דו'ח מסכם לתוכנית מחקר מספר 596-0287-06

גורמים המשפיעים על הבשלת ענפי 'ספארי סנסט'

FACTORS THAT INVOLVE IN THE RIPENING OF 'SAFARI SUNSET' STEMS

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ע"י

מנשה כהן	מו"פ צפון, תחום פרחים
ריוב יוסף	הפקולטה לחקלאות
זילבר אבנר	מינהל המחקר החקלאי, המכון לקרקע, מים ומדעי הסביבה
רינה קמנצקי	המחלקה לפרחים וצמחי נוי, מכון וולקני
לוי מנשה	מו"פ צפון, תחנת נסיונות אבני איתן
דוראון ערן	מו"פ צפון, תחום פרחים
שטינמץ יחיאל	ש.ה.ס, מדריך פרחים מחוז הצפון

Menashe Cohen	Flowers department, Northern R&D, P.O. Box 831 Kiryat Shmona 11016, E-mail: **menashec@migal.org.il**
Riov Yosef	Faculty of Agriculture, Rehovot E-mail: **riov@agri.huji.ac.il**
Silber Avner	Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, The Volcani Center, P.O. Box 6, Bet Dagan 50250. E-mail: **avnsil@volcani.agri.gov.il**
Rina Kamenetsky	Department of Ornamental Horticulture, the Volcani Center, Bet Dagan, E-mail **vhrkamen@agri.gov.il**
Menashe Levi	Flowers Department, Northern R&D, P.O. Box 831 Kiryat Shmona 11016, E-mail: **menashel@migal.org.il**
Doron Eran	Flowers department, Northern R&D, P.O. Box 831 Kiryat Shmona 11016
Yechiel Steinmetz	Department of Floriculture, extension service, Ministry of agriculture, Kiryat Shmona E-mail: **yechiels@shaham.moag.gov.il**

אב תשס"ח יולי 2009

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים. הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים
מנשה כהן

רשימת פרסומים – אין פרסומים כתוצאה ממחקר זה

תקציר

הצגת הבעיה

חוסר האחידות בהבשלת ענפי 'ספארי סנסט' מיקר את עבודת הקטיף ומקצר את התקופה בה ניתן להשתמש בקטיף מכני. הגורמים המשפיעים על הבשלת ה"ראש" של 'ספארי סנסט' לא נחקרו ולכן אין בידינו כלים לשלוט ולכוון את מועד ההבשלה. מטרת העבודה היא לאפין את הגורמים המשפיעים על הבשלת ה"ראש.

מהלך ושיטות עבודה

בסתיו 2007 וחורף 2008 נערכו 9 תצפיות על התפתחות המריסטמה הקדקדית והתפרחת של צמחי 'ספארי סנסט'. התצפיות נעשו באמצעות מיקרוסקופ אלקטרוני סורק, מיקרוסקופ אור וסטריאוסקופ. באותה תקופה נערך מעקב אחרי שלבי הבשלת ה"ראש" ורמת TSS בעלים התחתונים של הענף, בעלים העליונים מתחת ל"ראש", בעלי החפה של ה"ראש" ובתפרחות. במהלך הקיץ והסתיו של 2007 נחשפו צמחי 'ספארי סנסט' ל – 4 משטרי אורך יום. הטיפולים כללו גידול ביום טבעי, קיצור היום ל – 10 שעות למשך 60 יום החל מ – 1/9/07, הארכת היום ל – 14 שעות החל מהיום הארוך ביותר – 21/6/07, וטיפול של יום באורך קבוע של 12 שעות. בנוסף נערך ניסוי של גיזומים בגבהים שונים. נמדדה תוספת ההתארכות השבועית של הענפים במשך הקיץ והסתיו, דרגת הבשלת ה"ראש", רמת TSS בעלים התחתונים, בעלים העליונים, בעלי ה"ראש" ובתפרחת וכן בוצעו תצפיות מיקרוסקופיות שתיעדו את התפתחות התפרחת.

תוצאות עיקריות

תועדו שלבי התפתחות המריסטמה מההתמיינות ועד לגמר התפתחות התפרחת והפרח הבודד. בניגוד למקובל תועדה נוכחות אבקנים בפרח. נמדדה עליה ניכרת ברמת ה – TSS בתפרחת בשלבי ההתמיינות הראשונים, נמצא כי התמיינות המריסטמה הוקדמה בטיפול היום הקצר והואצה התפתחות ה"ראש" בטיפול זה. מועד תחילת התפתחות ה"ראש" לא הושפע מטיפול היום הקצר. טיפול היום הארוך עיכב בשבועיים את תחילת התפתחות ה"ראש". בטיפולי הגיזום הגבוה, המדמים גידול ללא התערבות חקלאית, נצפתה הבשלת ה"ראש" בחודש יולי, כארבעה חודשים לפני ההבשלה של טיפול הגיזום המסחרי.

מסקנות והמלצות

ה"ראש" מתחיל להתפתח מעט לפני שנצפה מעבר המריסטמה הקדקודית משלב וגטטיבי לשלב רפרודוקטיבי. קיצור היום ל – 10 שעות בסתיו המוקדם גורם להקדמת ההתמיינות לפריחה ומזרז את התפתחות התפרחת וכן את הבשלת ה"ראש". התפתחות ה"ראש" בצמחים שלא נגזמו וללא התערבות חקלאית נובעת, כנראה, מסיגנל המתקבל מהתפרחת של השנה הקודמת בעוד שהתפתחות ה"ראש" בצמחים הגדלים באופן תרבותי נובעת מסיגנל המתקבל מהתפרחת של השנה הנוכחית. התפתחות התפרחת בתקופת הסתיו גרמה להיווצרות מבלע מהעלים אל קדקוד הצמיחה המתמיין. מבלע זה נעלם במחצית דצמבר כאשר ה"ראש" הגיע לשלב 5. יש לקחת בחשבון את נוכחות המבלע בשיווק הסתווי.

ב. מבוא

ענפי הקישוט על מגוון מוצריהם הולכים ותופסים נפח גדל והולך בסל ייצוא הפרחים מישראל. ה'ספארי סנסט' ('Safari Sunset'), כענף קישוט בעל "ראש" אדום דקורטיבי תופס מקום נכבד בסל זה, ויחד עם פרח שעווה ופיטוספורום, הוא מהווה נדבך חשוב ויציב בתעשיית ענפי הקישוט.

ב - 3 השנים האחרונות מורגשת ירידה ברווחיות ענף ה'ספאריסנסט' הנובעת בחלקה מהמשבר הכלכלי העובר על העולם המערבי ובחלקה בבעיות איכות של הענפים המגיעים לבורסות הפרחים.

מטעי 'ספארי' נשתלו בכל האזורים בישראל, אולם עקב התאמה קרקעית ואקלימית הם מרוכזים בעיקר באזור הצפון ובמיוחד בגולן, שבו שתולים כיום למעלה מ - 2000 דונם. בנוסף ל'ספארי' נשתלו כמה מאות דונמים של לאוקדנדרונים אחרים.

