



ד"ר עידית גינזברג



צלם: ליאור גור

השפעת סופרלון על תאי האפידרמיס של קליפת הפרי בתפוח 'פינק לייד'

עידית גינזברג, עדנה פוגלמן, ליאור רוזנטל / מיוהל המחקר
החקלאי, בית דגן
רפי שטרן, משה עגוב / מו"פ צפון

הפנימיות של הפרי, וגם אם מתפתחת בשוליהם רקמת שעם מראה הפרי נפגם ואין מניעה מוחלטת של חדירת פתוגנים באזור הסדק (ראה בגיליון זה מאמר של ליאור גור וחוב', עמ' 26).

סופרלון מכיל תערובת של ג'יברלינים A4+A7 עם הציטוקינין בנזיל אדנין. שני מווסתי צמיחה אלה מזרזים חלוקות תא, מעלים את נפח התאים, יכולים לשנות את המבנה של שכבת תאי האפידרמיס בקליפת הפרי ובכך להשפיע על עמידותה בפני התהוות סדקים. למועד יישום התכשיר ישנה בהקשר זה חשיבות.

התפתחות הפרי מחולקת לשני שלבים עיקריים: בשלב הראשון, מיד לאחר החנוטה, בתקופה של עד כ-60 יום לאחר שיא פריחה, הפרי מתפתח באמצעות חלוקות תאים; בשלב הבא, עד 100 יום לאחר שיא פריחה, הפרי מתפתח במהירות בגין הגדלת נפח התאים. תהליך התרחבות הפרי ממשיך גם לאחר מכן, אך בקצב איטי יותר. בהתאם, טיפולי הסופרלון ומעקב אנטומי אחר התפתחות הקליפה התמקדו בתקופה של 60 עד 100 יום לאחר שיא פריחה, בה נדרשת גמישות מקסימלית של הקליפה כדי שתוכל לעמוד בלחצים של הפרי הגדל.

חומרים ושיטות

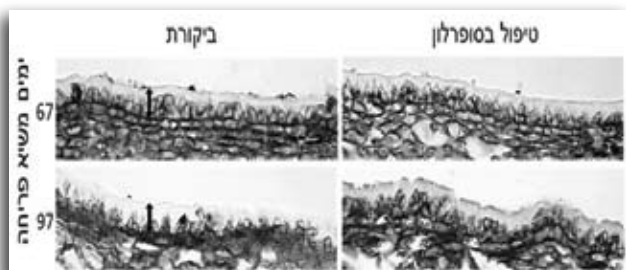
הניסויים בוצעו בחלקת מחצבה שבמטע ברעם בשנים 2011 ו-2012. העצים ניטעו ב-2004 על כות M9 במרווחי ניטעה של

אמר זה מביא תיאור אנטומי של השינויים החלים בקליפת תפוח 'פינק לייד' בעקבות ריסוסי סופרלון להפחתת שיעור הפירות הפגועים מסדקים באזור הפיטם. המחקר נערך בשנים 2011 ו-2012 והעבודה המתוארת כאן נערכה במקביל לשני מערכי ניסוי, האחד תואר ב'עלון הנוטע' בפברואר-מרץ 2011, והשני מופיע בגיליון זה

הקדמה

תופעת סדקי הפיטם (Calyx cracking) בתפוח 'פינק לייד' שונה מהתופעה המוכרת של חספוס קליפה (Apple russetting) בתפוח 'הוב', אם כי בשניהם ריסוסי סופרלון מפחיתים את הנוק (גינזברג וחוב', 2008; שטרן וחוב', 2011). חספוס קליפה ב'הוב' מתפתחים בשלב מוקדם מאד של התפתחות הפרי הצעיר. מיקרו-סדקים שטורחים נוצרים באזור העוקץ, כנראה בשל חסר מקומי בשעווה, ומתחתם מתפתחת רקמת שעם שמחליפה באזורים הסדוקים את הקליפה הטבעית. ב'פינק לייד' מדובר בסדקים קונצנטריים שמתפתחים לקראת סוף הגידול סביב פיטם הפרי. הסדקים מעמיקים עד לשכבות

בתמונה הבאה מוצג חתך דרך קליפה של תפוח 'פיוק לידי' באזור הפיטם בשני מועדים - 67 ו-97 יום משיא פריחה. בפרי הביקורת (משמאל) מודג מת ריחיה בצפיפות תאי האפידרמיס במהלך התפתחות הפרי. לאחר 97 יום נראים מרווחים בין התאים. להשוואה, בעקבות טיפול סופרלון (מימין), 97 יום משיא פריחה, צפיפות התאים גבוהה



- כל תמונה מייצגת מקטע של 500 מיקרומטר לאורך הקליפה.
- ההימצא בתמונות משמאל מדויקים את אופן מדידת עובי הקוטיקולה.

