

אפיון תהליכי הנשירה של חנטים ופירות בתמרים

דוח מדעי לשנת 2020 המוגש לשולחן מגדלי התמרים בענף הפירות במועצה הצמחית

על ידי

יובל כהן ומזל איש שלום (המחלקה למדעי עצי פרי, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן)
אבי סדובסקי, מיכל אדלר אגמון, תמיר טיקוצ'ינסקי, יובל אוסטרובסקי, (מו"פ ערבה דרומית)

תקציר

מעט מאוד ידוע על נשירת הפרי בתמר. "נשירת יוני" הינה נשירה מאוחרת של פירות גדולים. היא מופיעה יותר בעצים עמוסים אך ממדיה אינם צפויים. היא תלויה גם בתנאי מזג האוויר ומושפעת מאוד מאירועי קיצון ("חמסינים"). הפרי נושר מבסיסו, בין העטיפה לסנסן. בעבודה זו בצענו אפיון של התהליך. בחננו את קצבי "נשירת יוני" בעצים במטע מו"פ ערבה דרומית ומצאנו שעד 40 אחוז מהפירות נשרו בין סוף מאי לתחילת יולי. פיתחנו מערכת של סנסנים מנותקים להשראת ניתוק וזיהינו שטיפול באתרל מזרז מאוד את נשירת הפירות. תוצאות ראשוניות מצביעות על אפשרות של עיכוב התהליך על ידי טיפול באוקסין. בנוסף נראה שתהליך זה תלוי ב"חלון פעילות" ספציפי בהתפתחות הפרי ובו הוא נקבע לפחות בחלקו על ידי מאזן הורמונאלי. בנוסף, בצענו אפיון היסטולוגי של רקמת הניתוק.

המידע שנוצר הינו ראשוני. נדרש המשך המחקר, והרחבתו לתקופות נשירה נוספות בהתפתחות התמר ובעת הבשלתו. הממצאים מצביעים על אפשרות שניתן יהיה בעתיד לפתח טיפולים לצמצום "נשירת יוני" על ידי ריסוסים בחומרי צמיחה.

מבוא ותיאור הבעיה

בתמר, מתרחשת נשירה של פירות וחנטים לכל אורך ההתפתחות. אולם עיקר הנשירה מתרחשת בשלוש תקופות עיקריות – נשירה מוקדמת (באפריל ותחילת מאי) בה נושרים פרחים לא מופרים וחנטים רבים, נשירה מאוחרת (נשירת "יוני") שעיקרה נשירה של פירות בוסר תקינים ירוקים וגדולים, ונשירה טבעית (שהינה חלק מהגידול) של הפרי בשלב הבחול והבשל.

לרמת הנשירה ומועדיה השפעה רבה על היבול המתקבל. הדילול המוקדם מתרחש במקביל לנשירה המוקדמת, ובמשקים רבים נעשה לפני שנשירה זו הסתיימה ונלקחה בחשבון (בספירות הפרי המוקדמות). נשירת "יוני" שמתרחשת על פירות גדולים משפיעה באופן ישיר על רמות הפרי שנשאר על האשכול והיבול. מכיוון שנשירה זו מתרחשת אחרי הדילול המכוון, לא ניתן לתקן אותה. הבנת תהליכי הנשירה של הפרי הבשל חשובה לתזמון הגדידים (תהליך זה חשוב במיוחד במטעים בהם מבוצע גדיד מכני ע"י ניעור גזע המפעיל כוחות לניתוק הפרי מהסנסן, ובו האשכולות אינם מכוסים ופירות שנושרים בין הגדידים מהווים אובדן לחקלאי).

מעט מאוד ידוע על נשירת הפרי בתמר (ברנשטיין, 2004). בנשירה המוקדמת נושרים פרחים לא מופרים, חנטים לא תקינים וכן רמה מסוימת של חנטים צעירים תקינים. כשיעילות ההאבקה והחנטה נמוכה, רמת הנשירה גוברת. החנטים נושרים עם עלי העטיפה, כלומר מתנתקים בבסיסו של הפרי, בינו לבין הסנסן. חתך הניתוק בחנט הצעיר ועל הסנסן נראה חלק באופן שמצביע על תהליך נשירה מתוכנן ופעיל. התהליך שמביא לבידוד החנטים מצינורות ההובלה ולניתוק אינו ידוע.