צמח ה'ספארי', ממשפחת הפרוטאיים (Proteaceae), הינו צמח ירוק עד, רב שנתי מעוצה, שהובא לישראל לפני כ - 20 שנה מחצי הכדור הדרומי. החלק המשווק הוא ענף שבקצהו דור של עלים גלדניים בצבע אדום ("ראש") במרכז ה"ראש" קיימת תפרחת המוסתרת ע"י העלים הגלדניים. עם התבגרות הענף התפרחת מתפתחת לאיצטרובל. לתפרחת אין חשיבות דקורטיבית ושיווקית.

הבשלת הענפים על השיח נפרשת על פני מספר חודשים. בחודש אוגוסט מבשילים ענפים בודדים על כל שיח ורק בחודש דצמבר מגיעים כל הענפים על השיח לשלב בשלות. מחירי הענפים בתחילת העונה גבוהים משמעותית מהמחירים של מרכז וסוף העונה.

כל הפעולות הקשורות בקטיף ענפי ה'ספארי סנסט' מתבצעות היום ידנית. קטיף סלקטיבי של הענפים שהבשילו מתבצע מספר פעמים במהלך עונת הקטיף (ספטמבר-אפריל). גם הוצאת הענפים הקטופים מתוך השורות לשביל מרכזי נעשית ידנית. הקטיף הוא אחת מהפעולות היקרות ביותר בתהליך הייצור (לפי הערכה של מגדלים גדולים ויעילים בגולן, עלות הקטיף היא כ - 8 אג' לענף) ומציאת פתרון מכני תוזיל משמעותית פעילות זו. (ל - 2-3 אג' לענף ע"פ תחשיבים ראשוניים). המחסור המתמשך בידיים עובדות לעבודות חקלאיות הינו גורם נוסף התומך בצורך לפתח מיכון לקטיף ענפי 'ספארי סנסט'.

במסגרת תכנית מדען שהתבצעה ע"י המכון להנדסה חקלאית בשיתוף תחום הפרחים במו"פ צפון פותח אבטיפוס של מכונה לקציר של ענפי ה'ספארי'. יעילות הקטיף המכני תלויה בכך שמקסימום ענפים על השיח יגיעו למצב הבשלה מתאים בזמן הקציר. השלב הראשון של קטיף מכני כולל מקצרה הקוצרת את כל הענפים שעל הצמח בגובה אחיד ומרכזת את הענפים הקטופים למיכל שמובל לבית האריזה. שימוש במקצרה כזו יהיה בעל הגיון כלכלי רק אם ניתן יהיה לכוון את הבשלת כל (או רוב מכריע) של הענפים למועד רצוי.

הגורמים המשפיעים על הבשלת ה"ראש" של 'ספארי סנסט' לא נחקרו ולכן אין בידינו כלים לשלוט ולכוון את מועד ההבשלה. תהליך הבשלת ה"ראש" מורכב כנראה ממספר שלבים הכוללים את המעבר של המריסטמה הקדקדית ליצירת עלי חפה וליצירת התפרחת. אנו משערים שהגורמים המשפיעים על הבשלת ה"ראש" קשורים להתקצרות היום ו/או לירידת הטמפרטורה בסתיו וכן לאגרוטכניקת הגידול (מועד ואופן עיצוב וגיזום הצמח).

אנו מניחים כי הכרת התהליכים המשפיעים על התפתחות התפרחת והבשלת ה"ראש" תאפשר בשלב מאוחר יותר גם בקרה עליהם. הכרה זו היא שלב הכרחי וחיוני בשאיפה לשליטה בתהליכים האגרוטכניים, פריסה והקדמה של עונת השיווק ומתן אפשרות לקציר מכני עקב האחדת ההבשלה של "ראשי" הענפים.

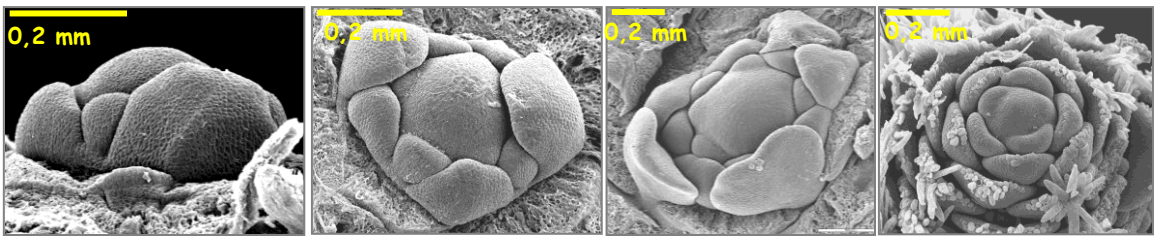
מטרות המחקר

1. בחינת הקשר בין התמינות קדקד הצמיחה, שלבי התפתחות התפרחת והבשלת ה"ראש".
2. בחינת גורמים המשפיעים על הבשלת ה"ראש".

ג. פרוט הניסויים שבוצעו והתוצאות שהתקבלו

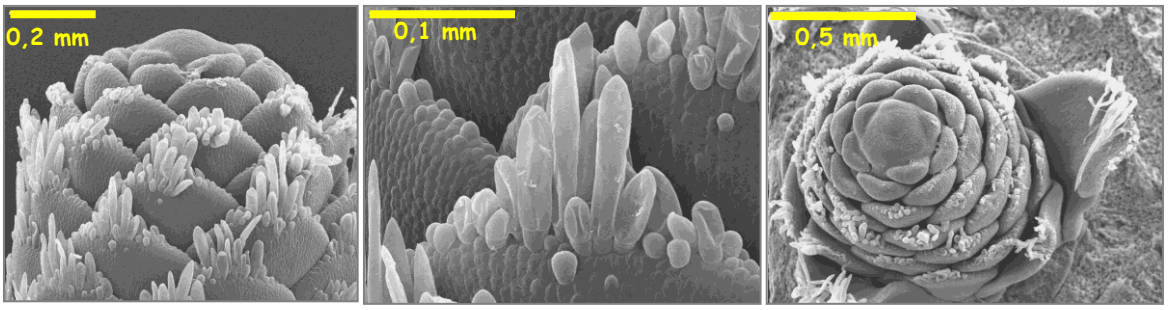
ניסוי 1. אנטומיה התפתחותית של התפרחת

החל מה – 3.9.07 ועד 31.1.08 נערכו תצפיות על התפתחות המריסטמה הקדקדית והתפרחת של צמחי 'ספארי סנסט' שגדלו ברמת הגולן ביום טבעי. התקיימו 9 תצפיות בהפרשים של 16 – 24 יום. התצפיות נעשו באמצעות מיקרוסקופ אלקטרוני סורק (איור 1), מיקרוסקופ אור (איור 3) וסטריאוסקופ (איור 4).



