

Examination of new protocols for improving fruit set in greenhouse tomato under heat stress

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולמועצת הצמחים ע"י:

רבקה ברג - מכון למדעי הצמח, מכון וולקני, מינהל המחקר החקלאי
שלי גנץ - שה"מ, משרד החקלאות
נורית פירון - מכון למדעי הצמח, מכון וולקני, מינהל המחקר החקלאי
יחיעם זלץ - מכון למדעי הצמח, מכון וולקני, מינהל המחקר החקלאי
שרה שבתאי - מכון למדעי הצמח, מכון וולקני, מינהל המחקר החקלאי
לביאה אלטחן - מכון למדעי הצמח, מכון וולקני, מינהל המחקר החקלאי

Rivka Barg- Inst. Plant Sciences, Volcani center, ARO. – rivkab@volcani.agri.gov.il
Shelly Gantz – SHAHAM, Ministry of agriculture - shegan@shaham.moag.gov.il
Nurit Firon - Inst. Plant Sciences, Volcani center, ARO - vcfiron@volcani.agri.gov.il
Yehiam Salts - Inst. Plant Sciences, Volcani center, ARO – ysalts@volcani.agri.gov.il
Sara Shabtai - Inst. Plant Sciences, Volcani center, ARO - saras@volcani.agri.gov.il
Leviah Altahan - Inst. Plant Sciences, Volcani center, ARO - leviah@volcani.agri.gov.il

תקציר

הצגת הבעיה השימוש באוקסינים סינטטים ובמעכבי תנועת אוקסין יעיל בהשראת חנטה בזני עגבניות חממה בטמפרטורות נמוכות, אך עד היום עדין לא ברור מהו הגורם להעדר חנטה בתגובה לטיפול אוקסין שניתנים בחום. מטרת המחקר: לבחון מהו הבסיס לחוסר היעילות של הטיפולים המקובלים להשראת חנטה בחום, ולבחון צרופי טיפולים חדשים. **שיטות העבודה:** באמצעות שימוש בצמחי עגבניה טרנסגניים המדווחים לרמות האוקסין הפעיל בשחלה ניבחנה השפעת אנלוגים שונים של אוקסין, מעכבי תנועת אוקסין והשילוב ביניהם על פיזור אוקסין פעיל בשחלה בחום ועל אופי החנטה. וכן נבחנה השפעת ריסוס בצרופי טיפולים מדורגים באנלוגים של אוקסין ו/או מעכב תנועת אוקסין על חנטה בחום של זנים מסחריים. **התוצאות העיקריות:** עפ"י רמת ביטוי הגנים המדווחים DR5::GUS ו- DR5::YFP לא נמצאה עדות לקושי בקליטה ובתגובה לאוקסין או מעכבי תנועת אוקסין שניתנו בחום לפרחים סגורים. מניסויי השדה בטיפולים מדורגים לשני זנים מסחריים חצי מסיימים, נמצא שיש השפעת גומלין מובהקת גנוטיפ X טיפול. נמצאו הבדלים מובהקים בין זנים מסחריים שונים ביכולת החנטה הפרתנוקרפית בתגובה לטיפולים שנבחנו. **מסקנות** נמצא שטיפול בריכוז אורסט נמוך (0.05%) ובתכיפות נמוכה מהמקובל במעשה החקלאי עשויים להוביל, בזן מגיב, לאיכות פרי טובה בתנאי חנטה בחום. ותוספת אגריטון במדורג, משפרת גודל הפרי מבלי לפגוע באיכותו. בחינת תגובת הופעת שורשים אדוונטיבים בתגובה לטיפול אוקסין יתכן ועשויה לעזור בזיהוי הזנים שגיבו טוב לטיפול השראת חנטה בחום. יש להמשיך לבחון צרופים נוספים של טיפולים על סמך ממצאי שתי שנות המחקר הנוכחי.

יוני 2013

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: /לא (מחק את המיותר*)

* חתימת החוקר -- רמה בויג

מבוא ותאור הבעיה: מכיון שטמפרטורות גבוהות פוגמות בכושר ההנבה של העגבנייה עד כדי אובדן מוחלט של היבול, עד לפיתוח זנים המסוגלים לחנוט בחום גבוה, חשוב למצוא טיפול אגרוטכני שיאפשר חנטת פרי בקיץ. השימוש באוקסינים סינטטים ובמעכבי תנועת אוקסין מאפשר חנטת פרי בזני עגבניות חממה בטמפרטורות נמוכות (1). לעומת זאת, עד היום לא נמצא משטר יעיל של טיפול בחומרים מווסתי צמיחה שיוביל לחנטה פרתנוקרפית של פירות בתנאי חום, ועדין לא ברור מהו הגורם להעדר חנטה בתגובה לטיפול אוקסין שניתנים בחום. חוסר התגובה בחום עשוי לנבוע מסיבות שונות, כולל: א) העלאת סינתאזה של אתילן בעקבות מתן האוקסין (6), שבמשולב עם חום פוגעים בחנטה. ב) שינויים מורפולוגיים כגון התפתחות קוטיקולה בעלת מבנה שונה בחום (8), שפוגע בחדירות ההורמון. ג) יתכן ובחום רמות ה-GI ברלין בשחלה נמוכות מהסף הדרוש להתפתחות פרי תקין. ד) התיבשות מהירה של הממיס של ווסת הצמיחה בתנאי חום שמונעת את חדירתו היעילה. ה) הובלה מהירה יותר של האוקסין המוסף אל מחוץ לשחלה בחום (5), עלולה אף היא לפגוע ביעילות הטיפול. ו) שינוי במצב פסילוגי/ביוכימי של התפרחת כך שאינה מגיבה בתנאי חום לטיפול באוקסין. האפשרות שכמיקאלים אלו (האנלוגים הסינטטים של אוקסין) מתפרקים יותר מהר בחום פחות סבירה, שכן מדובר בחומרים סינטטים בעלי יציבות גבוהה יחסית. כדי לנסות לברר לפחות חלק מהגורמים האפשריים לבעיה זו ניתן להשתמש בזני עגבניה טרנסגניים המותמרים לגן המדווח המדווח לרמות אוקסין (DR5::GUS). הגן מופעל הן ע"י אוקסינים טבעיים והן ע"י אוקסינים סינטטים (9). ובמחקר נעשה שימוש בזנים אלו כדי לברר חלק מהשפעות החום על רמות האוקסין בשחלות המטופלות. בחינת השפעת טיפולים חדשים נעשתה גם על זנים מסחריים מובילים.

מטרות המחקר:

1. לבחון מהו הבסיס לחוסר היעילות של אוקסינים סינטטים להשראת חנטה בחום.
2. לבחון צרופי טיפולים חדשים כאמצעי להשראת חנטת עגבניות בתנאי חום.

פירוט עיקרי הניסויים שבוצעו וכלל התוצאות שהתקבלו לתקופת הדוח:

1. בחינת האפשרות שקליטת האוקסינים ומעכבי תנועת האוקסין נפגעת בחום: באמצעות שימוש בשני קווי עגבניה מדווחים לרמות אוקסין, האחד DR5::YFP ברקע הזן לתעשייה M82 להלן M82-DR5::YFP (שנתקבל בתודה של בתודה מפרופ' נעמי אורי מהפקולטה לחקלאות), והשני להלן DR5::GUS ברקע הקו המסיים New Yorker להלן NY-DR5::GUS (שהתקבל בתודה מפרופ' ליפשיץ מהטכניון), נבחנה ההשפעה של מספר טיפולים על רמות האוקסין בשחלות מטופלות. הטיפולים ניתנו בריסוס ישירות לתפרחות של צמחים שהוחזקו בחממה בקיץ 2011. (ממצאי השנה

הקודמת פורטו בדוח הקודם, כאן מובאים רק עיקרי הממצאים שהכתיבו את הניסויים שנעשו בשנה האחרונה ואשר יתוארו בהמשך).

1) השפעת שני מעכבי תנועת אוקסין על רמות האוקסין בשחלות ועל איכות החנטה:

NPA (N-1-Naphthylphthalamic acid) הוא מעכב ידוע של תנועת אוקסין בין-תאית. החקלאים משתמשים בתכשיר המכונה Oraset (או Duraset) להשראת חנטה פרתנוקרפית. החומר הפעיל בתכשיר זה הוא n-m-tolylphthalamic acid (TPA) ולמרות שאין דווח מסודר בספרות, בגלל הדמיון המבני ל-NPA סביר שגם הוא פועל כמעכב תנועת אוקסין (פעילות TPA כמעכב הדגמנו באמצעות הוכחת עיכוב התקדמות ההירה בהיפוקוטילים של בצמחים מדווחים M82-DR5::YFP שטופלו ב-TPA ואח"כ ב-NAA, לא מתואר בדו"ח). ההמלצה המקובלת היא להשתמש בקיץ באורסט בריכוז סופי של 0.1-0.2% (משקל/נפח). עפ"י האינפורמציה שע"ג האריזה, ריכוז החומר הפעיל באבקת אורסט הוא 20%. אם נתון זה מדויק, מומלץ לכאורה לרסס בריכוז סופי של לפחות כ-800 μM (מה שעל פניו נראה מאד מוגזם). על-כן בחנו במקביל השפעת טיפולים ב-NPA ו-TPA (שנרכשו ברמה אנליטית) ורוססו בריכוז של 100 μM , בתוספת משטח לא-יוני (0.05% Tw-20), ואורסט שניתן עפ"י המומלץ בריכוז של 0.1%. לגבי שלושתם נבחנה ההשפעה על רמות אוקסין בשחלות שחולצו מפרחים מרוססים, כפי שמדווחות בצביעת GUS, וכן עקבנו אחר החנטה. כפי מודגם בתמונה 1 כל הטיפולים הובילו לעוצמת צבע כחול גבוהה מאשר בטיפול הביקורת (ריסוס בתמיסה המכילה את המשטח והממס האורגני בלבד). כלומר גם בטמפ' גבוהות קיימת קליטה של המעכבים שאכן הובילה לעליה בשיעור האוקסין הפעיל בשחלות. מה שראוי לציין הוא שבכל הטיפולים - עפ"י עוצמת הצבע - היתה רמה יותר גבוהה של אוקסין חופשי בשחלות של פרחים שרוססו סגורים מאשר באלה שרוססו פתוחים. ממצא שיכול לנבוע ממספר סיבות, וביניהן: קליטה טובה יותר לפרח סגור, שבו השחלה דוקא יותר מחופה מהתרסיס, יתכן שהמעכב נספג טוב יותר בעוקצים של הפרח הסגור ובכך מנע בצורה יותר יעילה בריחת אוקסין מהשחלות, יתכן שבשלב זה מעכבי התנועה מעכבים יותר טוב את תנועת האוקסין אל מחוץ לתאים, או שהרמה הבסיסית של האוקסין בשחלות סגורות גבוהה מאשר לאחר פתיחת הפרח. חלק מהפרחים המטופלים הושארו למעקב התפתחות פירות בחום. בביקורת-לא היתה כלל חנטה, אורסט מסחרי ו-TPA הישרו חנטה בשיעור דומה מהתפרחות המטופלות, נראה שבעיקר מטיפול בפרחים שבשלב אנתזיס. כך שנראה שקיימת קורלציה חיובית בין הכחלה חזקה של שחלות פרחים סגורים מטופלים לתגובה לטיפול. NPA הישרה חנטה ברמה הגבוהה ביותר: הן עפ"י מספר חנטים שהתפתחו והן מבחינת קצב הגידול שלהם. אבל נגרם עיוות בעלים שבקרבת התפרחות המרוססות, ופגיעה מסוימת בהתפתחות התפרחת העוקבת, והפירות בהרבה מקרים היו בעלי מבנה לא חלק ("puffy") כנראה מתגובת יתר של גדילה של חלקי הפרי שבין קירות האונות. אותם טיפולים ניתנו במקביל לצמחי זן החממה 1125 בבית רשת אצל חקלאי (6 צמחים לכל טיפול 3-4 תפרחות בכל צמח), שגם החזיק בומבוסים בחממה. בשנים חמות במיוחד כאשר יצור האבקה נפגע במידה רבה, יעילות שיפור החנטה באמצעות האבקה ע"י דבורי הבמבוס מוגבלת. יש לזכור שהקיץ של שנת 2011 היה מתון יחסית, מה שהבטיח שיצור האבקה לא נפגע במיוחד, לכן בדיעבד יכולנו רק לבחון האם הטיפולים ישפיעו על גודל או איכות הפרי מעבר לעובדה שהפירות נושאי זרעים. מצאנו שזן זה רגיש

בהרבה מהזן NY-DR5::GUS לטיפול ב-NPA. מעבר לעיוותי העלים שהיו חמורים בהרבה, הטיפול הוביל להנשרה מלאה של כל הפרחים מהתפרחות המטופלות, להוציא התפתחות פרי אחד שהיה פרתנוקרפי ומאד מעוות, תופעה שלא התרחשה בשני בטיפולים האחרים. ביתר הטיפולים לא הושרו עיוותים בעלים ורוב התפרחות שרוססו חנטו פירות. כאמור, גם טיפול הביקורת נשא פירות אבל בחלקם מילוי הג'לי לא היה שלם, מה שמאפיין בדרך כלל מצב של האבקת חסר. מהשוואת איכות הפרי שהתפתח מפרחים שרוססו באורסט או ב-TPA $100 \mu\text{M}$, ברור שהפירות שנתקבלו מריסוס באורסט היו מחודדים לכיוון הצלקת ויותר מעוותים מאלו שרוססו באותו חומר פעיל אבל בריכוז נמוך יותר. כל הפירות שהתפתחו מריסוס ב-TPA היו בעלי מילוי ג'לי שלם ושמרו על מופע מעוגל. מהניסויים בזן המדווח ומזן החממה עולה כי בחום יש קליטה של המעכבים שמובילה לעליה בכמות האוקסין הפעיל השחלות, ונתקבל רמז ראשוני שמשטר הריסוס המקובל באורסט עשוי להיות גבוה מהרצוי לקבלת תגובה אופטימאלית בקיץ (למעשה מומלץ בקיץ לרסס אפילו ב-0.2%), ושאוּפּי התגובה מותנה ברקע הגנטי (הזן).