נשירת יוני הינה נשירה מאוחרת של פירות גדולים. היא מופיעה יותר בעצים עמוסים אך ממדיה אינם צפויים. היא תלויה גם בתנאי מזג האוויר ומושפעת מאוד מאירועי קיצון ("חמסינים"). גם בנשירה זו נושר הפרי מבסיסו, בין העטיפה לסנסן.

התהליכים המתרחשים בפרי הבשל הנושר הינם כנראה אחרים. הנשירה המאוחרת בעת ההבחלה וההבשלה של הפרי, מתרחשת לאחר שניתק הקשר הפיסיולוגי בין הפרי והסנסן ונפסקת העברת המים מהסנסנים לפרי (אולי על ידי סתימת צורות ההובלה). מקובל שלא מתפתחת בבסיס הפרי הבשל רקמת ניתוק (ברנשטיין, 2004). בחלק מהפירות הנושרים בשלב זה ניתק הפרי מתוך העטיף. בחלק אחר מהפירות החיבור לסנסן נשאר חזק ופירות רבים ניתקים מהעץ תוך קריעת הפרי והשארות הזרע ושרידי עלי העטיף מחוברים לסנסן. בספרו של ברנשטיין מדווח שטיפולים באוקסין (NAA) בעת שבירת הצבע לפני ההבשלה הביאה להחלשת כוח הניתוק, וטיפולים בציטוקינין הגדילו את הכוח הנדרש לניתוק. בדקל נור, איבוק באבקת תמר יערות העלתה את חוזק הקשר בין צרור ההובלה לזרע (זיו וחוב' 1999; ברנשטיין 2004). נשירת חנטים ופירות היא תהליך טבעי המתרחש בפירות ממרבית המינים (Estornell et al., 2013; Roberts et al., 2002). נשירת איברים כוללת גם נשירה של איברים אחרים של הצמח – כמו פרחים ועלים. בדרך כלל הניתוק מתרחש כפעולה אקטיבית של הצמח ברקמות ספציפיות המכונות רקמות ניתוק. לרקמות אלו יש בדרך כלל מבנה אופייני המאפשר ניתוק תקין בנקודה ספציפית תוך שמירה והגנה על הצד בניתוק שלא נשר. אינדוקציה של הניתוק מביאה להפעלה מקומית ברקמת הניתוק של אנזימי פירוק דופן התא שמאפשרת את ההתנתקות של האיבר. בקרת התהליך נעשית פעמים רבות על ידי שינויים במאזן ההורמונאלי ובמיוחד במאזן בין ההורמונים אתילן ואוקסין. אתילן מפעיל את רקמת הניתוק ואוקסין מעכב את פעולתה. מחקר זה רוצה להעמיד תשתית ראשונית להבנת תהליכי נשירת חנטים ופירות בתמר.

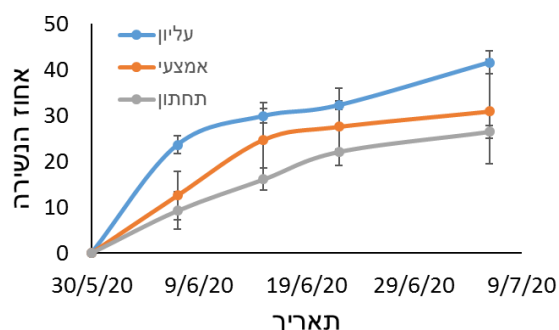
מטרת המחקר

מטרת המחקר היא אפיון תהליכי הנשירה בתמרים ברמת האשכול וברמה המיקרוסקופית, זיהוי מנגנונים המעורבים בנשירה ואפיון גורמים וטיפולים המשפיעים על תהליך זה.