Inflorescence Initiation, October

Acropetal development of the inflorescence bracts

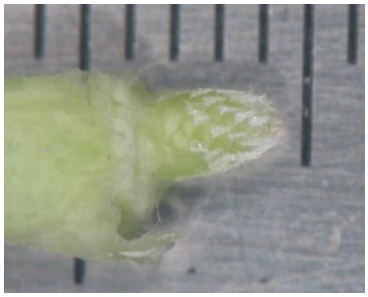


Epidermal layer's hairs (trichomes)

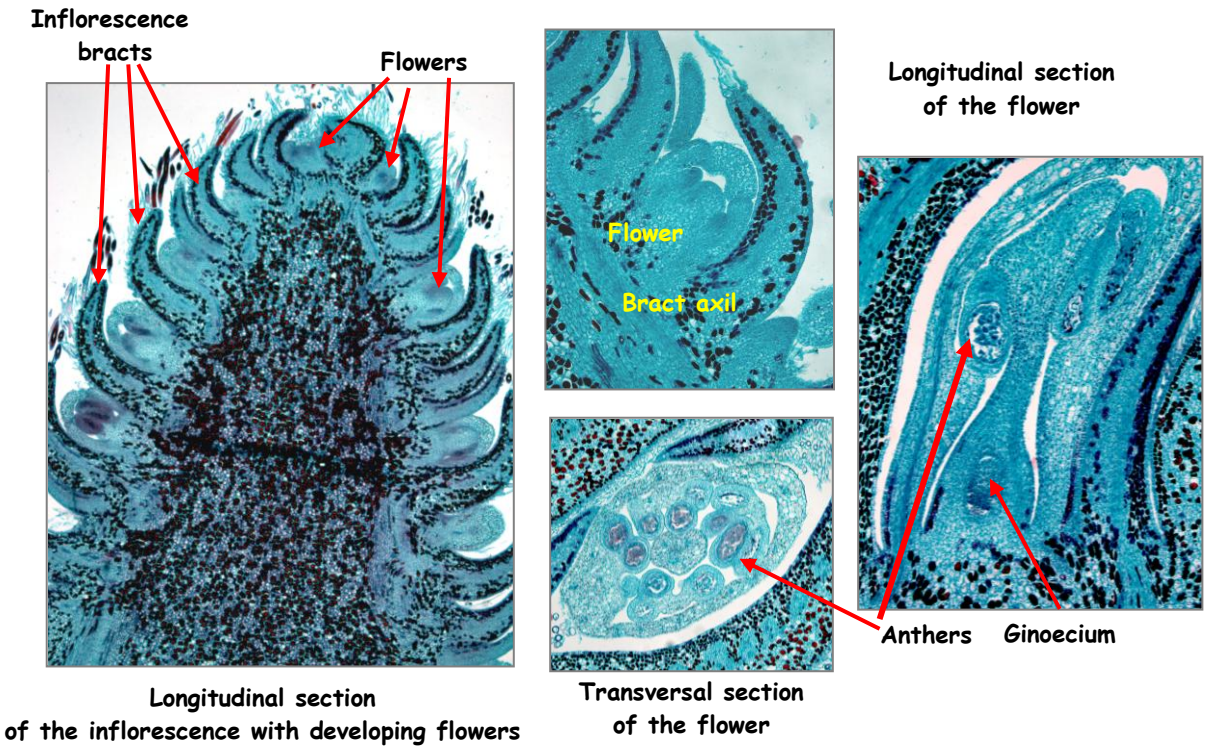
Numerous bracts of the inflorescence, November

איור 1. התמינות המריסטמה הקדקדית והתחלת התפתחות התפרחת ב'ספארי סנסט'. ספטמבר-נובמבר 2007

בתחילת אוקטובר ניתן היה להבחין בתחילת התמיינות המריסטמה הקדקדית (איור 1 שתי התמונות השמאליות למעלה). לאחר מספר שבועות החלו להתפתח עלי החפה של התפרחת (איור 1 שתי התמונות הימניות למעלה). על עלי החפה של התפרחת מתפתחות שערות אפידרמליות (trichomes) (איור 1 שתי התמונות השמאליות למטה). בחודש נובמבר ניתן כבר להבחין בעלי חפה רבים המסודרים בצורה אקרופטלית ויוצרים את צורת ה"אצטרובל" האופינית. בסוף נובמבר התפרחת הגיעה לאורך של כ – 3 מ"מ (איור 2).



איור 2. תפרחת 'ספארי סנסט' 26.11.07



איור 3. התפתחות פרחים בחיקי עלי החפה של התפרחת.תצפיות במיקרוסקופ אור. ינואר 2008.

בינואר 2008 ניתן היה להבחין בברור בהתפתחות פרחים בחיקי עלי החפה של התפרחת. (איור 3 בתמונה השמאלית ובתמונה העליונה במרכז). מבנה הפרח מוצג בחתכי אורך (תמונה ימנית) ורוחב (תמונה תחתונה במרכז) וניתן להבחין בשחלה ואבקנים.

Cone development

Individual flower:
anthers are drying

איור 4. התפתחות ה"אצטרובל" והפרח הבודד,תצפיות בסטריאוסקופ, פברואר 2008.

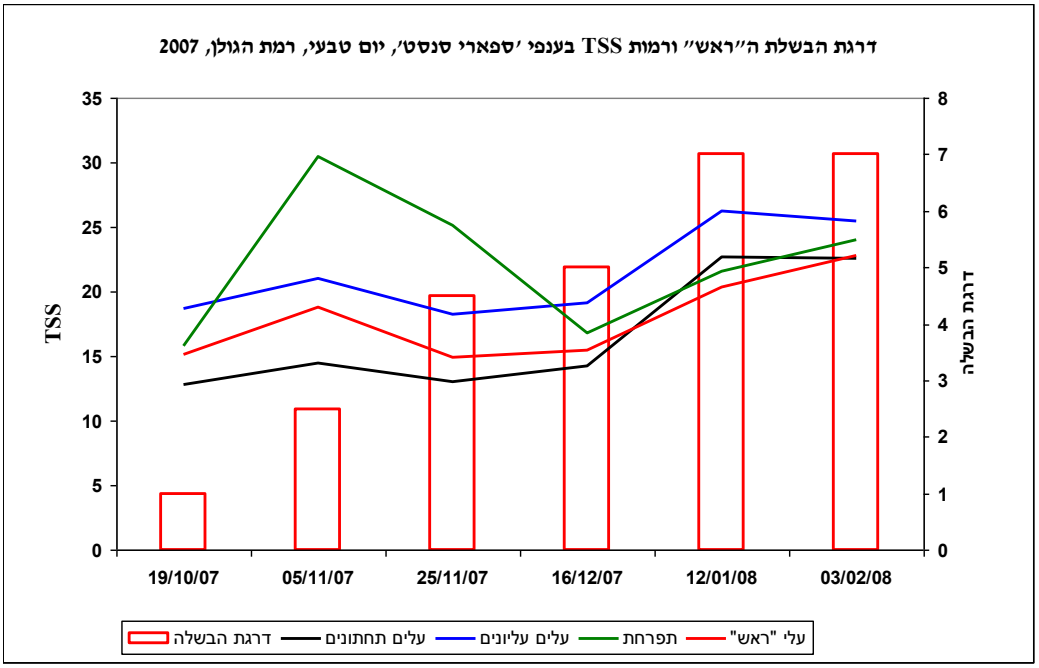
בתחילת פברואר 2008 החלו לבצבץ הפרחים מתוך עלי החפה של התפרחת. (איור 4 תמונה שמאלית). סדר בצבוץ הפרחים מתחתית ה"איצטרובל" לראשו בהתאם לסידור האקרופטלי של עלי החפה והפרחים. בהמשך נחשפו כל שאר אברי הפרח (איור 4 תמונה במרכז). נמצא כי לפרח 4 עלי כותרת אליהם מאוחים 4 אבקנים. (איור 4 תמונה ימנית עליונה). האבקנים התנוונו ועלי הכותרת התיבשו ונותרה בולטת רק הצלקת (איור 4 תמונה ימנית למטה).