(2) השפעת שני אנלוגים סינטטיים של אוקסין על כמות האוקסין פעיל בשחלות: בניסוי נוסף שנעשה על הזן המדווח NY-DR5::GUS הושוּוּתה עוצמת הצבע לאחר טיפול בשני ריכוזים של שני אנלוגים סינטטיים של אוקסין. האחד b-NOA (שמשווק לשימוש חקלאי תחת השם "חנטאון") שנקלט לתוך התאים הן באמצעות נשא יחודי לאוקסין (AUX1) וכנראה גם בדיפוזיה, והאחר 1-NAA שחודר לתאים בדיפוזיה בלבד (משווק לחקלאי תחת השם "אגריטון"). שני האנלוגים רוססו ישירות לפרחים שהתפתחו על צמחים שהוחזקו בחממה באמצע הקיץ. כפי שמודגם בתמונה 2, בכל הטיפולים גם 48 שעות לאחר הריסוס היתה צביעה כחולה. כלומר היתה קליטה של האנלוגים הסינטטיים, אף שניתנו בריכוזים נמוכים מהמקובל בפרקטיקה החקלאית. מהערכה איכותית נראה שרמות האוקסין בהן חש התא היו יותר גבוהות בשחלות הפרחים שרוססו ב-1-NAA מאשר באנלוג b-NOA. באופן לא צפוי הטיפול בריכוז הגבוה של b-NOA ($100 \mu\text{M}$) הישרה עוצמת צביעה פחותה מאשר הטיפול בריכוז הנמוך ממנו ($50 \mu\text{M}$). לגבי 1-NAA ההבדל בין הריכוזים היה פחות בולט. יתכן שההבדלים נובעים מכך שהחדירה הפסיבית מושפעת פחות מריכוז האנלוג, בעוד שהקליטה באמצעות הנשא נמצאת תחת בקרה שלילית של ריכוז האוקסין.

(3) השפעת שילוב טיפול באנלוג של אוקסין ומעכב תנועת אוקסין על כמות אוקסין פעיל בשחלות ועל איכות החנטה: בניסוי שנעשה ע"ג צמחים מדווחים מסוג M82-DR5::YFP נבחנה הרמה של אוקסין פעיל בשחלות פרחים שטופלו באוקסין הסינטטי b-NOA ($100 \mu\text{M}$) עם או ללא תוספת של המעכב NPA ($20 \mu\text{M}$). זאת במטרה לבחון האם טיפול משולב יוביל לשמירה של רמה גבוהה יותר של אוקסין בשחלות. כפי שמוצג בתמונה 3, הטיפול ב-b-NOA הוביל לזהירה חזקה ש-24 שעות לאחר הטיפול נמצאה בעיקר בחלקים ההיקפים של השחלות וכעבור 48 שעות נראתה זהירה חזקה מכל חלקי השחלה, מה שמעיד על המשך הדיפוזיה של האנלוג מההיקף של תוך מרכז השחלה. וככל הנראה גם נמשכה קליטה מעבר ל-24 השעות הראשונות לאחר הטיפול, למרות טמפרטורות הקיץ הגבוהות בחממה. ריסוס ברמה מאד נמוכה של המעכב נתן זהירה בעוצמה נמוכה מאד, אבל גבוהה מאשר בביקורת, וזאת רק 48 שעות לאחר הריסוס. מה שהיה לא צפוי הוא העובדה שריסוס המשלב את

האנלוג והמעכב הוביל לרמת זהירה (= כמות אוקסין פעיל) נמוכה מאשר טיפול באנלוג b-NOA בלבד. כל הטיפולים ניתנו עם משטח לא-יוני (0.05% tween-20). מכיוון שבניסויים אחרים מצאנו שטיפול ב-100 μ M NPA מוביל לחנטה בשיעור מאד גבוה בזן NY-DR5::GUS אך תוך נזקים ניכרים לעלווה, ובזן המסחרי 1125 הוא אפילו הוביל להנשרת התפרחות בנוסף לעיוותי העלים, החלטנו לנסות לבחון האם טיפול משולב במעכב התנועה NPA בריכוז נמוך (20 μ M) ביחד עם האנלוג הסינטטי (100 μ M b-NOA) יעלה את רמות האוקסין בתוך השחלות. אבל כפי שמודגם בתמונה 3, ההשפעה היתה הפוכה, כלומר שהשילוב בין השניים הפחית את עוצמת הזהירה. מכיון שטיפול במעכב התנועה NPA בלבד (בריכוז הנמוך) הגביר רק במידה מועטה את עוצמת הזהירה לעומת טיפול הביקורת, לא ברור מה הסיבה להשפעה הסינרגיסטית השלילית על רמות האוקסין. מספר תפרחות מטופלות מכל טיפול של הזן המדווח M82 DR5::YFP הושארו למעקב אחר שיעור החנטה ומילוי הפרי. מתוך 6 תפרחות של טיפול ביקורת אף אחת לא חנטה. מתוך 8 תפרחות מסומנות של הטיפול ב-100 μ M b-NOA רק שני פירות חנטו אך מילוי הג'לי שלהם היה חלקי בלבד, מתוך 4 תפרחות מסומנות של הטיפול ב-20 μ M NPA חנטו שני פירות לא גדולים עם מילוי ג'לי מושלם וקירות ומחיצות מעובים. ומתוך 3 תפרחות מסומנות של הטיפול ב-20 μ M NPA + 100 μ M b-NOA חנטו 3 פירות עם מילוי ג'לי יותר מושלם מאשר בפירות שטופלו באנלוג הסינטטי בלבד, וגודל הפירות היה גדול מאשר בטיפול באנלוג בלבד. אותם הטיפולים ניתנו במקביל גם לעגבניות שגדלו בשדה הפתוח בקיץ (מהזן "סמדר"), והיתה התאמה בין עוצמת הזהירה בזן המדווח לבין שיעור החנטה של הזן סמדר בשדה: 64% בטיפול ב-b-NOA, ושיעור של 39% מהטיפול המשולב, אבל ההשפעה על קצב גדילת החנטים של הטיפול המשולב היתה הגדולה ביותר כפי שהוערכה עפ"י קוטר פירות שצולמו 12 יום לאחר הטיפול, שיעור החנטה מטיפול הביקורת היה 16% בלבד.

4. בחינת השפעת הגומלין בין זנים לטיפולים מדורגים באוקסין ובמעכב תנועת אוקסין על חנטה

בחום בשני זנים מסחריים "חצי מסיימים": בעקבות הממצאים מהשנה הראשונה שפורטו למעלה, בקיץ 2012 הועמד ניסוי אצל חקלאי שבו נבחנה ההשפעה של טיפול מדורג באוקסין ובמעכב תנועה על חנטה בחום בשני זנים: סמדר (חברת "הזרע") ו-8565 (חברת א-ב זרעים) וכן השפעת תוספת ג'יבלין שלגביו קיימים דיווחים על שיפור איכות החנטה בתנאי חום.

הועמדו 10 טיפולים במטרה לבחון את השאלות / האפשרויות הבאות: (הטיפולים מפורטים בטבלה מספר 1)

(1) הטיפול המקובל בריכוז גבוה של מעכב תנועת אוקסין (N-m-Tolylphthalamic acid) – התכשיר המסחרי "אורסט" (0.15%) ומעלה הוא שמעוות את הפרי (טיפולים מס' 1,2,10).

(2) מתן מעכב תנועת אוקסין בריכוז נמוך מהמקובל (0.05%) ולאחריו טיפול באוקסין סינטטי יביא "לעצירת" האוקסין בפרי ברמה שתבטיח התפתחות פרי איכותי. הטיפולים הוסיפו רמות שונות של אוקסין סינטטי וקדם שלו (NAM) (התכשיר מסחרי "אגריטון" שהרכבו כולל 36mM NAA + 96 mM) (טיפולים 3, 4, 5 בהשוואה לטיפול 2); NAM/NAD; לעומת אוקסין סינטטי בלבד (טיפולים 3, 4, 5 בהשוואה לטיפול 2)

3) מתן אוקסין סינטטי וקדם שלו ולאחריו הוספת מעכב תנועת אוקסין בריכוז נמוך מהמקובל (0.05%) בהשוואה לטיפול אחד בריכוז אוקסין גבוה או ריכוז אוקסין נמוך יותר בתוספת הקדם (טיפולים 9, 7 בהשוואה לטיפול 6)

4) טיפול באוקסין + הקדם שלו בהשוואה לטיפול דומה בתוספת ג'יברלין (טיפולים 6, 7 בהשוואה לטיפול 8).

5) טיפול בג'יברלין בתוספת אוקסין+ הקדם שלו ("אגריטון") לעומת ג'יברלין בתוספת מעכב תנועת אוקסין (ניסוי הקדמי ללא חזרות, טיפול 8 לעומת A).

מערך הניסוי: הניסוי הועמד אצל חקלאי במושב בית עזרא, נבחנו שני זנים לשטח פתוח: סמדר (הזרע) ו- 8565 (א"ב זרעים), הניסוי נערך ב- 4 חזרות, בבולקים באקראי, בכל חזרה 16 צמחים מכל"א משני הזנים.

מכיוון שהחלקה שהוכנה באופן מקורי ומיטבי לקראת הניסוי נתפסה ברגע האחרון ע"י צה"ל לצורך עריכת תרגיל צבאי, הבלוק הרביעי (הצפוני) סבל מאד ממזקי צריבת בית השורשים (אבל ניזוקו גם צמחים בשורות אחרות), בגלל בעיות בהכנת החלקה החלופית בחופזה, מה שגרר גם איחור מסויים בתאריך השתילה והאטה בקצב התפתחות השתילים.

מהלך הניסוי:

הטיפולים התחילו כשקומת הפריחה השניה כללה פרחים פתוחים וסגורים. נערכו חמישה מחזורי טיפולים שנמשכו כחמישה שבועות. חלק מהטיפולים התבססו על יותר מריסוס אחד בשבוע לבחינת השפעת צירופי מווסתי הצמיחה שונים שניתנו במדורג (כמתואר בטבלה 1). מחזור הטיפולים הראשון החל ב- 20.8.2012 ומחזור הטיפולים האחרון החל ב- 19.9.2012 (כאמור, בגלל עיכוב התפתחות הצמחים התחלת הטיפול נדחתה בלמעלה משבועיים) הטיפולים ניתנו בשעות אחה"צ המאוחרות (אחרי השעה 16:00). הריסוס נעשה אל תפרחות כולל הפרחים הפתוחים והסגורים, תוך שימוש במרסס של 5 ליטר. אבל ברור שרסס ניתז גם על העלוי שסביבן. (התפרחות לא בודדו בזמן הריסוס). היתרון של ריסוס לפנות ערב: התייבשות יותר איטית שעשויה לשפר את קליטת החומרים, חסרון: היתה רוח שסחפה רסס לחלקות קרובות.

איסוף ואפיון הפירות: נערכו שישה קטיפים בתאריכים:

(1) 30.9.12, (2) 9.10.12, (3) 14.10.12, (4) 21.9.12, (5) 28.10.12, (6) 4.11.12
מכל חזרה נאספו הפירות החל משלב שבירת הצבע (סה"כ 80 דגימות: 2 זנים X 10 טיפולים X 4 חזרות).

מכול חזרה הפירות מוינו לסוג א' ולסוג ב' עפ"י המדדים הבאים: סוג ב': פירות במשקל נמוך מ- 100 גרם או פירות גדולים באופן מיוחד במשקל שמעל 350 גרם לפרי. בהתאם למידת הסטייה מהמופע האופייני של פירות כל אחד משני הזנים, הוגדרו כסוג ב' פירות עם פיטם בולט, או פיטם מאד מצולק, פירות מעוותים "Fasciated", או עם גידול מאד מחודד בכיוון הפיטם, וכן פירות עם צלקות "תפרים"

לאורך הפרי, או עם עוקץ מאד משועם, וכן פירות שהכילו שני סוגי נזק, גם אם כל אחד לא בדרגת חומרה גבוהה, כזו שלא הייתה פוסלת אותו כסוג א', לו היה הפגם היחיד במופע הפרי. בכל סוג (א' ו-ב') נקבע מספר הפירות והיבול (ק"ג) לחזרה. מכל טיפול צולמו מספר פירות מסוג א' ומסוג ב'. מספר פירות מיצגים נחתכו לרוחבם כדי לבדוק נשיאת זרעים.

