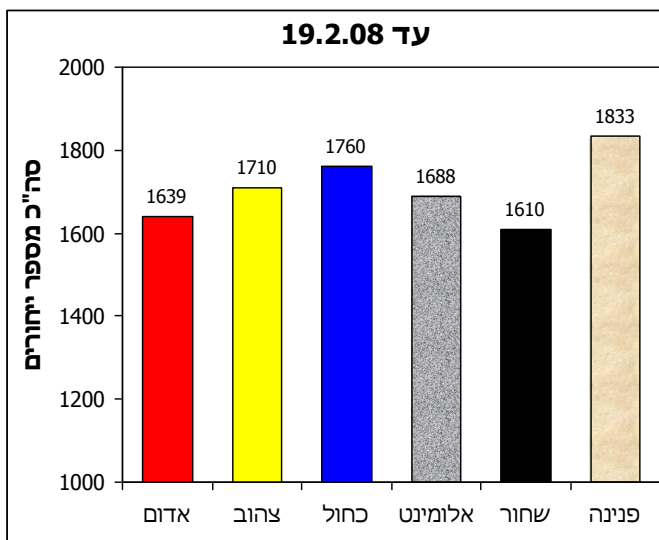
הייחורים הוכנסו להשרשה לאחר סימולציה של משלוח (הכנסה לקירור ל- 2-3 ימים).



איור 5. השפעת רשתות צל צבעוניות על היבול השנתי של ייחורי 'סמנטה' במשתלת 'אירית' במשך שתי עונות גידול שונות, עם צמחים חדשים בכל עונה.