ניסוי 2. רמות TSS באברי הצמח

מה – 19/10/07 ועד 3/2/08 נערך מעקב אחרי שלב הבשלת ה"ראש" (טבלה1) ורמת TSS בעלים התחתונים של הענף, בעלים העליונים מתחת ל"ראש", בעלי החפה של ה"ראש" ובתפרחות. (איור 5).

טבלה 1: הגדרה ותיאור של דרגות ההבשלה בענפי 'ספארי סנסט'

דרגת הבשלה	תיאור
1	הקדקוד בצימוח וגטטיבי
2	מתחילים להבחין בהיווצרות "ראש"
3	ה"ראש" מתחיל לגדול, עלי ה"ראש" רכים ברובם
4	חלק מעלי ה"ראש" גלדניים
5	עלי ה"ראש" גלדניים, בתוך ה"ראש" ניתן להבחין בדור קטן של עלים המכסים על התפרחת המתפתחת
6	מתחילים להבחין בתפרחת ("אצטרובל") המבצבצת מתוך דור העלים במרכז ה"ראש"
7	התפרחת מתארכת מעבר לדור העלים המקיף אותה
8	שינוי צבע עלי ה"ראש" מאדום לורוד-צהוב
9	צבע ה"ראש" חוזר לאדום

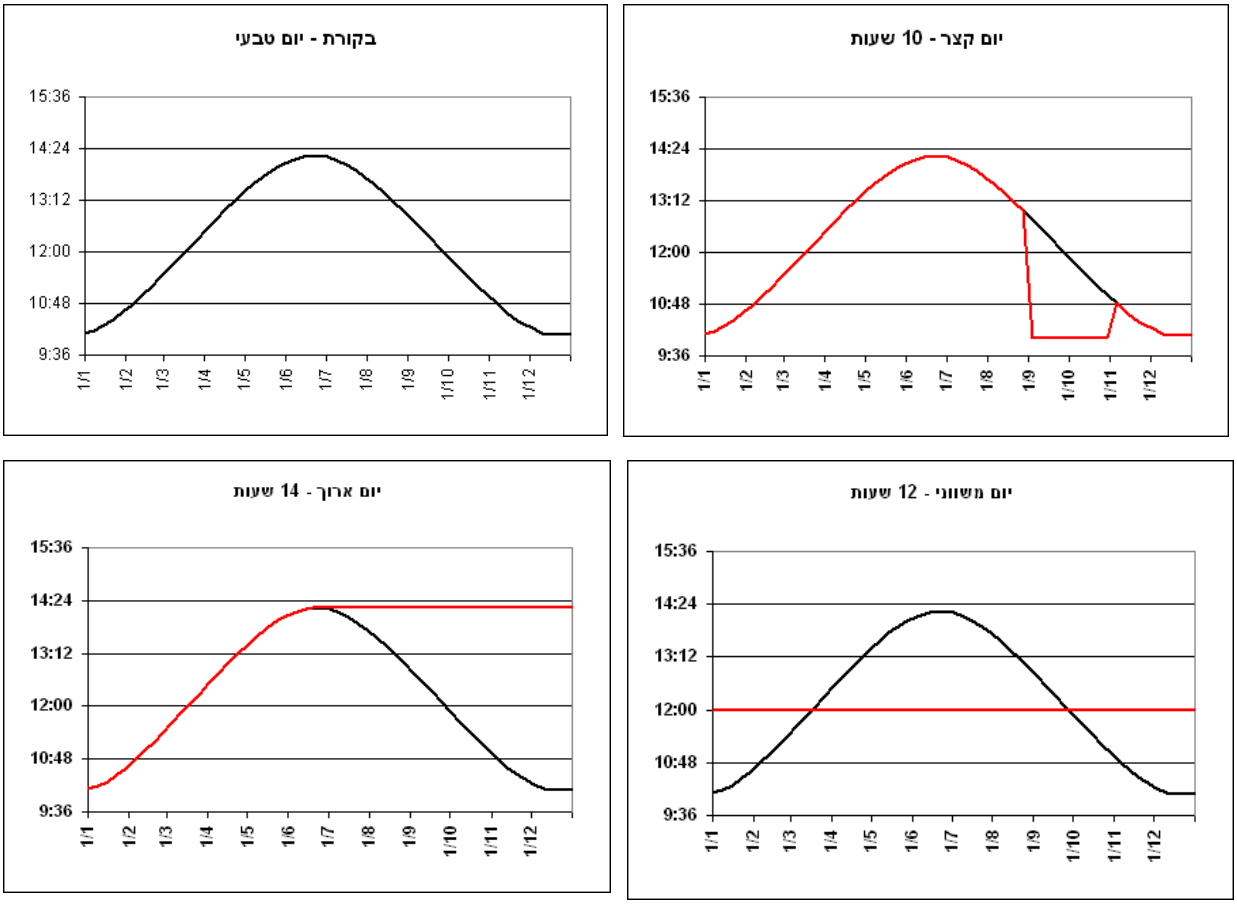


איור 5. דרגת הבשלת ה"ראש" ורמות TSS בענפי 'ספארי סנסט'

ב – 19/10/07 שלב ההבשלה היה 1 ("ראש" בצימוח וגטטיבי) ורמת ה – TSS היתה דומה בכל האברים שנבדקו. (איור 5). 17 יום מאוחר יותר ה"ראש" היה בשלב הבשלה 2.5, שלב המייצג את תחילת היווצרות ה"ראש". רמת ה – TSS באברים הוגטטיביים – עלים תחתונים, עלים עליונים ועלי החפה של ה"ראש" נשארה יחסית יציבה בעוד שבתפרחת ניכרה עליה דרמתית שהתבטאה בהכפלת רמת ה – TSS. (15.8% ב- 19/10/07, 30.4% ב – 5/11/07). רמת ה – TSS באברים הוגטטיביים המשיכה להיות יציבה עד מחצית דצמבר 2007 כאשר ה"ראש" המשיך להבשיל והגיע במועד זה לשלב הבשלה 5, שלב בו עלי ה"ראש" כבר גלדניים. באותו פרק זמן רמת ה – TSS בתפרחת ירדה בהדרגה והגיעה באמצע דצמבר,לרמת ה – TSS בעלים. (14% – 19%). ממחצית דצמבר 2007 עד למחצית ינואר 2008 המשיך תהליך הבשלת ה"ראש" שהגיע במועד זה לדרגה 7, בה כבר ניתן להבחין ב"איצטרובל" המוקף בעלי החפה של ה"ראש". בפרק זמן זה רמות ה – TSS של האברים הוגטטיביים ושל התפרחת עולים בהדרגה ומגיעים לרמה של כ – 22%. (איור 5).