סיכום כללי של ממצאי הניסוי:

- (1) באופן כללי נראה שהזן "סמדר" הרבה יותר עמיד לצהבון אמיר, ובעל יכולת טובה יותר להנבה בתנאי חום מאשר הזן 8565.
- (2) נמצאה השפעת גומלין מובהקת בין הזנים לבין הטיפולים. ועל כן ההשפעות נותחו לגבי כל זן בנפרד.
- (3) באף אחד מהטיפולים לא נצפתה פגיעה בולטת בהתפתחות העלוה או עיכוב משמעותי של התפתחות קומות פריחה נוספות. זהו ממצא חשוב, שכן בניסויים שנעשו בעבר, כשניתן טיפול ב-0.2% אורסט דווחו עיוותים חמורים בעלוה ועיכוב התפתחות תפרחות, שאילצו להפסיק את הטיפול לתקופה שעולה על שבוע ימים (ידע אישי משלי גנץ ומוחמד יוסף אבו טועמה). בעיקרון נראה שטיפול פעם בשבוע עשוי להספיק.

ניתוח הניסוי: הפירות שנאספו במועדי הקטיפה השונים חנטו בתנאי עקת חום שונים, ולאחר "היסטוריה שונה". באופן כללי, הפירות שנאספו בשלושת הקטיפים הראשונים התפתחו בתנאי עקת חום קשה יותר (בעיקר טמפ' לילה גבוהות) מאשר אלו שנאספו בשלושת הקטיפים האחרונים, והם מיצגים בעיקר חנטה פרתנוקרפית. לעומת שלושת הקטיפים האחרונים בהם כבר נמצאה חנטה בביקורות (ללא ריסוס). אם כי רק בשני הקטיפים האחרונים טיפולי הביקורת חנטו הרבה פרי וכמעט כל פירות הביקורת שנחתכו אכן נמצאו נושאי זרעים (תמונה 4). לכן, נותחו השפעות הטיפולים גם לכל הניסוי יחד וגם לפי קטיפים, וכאמור, לגבי כל זן בנפרד. לאור הפגיעה הקשה בצמחים בחזרה הרביעית, היא לא נכללה בניתוח הסטטיסטי. מכיון שהיו צמחים שניזוקו גם בחזרות האחרות, צמחים אלו לא נכללו בדגימות, ועל כן, סך היבול וסך מספר הפירות לחזרה חולקו במספר הצמחים שנדגמו בפועל מכל חזרה.

השפעת הטיפולים על סך היבול:

כפי שמוצג בתמונה 5 (לוח עליון) יבול סוג א' שנאסף מפירות שחנטו בתנאי החום הקשים ביותר (בשלושת הקטיפים הראשונים) היה גבוה בהרבה בזן סמדר מאשר בזן 8685, והטיפולים שנתנו את היבול הגבוה ביותר היו מס' 1 (0.15% אורסט פעם בשבוע), וכן טיפול מס' 5, פעם בשבוע 0.05% אורסט בתוספת שני ריסוסים עוקבים בריכוז נמוך של האוקסין הסינטטי (40 μ M NAA). למעשה, הקטיפה הראשון שנעשה 41 יום לאחר הטיפול הראשון, הוביל לחנטה של מספר פירות מתאימים לקטיפה בתאריך זה רק בזן סמדר, ורק בטיפול האורסט בריכוז הגבוה ביותר (תמונה 5, לוח עליון). בתמונה 5 מודגם שבזן סמדר, גם הטיפולים בריכוז נמוך של אורסט, ובמיוחד בתוספת טיפול באגריטון העלו את היבול באופן מובהק בהשוואה לביקורת בעוד שבזן 8685 ההשפעה היתה מעטה ביותר, אך

היתה תוספת מובהקת בתגובה לטיפול בריכוז הגבוה של אורסט, וכן תרומה פחותה יותר אך מובהקת לטיפול ב- 0.05% אורסט ולאחריו ריסוס באגריטון (0.025%). בסיכום, בתנאי חום שני הזנים שנבחנו נבדלו באופן בולט ומובהק מבחינת כושר התגובה לטיפולים באוקסין ובמעכב תנועת אוקסין. ההבדלים בין שני הזנים בסך היבול מסוג א' שנאסף בשלושת הקטיפים האחרונים, בהם נקטפו פירות שהתפתחו בתנאי עקת חום פחותה, היו פחות חדים. (תמונה 5, לוח תחתון). והיבול בקבוצת הביקורת היה דומה (תמונות 5,6 לוחות תחתונים). אבל בחלק מהטיפולים עדין היתה השפעה מובהקת מיטיבה מבחינת גובה היבול. ביחס לביקורת, הטיפול בריכוז גבוה של אורסט, הקטין את היבול בקטיפים האחרונים בעוד שהוא הגדיל אותו באופן מובהק בקטיפים הראשונים. הדבר נובע גם מהעובדה שהקטיפ האחרון הביקורת הניבה יבול גבוה וגם מפחיתה מובהקת ביבול בצמחים המטופלים ב- 0.15% אורסט. דבר שקרוב לודאי נובע ממימוש פוטנציאל ההנבה כבר בקטיפים הראשונים, דהיינו בתנאי חום. ממצא נוסף שעולה מהניסוי הוא שבזן סמדר היו טיפולים המבוססים על ריסוס ב- 0.05% אורסט שהעלו את היבול לכל אורך העונה בעוד שבזן 8565 בשלושת הקטיפים האחרונים אף אחד מהטיפולים שנבחנו לא העלה את היבול באופן מובהק בהשוואה לביקורת.

השפעת הטיפולים על מספר הפירות:

מכיון שנספרו הפירות משני הסוגים (א' ו-ב') בכל קטיפ ניתן היה לבחון את השפעת הטיפולים על סך הפירות ועל מספר הפירות שהוגדרו כסוג א'. בשני הזנים, מבחינת מספר הפירות שהגיעו לגודל א' או לגודל ב', להוציא טיפול מס' 8 שידון בהמשך, בהשוואה לביקורת, אף אחד מהטיפולים לא השפיע באופן מובהק על סך הפירות מסוג א' או ב' שנאספו בששת הקטיפים ביחד (בתמונה 7). ולמרות ששני הזנים לא נבדלו בסך הפירות (א' + ב') שנקטפו, אחד ההבדלים הבולטים בין שניהם הוא מספר הפירות שהגיעו לגודל סוג א'. בזן סמדר, גם בביקורת וגם ברוב הטיפולים (מלבד טיפולים מס' 6, 8 ו-9), מספר הפירות מסוג א' היה גבוה באופן מובהק מאשר מספר הפירות מסוג ב' (בין פי 2 לפי 3 יותר פירות), בעוד שבזן 8565 לא נמצא הבדל מובהק במספר הפירות מכל סוג (להוציא בטיפול מס' 8), ורק כמחצית מהפירות הגיעו לגודל ואיכות המוגדרים כסוג א' (ראה תמונה 5). הממצא החשוב מבחינה מעשית הוא, שלהוציא טיפול מס' 8, אף אחד מהטיפולים לא פגע בסך הפירות שהתפתחו, וביחס הכמותי בין שני סוגי הפירות, האופייני לזן (זה שנמצא בטיפול הביקורת).

השפעת הטיפולים על גודל הפרי:

בהרבה זני עגבניות קיים קשר ישיר וחיובי בין כמות הזרעים לגודל הפרי. ואחת התוצאות השליליות של עקת החום היא ירידה במספר גרגרי האבקה החיוניים (עוד לפני שמגיעים למצב הקיצוני של העדר מוחלט של אבקה חיונית), מה שמוביל לתת-הפריה (under-fertilization) וכתוצאה מכך ירידה במשקל הפירות. על-כן נבחנה השפעת הטיפולים על גודל הפרי לאורך תקופת הניסוי.

כפי שמודגם בטבלה 2 (ותמונה 8) לטיפול בריכוז גבוה של אורסט וכן לחלק מהטיפולים המבוססים על 0.05% אורסט היתה השפעה מיטיבה מובהקת על משקל הפירות מסוג א' בשני הזנים, בהשוואה לביקורת. שיעור תוספת המשקל המוחלטת, אך לא היחסית, היה ברוב הטיפולים המיטיבים גבוה יותר בזן סמדר. בניתוח נפרד נבחנה השפעת הטיפולים על גודל הפרי שהתפתח בתנאי החום הקשים ביותר על משקל הפירות שנאספו בשלושת הקטיפים הראשונים, (תמונה 8). בזן סמדר, בנוסף

לטיפול בריכוז הגבוה של אורסט, לכל הטיפולים המבוססים על ריסוס שבועי בריכוז הנמוך של אורסט (0.5%) עם או ללא תוספת אוקסין סינטטי היתה השפעה מיטיבה על גודל הפרי שנקטף באסיפים השני והשלישי, כאשר רוב הפירות שנקטפו היו חסרי זרעים לחלוטין. השפעה דומה היתה גם בזן 8565, אם כי לא לכל הטיפולים באסיף השלישי, בעוד שבאסיף השני מעט פירות הביקורת שנאספו היו קטנים במיוחד ועל כן השפעת הטיפולים היתה מאד ברורה.

בסיכום, מבחינת ההשפעה על גודל הפרי שחונט בתנאי חום קשים, לרוב הטיפולים בריכוז אורסט נמוך היתה השפעה מיטיבה, כאשר עוצמת התגובה שונה בשני הזנים שנבחנו.

השפעת תוספת ג'יברלין על גובה ואיכות היבול: כאמור ישנם מספר דיווחים (לדוגמא ציטוט 7) שטיפול באוקסין בתוספת ג'יברלין הביא לשיפור איכות הפרי הפרתנוקרפי שחונט בחום. הנושא הזה נבדק בצורה מוגבלת (טיפול מס' 8, 0.05% Agriton + 100 μ M GA₃), ונמצא שלצרוף שניבחנו היתה השפעה שלילית ביותר. זהו הצירוף היחיד שהעלה בצורה מובהקת את מספר הפירות (תמונה 7), אלא שאיכותם היתה ירודה במיוחד, כולם היו קטנים ומעוותים בצורה קשה (תמונה 9). בעקבות המופע המעוות של הפירות, הוסף טיפול A החל מהשבוע השלישי בחזרה אחת, ובו נבחנו הצרוף של אותו ריכוז ג'יברלין ביחד עם ריכוז נמוך של אורסט (0.05% Oraset + 100 μ M GA₃). בעקבותיו היתה חנטה מאד מהירה ואיכות הפירות היתה ללא ספק טובה בהרבה מאשר בטיפול מס' 8 (תמונה 9 לוח תחתון). מכיון שהטיפול נעשה ללא חזרות והתחיל במועד מאוחר מיתר הטיפולים, אי-אפשר להסיק באופן ברור לגבי השפעת הצרוף שנבחנו בהשוואה ליתר הטיפולים.

הערכת חזותית של השפעת הטיפולים על מופע הפרי: הטיפולים בריכוז הגבוה של אורסט (טיפול מס' 1) או בצרוף עם שני ריסוסים נוספים באותו שבוע אוקסין (טיפול מס' 9) הובילו לעיוותים אופייניים בכל זן. בזן 8565 הפיטם היה הרבה יותר מצולק והיתה נטיה חזקה ל-fasciations בעוד שבזן סמדר הטיפולים הובילו לחידוד יתר של הגידול בצד הפיטם (תמונה 10 לוח עליון ואמצעי), בעוד שרוב הטיפולים המבוססים על ריסוס ב-0.05% אורסט לבד או בצרוף טיפול אחד באגריטון העיוותים היו הרבה פחות קיצוניים, והתקבלו הרבה פירות יפים ורגולאריים (תמונה 10 לוח אחרון).

5. בחינת השפעת גומלין בין זנים X טיפולים ההורמונאליים X טמפרטורות ברמת הנבט:

המימצאים משתי עונות הגידול, ובמיוחד מהשנה השניה, כשהועמד ניסוי מסודר רב-משתנים, הראו שקיימת השפעת גומלין ברורה בין זנים לבין טיפולים במעבד תנועת אוקסין (אורסט) או באנלוג של אוקסין (אגריטון) לבין השראת חנטה והעלאת משקל הפרי שמתפתח בתנאי עקת בחום. כדי לנסות להבין עד כמה התופעה הזו אופיינית לכלל רגישות הזנים השונים להשפעות מוסתי צמיחה אלה, ומתוך מחשבה שאולי ניתן לחזות מראש אלו זנים יגיבו טוב מאחרים לטיפולים משרי חנטה בחום, הועמדה מערכת לבחינה בצלחות פטרי את תגובות ההיפוקוטילים מאותם שני הזנים לאותם כימיקאליים בטמפרטורות שונות. התגובה המובהקת של טיפולים כאלה היא היווצרות שורשים אדוונטיבים וכן שערות שורש (root hairs) ורקמת קלוס ע"ג מקטעי היפוקוטילים. בשלב ראשון כוילה המערכת ונמצא שבתנאי עוצמת תאורה דומה, מקטעי ההיפוקוטילים לא נפגעים עד טמפ' של 28 °C, מעל לטמפרטורה זו בתנאי הניסוי שנבחנו ההיפוקוטילים מלבינים ומתים. על כן נבחנה השפעת

הטיפולים השונים על יצירת שורשים אדוונטיבים, שערות שורש וקאלוס בשתי טמפרטורות: 28°C ו-24°C.