התוכנית אושרה על ידי שולחן מגדלי התמרים רק במהלך חודש מאי, ובעקבות המגבלות בעבודה בתקופת סגר הקורונה, היא בוצעה רק באופן חלקי (ומומנה באופן חלקי בהתאם). על כן התמקדנו בעבודה בפיתוח כלים מחקרניים ובאפיון "נשירה יוני".

תוצאות

1. מעקב אחר קצב נשירת הפירות בעת "נשירת יוני" בעצי מג'הול בערבה



איור 1: אפיון רמת הנשירה של פירות תמרים במהלך חודש יוני באשכולות הדורים השונים במו"פ ערבה דרומית. פירות ב-10 סנסנים בשני אשכולות לדור ובשני עצים סומנו ומספר הפירות בהם נרשם ב-30/5 ובמספר מועדים לאורך "נשירת יוני" עד ה-6/7. מוצגים אחוזי הנשירה הממוצעים יחסית לעומס הפרי בסוף מאי, לפי דורי האשכולות. הברים מייצגים את שגיאות התקן.

נבחרו שני עצים במטע מו"פ ערבה דרומית ביטבתה לניסוי. בשישה אשכולות בעצים אלו (סה"כ שני אשכולות בכל דור) עקבנו אחר תהליכי הנשירה מתחילתה ובמהלך כל חודש יוני. בכל אשכול סומנו 10 סנסנים ונספרו הפירות על כל אחד מהם בתאריך 31/5/60. במהלך כל תקופת "נשירה יוני" נערך מעקב אחרי מספר הפירות הנוותרים ומיקומם, וחושב אחוז הנשירה בכל מועד יחסית לתחילת הנשירה בסוף חודש מאי (איור 1). בסה"כ במהלך נשירת יוני נשרו כ-30-40% מהחנטים שהיו על האשכולות בסוף מאי. כצפוי מקצב התפתחות הפירות, הנשירה התחילה מוקדם יותר בדורים העליונים מאשר באחרונים, והיתה חזקה יותר בדור העליון לעומת הדורים התחתונים.

2. פיתוח מערכת *in vitro* במקטעי סנסנים ללימוד תהליכי הנשירה ובחינת השפעת הורמונים על התהליך

כדי לאפיין בצורה טובה יותר את תהליכי הנשירה יש לפתח מערכת מחקרית יעילה. במהלך עונת הנשירה המאוחרת ("נשירת יוני") ערכנו מספר ניסויים להקמה וכיול של מערכת לבחינת הנשירה במקטעי סנסנים. בדקנו גם בבחינה ראשונית השפעת טיפולים הורמונאליים על התהליך. סנסנים נושאי פירות 'מג'הול' (מאשכולות מעצים צעירים שמדוללים בצורה אחידה) הועברו כשהם עטופים בנייר לח מהמטע למעבדה בשני מועדים – סמוך לשיא הנשירה (ב-9/6) ובסופה (ב-6/7). הסנסנים נחתכו למקטעים עם מספר חנטים \ פירות קבוע (בהתאם לשלב ההתפתחותי של הפרי) והודגרו בטמפרטורת החדר כשבסיסם טבול במבחנת מים. בניסוי הראשון נבחן טיפול להשראת נשירה באתרל (חומר המשחרר את ההורמון אתילן). הפירות חולקו לשני טיפולים: (E) טבילה ב-1.4 גרל אתרל (0.3% מהתמיסה) עם Triton 0.025% X100. ו-(C) ביקורת – ריסוס ב-0.025% Triton X100. בכל טיפול היו 4 חזרות בנות 12 סנסנים. בכל סנסן הושארו 5 פירות שמחוברים בחוזקה (60 פירות לחזרה, סה"כ 480 פירות. גודל הפירות היה כ-3.3-3 ס"מ). חזרה נוספת בת 3 סנסנים ועליהם 4 פירות שימשה לאיסוף מספר רקמות ניתוק לאנליזה מיקרוסקופית לאחר 24 שעות ולאחר 48 שעות מהטיפול (מוצג בהמשך).