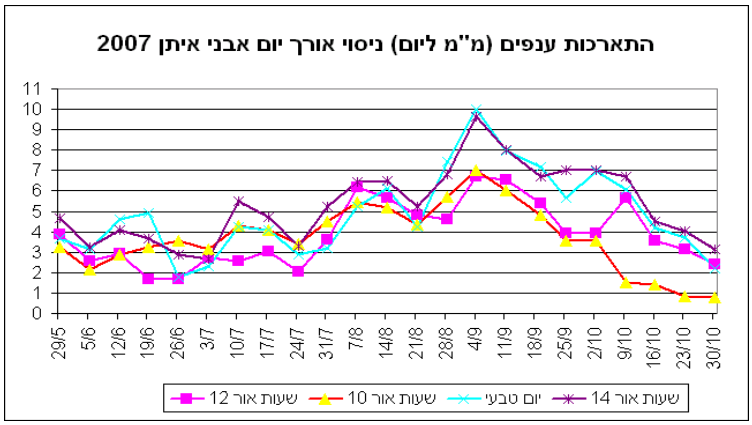
ניסוי 3. השפעת אורך היום על הפריחה

במהלך הקיץ והסתיו של 2007 נחשפו צמחי 'ספארי סנסט' ל – 4 משטרי אורך יום. (איור 6). הטיפולים כללו גידול ביום טבעי, קיצור היום ל – 10 שעות למשך 60 יום החל מ – 1/9/07, הארכת היום ל – 14 שעות החל מהיום הארוך ביותר – 21/6/07, וטיפול של יום באורך קבוע של 12 שעות. נמדדה תוספת ההתארכות השבועית של הענפים במשך הקיץ והסתיו, דרגת הבשלת ה"ראש", רמת TSS בעלים התחתונים, בעלים העליונים, בעלי ה"ראש" ובתפרחת וכן בוצעו תצפיות מיקרוסקופיות שתיעדו את התפתחות התפרחת.



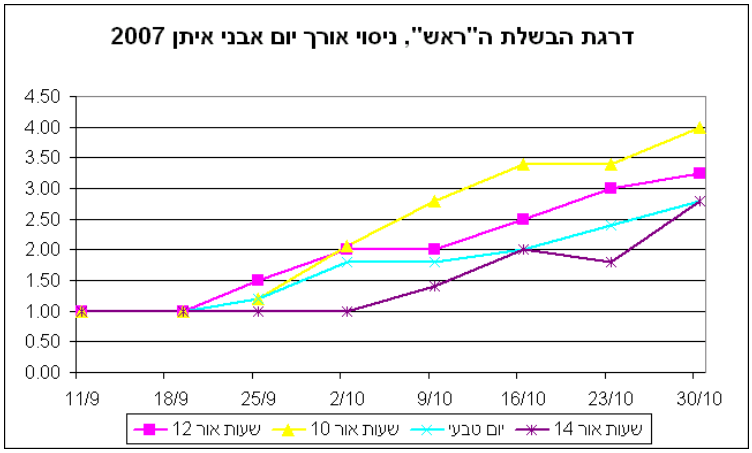
איור 6. טיפולי אורך יום ב'ספארי סנסט', רמת הגולן 2007. בקו שחור – יום טבעי, קו אדום – טיפול אורך יום

תוספת ההתארכות השבועית מופיעה באיור 7. התארכות הענפים בכל הטיפולים היתה די דומה עד לסוף אוגוסט, המועד בו הופעל טיפול קיצור היום ל – 10 שעות. החל ממועד זה ועד לסוף המדידות ב – 30/10/07 התארכות הענפים בטיפול של קיצור היום ל – 10 שעות וטיפול היום המשווני של 12 שעות היתה נמוכה מההתארכות ביום הטבעי וביום הארוך. יש לציין שבחודש ספטמבר היום הטבעי הוא מעל 12 שעות ובתקופה זו גם הטיפול ה"משווני" היה טיפול של קיצור יום. החל מסוף ספטמבר, בו הטיפול ה"משווני" כבר היה טיפול של הארכת היום, התארכות הענפים בטיפול זה השתוותה להתארכותם בטיפול היום הטבעי וטיפול של 14 שעות אור. בטיפול של קיצור היום ל – 10 שעות התארכות הצמחים כמעט ונעצרה החל מתחילת אוקטובר.



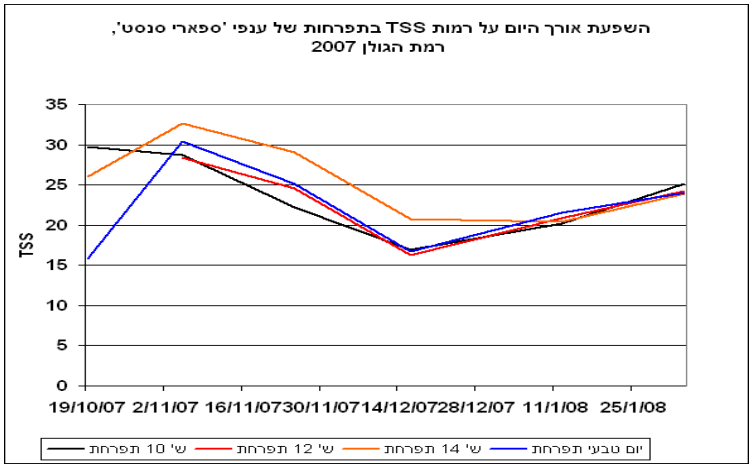
איור 7. התארכות ענפים של 'ספארי סנסט', א. איתן, 2007.

בעוד שהבשלת ה"ראש" בטיפולי 10, 12 שעות ויום טבעי החלה ב – 18/9 בטיפול הארכת היום ל – 14 שעות היא הובחנה רק לאחר שבועיים (איור 8). קצב התקדמות הבשלת ה"ראש" היה מהיר יותר בטיפול קיצור היום ל – 10 שעות בהשוואה לשאר הטיפולים. בטיפול זה ה"ראש" הגיע לדרגה 4 ב – 30/10/07 בעוד שבטיפול ל – 12 שעות אור, יום טבעי ו – 14 שעות אור דרגת ההבשלה היתה 3.2, 2.8, 2.8 בהתאמה במועד זה.