מקטעי היפוקוטילים נחתכו מנבטים שגודלו באופן סטרילי במגנטות ע"ג מצע 1/2MSO (1/2 MS+1.5% sucrose). מקטעי ההיפוקוטילים הועברו לצלחות פטרי קטנות (בקוטר 5 ס"מ, 4 מקטעים באורך של כס"מ לצלחת) שהכילה את המצע 1/2MSO בתוספת מווסתי הצמיחה הנבחים. ניסויים אלו עדין לא הושלמו. אבל ממצאי אחד הניסויים הראשונים שבו הושוו שני הזנים סמדר ו-8565 מוצגים בתמונה 11. מהתמונה עולה שבנוכחות TPA הזן סמדר יוצר יותר שורשים אדוונטיביים בשתי הטמפרטורות ושהירידה בשיעור היווצרות השורשים בטמפרטורה הגבוהה, נמוכה יותר בזן סמדר (אף שההבדל לא מובהק). אבל שני הזנים נבדלים בתגובה ל-NAA. מכיון שהתאמה בהתנהגות של שני זנים בלבד יכולה להיות מקרית, הועמד ניסוי נוסף שכולל 4 זנים הידועים כנבדלים בתגובה להורמונים מבחינת החנטה: סמדר ו-1125 שמגיבים יחסית טוב לטיפולים (ממצאי מחקר זה) ושני זנים שמגיבים פחות טוב 8565 ובונארדה (ממצאי מחקר זה וידע אישי של הגב' שלי גנץ).

הניסויים האלו עדין לא הושלמו, אבל מצורפת תמונה 12 ממנה נראה בברור שבתגובה לטיפול ב-100µM NAA, שני הזנים שמגיבים פחות טוב לטיפולי החנטה בחום, יוצרים בטמפרטורה הגבוהה שורשים יותר ארוכים עם פחות התפצלויות משניות (הערכה היא חזותית) מאשר הזנים שמגיבים טוב לטיפולי החנטה בחום. מכיון שתהליכים התפתחותיים אלו (יצירת שורשים אדוונטיבים או שורשים לטראליים) מעוכבים ע"י רמות אוקסין גבוהות (יחסית), נראה שהזנים שמגיבים יותר טוב לטיפולי השראת החנטה גם יותר רגישים להשפעה המדכאת של 10^{-6} M NAA על התארכות השורשים האדוונטיבים מההיפוקוטילים שלהם. בקיץ 2013 מבוצע ניסוי טיפולי הורמונים בחממה באותם ארבעה זנים (שלא במימון קרן המדען הראשי), מה שעשוי לאשש (או לשלול) את האפשרות של חיזוי מידת התגובה לטיפולים בחום עפ"י תגובת ההיפוקוטילים שלהם לטיפולים באנלוג של אוקסין בחום.

דין , מסקנות והמלצות: האפשרות שחוסר התגובה לטיפולים באנלוגים לאוקסין או במעכבי תנועת אוקסין בתנאי חום נובע מאי ספיגתם לא נתמך על ידי ממצאי המחקר. הממצא החשוב ביותר הן מבחינה אופרטיבית והן בהיבט של מחקר בסיסי הוא שקיימים הבדלים מובהקים בין זנים בתגובת לטיפולים אלו בתנאי חום. רק מחקר גנטי בסיסי יוכל להצביע על הבסיס המולקולארי לקיום "תקרת הזכוכית" הזו בחלק מהזנים ולא באחרים. הבנת הסיבה הגנטית להבדלים בתגובה לטיפולים בחום, תוכל גם להציע כיווני השבחה עתידיים.

באופן מעשי, נראה שתכיפות הטיפולים המקובלת כיום (כל 5 ימים) ונטיית החקלאים (עפ"י ההמלצות המקובלות כיום) להעדיף טיפול בחנטון על-פני טיפול במעכבי תנועת אוקסין צריכים להישקל מחדש. בזהירות, ולאחר אישוש ממצאי המחקר לפחות בעוד עונה או שתיים, ניתן להציע: א) לרווח את הטיפולים לפעם בשבוע, ב) לטפל בקיץ בריכוז אורסט נמוך מהמומלץ כיום. נראה שכדי לקבל פרי איכותי די בטיפול ב-0.05% ואנו מציעים לשקול בחיוב תוספת אגריטון (0.025-0.05%) כעבור 24 שעות. ג) לרסס בשעות אחה"צ. ולהשתדל לכוון לתפרחות בלבד, ד) החשוב מכל, לזכור שלא כל זן יגיב לטיפולים, ועל כן כל זן חדש מומלץ, ראוי שיבחן ביכולת החנטה בחום בתגובה לטיפול במעכב תנועת אוקסין. ה) לנושא תוספת הג'יברלין – המחקר לא הצביע על תשובה ברורה, יתכן מאד ויש

לשקול להוסיף אותו בריכוז הרבה יותר נמוך ובודאי שלא במשולב עם אוקסין אלא עם המעכב בלבד
(נושא שאנו נבחן בקיץ 2013).

פרוט מלא של הפרסומים – עדין אין.

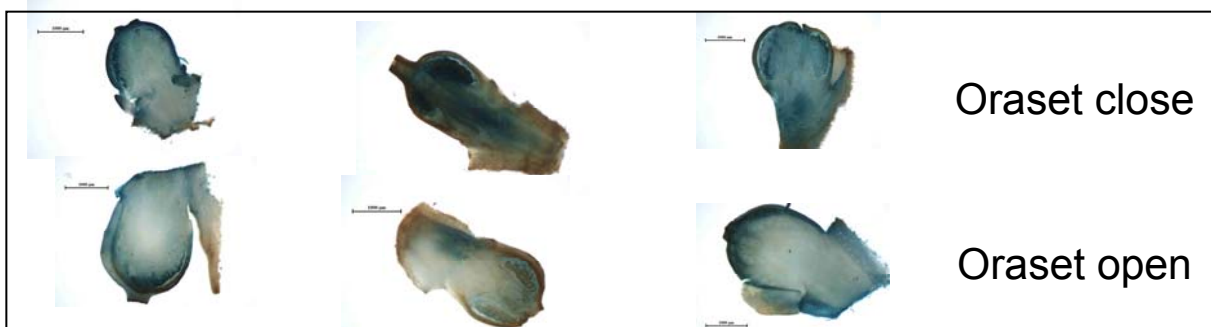
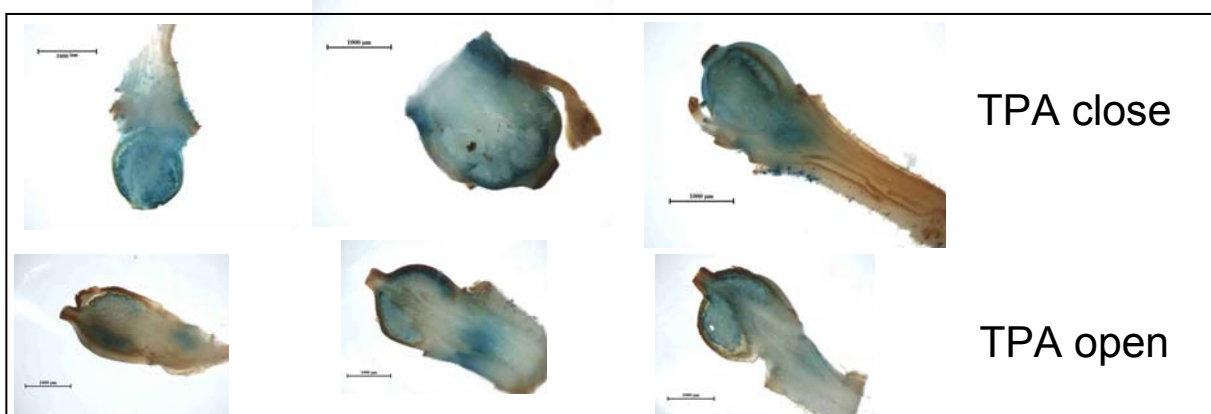
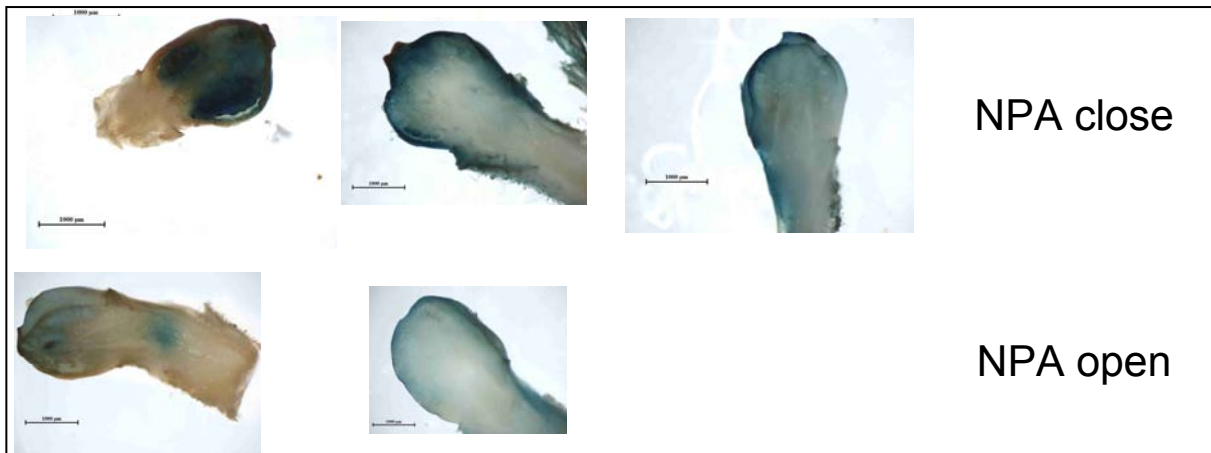
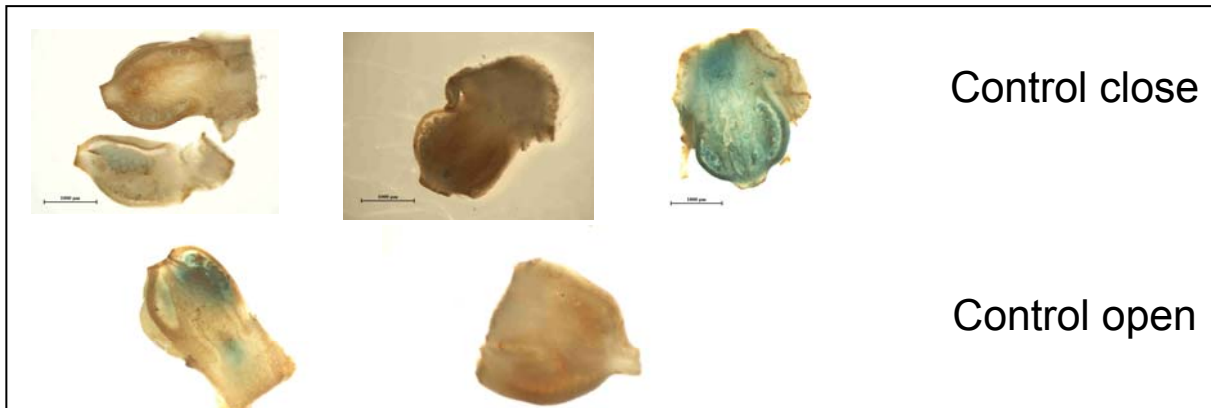
טבלה 1: מערך הטיפולים במוסתי צמחיה שנבחנו בניסוי השדה שנערך בקיץ 2012 במושב בית-עזרא.