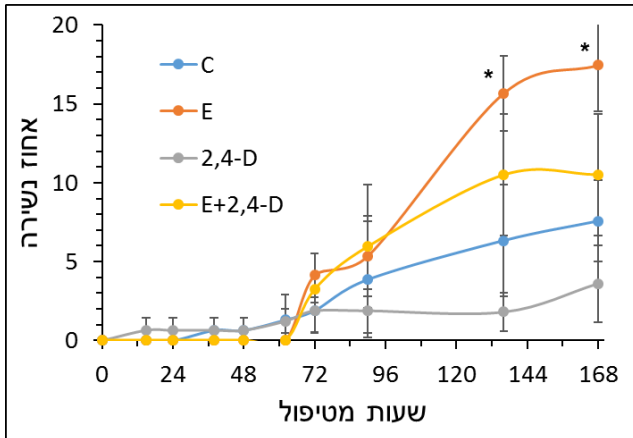
איור 2: השפעת טיפול באתרל על נשירת פירות מג'הול במערכת של סנסנים מנותקים במעבדה. מקטעי סנסנים נושאי פירות (5 פירות לסנסן) טופלו ב-1.4 גרל אתרל בתוספת Triton X100 0.025% או ריסוסו במשטח Triton X100 בלבד (ביקורת) והודגרו במשך 5.5 ימים בטמפרטורת החדר.

הפירות הושארו בחדר ממוזג בטמפרטורה של 24-25 °C. נערך מעקב אחר נשירת הפרי במהלך 5.5 ימים מהטיפול וחושב אחוז הפירות שנשר מסנסן, ובממוצע לחזרה. תוצאות הניסוי מתוארות באיור 2. טיפול באתרל גרם לנשירה חזקה שהחלה אחרי 38 שעות. לאחר 48 שעות נשרו כ-50% מהפירות, לאחר 65 שעות כ-80% ולאחר 89 שעות נשרו כמעט 90% מהחנטים. בטיפול הביקורת נשרו עד מועד זה רק 32% מהפירות (איור 3 **Error! Reference source not found.** מימין).

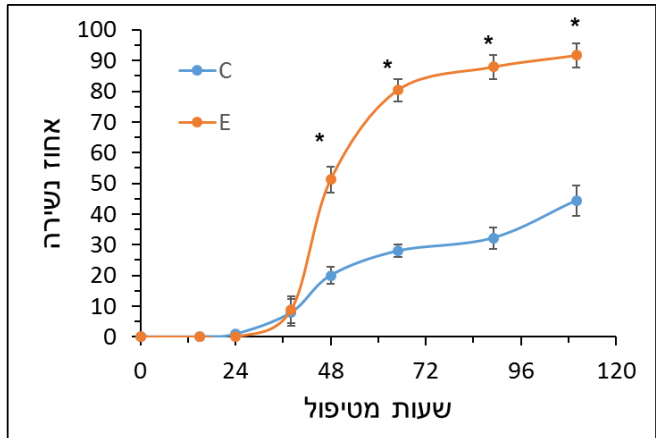
בעקבות הדגמת ההשפעה החזקה של אתרל על הנשירה ערכנו ניסוי נוסף בסוף עונת הנשירה (ב-6/7). בנוסף לטיפול האתרל 1.4 גרל אתרל (0.3% מהתמיסה) עם Triton X100 0.025% נבחן גם טיפול באוקסין סינטטי – 2,4-D (תכשיר Fast Fruit (מרחב אגרו)) בריכוז 25PPM עם Triton X100 0.025%. בנוסף נבחן טיפול משולב של ריסוס באתרל ומיד אחריו ריסוס ב-2,4-D, ולעומתם ביקורת שרוססה רק במשטח Triton X100.