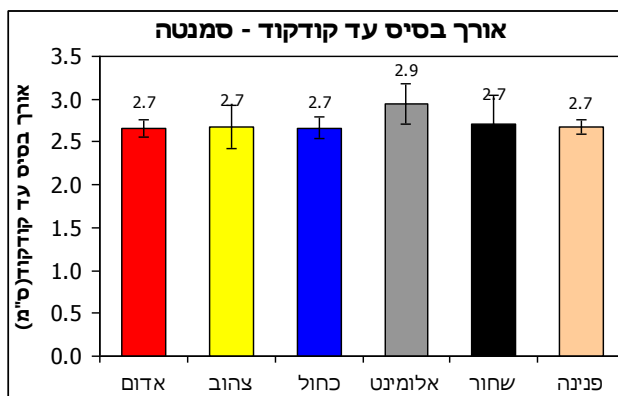
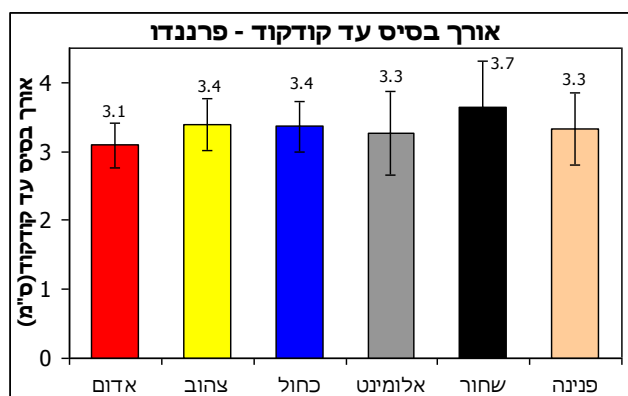
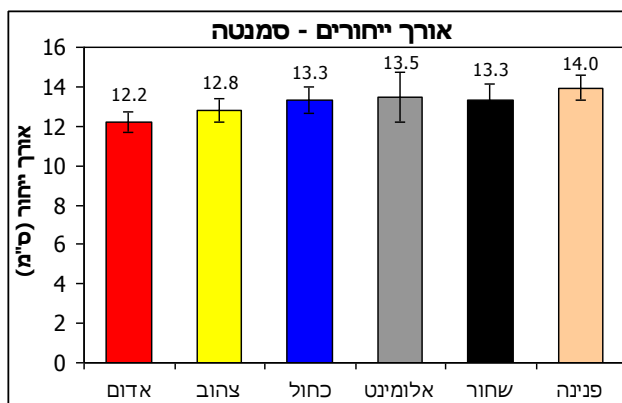
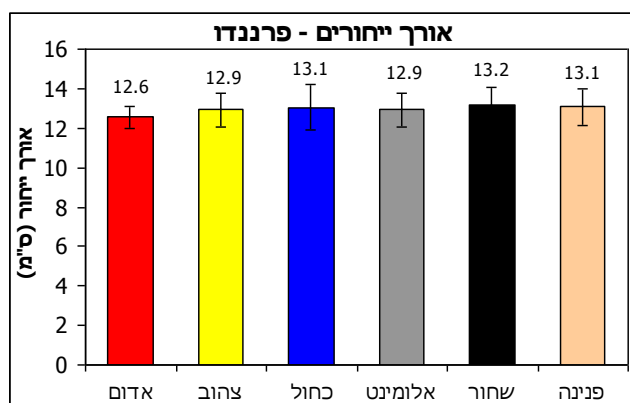
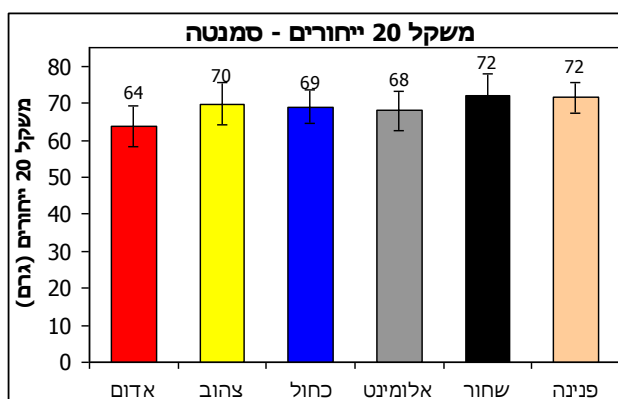
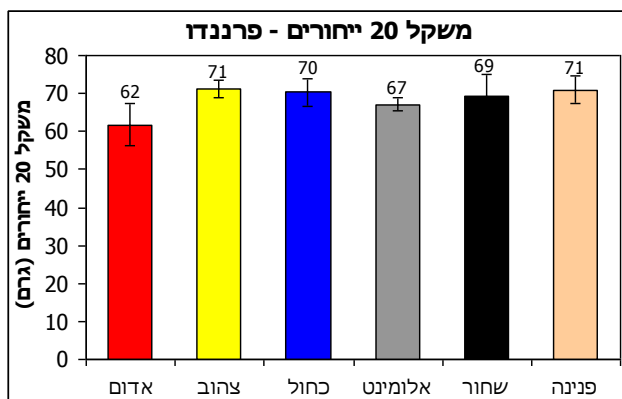
איור 6. השפעת רשתות צל צבעוניות על קצב השתרשות של ייחורי 'סמנטה' בניסוי בשנת 2007 במשתלת 'אירית'. הניסוי נערך כמתואר למעלה. דרגות ההשתרשות מוגדרות על פי הצילום המצורף לאיור 1.



איור 7. השפעת רשתות צל צבעוניות על היבול השנתי של ייחורי 'פרננדו' במשתלת 'אירית' במשך שתי עונות גידול שונות, עם צמחים חדשים בכל עונה.