מס. הטיפול	הטיפול הראשון (יום ב')	טיפול שני אחרי 24 שע' (יום ג')	טיפול שלישי אחרי 72 שע' (יום ה')
1	0.15% Oraset		
2	0.05% Oraset		
3	0.05% Oraset	0.05% Agriton	
4	0.05% Oraset	0.025% Agriton	
5	0.05% Oraset	40 μ M NAA	40 μ M NAA
6	0.1% Agriton		
7	0.05% Agriton	0.05% Oraset	
8	0.05% Agriton + 100 μ M GA3		
9	100 μ M NAA		
10	Control		

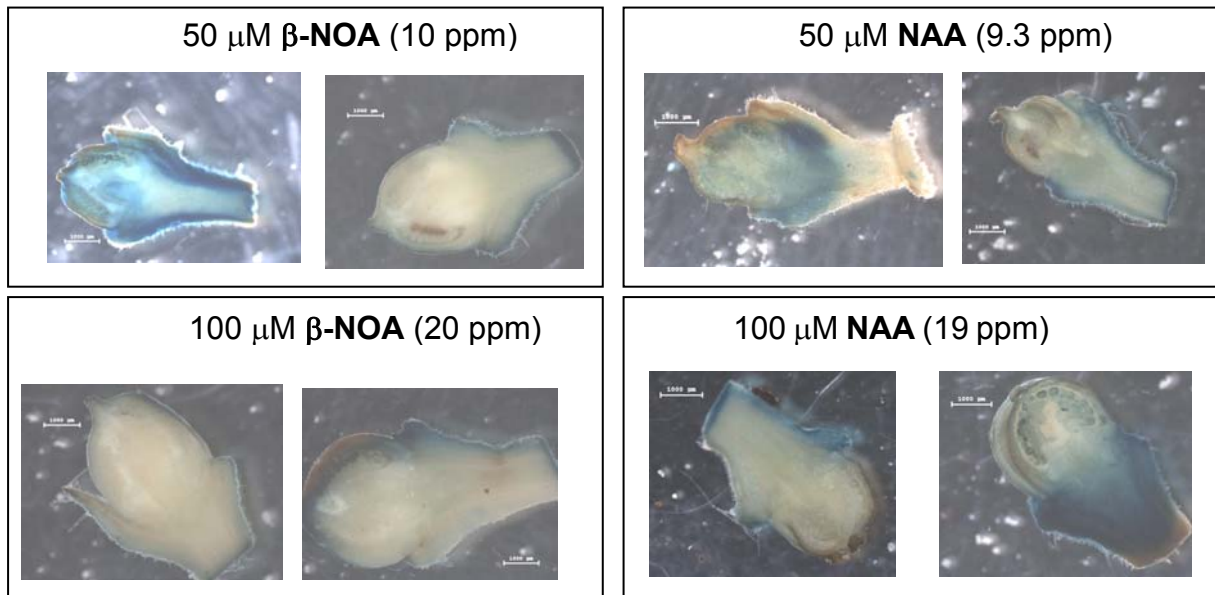
טבלה 2: השפעת הטיפולים השונים על משקל פרי (גרם/פרי) מסוג א' ומסוג ב' על פני קטיפים 2-6 בכל אחד מזוגי הזנים בניסויי בבית עזרא קיץ 2012. כל הערכים מנותחים במבחן t-test כנגד טיפול הביקורת. מוארים בצהוב טיפולים שהעלו, ובכחול טיפולים שהפחיתו במובהק את משקל הפרי ביחס לקבוצת הביקורת.

Treatment No. and description	8565				Smadar			
	grade A		grade B		grade A		grade B	
	Weight (g) t-test against control	Percent of control	Weight (g) t-test against control	Percent of control	Weight (g) t-test against control	Percent of control	Weight (g) t-test against control	Percent of control
No. 1 (0.15% Oraset)	201±7.13 A	128%	90±17.548 B	111%	237±5.57 A	125%	110±5.046 A	124%
No. 2 (0.05% Oraset)	189±13.9 B (Median P=0.067)	120%	90±4.383 B	111%	219±10.4 A	116%	86±5.283 B	97%
No. 3 0.05% Oraset // 0.05% Agriton	175±5.59 A (Median P=0.024)	111%	94±4.48 B	116%	230±8.14 A	122%	90±4.342 B	101%
No. 4 0.05% Oraset // 0.025% Agriton	181±6.64 A (Median P=0.006)	115%	94±3.708 B	116%	214±5.55 A	113%	90±4.682 B	101%
No. 5 0.05% Oraset // 40 µM NAA X2	167±5.66 B	106%	81±3.448 B	100%	202±14.2 A	107%	84±6.991 B	94%
No. 6 0.1% Agriton	155±5.27 B	99%	60±3.303 C	74%	179±8.68 B	95%	69±5.47 C	78%
No. 7 0.05% Agriton // 0.05% Oraset	192±20.8 A	122%	89±4.092 B	110%	234±9.71 A	124%	101±5.777 A (Median P=0.051)	115%
No. 8 0.05% Agriton +100 µM GA3	122±6.5 C	77%	60±3.194 C	74%	138±5.35 C	73%	51±1.898 C	57%
No. 9 100 µM NAA	151±6.78 B	96%	72±3.387 C	89%	176±6.54 B	93%	65±3.128 C	73%
No. A 0.05% Oraset +100 µM GA3	155±2.68 B	99%	71±2.767 B (Median P=0.118)	88%	174±8.17 B	92%	56±3.062 C	63%
No. 10 Control	157±4.93 B	100 %	81±5.043 B	100%	189±6.7 B	100%	89±7.577 B	100%

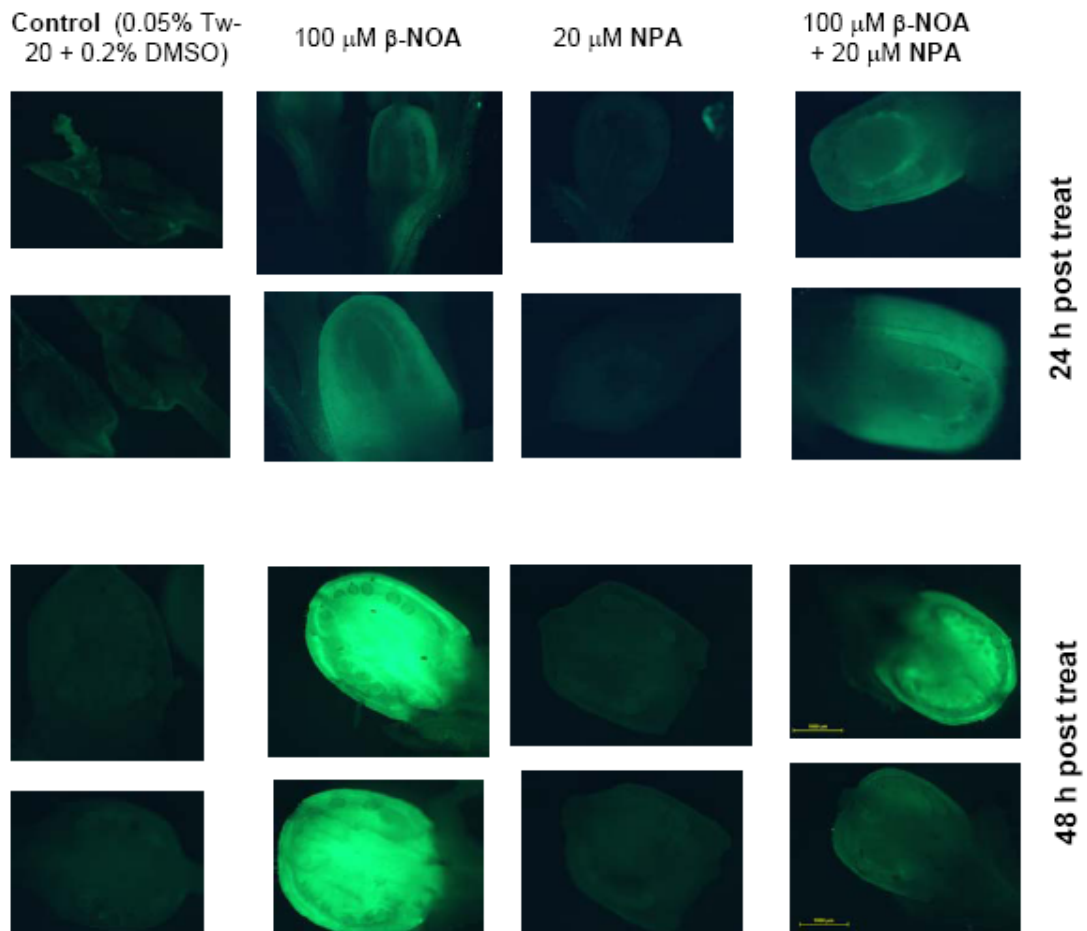
תמונה 1: השוואת טיפול באורסט מסחרי (ריכוז 0.1%) לעומת טיפול במעכבי התנועה TPA ו-NPA (שנרכשו ברמה אנליטית ורוססו בריכוז סופי של $100 \mu\text{M}$ בתוספת משטח Tw-20 0.05%) בפרחים של הזן NY-DR5::GUS בקיץ בחממה במרכז וולקני. לצביעת GUS נלקחו שחלות 48 שעה לאחר טיפול בפרחים סגורים קרוב לאנטזיס (close) ובפרחים שכבר נפתחו (open). הצביעה הופסקה 22 שעה ב. בכל הטיפולים עוצמת הצבע הכחול הייתה גבוהה מאשר בביקורת (ריסוס ב- 0.1% DMSO + 0.05% Tw-20).



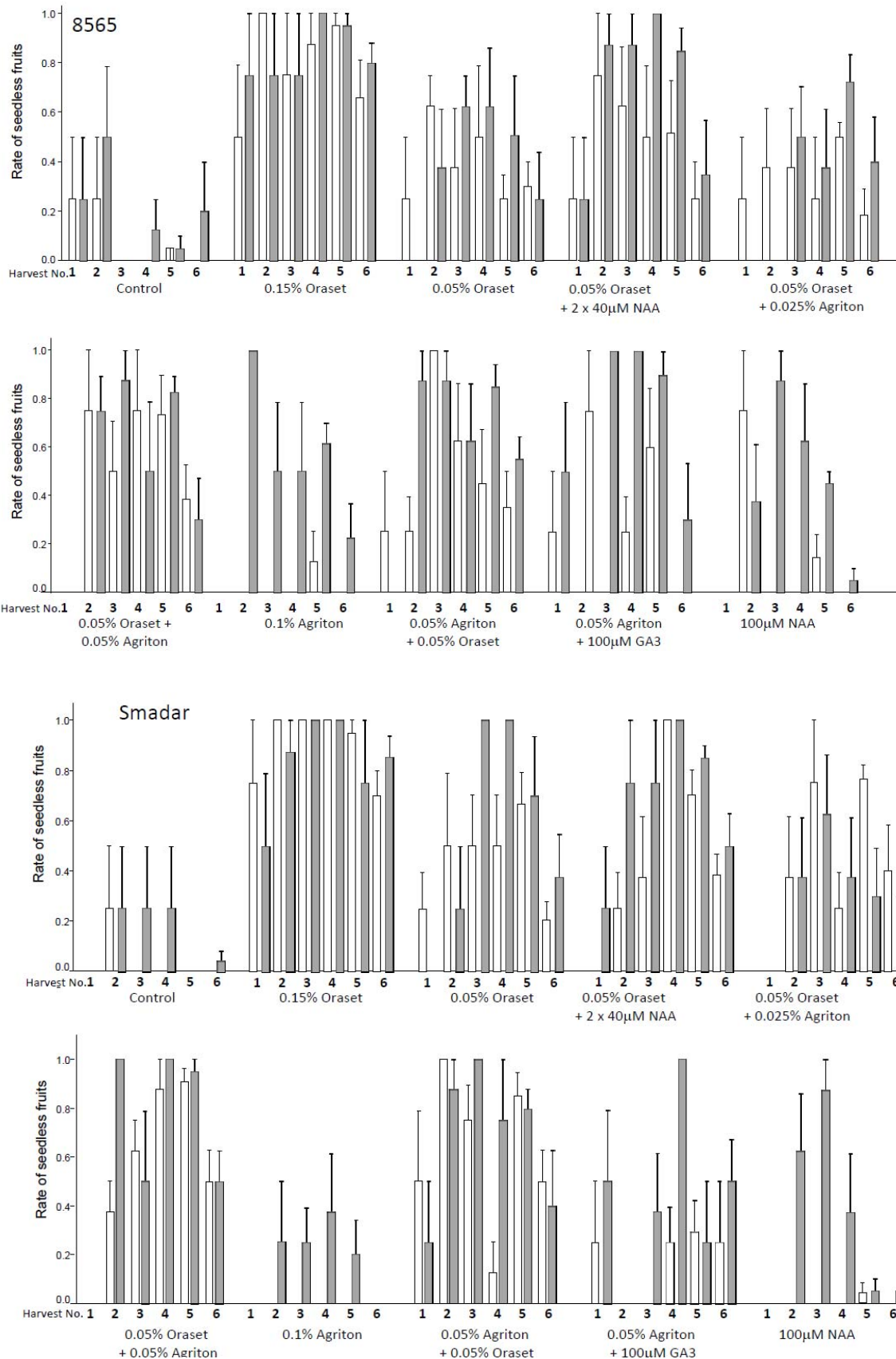
תמונה 2: השפעת טיפול באנולגים של אוקסין b-NOA ו-1-NAA בריכוזים של 50 ו-100 μM על ביטוי הגן המדווח בשחלות פרחים של הזן NY-DR5::GUS שרוססו באנטזיס בקיץ בחממה במכון ולקני. שחלות חולצו ונצבעו 48 ש' לאחר הריסוס על פרחים באנטזיס. ראקציית הצביעה הופסקה 21 שעות לאחר הוספת הסובסטרט.