ניים או שלושה ריסוסים, צפיפות תאי האפידרמיס נשמרה ולא ירדה משמעותית. ריסוס אחד של 0.2% סופרלון 60 יום לאחר שיא פריחה לא היה אפקטיבי לשמירת צפיפות תאי האפידרמיס. שישה ריסוסים בריכוז נמוך יותר של סופרלון 0.025%, החל משלבי התפתחות מוקדמים יותר של הפרי, שימרו גם הם את צפיפות תאי האפידרמיס בהשוואה לביקורת. מעניין כי לא נמצא שינוי בעובי הקוטיקולה לאורך התפתחות הפרי ובטיפול השונים.

■ **מחקר 2012:** בעקבות הצלחת ששת ריסוסי הסופרלון במיון 0.025% כמוענת הסדקים ושימור צפיפות תאי האפידרמיס בקליפה, הוחלט לבדוק ריסוסים בריכוז זה באותה מתכונת ניסויית כמו

טבלה 2: מספר תאי אפידרמיס ועובי קוטיקולה בפירות 'פיוק לידי' שרוססו בסופרלון. הריסוסים ניתנו 06, 57 ו-09 יום לאחר שיא פריחה והפירות נאספו לדיונים שבועה ימים לאחר מועד הריסוסים; ניסוי 2012

טיפול סופרלון ¹	שיא פריחה ²	תאי אפידרמיס ³	עובי קוטיקולה ⁴
ביקורת	67	46.66a	36.06a
	82	42.81a	35.82a
	97	38.27b	37.95a
0.025% - שני ריסוסים	67	49.42a	35.42a
	82	46.02ab	36.66a
	97	40.89b	39.93a
0.025% - שלושה ריסוסים	67	48.08a	36.77a
	82	43.46ab	36.32a
	97	37.11b	37.63a
0.025% - שישה ריסוסים	67	43.42a	32.69a
	82	47.64a	37.73a
	97	30.53a	32.68a
0.2% - שלושה ריסוסים	67	44.33a	36.11a
	82	52.38a	39.10a
	97	48.45a	42.78a

1 - ריכוז סופרלון ומספר ריסוסים במהלך עונת הידול;
2 - מועד דיונים בימים משיא פריחה;
3 - מספר ממוצע של תאי אפידרמיס לאורך 500 מיקרומטר של קליפה;
4 - נמדד במיקרומטר;
- ערכים ממוצעים המסומנים באות שונה שונים משמעותית זה מזה $P \leq 0.05$ על פי מבחן ANOVA בתוכנת JMP.

4.5X2 מ' (110 עצים/ד').

סופרלון רוסס באמצעות מרסס רובים בשני ריכוזים: 0.2% המכיל 40 ח"מ ח"פ ג'יברלין A4+A7 ו-40 ח"מ ח"פ בנויל אדין, ו-0.025% המכיל 5 ח"מ ח"פ של מווסתי הצמיחה. ב-2011 רוסס סופרלון בריכוז 0.2% פעם אחת, פעמיים ושלוש פעמים 60, 75 ו-90 יום לאחר שיא פריחה, בהתאמה, או בריכוז של 0.025% כל שבועיים-שלושה בתקופה של בין שבועה ימים ל-90 יום לאחר שיא פריחה. בשנות המחקר 2012 רוסס סופרלון בריכוז 0.025% בכל המועדים הנ"ל, וכביקורת בריכוז הגבוה יותר של 0.2% שלוש פעמים, 60, 75 ו-90 יום לאחר שיא פריחה.