בניגוד לניסוי בתחילת "נשירת יוני", בסוף תקופת הנשירה השפיע הטיפול באתרל לאט יותר (עליה ראשונה ולא מובהקת בנשירה נצפתה אחרי 72 שעות, ורק אחרי כ-136 שעות התקבל הבדל מובהק בין הטיפולים) והביא רק לרמת נשירה נמוכה (15-17.5%). בהשוואה, הנשירה בטיפול הביקורת היתה נמוכה מאוד והגיע רק ל-3.6% אחרי 168 שעות (איור 3, משמאל). למרות שלא נצפתה מובהקות סטטיסטית, נראה שטיפול האוקסין הוריד ברמה מסוימת (את רמת הנשירה הטבעית (לעומת טפול הביקורת) ואת רמת הנשירה המושרית (הטיפול המשולב לעומת הטיפול באתרל).

ניסוי שני: 6-13.7.20



ניסוי ראשון: 9-14.6.20



איור 3: השפעת טיפולים הורמונאליים בתחילת ובסוף עונת "נשירת יוני" על רמת הנשירה. מקטעי סנסנים נושאי פירות (5 פירות לסנסן) טופלו באתרל (1.4 גרל) בתוספת (E) Triton X100 0.025% ו-2,4-D (25 PPM) בתוספת (2,4-D) Triton X100 0.025%, בשילוב שני הטיפולים (E+2,4-D), או רוססו במשטח Triton X100 בלבד (C, ביקורת) והודגרו במשך 5.5 ימים (בניסוי הראשון, מימין) ו-7 ימים (ניסוי שני, משמאל) בטמפרטורת החדר.. מועדים בהם טיפול האתרל מסומן בכוכב שונים מטיפול הביקורת באותו תאריך באופן מובהק על פי מבחן T-test ($p < 0.05$).

3. מעקב אחר פעילות צורות ההובלה בין הסנסן לפרי ובחינה של כוח הניתוק הנדרש לנשירת פרי במועדים שונים במהלך "נשירת יוני".

כדי לבדוק את ניתוק הקשר הפונקציונאלי בין הפירות לסנסן לפני הנשירה, השתמשנו בשיטה שפותחה על ידי סער אלבר במעבדתה של סמדר הרפז-סעד באמצעות הגמעת סנסנים בצבע שנע באופן סיסטמי בצינורות הקסילם. בעבודתו, נמצא שלפני הנשירה נוצר ניתוק פונקציונאלי של החנטים הצעירים, ושהצבע מפסיק לחדור לתוך החנט (אלבר, 2020). במספר מועדים לפני ובעת "נשירת יוני" הובאו סנסנים מחלקת המו"פ בערבה הדרומית למעבדה במכון וולקני. הם הודגרו במשך 4-5 שעות בתמיסת צבע 1% Safranin - O, ולאחר מכן, הפירות נחתכו לרוחבם לזיהוי חדירת הצבע בעודם מחוברים לסנסן (איור 4). רמת חדירת הצבע נקבעה בשלוש רמות – צורות ההובלה בפרי נצבעו היטב, לא נצבעו כלל או שנצבעו ברמה נמוכה מאוד. לאחר מכן נבחן כח הניתוק של הפירות מהסנסן באמצעות משיכה. בכל מועד נבחנו לפחות 20 חנטים/פירות מדור. התוצאות מסוכמות ב



איור 4: שיטה לבחינת הקשר הפונקציונאלי בין הפירות לסנסן לפני הנשירה. מקטעי סנסנים שהובאו מהמטע הודגרו במשך 4-5 שעות בתמיסת צבע 1% Safranin - O. א. חתך אורך בסנסן ובפרי בו ניתן לראות את חדירת הפרי לאורך הסנסן ובצורות ההבלה שבשולי הפרי. ב. חתך רוחב בבסיס הפרי להדגמת חדירת הצבע בתצורות ההובלה. ג, ד. חיבור בסיס הפרי הצבוע למכשיר לבדיקת כח הניתוק ומשיכתו עד לניתוק.

טבלה 1.