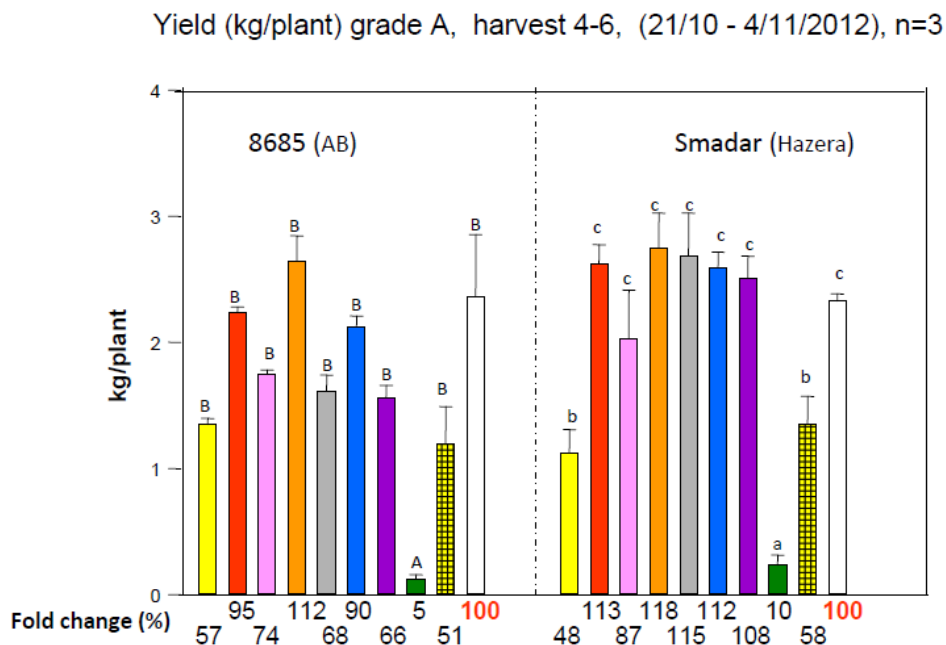
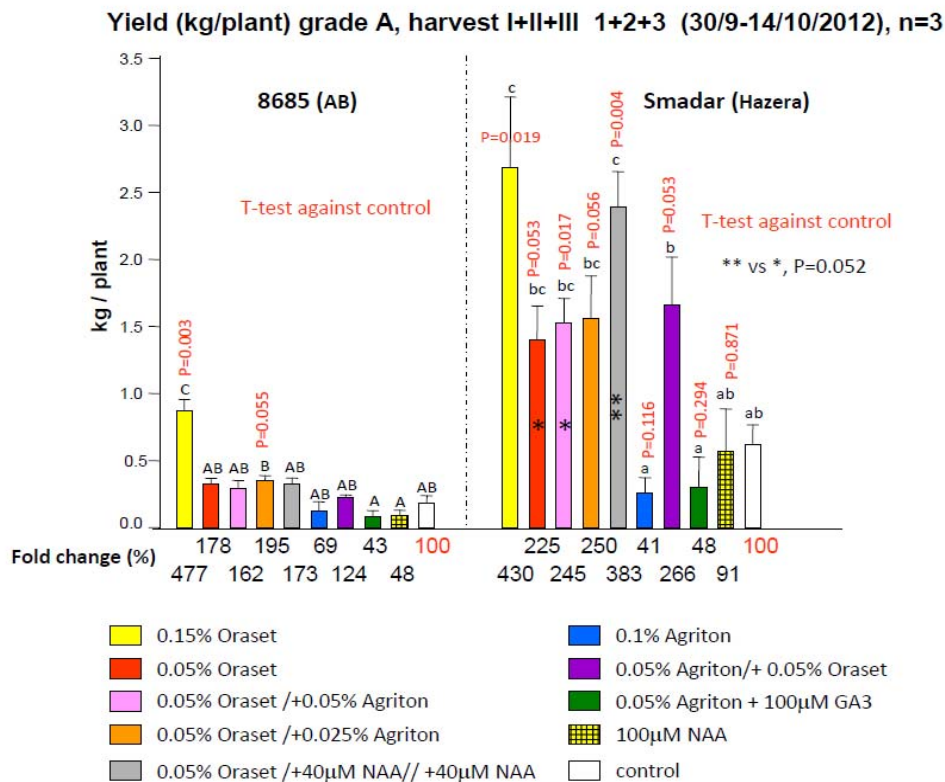
תמונה 3: השפעת טיפול באנולוג b-NOA (100 μM) שניתן לבד או ביחד עם ריכוז נמוך של מעכב התנועה NPA (20 μM) על רמות ופיזור האוקסין בשחלות צמחי M82-DR5::YFP הריסוס ניתן לפרחים באנטזיס בצמחים שגודלו בקיץ בחממה במכון ולקני. שחלות חולצו לאנליזה יום, ויומיים לאחר הריסוס.



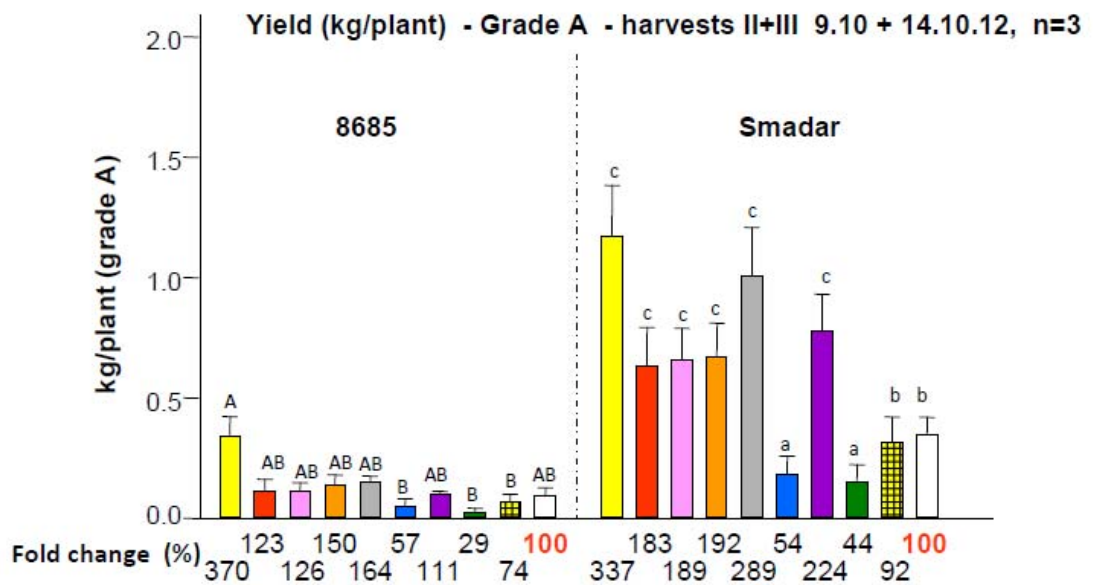
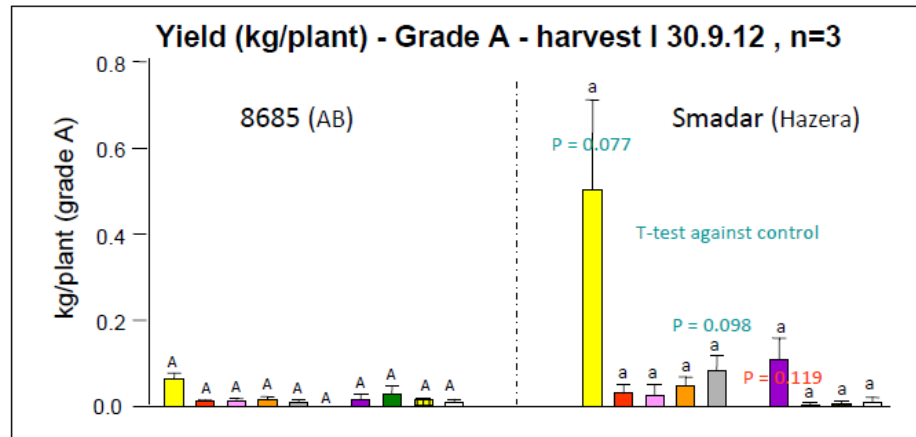
תמונה 4: שיעור פירות חסרי זרעים מתוך הפירות שנזחטו ונבדקו מכל טיפול בכל מועד קטיף מניסוי השדה שנערך בבית עזרא קיץ 2012. עמודות ריקות - שיעור פירות חסרי הזרעים מתוך פירות סוג א' שנבדקו, עמודות אפורות - שיעור פירות חסרי הזרעים מתוך פירות סוג ב' שנבדקו. ששת הקטיפים נעשו בתאריכים: 4.11.12 (6), 28.10.12 (5), 21.9.12 (4), 14.10.12 (3), 9.10.12 (2), 30.9.12 (1)



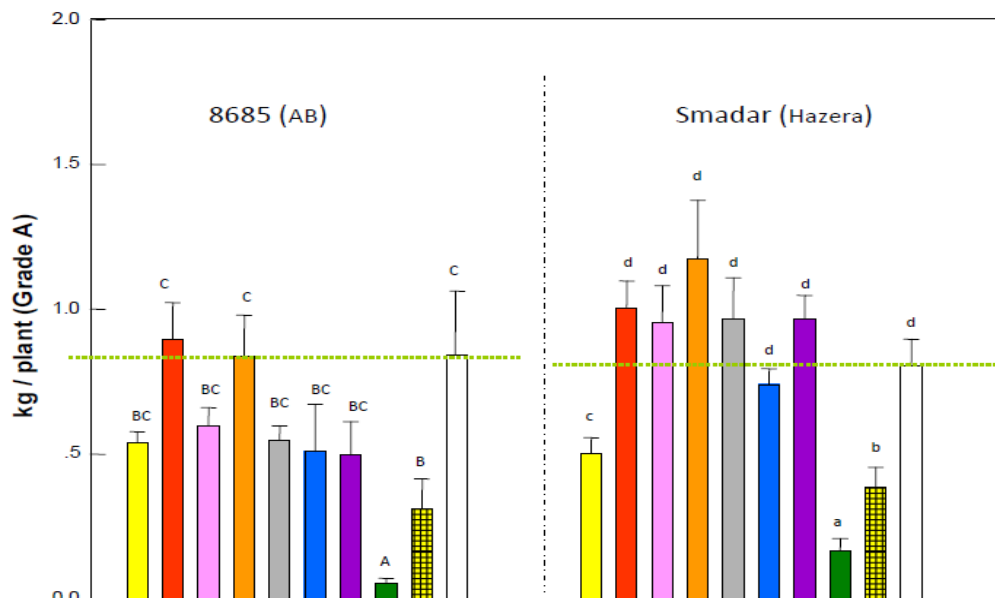
תמונה 5: השפעת הטיפולים על גובה יבול סוג א' (ק"ג לצמח) . לוח עליון: סך היבול בשלושת הקטיפים הראשונים (קטיפים 1+2+3). לוח תחתון: סך היבול בשלושת הקטיפים האחרונים (קטיפים 4+5+6)



תמונה 6: השפעת הטיפולים על גובה יבול סוג א' (ק"ג לצמח) מחושב בנפרד לגבי: קטיף ראשון (לוח עליון), קטיפים שני ושלישי ביחד (לוח אמצעי), קטיפים רביעי וחמישי ביחד (לוח תחתון). (מפתח לטיפולים לפי צבעי העמודות המוצגים בתמונה 5).