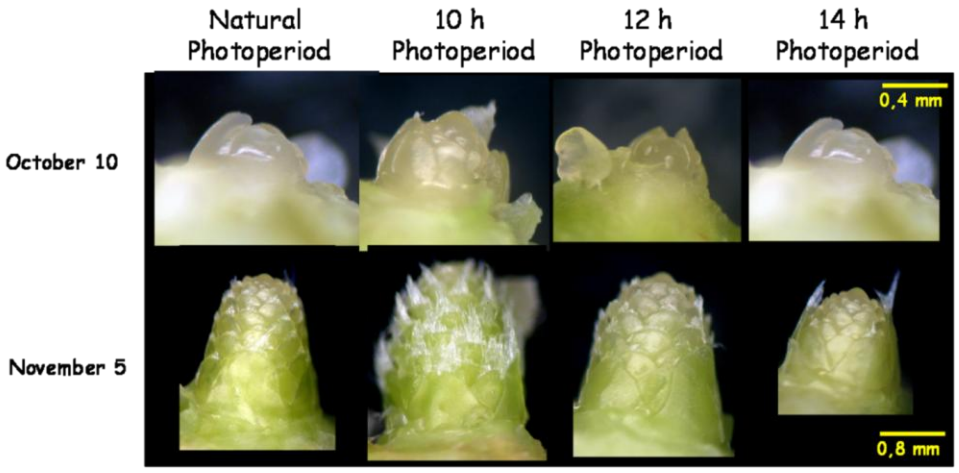


איור 8. דרגת הבשלת ה"ראש" ב'ספארי סנסט', א. איתן, 2007.

דפוס ההתנהגות של רמת ה – TSS בתפרחת היה דומה בטיפול של 12 שעות אור ו - 14 שעות אור לדפוס ההתנהגות ביום הטבעי (איור 9). אולם, רמת ה – TSS בתפרחת של הטיפול ל – 10 שעות יום ב – 19/10/07 כבר היתה במגמת ירידה בעוד שבמועד זה בשאר הטיפולים רק מתחיל תהליך העליה של רמת ה – TSS.



איור 9. רמות TSS בענפי 'ספארי סנסט, אבני איתן 2007'



איור 10. התפתחות התפרחת של 'ספארי סנסט' במשטרי אורך יום שונים

התפתחות התפרחת בטיפול 10 שעות אור הקדימה את שאר הטיפולים. ב – 10/10/07 ההתמיינות בטיפול של יום טבעי, 12 ו – 14 שעות אור היתה בשלב מאוד מאוד ראשוני. במועד זה ניתן כבר להבחין בברור בטיפול היום הקצר של 10 שעות אור בחפי התפרחת המקנים לה את צורת ה"אצטרובל". ב – 5/11/07 בתפרחות הטיפול המקדים, טיפול של 10 שעות אור, כבר התפתחו השערות האפידרמליות בעוד שבשאר הטיפולים ה"אצטרובל" בשלב מאוד ראשוני.

ניסוי 4. השפעת גובה הגיזום על הפריחה ועל הבשלת ה"ראש"

צמחי 'ספארי סנסט' בשנת הגידול הרביעית נגזמו בנובמבר 2006 ובמרץ 2007. הגיזום בוצע כך שהושארו גדמים בחמישה אורכים (טבלה 2). כל טיפול כלל חמישה צמחים. נמדדה תוספת ההתארכות השבועית של הענפים במשך הקיץ והסתיו, נערך מעקב פנולוגי על הבשלת ה"ראש" ובוצעו תצפיות מיקרוסקופיות שתיעדו את התפתחות התפרחת.

טבלה 2: טיפולי גובה גיזום. הניסוי בוצע על צמחי 'ספארי סנסט' בשנת גידולם הרביעית.

מס. טיפול	גובה גיזום	מועד ביצוע
1	15 ס"מ (מסחרי)	11/2006
2	40 ס"מ	11/2006
3	70 ס"מ	11/2006
4	הסרת ה"ראש"	3/2007
5	ללא גיזום	

גובה הגיזום השפיע משמעותית על שיעור וקצב הבשלת ה"ראש". ענפים שהתפתחו על גדמים ארוכים (טיפולי הגיזום הגבוה) הגיעו לדרגה 5 של הבשלת ה"ראש" בסוף יולי כשאורכם הגיע ל – 35 ס"מ. (טבלה 3). המריסטמה הקודקודית של הענפים הללו נותרה וגטטיבית עד ספטמבר.

לעומת זאת, טכניקת הגיזום המסחרי (גדם באורך של 15 ס"מ) הביאה להבשלת ה"ראש" בדרגה 5 רק בנובמבר, כארבעה חדשים מאוחר יותר, כשהענפים הגיעו לאורך של 120 ס"מ. התמיינות המריסטמה הקודקודית של ענפים אלו התרחשה בשבוע הראשון של אוקטובר. (איור 11).

טבלה 3: השפעת גובה הגיזום על התפתחות ה"ראש" ואורך הענפים ב'ספארי סנסט'.

מס. טיפול	גובה גיזום	שיעור (אחוז) ענפים בדרגה 5 של הבשלת ה"ראש", 31/7/07	אורך ענף 31/7/07 (ס"מ)	אורך ענף 5/9/07 (ס"מ)
1	15 ס"מ (מסחרי)	0	79	92
2	40 ס"מ	0	79	91
3	70 ס"מ	40	58	70
4	הסרת ה"ראש"	100	33	33
5	ללא גיזום	100	41	41

איור 11. אורך ענפים ודרגת הבשלת ה"ראש" בטיפולים 1, 2, 5 (טבלה 2) ב – 5/9/07

ד. דיון

נמצא כי בצמח ה'ספארי סנסט' קיימים 4 סוגים של עלים: עלים המתפתחים במהלך הקיץ וגדלים לאורך גבעול הענף, עלי החפה של ה"ראש", עלים אשונים קטנים היוצרים דור קוני סביב התפרחת, עלי החפה של התפרחת שבחיקם מתפתחים הפרחים. המריסטמה הקדקודית מתמיינת לעלים וגטטיביים לכל אורך הקיץ. עלים אלו הם היוצרים את הגבעול הדקורטיבי. לאחר שהמריסטמה הופכת להיות רפרודוקטיבית היא מתמיינת לעלי החפה של התפרחת. לא נצפתה במיקרוסקופ מריסטמה המתמיינת לעלי החפה של ה"ראש". מימצא חשוב נוסף הוא שבפרח קיימים גם שחלה וגם אבקנים. בדרך כלל מתיחסים ל'ספארי סנסט' כצמח נקבי אולם עבודה זו מראה בבירור כי למשך זמן קצר הפרח מכיל 4 אבקנים המאוחים בעלי הכותרת. (איור 4).

נמצא כי מיד עם המעבר של קדקוד הצמיחה משלב וגטטיבי (שלב 1) לשלב הראשון של יצור ה"ראש" (שלב 2) מתרחשת עליה דרמתית ברמת ה – TSS בתפרחת המתפתחת. לאחר השלב הראשוני הזה ועד להשלמת יצור ה"ראש" (שלב 5) רמת ה – TSS בתפרחת יורדת בהדרגה לרמתה המקורית (איור 5). לאחר מכן רמת ה – TSS בתפרחת עולה במתינות.