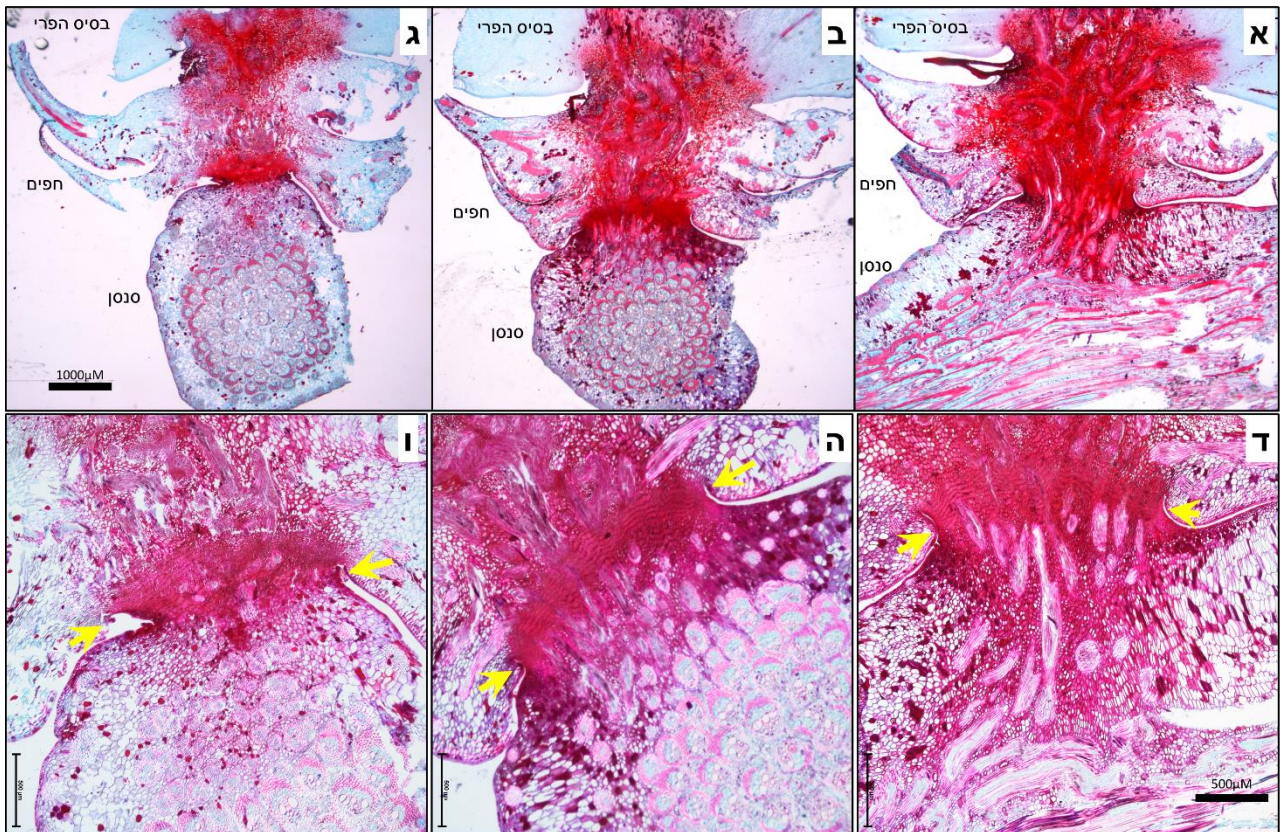
טבלה 1: השפעת מועד הדגימה ודור האשכול על אחוז הפירות שנצבעים ב-O – Safranin ועל כוח הניתוק הנדרש. סנסנים הובאו מהמטע למעבדה. מקטעי סנסנים נושאי פירות הוגמנו בצבע O – Safranin במשך 4-5 שעות. הפירות נחתכו בבסיסם ונקבעה רמת חדירת הצבא לתוכם (צרורות ההובלה בפרי נצבעו היטב, לא נצבעו כלל או שנצבעו ברמה נמוכה מאוד). לאחר מכן, נמדד כוח הניתוק.