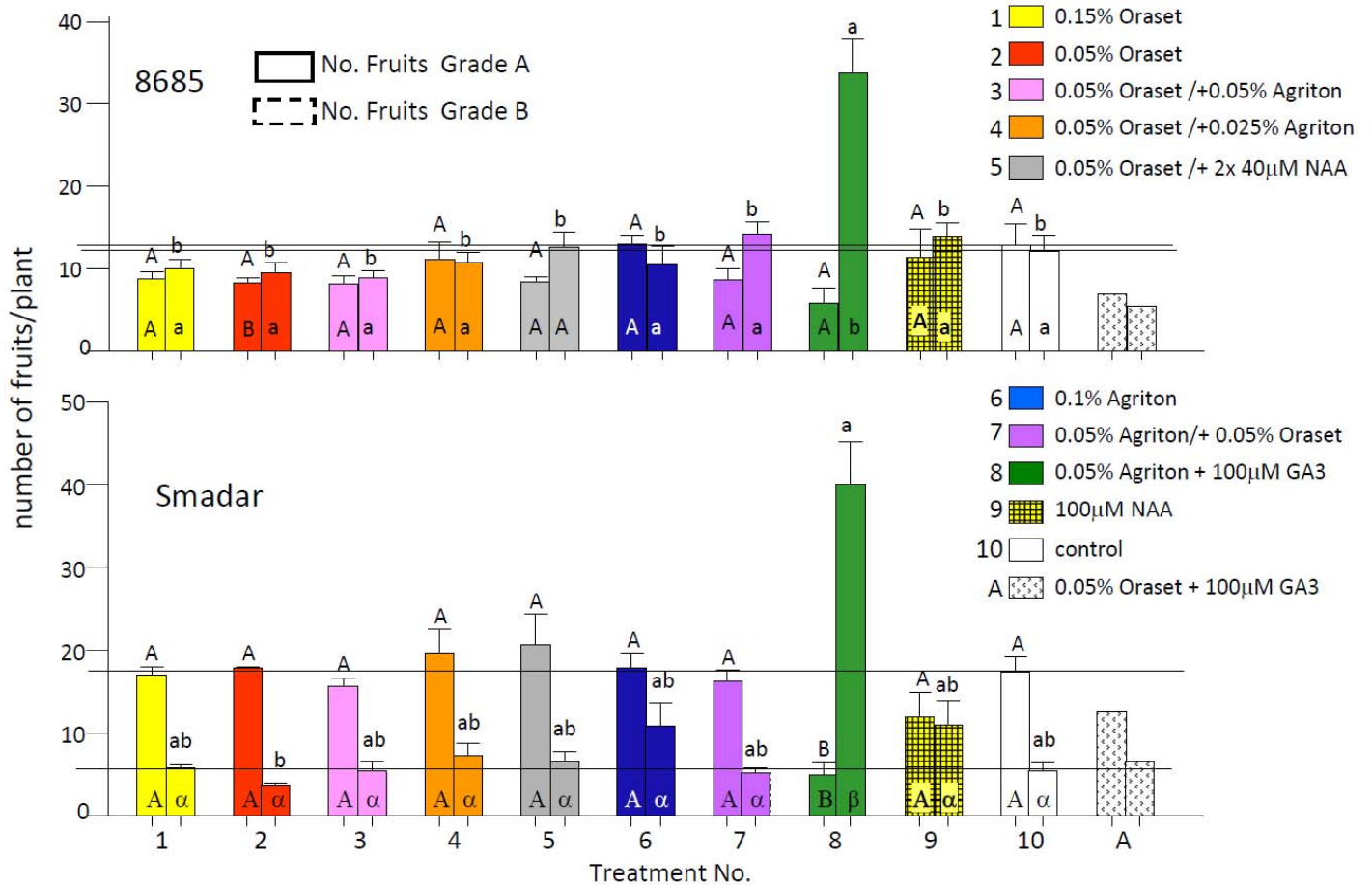


Yield (kg/plant) - Grade A – harvests IV + V , 21.10+28.10.12, n=3

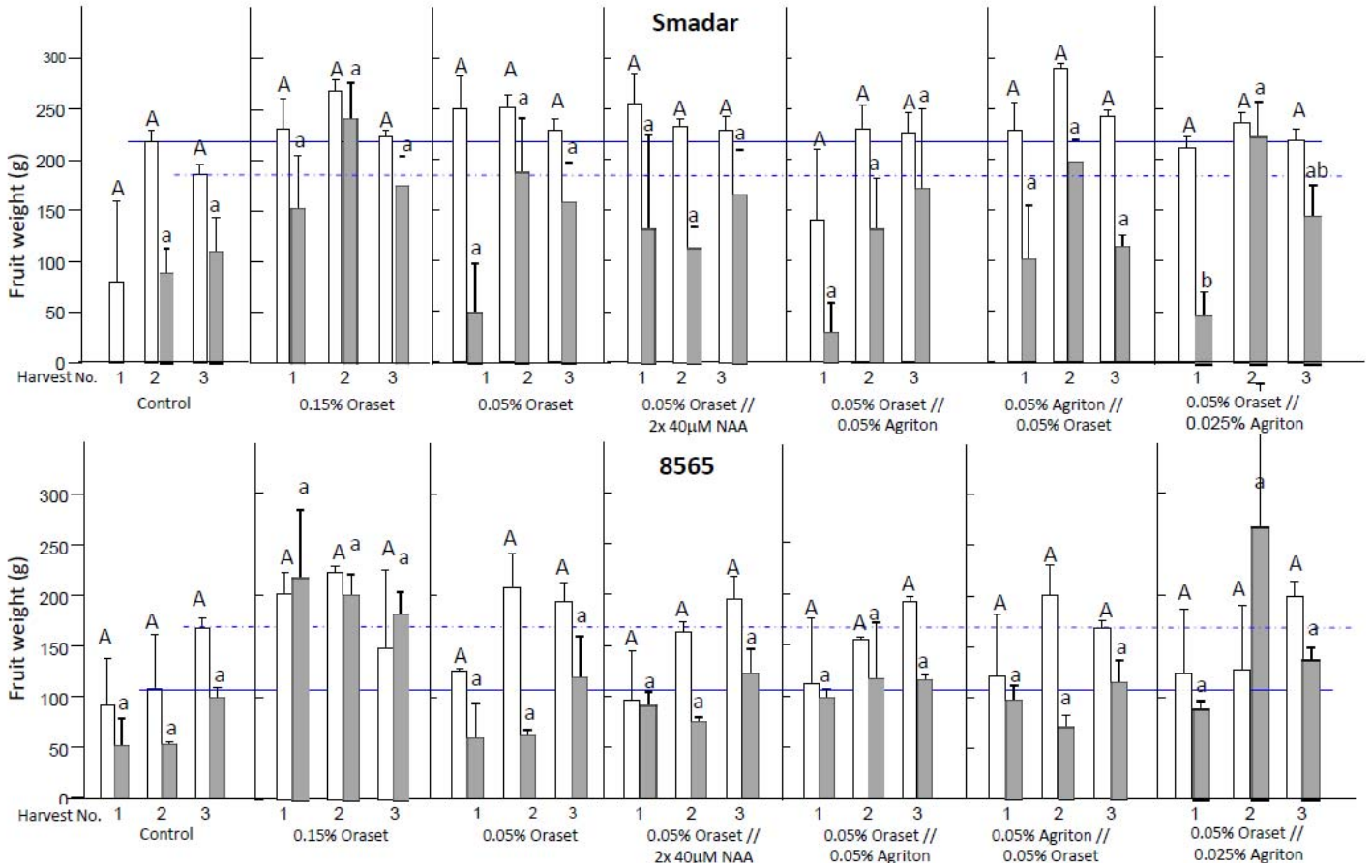


תמונה 7: השפעת הטיפולים על סך מספר הפירות לצמח מסוג א' ומסוג ב' שנקטפו בששת הקטיפים ביחד.
 בכל זוג עמודות, העמודה השמאלית המוקפת בקו מלא - סוג א', והעמודה הימנית המוקפת בקו מקוטע מציינת את סוג ב'. בקו אופקי מלא, ובקו אופקי מקוטע מודגש מספר פירות מסוג א' ו-ב' בהתאמה בטיפול הביקורת בכל זן. בתוך זן, עמודות מוקפות בקו מלא (סוג א') המלוות באותיות גדולות (Capital letters) שונות נבדלות סטטיסטית במבחן ANOVA ($p < 0.05$), וכן עמודות מוקפות בקו מקוטע (סוג ב') המלוות באותיות קטנות (lowercase) שונות נבדלות סטטיסטית במבחן ANOVA ($p < 0.05$). גם במבחן t-test של כל אחד מהטיפולים בנפרד כנגד

Total Number of fruits/plant grade A / B harvested 30.9.12 – 4.11.12

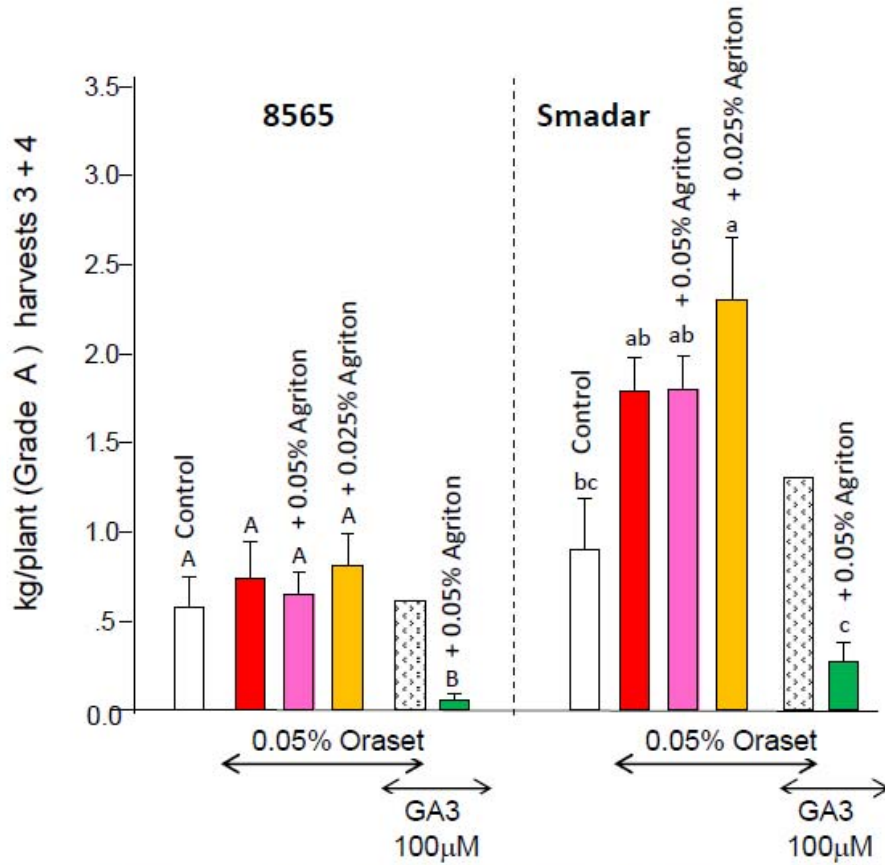


תמונה 8 : השפעת הטיפולים המיטיבים על גודל הפרי מסוג א' (עמודות לבנות) ו-ב' (עמודות אפורות) בכל אחד משלושת האסיפים הראשונים. קו רוחבי כחול מלא: משקל פרי ממוצע (סוג א') בביקורת באסיף השני. קו רוחבי כחול מקוטע: משקל פרי ממוצע (סוג א') בביקורת באסיף השלישי.



תמונה 9: השפעת ג'יברלין ($100\mu\text{M GA3}$) בצרוף אנלוג של אוקסין (0.05% Agriton) או מעכב תנועת אוקסין (0.05% Oraset) על כמות ואיכות היבול. לוח עליון: סך יבול סוג א' שנאסף בקטיפים 3 ו-4. לוח תחתון: צילומי הפירות מאחת החזרות שנאספו משני הטיפולים באסיף הרביעי. הפירות בלוחות הימניים בעלי מופע רגולארי בעוד הפירות בלוחות השמאליים מעוותים ביותר.

kg/plant (Grade A) harvest 3 & 4 (14 & 21.10.12)