ה"ראש" התחיל להתפתח לפני שנצפה מעבר המריסטמה הקדקודית משלב וגטטיבי לשלב רפרודוקטיבי. השלבים הראשונים של הבשלת ה"ראש" (מעבר משלב 1 לשלב 2) ביום טבעי נצפו בשדה ב – 25/9 (איור 8). תחילת התמיינות המריסטמה נצפתה ב – 10/10/07, כשבועיים לאחר מכן. (איור 10).

קיצור היום ל – 10 שעות בסתיו המוקדם גרם להקדמת ההתמיינות לפריחה וזרז את התפתחות התפרחת וכן את הבשלת ה"ראש". קביעה זו נסמכת על שלוש תצפיות ובדיקות שונות. הירידה בקצב ההתארכות של הענף בטיפול היום הקצר הקדימה את הירידה בקצב ההתארכות בטיפול היום הטבעי וטיפול הארכת היום (איור 8). בעבודותינו הקודמות הראינו כי הירידה הסתוית בקצב ההתארכות מתרחשת עם תחילת הבשלת ה"ראש". גם מדידת רמות ה – TSS בתפרחת מראה כי בעוד שטיפול היום הקצר כבר היה בשלב הירידה ברמת ה – TSS, שאר הטיפולים עוד לא החלו את שלב העליה (איור 9). וכבר הראינו כי דפוס ההתנהגות של רמת ה – TSS הוא של עליה דרמתית ברמות ה – TSS עם המעבר של ה"ראש" משלב 1 לשלב 2 וירידה הדרגתית לאחר מכן. גם הבדיקות המיקרוסקופיות הראו בברור הקדמה של התמיינות והתפתחות התפרחת בטיפול היום הקצר (איור 10). לעומת זאת טיפול הארכת היום ל – 14 שעות דחה את ההתמיינות לפריחה ואת הבשלת ה"ראש".

מועדי הבשלת ה"ראש" והתמיינות המריסטמה הקדקודית היו שונים בתכלית בין הטיפולים הקיצוניים בניסוי גובה הגיזום. בטיפולי הגיזום הגבוה שכללו את הסרת ה"ראש" או השארת הענף ללא גיזום (טיפולים 4 ו – 5, טבלה 2) התפתחו "ראשים" בדרגה 5 על ענפים קצרים ביותר כבר בסוף יולי. המריסטמה הקודקודית היתה בשלב וגטטיבי. לעומת זאת בטיפול הגיזום הקצר (טיפול 1, טבלה 2) הענפים המשיכו להתארך עד אוקטובר, הענפים הגיעו לדרגת הבשלה 5 רק בנובמבר והתמיינות המריסטמה נצפתה בתחילת אוקטובר. בטיפולי הביניים, (טיפול 2 ו – 3, טבלה 2) הבשלת ה"ראש" התרחשה בין אוגוסט לאוקטובר. ראוי לציין כי בניסוי זה התקבלו ענפים שהשלימו את הבשלת ה"ראש" כבר באמצע הקיץ כשקודקוד הצמיחה בהם נשאר וגטטיבי עד הסתיו.

בשלוש שנות המחקר שהסתיימו בדצמבר 2008 התבססה ההבנה כי מנגנון ההבשלה של ה"ראש" ב'ספארי סנסט' מושפע מכמה גורמים:

א. ההתמיינות לפריחה של המריסטמה הקודקודית נגרמת ע"י סיגנל חיצוני של התקצרות היום בסתיו.
ב. עלי ה"ראש" מתפתחים, כנראה, מעלים וגטטיביים הנמצאים בסמוך למריסטמה הקודקודית לאחר קבלת סיגנל פנימי.
ג. הסיגנל הפנימי הגורם לשינוי התפקוד של העלים הוגטטיביים לעלי "ראש" מקורו כנראה בתפרחת.

על סמך הממצאים והתצפיות אנו משערים כי מנגנון היווצרות ה"ראש" בצמחי 'ספארי סנסט' הגדלים ללא התערבות חקלאית (intact plants) שונה מהמנגנון האחראי להיווצרות ה"ראש" בצמחים הגדלים בגידול תרבותי. בצמחים ללא התערבות חקלאית (intact) לא מתבצע קטיף והענפים של השנה החדשה (שנה ב') מתפתחים מבסיס התפרחת של השנה הקודמת (שנה א') (איור 12). ענפים אלו קצרים ביותר (כ – 30 ס"מ) ומסיימים את התארכותם עם הבשלת ה"ראש" באמצע הקיץ. הסיגנל להתפתחות ה"ראש" בשנה ב' מתקבל מהתפרחת של שנה א'. ה"ראש" מתפתח ומבשיל כבר בחודש יולי. התמיינות המריסטמה הקודקודית של שנה ב' מתרחשת עם התקצרות הימים בסתיו של שנה ב'. במנגנון זה התפרחת של שנה א' גורמת להבשלת ה"ראש" של שנה ב', התפרחת של שנה ב' גורמת להבשלת ה"ראש" של שנה ג' וכן הלאה.
בצמחים בגידול תרבותי מתבצע קטיף ולאחריו גיזום המשאיר גדם באורך של כ – 15 ס"מ. הענפים של שנה ב' מתפתחים מניצנים הנמצאים על הגדם באזור מרוחק ביותר ממקום התפרחת שהוסרה ושווקה בשנה א'. בענפים אלו לא קיימת השפעה של התפרחת מהשנה הקודמת ולכן אין בהם סיגנל פנימי להבשלת ה"ראש" ומשום כך הם ממשיכים להתארך במשך האביב, הקיץ והסתיו ומגיעים לאורך של 100 ס"מ ואף יותר. עם התקצרות הימים בסתיו המריסטמה הקודקודית מתמיינת לפריחה ומעבירה את הסיגנל הפנימי הגורם להבשלת ה"ראש". במנגנון זה התפרחת של שנה א' גורמת להבשלת ה"ראש" של שנה א', התפרחת של שנה ב' גורמת להבשלת ה"ראש" של שנה ב' וכן הלאה. בגידול תרבותי ה"ראש" מתפתח רק בסוף הסתיו מאחר שהסיגנל להיווצרותו מתקבל מהתפרחת של אותה שנה המתמיינת, כאמור, עם התקצרות הימים בסתיו.