דגימות פרי נלקחו לאנליזה היסטולוגית מכל עצי הניסוי שבוע לאחר כל מועד ריסוס - 67, 82 ו-97 יום לאחר שיא פריחה, בהתאמה. נדגמו פירות מארבע חזרות, ארבעה פירות בכל חזרה, סך הכל 16 פירות לטיפול בכל מועד. דגימות פרי נלקחו מאזור הפיטם, קובעו בפרפלסט, נחתכו, נצבעו בטולואדין כחול ונבחנו תחת מיקרוסקופ אור. מספר תאי אפידרמיס נקבע ליחידת אורך של 500 מיקרומטר קליפה. עובי הקוטיקולה נמדד מבסיס תאי האפידרמיס ועד לקצה הקוטיקולה (ראה תמונה בטור משמאל) בשלושה אזורים לאורך החתך ההיסטולוגי. אנליזה סטטיסטית, ANOVA חד-כיוונית של הנתונים, בוצעה באמצעות תוכנת JMP.

תוצאות ודיון

■ **מחקר 2011:** אנליזה היסטולוגית של מבנה הקליפה בפרי ביקורת הראתה כי במהלך התפתחות הפרי מ-60 ועד 100 יום לאחר שיא פריחה חלה ירידה משמעותית בצפיפות תאי האפידרמיס בשיעור של 32% (טבלה 1). אולם, כאשר טיפול ב-0.2% סופרלון ניתן בש

טיפול סופרלון ¹	שיא פריחה ²	תאי אפידרמיס ³	עובי קוטיקולה ⁴
ביקורת	67	51.83a	29.18a
	82	43.83ab	25.74a
	97	35.0b	27.92a
0.2% - ריסוס אחד	67	61.22a	32.98a
	82	44.67b	28.89a
	97	39.11b	31.36a
0.2% - שני ריסוסים	67	54.58a	26.66a
	82	60.25a	30.90a
	97	51.67a	25.86a
0.2% - שלושה ריסוסים	67	55.58a	26.69a
	82	49.17a	28.34a
	97	44.08a	28.85a
0.025% - שישה ריסוסים	67	70.67a	32.62a
	82	66.25a	35.55a
	97	55.75a	29.76a

1 - ריכוז סופרלון ומספר ריסוסים במהלך עונת הידול;
2 - מועד דיונים בימים משיא פריחה;
3 - מספר ממוצע של תאי אפידרמיס לאורך 500 מיקרומטר של קליפה;
4 - נמדד במיקרומטר;
- ערכים ממוצעים המסומנים באות שונה שונים משמעותית זה מזה $P \leq 0.05$ על פי מבחן ANOVA בתוכנת JMP.



חג התפוח 2013:

עושים כבוד לתפוח הישראלי הטעים, המתוק והברי

תאגיד הפירות 'בראשית' וענף הפירות במועצת הצמחים מקיימים כבר חמש שנים את חג התפוח כאות הוקרה, תודה והערכה לחקלאים ברחבי הארץ. השנה לראשונה הוענק אות 'יקיר ענף התפוח' לשני אישים שתרמו לקידום הענף: אורית נוקד, לשעבר שרת החקלאות, וד"ר אסאד ספאדי, על תרומה משמעותית לייצוא התפוחים לסוריה.



תאגיד הפירות 'בראשית', ענף הפירות במועצת הצמחים וד"ר אסאד ספאדי, מקיימים את חג התפוח - הפינוג תפוחים וחקלאות המתקיים כמסורת מזה חמש שנים לפני ראש השנה. האירוע התקיים ב'בוסתן בראשית' בעין זיוון שבמסגרת הגולן כאות הוקרה, תודה והערכה למגדלים והחקלאים הטורחים כל השנה כדי להגיש לנו את הפרי המשובח והאיכותי ביותר.

השנה לראשונה הוענק במסגרת האירוע אות 'יקיר ענף התפוח' מטעם ענף הפירות במועצת הצמחים לשני אישים שתרמו לקידום הענף: **אורית נוקד**, לשעבר שרת החקלאות וד"ר **אסאד ספאדי**, מגדל תפוח מהכפר מגדל שאמס, על תרומה משמעותית לייצוא הפירות לסוריה.

במסגרת הפינוג נהנו המבקרים משלל אירועים ומהפעלות מגוונות הקשורים כולם לחג השמחה: התפוח.