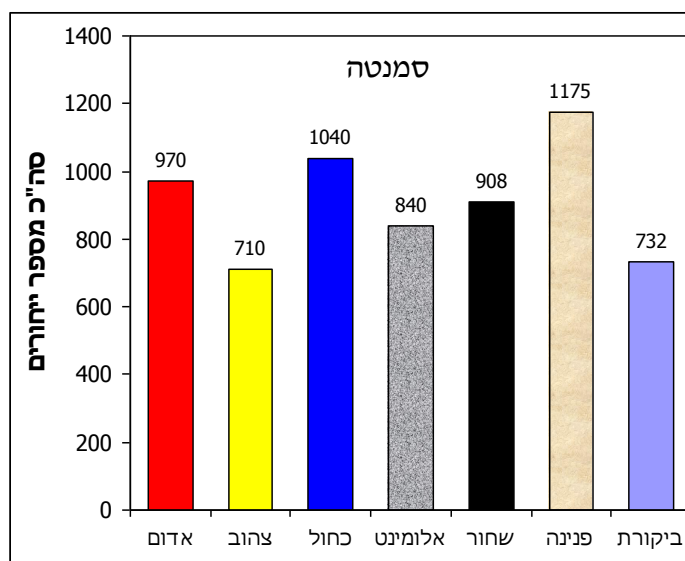
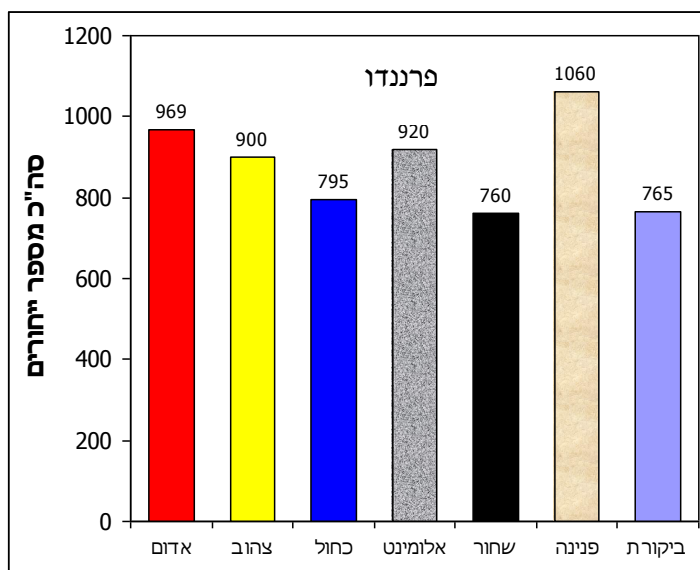
מתוצאות שתי עונות ניסוי במשתלת 'אירית' ניתן לסכם שלרשות השפעה על יבול ועל קצב השתרשות הייחורים. בצמחי 'סמנטה' הייתה שונות גדולה ביבול הייחורים בין שתי העונות עם יתרון מובהק לרשת הצהובה בעונה הראשונה ויתרון לרשת פנינה בעונה השנייה. יתכן שהשונות נבעה מבעיה במדגם הניסויים. מבחינת קצב השתרשות הייחורים, לרשת הצהובה יתרון מובהק בקיצור זמן ההשתרשות של ייחורי 'סמנטה'. פה אנחנו מציגים רק עונה אחת, אבל תוצאה זו חזרה על עצמה בשלוש עונות שונות. בצמחי פרננדו יש יתרון ברור לכול הרשתות על הרשת השחורה, פרט לרשת האלומינט. הרשת המוצלחת ביותר מבחינת יבול ייחורי 'פרננדו' בשתי העונות היא רשת הפנינה. לא ראינו הבדלים בקצב השתרשות הייחורים בין צמחי אם ברשתות השונות, ומתכן שזה בכיוון שזן זה משתרש מהר מאוד וביעילות גבוהה מזנים אחרים כמו 'סמנטה'.

למרות ההשפעות המשמעותיות של הרשתות על יבול וקצב השתרשות הייחורים, לא נראו השפעות משמעותיות על מדדי איכות אחרים. איור 8 מסכם את תוצאות מדדי איכות ייחורים של זני השנים בשנת 2006-7.



איור 8. השפעת רשתות הצל הצבעוניות על מדדי איכות ייחורי 'סמנטה' ו-'דה-קאפוי'. המדגם שנלקח הוא של 20 ייחורים מכול אחד מ-12 הטיפולים. הקווים האנכיים מייצגים ממוצע של 20 חזרות \pm שגיאת התקן.