למידע ולתובנות שהצטברו בעבודה זו יש משמעות ישומית חשובה. ענף ה'ספארי סנסט' משווק בגלל הערך הדקורטיבי של העלים ועלי ה"ראש" האטרקטיביים, כאשר לתפרחת של ה'ספארי סנסט' אין כל משמעות שיווקית. להבשלה מוקדמת של ה"ראש" יש יתרון כלכלי גדול. שיווק ענפי 'ספארי סנסט' בתחילת הסתיו יגיע לשווקים בתקופה של מחירים גבוהים ויאפשר הופעה מוקדמת בארה"ב לאחר תובלה ימית ממושכת. טיפולי הביניים של גובה הגיזום (גיזום לגובה 40 ו – 70 ס"מ, טיפולים 2 ו – 3 בטבלה 2) הניבו ענפים שהבשילו לפני הענפים בגיזום מסחרי ועדיין היו בעלי אורך מספק (איור 11). ענפים כאלו מגיעים לשלב המתאים לשיווק כאשר המריסטמה עדיין וגטטיבית ולעובדה זו אין כל משמעות שיווקית.
מימצא נוסף בעבודה זו מראה כי התפתחות התפרחת בתקופת הסתיו (חסרת החשיבות השיווקית, כאמור) כרוכה בהשקעת אנרגיה ניכרת של הצמח וגרמה להיווצרות מבלע מהעלים אל קדקוד הצמיחה המתמיין. מבלע זה נעלם במחצית דצמבר כאשר ה"ראש" הגיע לשלב 5 (איור 5). מבלע זה גורם, כנראה, לירידה ברמות הסוכרים בעלים המתבטאים בנזקי משלוח בתובלה הימית. עם ירידת הטמפרטורות בסתיו נוטים חקלאים להפחית את מנות המים לצמחים המלווה, בגלל הנוהג לדשן בריכוז קבוע, בירידה ברמות הדשן. ירידה זו מתרחשת דווקא בתקופה בה

מתרחשים בצמח שינויים מורפוגנטיים והתמיינות לפריחה, ובה זקוק אזור המבלע – קדקד הצמיחה המתמיין – להקצאה מוגברת של מוטמעים. אנו סבורים כי יש להגביר את רמות הדשן בסתיו (ללא העלאת מנות המים) כמענה לדרישה המוגברת למוטמעים הנובעת מההתמיינות לפריחה.

במקביל לעבודה הנוכחית, בה נעשה מאמץ להבין את התהליך הביולוגי והפיזיולוגי של התפתחות ה"ראש", אנו עוסקים גם בנסיונות המכוונים לתת מענה לבעיית הנזקים במשלוח.

איור 12. ענף מצמח 'ספארי סנסט' ללא התערבות חקלאית. הענפים של השנה העוקבת מתפתחים מחיקי התפרחות של השנה הקודמת. בתמונה ענפים משתי שנות פריחה. הסרגל בצד הענף הינו באורך 40 ס"מ.

ה. פרסומים

1. הרצאה בכנס IPA (International Protea Association), דרום אפריקה, ספטמבר 2008:

Annual development of ‘Safari Sunset’: florogenesis and resource allocation

2. Cohen, M., Zemach, H., Ben-Jaacov, J. and Kamenetsky, R. (2009). Annual development and florogenesis of *Leucadendron* ‘Safari Sunset’ in Israel. ACTA (in press).

סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.

1. בחינת הקשר בין התמינות קדקד הצמיחה, שלבי התפתחות התפרחת והבשלת ה"ראש".
2. בחינת גורמים המשפיעים על הבשלת ה"ראש".

עיקרי הניסויים והתוצאות.

בסתיו 2007 וחורף 2008 נערכו 9 תצפיות על התפתחות המריסטמה הקדקדית והתפרחת של צמחי 'ספארי סנסט'. התצפיות נעשו באמצעות מיקרוסקופ אלקטרוני סורק, מיקרוסקופ אור וסטריאוסקופ. באותה תקופה נערך מעקב אחרי שלב הבשלת ה"ראש" ורמת TSS בעלים התחתונים של הענף, בעלים העליונים מתחת ל"ראש", בעלי החפה של ה"ראש" ובתפרחות. במהלך הקיץ והסתיו של 2007 נחשפו צמחי 'ספארי סנסט' ל – 4 משטרי אורך יום. הטיפולים כללו גידול ביום טבעי, קיצור היום ל – 10 שעות למשך 60 יום החל מ – 1/9/07, הארכת היום ל – 14 שעות החל מהיום הארוך ביותר – 21/6/07, וטיפול של יום באורך קבוע של 12 שעות. בנוסף נערך ניסוי של גיזומים בגבהים שונים. נמדדה תוספת ההתארכות השבועית של הענפים במשך הקיץ והסתיו, דרגת הבשלת ה"ראש", רמת TSS בעלים התחתונים, בעלים העליונים, בעלי ה"ראש" ובתפרחת וכן בוצעו תצפיות מיקרוסקופיות שתיעדו את התפתחות התפרחת.
תועדו שלבי התפתחות המריסטמה מההתמיינות ועד לגמר התפתחות התפרחת והפרח הבודד. בניגוד למקובל תועדה נוכחות אבקנים בפרח. נמדדה עליה ניכרת ברמת ה – TSS בתפרחת בשלבי ההתמיינות הראשונים, נמצא כי התמיינות המריסטמה הוקדמה בטיפול היום הקצר והואצה התפתחות ה"ראש" בטיפול זה. מועד תחילת התפתחות ה"ראש" לא הושפע מטיפול היום הקצר. טיפול היום הארוך עיכב בשבועיים את תחילת התפתחות ה"ראש". בטיפולי הגיזום הגבוה המדמים גידול ללא התערבות חקלאית נצפתה הבשלת ה"ראש" בחודש יולי, כארבעה חודשים לפני ההבשלה של טיפול הגיזום המסחרי.

מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?

ה"ראש" מתחיל להתפתח מעט לפני שנצפה מעבר המריסטמה הקדקודית משלב וגטטיבי לשלב רפרודוקטיבי. קיצור היום ל – 10 שעות בסתיו המוקדם גורם להקדמת ההתמיינות לפריחה ומזרז את התפתחות התפרחת וכן את הבשלת ה"ראש". התפתחות ה"ראש" בצמחים שלא נגזמו וללא התערבות חקלאית נובעת מסיגנל המתקבל מהתפרחת של השנה הקודמת בעוד שהתפתחות ה"ראש" בצמחים הגדלים באופן תרבותי נובעת מסיגנל המתקבל מהתפרחת של השנה הנוכחית. התפתחות התפרחת בתקופת הסתיו גרמה להיווצרות מבלע מהעלים אל קדקוד הצמיחה המתמיין. מבלע זה נעלם במחצית דצמבר כאשר ה"ראש" הגיע לשלב 5. יש לקחת בחשבון את נוכחות המבלע בשיווק הסתווי. מטרת המחקר הראשונה הושגה בצורה טובה. תוצאות העבודה מאפשרות לפתח תיאור של מנגנון היווצרות ה"ראש" אך עדיין דרושה עבודה להוכחה בלתי מעורערת של המנגנון המוצע.

בעיות שנותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר?

הוכחת המנגנון המוצע להבשלת ה"ראש".

הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: **פרסומים בכתב** - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי;
פטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; **הרצאות וימי עיון** - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.

1. הרצאה בכנס IPA (International Protea Association), דרום אפריקה, ספטמבר 2008:
Annual development of 'Safari Sunset': florogenesis and resource allocation
2. Cohen, M., Zemach, H., Ben-Jaacov, J. and Kamenetsky, R. (2009). Annual development and florogenesis of *Leucadendron* 'Safari Sunset' in Israel. ACTA (in press).

פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)

- ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)

האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי?

בשלב זה לא