תאריך	דור האשכול	מספר פירות נבחנים	אחוז הפירות שנצבעו לדור			כוח הניתוק הנדרש (N)	
			לא נצבע	נצבע	נצבע	נצבע	נצבע במקצת
27/5	תחתון	2	0	100	0	0.6	.
	אמצעי	32	16	78	6	7.3	3.9
	עליון	48	50	27	23	12.1	18.4
2/6	תחתון	41	39	37	24	15.3	10.0
	אמצעי	24	21	71	8	20.0	19.7
	עליון	23	9	83	9	23.7	29.8
10/6	תחתון	22	0	100	0	17.6	.
	אמצעי	36	11	81	8	22.6	18.5
	עליון	54	0	100	0	20.7	.
23/6	תחתון	29	28	55	17	17.8	16.5
	אמצעי	18	0	94	6	20.2	21.2
	עליון	36	11	86	3	24.9	19.0
7/7	תחתון	23	4	78	17	12.2	16.0
	אמצעי	21	0	100	0	19.0	.
	עליון	32	3	97	0	23.3	.

בפירות האשכולות השונים שנבדקו לאורך "נשירת יוני" היתה התפלגות שונה של פירות שנצבעו היטב וכאלה שלא נצבעו. בחלק מהמועדים היו אחוז גבוה יותר של פירות שלא נצבעו טוב (ב-27/5 בדור העליון וב-2/6 וב-23/6 בדור התחתון). תוצאות אלו ראשוניות, ויתכן שהיעדר צביעה (או צביעה מועטה) מסמנת את הפירות שאמורים לנשור, אולם, נדרשת עבודה נוספת כדי להראות זאת. בבדיקות שערכנו במקביל באותם פירות, לא מצאנו הבדל ברור בכוח הניתוק הנדרש לפירות שנצבעו לעומת אלו שלא נצבעו כלל או שנצבעו במקצת (טבלה 1).

4. אנליזה מיקרוסקופית של תהליכי הנשירה בשלב המוקדם ובנשירת יוני

במקביל לבחינת קצב הנשירה של פירות על מקטעי סנסנים מבודדים במעבדה בתחילת "נשירת יוני" בהשראת אתרל (סעיף 2 לעיל) נדגמו פירות לפני הטיפול ו-48 שעות לאחר הטיפול לאנליזה מיקרוסקופית. בסיסי הפירות, ביחד עם מקטע הסנסן שקשור אליהם, קובעו בתמיסת FAA ובפרפין. נחתכו חתכים סריאליים לאורך הפרי (לעיתים לאורך הסנסן ולעיתים לרוחב הסנסן) ואלו נצבעו ב-Safranin וב-Fast Green ונבחנו מיקרוסקופית. איזור הניתוק הצמוד לסנסן ומתחת לחפים מאופיין בשכבות רבות ודחוסות של תאים קטנים המסודרים במקביל לקו הנשירה. אלו נראים כקווים אדומים וצפופים החוצים את בסיס הפרי מתחת לחפים ומעל הסנסן (איור 5, ד-ו, מסומנים בין שני חיצים צהובים בקצוות של איזור רקמת הניתוק). לאחר 48 שעות זוהו שני חיצים הנוצרים בצדי רקמת הניתוק כתוצאה מהתפוררותה (איור 5, ו, ז). בחינה ראשונה מראה גם על תהליכי השתנות והתפרקות לכל אורך הרקמה המחברת בין הסנסן והפרי, אולם נדרשת עוד עבודה היסטולוגית כדי לאשש ממצא זה.



איור 5: אנליזה היסטולוגית ראשונית של איזור הניתוק בפירות תמר בעת "נשירת יוני". מקטעי סנסנים טופלו למשך 48 שעות באתרל כמפורט בסעיף 2 לעיל. לפני הטיפול (א, ב, ד, ה) ולאחר 48 שעות (ג, ו) בסיסי פירות המחוברים למקטע סנסן קובעו ב-FAA ואחר כך בפראפין. הוכנו חתכים סריאלים ואלה נצבעו ב-Safranin ו-Fast Green. מוצגים חתכי אורך דרך הסנסן ודרך הפרי (א, ד) וחתכי רוחב בסנסן ואורך דרך מרכז הפרי (ב, ג, ה, ו). איזור הניתוק, מסומן בחיצים צהובים, נצבע בחוזקה באדום בין הסנסן לבין החפים. לאחר 48 שעות נראים שנצים והתפוררות של חלקי איזור החיבור (ו, בעיקר ליד החץ השמאלי). סמני הגודל מייצגים 1000µM (א-ג) ו-500µM (ד-ו).