לבחינת השפעת הצללה ברשתות ביחס להורדה של הרשת בעונת הקטיף, כמקובל אצל מגדלי פלרגוניום, הוספנו ביקורת שבה לא הייתה רשת כלל בכול עונת הקטיף. איור 9 מסכם את מספר הייחורים לצמח בזנים 'פרננדו' ו-'סמנטה' במשתלת אירית בין החודשים ינואר ומרץ 2008 תחת רשתות ובצמחים שלא כוסו ברשת בקטיף (ביקורת).



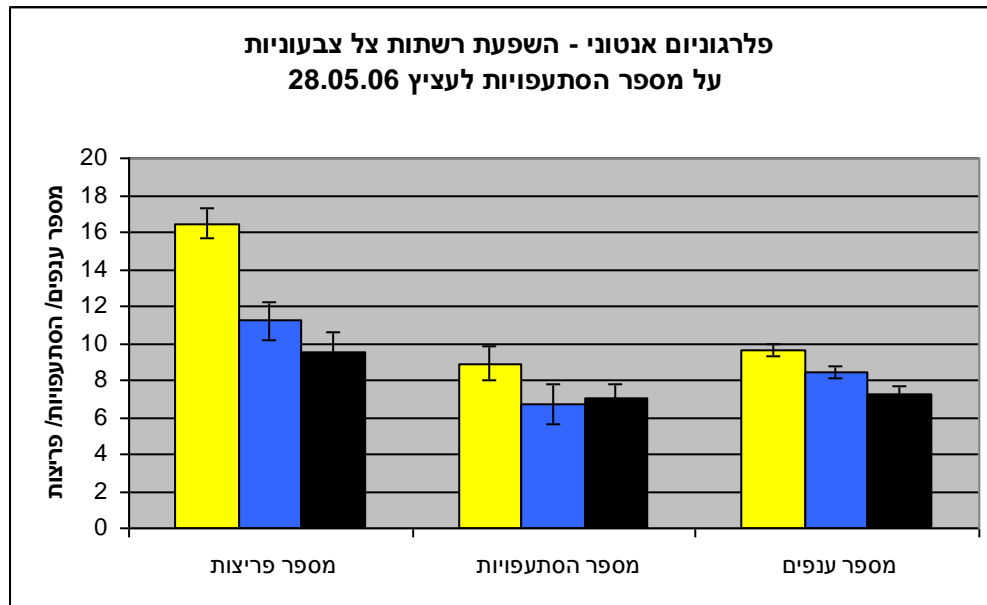
איור 9: השפעת הרשתות הצבעוניות על יכול הייחורים בצמחי סמנטה ופרננדו, ביחס לתנאים בהם הוסרה הרשת בעונת הקטיפ. התוצאות הן רק של החודשים ינואר-מרץ.

ניתן לראות מאיור 9 שאין יתרון להורדת רשת הצל על יכול הייחורים. למעשה לכול הרשות הצבעוניות, פרט לרשת הצהובה בצמחי סמנטה, היה יתרון ברור על הורדת רשת, על יכול הייחורים. התוצאה של מספר ייחורים נמוך כול כך בצמחי סמנטה, תחת הרשת הצהובה מפתיע ולא תואם תוצאות מוקדמות. יתכן שתוצאה זו נבעה מבעיה טכנית אצל המגדל. איכות הייחורים הייתה דומה, למראית עין המגדל, בין הרשתות ובצמחי הביקורת ללא רשת.

ג. הבנת המנגנון של השפעת איכות האור על יכול ואיכות הייחורים.

ג1. האם העלייה ביכול ייחורים לצמח תחת הרשתות צהובה וכחולה בצמחי 'אנטוני' היא כתוצאה מהגברת הצימוח או הגברת הסתעפות הצמחים?