אסף קרת, מנכ"ל 'בראשית': "בראשית, כמובילת הענף שמה לה למטרה לחזק ולהקויר את מגדלי הפירות בשרא"ל ובוודאי בתקופה כלכלית לא פשוטה. זהו חג לאלה הנאחזים בחלומם ובקרקע ומביאים לנו פרי ישראלי טעים ואיכותי. התפוח הוא פרי מרכזי וחשוב בסל הפירות הישראלי והיבול, על אף הקשיים, רק הולך ומתפתח מבחינת הטעמים, הטכנולוגיה והאיכות הכללית."

(מתוך מערכת הפורטל לחקלאות, טבע וסביבה).

בשנה קודמת. כביקורת שימשו עצים ללא ריסוס או עצים שרוססו שלוש פעמים בריכוז הגבוה (0.2%).

בדומה למגמה שנצפתה ב-2011, בקליפת פרי הביקורת נמדדה ירידה בצפיפות תאי האפידרמיס בשיעור של 18% במהלך התפתחות הפרי מ-60 עד 100 יום לאחר שיא פריחה (טבלה 2). ריסוסים בריכוז נמוך של סופרלון (0.025%) פעם, פעמיים ושלוש פעמים בתקופה זו לא שימרו את צפיפות התאים הראשונית. לעומת זאת, בפירות שריססו שלוש פעמים בתקופה זו בריכוז הגבוה של סופרלון (0.2%) כן התקבל שימור של צפיפות תאים גבוהה בקליפה. כלומר, נראה כי ריכוז נמוך של סופרלון (0.025%) אינו אפקטיבי דיו לשימור צפיפות תאי אפידרמיס בקליפה כאשר הוא ניתן 60 עד 100 יום לאחר שיא פריחה. אכן, בשתי שנות הניסוי, בטיפול בו העצים רוססו שש פעמים בריכוז סופרלון הנמוך (0.025%) אך בשלב מוקדם יותר בהתפתחות הפרי ועד 60 יום לאחר שיא פריחה, קיבלו פירות אלה כבר שלוש מנות ריסוס (שבעה ימים, 21 ו-35 יום לאי-חר שיא פריחה) והתקבל שימור של צפיפות תאי האפידרמיס בקליפה. כלומר, ריסוס בריכוז הנמוך אפקטיבי אם הוא ניתן בשלב ההתפתחות הראשוני של הפרי, משבעה ימים ועד 35 יום לאחר שיא פריחה. תוצאה זו קיבלה חיזוק ממדידות של שיעור פירות עם סדקים לאחר ריסוס סופרלון (שטרן וחוב', 2013, בגיליון זה, עמ' 16), בהן נמצא כי שלושה ריסוסים בריכוז הנמוך היו אפקטיביים ביותר בהפחתת הנוקים.

סיכום

ריסוס סופרלון מעלה את צפיפות תאי האפידרמיס בקליפת הפרי באזור הפיטם ובאופן זה מעלה את עמידות הקליפה בפני היווצרות הסדקים. ריכוז נמוך (0.025%) של סופרלון אפקטיבי אם הוא ניתן בתקופה הראשונה של התפתחות הפרי, משבעה ימים ועד 35 יום לאחר שיא פריחה. אם הריסוסים מתחילים מאוחר יותר, בתקופה שבין 60 ל-90 יום לאחר שיא פריחה, יש להעלות את ריכוז הסופרלון ל-0.2%. בכל מקרה, בהשוואה לפרי הביקורת, ריסוסים של תערובת ג'יברלין A4+A7 עם בנויל אדנין תורמים להפחתת הנוקים של סדקי פיטם בפירות 'פיוק ליידי'.

ספרות

1. שטרן ר., עגני מ., דורון י., אברהמי ר., קודיש א., בן-אריה ר. (2011): תפוח 'קריפט פיוק' - הפחתת היסדקויות באמצעות שילוב של חומרי צמיחה. 'עלון הנוטע' 65 (2), 41-38.
2. גינזברג ע., פולמן ע., רדל ג., גור ע., בן-ישר א., דורון י. (2008): חספוס קליפה בתפוח 'זהוב'. 'עלון הנוטע' 62 (מאי), 42-37.