דין

למעשה לא ידוע לנו דבר על תהליכי נשירת חנטים ופירות בתמרים. למיטב ידיעתנו, לא נעשו מחקרים בתחום בעבר. בשנה זו בחנו את התהליך רק בעת "נשירת יוני". התקבלה במטע נשירה חזקה מאוד, של עד כ-40% מהחנטים שהיו על הסנסנים בתחילת הנשירה (בדור העליון)(איור 1). רמת הנשירה של פירות גדולים ביוני אינה צפויה. אם הנשירה חזקה מדי, תהיה פגיעה ביבול. נשירה של כמות רבה כל כך של פרי בשלב מתקדם מהווה מבחינת הצמח אובדן של משאבים שהושקעו בגידול עד שלב זה. לכן, להבנת התהליך, להערכה נכונה יותר של רמת הנשירה הצפויים ולהתחשבות בתהליך בעת הדילול יכולה להיות משמעות חקלאית רבה.

התוצאות הראשוניות שקיבלנו מצביעות על תהליך פעיל שמתרחש בעת "נשירת יוני". למרות שאנו עדיין בשלבים ראשוניים לאפיונו, נראה שתהליך זה דומה לתהליכי ניתוק המתרחשים בפירות רבים. התוצאות מצביעות על כך שהוא מושפע מאוד ומושרה על ידי אתילן (טיפול האתרל) ושכנראה גם מעוכב על ידי אוקסין (טיפול 2,4-D) (איור 2, איור 3). יותר מכך, הפער בין עוצמת הנשירה החזקה בתחילת התהליך (ב-9/6) לעומת השפעת האתרל הנמוכה בסוף תקופת הנשירה (ב-6/7) (איור 3) מצביע על חלון זמן בו הרקמה פעילה ורגישה להשפעה ההורמונאלית ועל כך שמחוץ לתקופה זו היא אינה פעילה. גם מבנה התאים באיזור הניתוק, הבנוי משורות צפופות של תאים קטנים מתאים למבנה של רקמה ניתוק מובנית (איור 5). אולם, נדרש עדיין מחקר נוסף כדי להבין את התהליך טוב יותר. נדרש גם לבחון האם הוא מתרחש באותו אופן ובאותם תאים גם בעונות נשירה אחרות בהתפתחות הפרי - בעת הנשירה המוקדמת באפריל ובעת ההבשלה של הפרי קרוב לגיד.

מוקדם עדיין לשאוף לכך, אולם, אם ניתן להשפיע על הנשירה באמצעים הורמונאליים, יתכן שניתן יהיה בעתיד גם לשלוט בתהליך, ולצמצם את אותם המקרים בהם "נשירת יוני" הינה חזקה במיוחד.

רשימת ספרות מצוטטת

- אלבר, ס., הרפז-סעד, ס., ליכטר, א., הופמן, א., איגנת, ת., שמילוביץ, ז., בן-צבי, ר., בוסתן, א. (2020). השפעת חומצה אבציסית על תהליך הבשלת פרי המג'הול. עלון הנוטע 74 (5) 34-38.
- ברנשטיין, צ. (2004). התמר, המועצה ליצור ושיווק פירות.
- זיו, ג., ברנשטיין, צ., וכסלר, ח. (1999). ניסויים בתמר היערות, סיכום ניסיונות מ"פ ערבה דרומית 1998-1999.
- Estornell, L. H., Agustí, J., Merelo, P., Talón, M., & Tadeo, F.R. (2013). Elucidating mechanisms underlying organ abscission. *Plant Science*, 199, 48-60.
- Roberts, J.A., Elliott, K.A. and Gonzalez-Carranza, Z.H. (2002). Abscission, dehiscence, and other cell separation processes. *Annu. Rev. Plant. Biol.* 53: 131-58