תתכננה שתי סיבות לכך שהרשתות הכחולה והצהובה גרמו לעלי במספר הייחורים בצמחי 'אנטוני': הגברת ההסתעפות של הצמחים ו/או הגברת עוצמת הצימוח. מכיוון שבחינת השפעת הרשתות נעשתה עד עכשיו רק על צמחי אם שמהם נקטפו ייחורים לאורך כל העונה ועל מנת לקבוע האם הרשתות הצבעוניות גרמו לעליה בהסתעפות הצמחים, עקבנו אחר גידול של צמחי 'אנטוני' תחת רשתות צהובה, כחולה ושחורה במשך עונת גידול וקטיפ (מאוקטובר ועד מרץ) מבלי להוריד ייחורים מהצמחים. בסוף העונה נקבעו ההבדלים בין הצמחים על ידי ספירת מספר הענפים לצמח, מספר ההסתעפויות (ענפונים מעל 3 ס"מ) ומספר הפריצות (פחות מ-3 ס"מ) (איור 10).



איור 10. השפעת הרשתות הצהובה והשחורה על הסתעפות צמחי פלרגוניום 'אנטוני'. הקווים האנכיים מיצגים ממוצע של 5 חזרות \pm שגיאת התקן.

ניתן לראות שלרשת הצהובה יתרון ברור בהסתעפות הצמחים עם עליה משמעותית במספר הפריצות, ההסתעפויות והענפים ביחס לרשת השחורה הניטרלית. מכאן שהרשת הצהובה גורמת לעליה בהסתעפות הענפים בפרלגוניום ולא רק להגברה בעוצמת הצימוח. ברשת הכחולה התוצאות פחות חד משמעיות: ישנה הגברה מסוימת במספר הענפים ובמספר הפריצות אבל ההבדלים לא מובהקים. יתכן שבמקרה של הרשת הכחולה הגברת מספר הייחורים לצמח הוא כתוצאה משילוב של עליה בהסתעפות והגברת עוצמת צימוח.

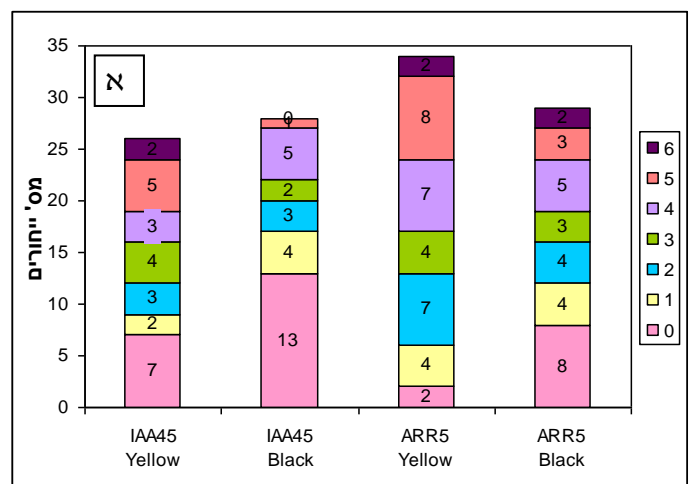
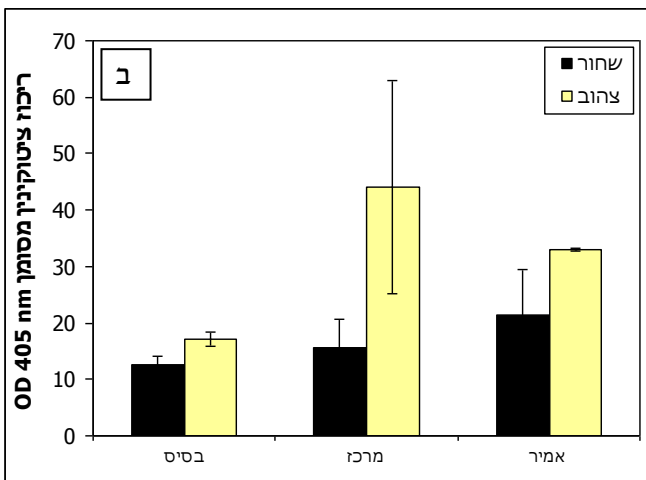
ג2. האם הצללה של ייחורים בזמן השתרשותם ברשת צהובה תגביר עוד יותר את קצב ההשתרשות? נשאלה השאלה האם האור הצהוב משפיע רק על הייחורים רק בשלב הצימוח של צמחי האם או גם לאחר שנקטפו על קצב ההשתרשות שלהם? לענות על שאלה זו בחנו כיסוי הייחורים בזמן השתרשותם ברשת צהובה או בפוליאיתילן צהוב ועקבנו אחר קצב ההשתרשות. לא נראה הבדל בין ייחורים תחת כיסוי צהוב לכיסוי נטרלי. מכאן שההבדל בין הייחורים נקבע כבר על צמחי האם ולא ניתן לשינוי לאחר הקטיפה שלהם.