8565



Smadar



100µM GA3 + 0.05% Agriton

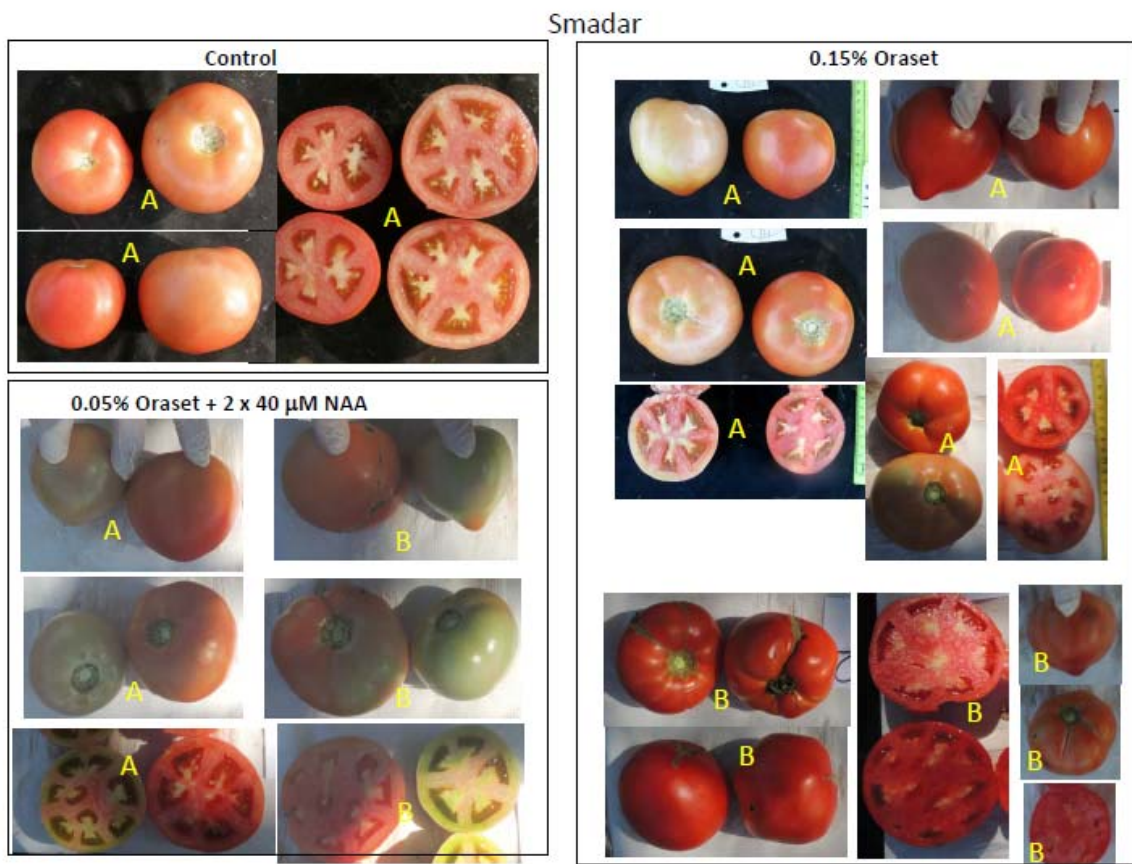
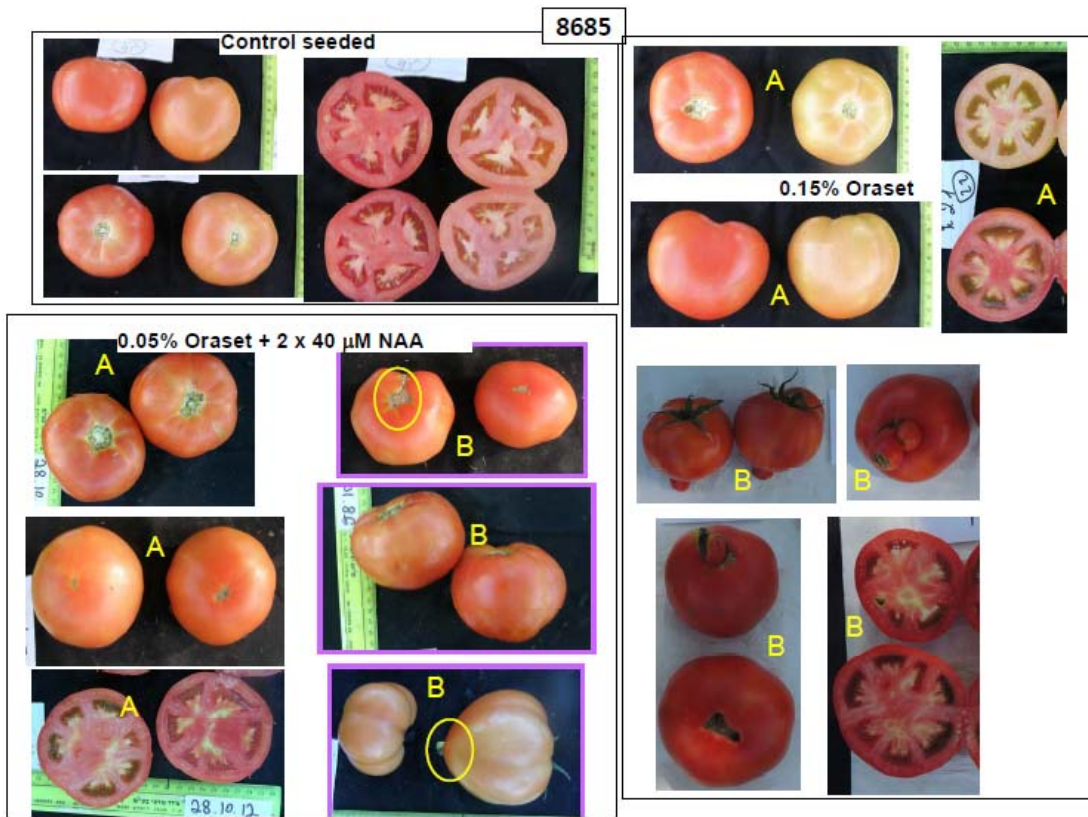
100µM GA3 + 0.05% Oraset



Photo harvest 21/10/12



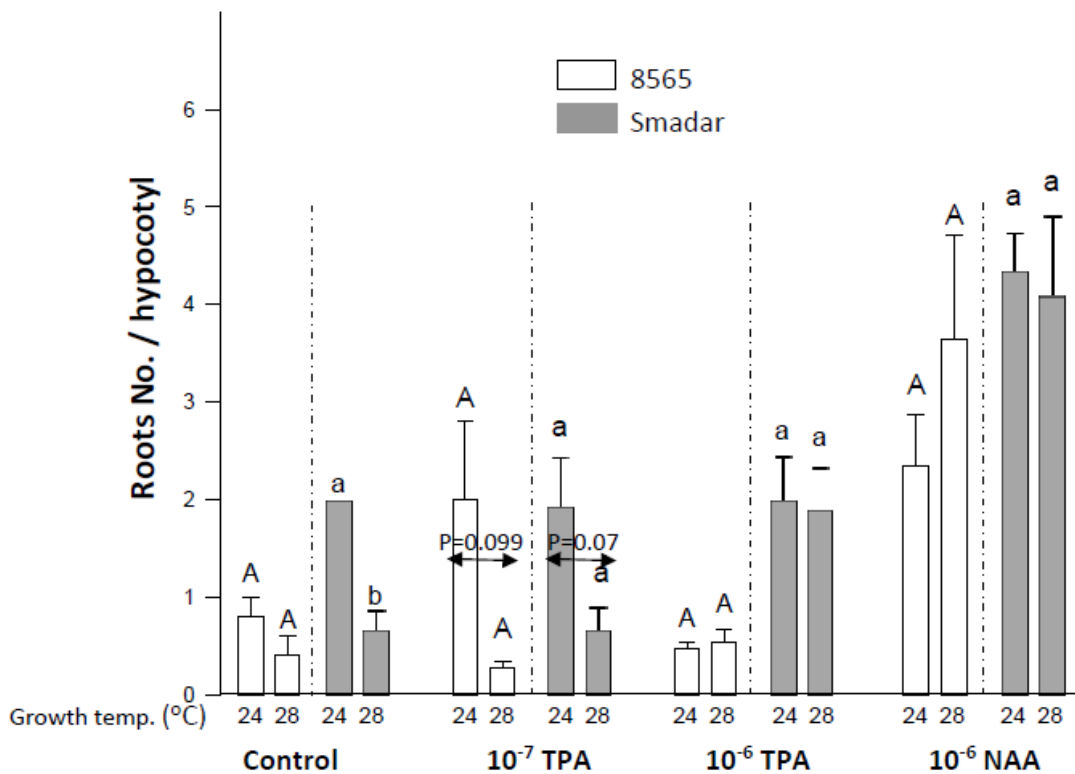
תמונה 10: השפעת הטיפולים בריכוז גבוה של אורסט (טיפול מס' 1) או ריכוז נמוך עם שני ריסוסים עוקבים של NAA (טיפול מס' 9) על מופע/איכות הפרי. לוח עליון בזן 8565, בלוח השני בזן סמדר. A- פירות סוג א' B- פירות סוג ב'. בהשוואה לפירות יפים בתגובה לטיפול ב- 0.05% אורסט בלבד (לוח בעמוד הבא).



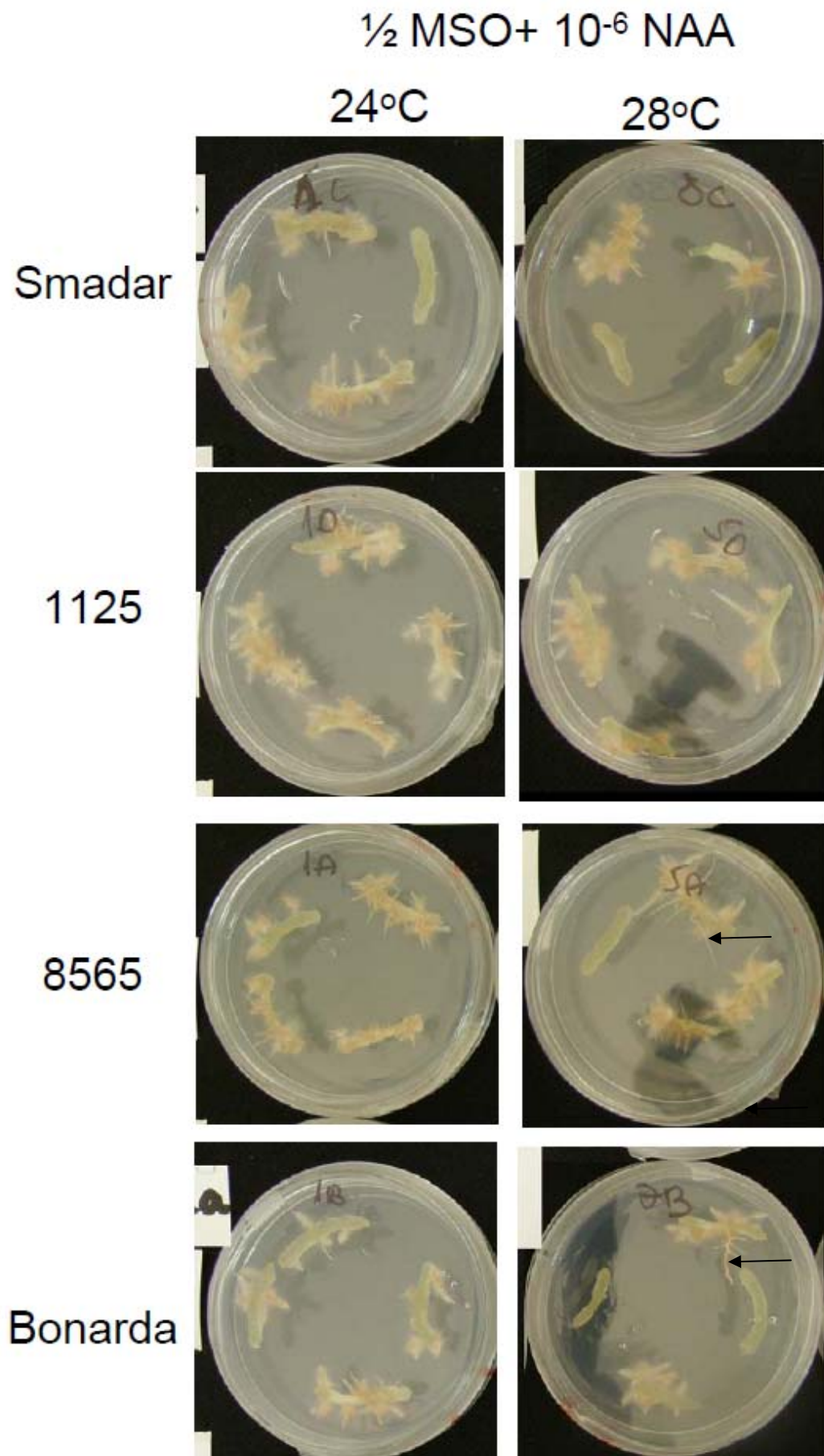
0.05% Oraset



תמונה 11: השפעת הטמפרטורה על היווצרות שורשים אדוונטיבים ע"ג מקטעי היפוקוטילים שגודלו במשך 7 ימים על מצע 1/2 MSO בתוספת NAA (החומר הפעיל באגריטון) או מעכב תנועת האוקסין TPA (החומר הפעיל באורסט).



תמונה 12: השפעת הטמפרטורה על התארכות והתפצלות שורשים אדוונטיביים ע"ג היפוקוטילים של ארבעה זנים שגודלו על מצע $1/2\text{MSO} + 1\mu\text{M NAA}$. חצים – שורשים מאורכים בשני הזנים שמגיבים פחות טוב לטיפולם הורמונאליים להשראת חנטה בחום.



1. Abad M, Monteiro AA (1989) The use of auxins for the production of greenhouse tomatoes in mild-winter conditions: A review. *Sci Hort* 38: 167-192
2. Chapagain B, Wiesman Z (2006) Phyto-Saponins as a natural adjuvant for delivery of agro-materials through plant cuticle membranes. *J. Agric. Food Chem* 54: 6277-6285
3. Koger CH, Dodds DM, Reynolds DB (2007) Effect of adjuvants and urea ammonium nitrate on bispyribac efficacy, absorption, and translocation in Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). I. Efficacy, rainfastness, and soil moisture. *Weed Science* 55:399–405
4. Martínez-Romero D, Bailén G, Serrano M, Guillén F, Valverde JM, Zapata P, Castillo S, Valero D. (2007) Tools to maintain postharvest fruit and vegetable quality through the inhibition of ethylene action: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 47(6):543-60
5. Morris DA (1979) The effect of temperature on the velocity of exogenous auxin transport in intact chilling-sensitive and chilling-resistant plants. *Planta* 146 (5): 603-605
6. Rahman A, Amakawa T, Goto N, Tsurumi S. (2001) Auxin is a positive regulator for ethylene-mediated response in the growth of *Arabidopsis* roots. *Plant Cell Physiol.*;42(3):301-7.
7. Serrani JC, Ruiz-Rivero O, Fos M, García-Martínez JL. (2008) Auxin-induced fruit-set in tomato is mediated in part by gibberellins. *Plant J.* 56:922-34.
8. Shepherd T, Griffiths DW (2006) The effects of stress on plant cuticular waxes. *New Phytologist* 171: 469–499
9. Ulmasov T, Murfett J, Hagen G, Guilfoyle TJ (1997) Aux/IAA proteins repress expression of reporter genes containing natural and highly active synthetic auxin response elements. *Plant Cell* 9: 1963–1971