ג3. מהם הגורמים הביוכימיים הגורמים להקדמת השתרשות בייחורים שמקורם מצמחי אם שגדלו תחת רשת צהובה?

כיסוי ברשת צהובה גרם ברוב הזנים שנבחנו להקדמת השתרשות הייחורים. היפותזת העבודה שלנו הייתה שהשפעת הרשת הצהובה היא על ריכוז ההורמונים האנדוגניים בייחורים, המשפיע על קצב ההשתרשות שלהם. המערכת לבחינת היפותזה זו הייתה שני קוים טרנסגניים של צמחי טבק, שניתנו לנו על ידי משה ראובני, שיאפשרו בחינה של רמת אוקסינים או ציטוקינים בייחורים (בכל קו הוחדר פלסמיד עם פרומורטור לגן בשרשרת התגובה של ההורמון הספציפי ARR5)

לציטוקינינים ו-IAA45 (לאוקסינים) שמחובר ל-GUS). בניסוי מקדים, המסוכס באיור 9, מצאנו שטבק מגיב בצורה דומה לפרלגוניום תחת הרשת הצהובה: זמן ההשתרשות של הייחורים מתקצר. מכאן שניתן יהיה לבחון בעזרת שני קווי הטבק הטרינסגניים האם רמות ההורמונים בייחורים משתנה כתוצאה מאיכות האור השונה המגיעה לצמחים. יתכן ששינוי ברמות ההורמונים הוא ההסבר להתקצרות זמן ההשתרשות תחת הרשת הצהובה.

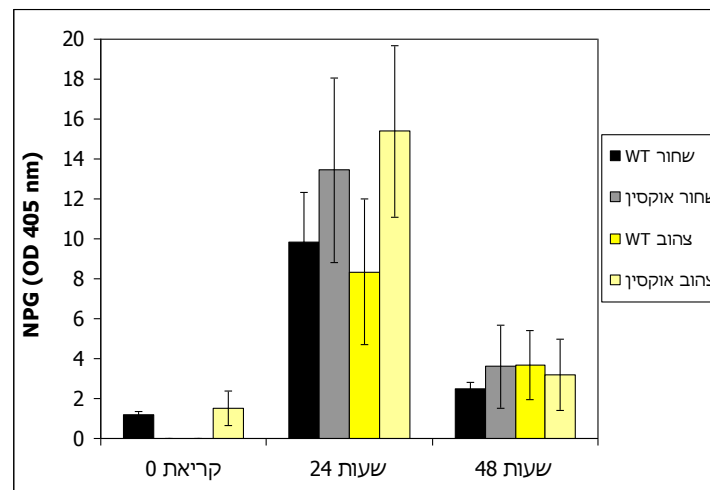
באיור 11 ניתן לראות השפעת הרשת הצהובה על היבול וקצב ההשרשה בשני קווי הטבק. בקו ARR5 ישנו יתרון ברור לרשת הצהובה ביבול הייחורים וכן בקצב ההשתרשות שלהם. מספר הייחורים שלא השתרש לאחר שבועיים זניח תחת הרשת הצהובה ביחס לצמחים שגדלו תחת הרשת השחורה. תוצאות אלו חזרו על עצמן כבר במשך שתי עונות גידול עם צמחים חדשים בכל עונה (תוצאות השנה הראשונה לא מוצגות). בזן IAA45 אין הבדל ביבול הייחורים אבל גם בקו זה ישנו יתרון מובהק לצמחים שגדלו תחת הרשת הצהובה בקצב ההשתרשות הייחורים שלהם. לבחינת איכות הייחורים התחלנו בכיול מבחן לקביעת כמות יחסית של ציטוקינין בקו ARR5 (**איור 11**). באיור בחנו 2 ייחורים מחולקים ל-3: בסיס, מרכז ואמיר. הייחורים נכתשו בחנקן נוזלי והוכנסו לתמיסת ריאקציה עם סובסטרט ל-GUS שהתוצר שלו NPG בעל צבע שניתן לקרא בספקטרופוטומטר. תוצאות ראשוניות אלו מרמזות על כך שישנו הבדל בין הייחורים מהצמחים שגדלו תחת הרשת השחורה לצהובה בריכוז הציטוקינינים ובעיקר בריכוז לאורך הייחור. כמובן שישנו צורך לבחון זאת עם מספר רב של ייחורים ובמקביל לבחון ייחורים מהקו IAA45 לקביעת ריכוז יחסי של אוקסינים בייחורים. מערכת זו תאפשר לקבוע בסופו של דבר האם הגורם להקדמת ההשתרשות תחת הרשת הצהובה קשור לרמות שונות של הורמונים אנדוגניים.



איור 11. השפעת הרשת הצהובה על קוי טבק טרינסגניים המאפשרים קביעת ריכוז אנדוגני יחסי של ציטוקינינים (ARR5) ואוקסינים (IAA45). א: השפעת הרשת הצהובה על יבול ואיכות הייחורים ו-ב: השפעת הרשת הצהובה על ריכוז אמדוגני יחסי של ציטוקינין לאורך הייחורים. הקווים האנכיים מציגים ממוצע של 5 חזרות \pm שגיאת התקן.

איור 12 מדגים תוצאות של ניסוי על ייחורי צמחי טבק טרינסגניים (IAA45) לעומת צמחים שלא הונדסו גנטית. בניסוי זה נבחן ריכוז ההורמון אוקסיין בחלק האמירי של הייחורים נכתשו

בחנקן נוזלי והוכנסו לתמיסת ריאקציה עם סובסטרט ל-GUS שהתוצר שלו NPG בעל צבע שניתן לקרא בספקטרופוטומטר. ניתן לראות שגם בצמחי wt ישנו אפקט של הרשת על ריכוז ה-NPG. כנראה שהבדל זה נובע מתהליכים אנזימטיים שאינם קשורים לריכוז האנדוגני של ההורמון אוקסין. ניתן לראות שגם בצמחי wt ישנו אפקט של הרשת על ריכוז ה-NPG. כנראה שהבדל זה נובע מתהליכים אנזימטיים שאינם קשורים לריכוז האנדוגני של ההורמון אוקסין. בהסתכלות על ההפרש בין ריכוז ה-NPG בקו הטרנסגני לעומת צמחי הביקורת נראה שריכוז האוקסין בחלק האמירי של הייחורים הטרנסגניים תחת הרשת השחורה גבוה מזה של צמחים תחת הרשת הצהובה. מספר הייחורים שנבחן בצורה זו מוגבל מאד (5) ויהיה צורך בעתיד לבחון מספר גדול הרבה יותר של ייחורים בחלקי הייחור השונים ובשני הזנים הטרנסגניים על מנת לקבוע האם הרשתות משפיעות על יחס שונה של ההורמונים אוקסין. ציטוקינין בייחורים.



איור 12: השפעת רשתות הצל הצבעוניות על ריכוז אוקסין באמירי הייחורים של צמחי טבק. הקווים האנכיים מיצגים ממוצע של 5 חזרות \pm שגיאת התקן.

למרות מאמצים רבים שלנו במשך שלוש השנים לקבוע האם יש הבדל בריכוז האוקסינים והציטוכינינים (יחס בין ההורמונים ושינוי בריכוזם לאורך הייחור) בין ייחורים מצמחי אם שגדלו תחת רשת צהובה לשחורה, לא הצלחנו לקבל תוצאות ברורות שחזרו על עצמן בין ניסוי לניסוי. יתכן שהסיבה לכך היא שהצמחים הטרנסגניים עדין לא מיוצבים ולכן לא עבדנו עם אוכלוסיה הומוגנית. למרות זאת צמחי טבק הם צמחי מודל מתאימים לבחינת ההבדלים בין הייחורים. בעתיד ננסה לקבוע את ריכוז ההורמונים לאורך הייחורים של אוקסינים וציטוכינינים בדרכים ביוכימיות בייחורי טבק שגדלו תחת הרשתות השונות.

מסקנות והשלכותיהן על המשך העבודה

יש יתרון בגידול צמחי אם של פלרגוניום תחת רשתות צל צבעוניות. מסקנה זו היא בעקבות עבודה שעשינו במערכת ניסוי מצומצמת בבית דגן ובעקבות ניסוי גדול וממושך שנעשה במשתלה מסחרית גדולה. הרשתות כמעט ולא השפיעו על מדדי איכות אחרים מיבול וקיצור זמן השתרשות. בנוסף לכך נראה יתרון ברור להשאר רשת צל על צמחי פלרגוניום לאורך כול עונת הגידול, עם הצללה כבדה יותר בעונת הקיץ. זאת הרשתות שבלטו במיוחד על מספר רב של זנים מבחינת עליה ביבול הייחורים לצמח הן הרשת הצהובה ורשת הפנינה. לרשת הצהובה תכונה נוספת של קיצור זמן ההשתרשות בחלק מזני הפלרגוניום ובצמחי טבק. מסקנה נוספת וחשובה מהניסוי במשתלת 'אירית' היא שלהצללה של 30% לאורך כול העונה יתרון על צורת הגידול המקובלת של הורדת הרשת לחלוטין בעונת החורף.

תשובות לשאלות מנחות

1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח

א. ביסוס תוצאות השפעת רשתות צבעוניות על יכול ואיכות ייחורי פלרגוניום בניסויים בבית דגן וכן במשק מסחרי. ב. בחינה עד כמה השפעת זו של הרשתות הצבעוניות רחבה בין זני פלרגוניום שונים. ג. ניסיון להתקדם בהבנת המנגנון של השפעת איכות האור על קצב השתרשות הייחורים.

2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח

א. בחינת רשות צל צבעוניות על מספר צמחי פלרגוניום שונים והשפעתם על יכול וקצב השתרשות. ב. בחינת הרשתות במשק מסחרי. ג. ניסיון בהבנת המנגנון של השפעת איכות האורל על יכול ואיכות הייחורים.

3. המסקנות המדעיות והשלכותיהן להמשך המחקר

א. יש יתרון בגידול צמחי אם של פלרגוניום תחת רשתות צל צבעוניות ב. הרשתות כמעט ולא השפיעו על מדדי איכות אחרים מיבול וקיצור זמן השתרשות. ג. להצללה של 30% לאורך כול העונה יתרון על צורת הגידול המקובלת של הורדת הרשת לחלוטין בעונת החורף.

4. הבעיות שנותרו לפתרון

עדין לא הצלחנו להבין את המנגנון הגורם להקדמת השתרשות תחת רשת צהובה.

5. הפצת הידע

שני פרסומים בעיתון 'עולם הפרח' והרצאות בפני שתלנים. הרצאה בפני מגדלים בכנס ייחורים שנערך בחודש יוני 2008 ובחודש יולי 2009.

6. אני ממליץ לפרסם את הדו"ח רק בספריות.