

הפחתת היסדקויות בתפוח פינק ליידי ע"י טיפולי סופרלון

רפי שטרן

דו"ח 2011

מבוא

מניסויי השנתיים האחרונות (מודלים 2010+2009) למדנו כי לטיפול הסופרלון בריכוז 40 ח"מ ח"פ, שניתנו במועד מוקדם יחסית של התפתחות הפרי (כחודשיים עד שלושה חודשים לאחר הפריחה), פוטנציאל גבוה להפחתת שיעור ההיסדקויות ועוצמתם בפיטם הפרי. עם זאת, נמצאו הבדלים במספר הטיפולים הנדרשים בכל מטע או חלקה.

באורטל 2009 ובברעם 2010 נדרשנו לשלושה טיפולים עוקבים, אחת לשבועיים משיא פריחה + 60 יום. לעומת זאת בעין זיוון 2010 הספיק לנו טיפול חד-פעמי להפחתת שיעור הנגיעות. טיפול נוסף לא שיפר מעבר לטיפול החד-פעמי. לא ברור לנו האם ההבדלים נובעים ממקור שונה של חומר צמחי, מתנאי אקלים שונים במהלך גידול הפרי, מעוצמת הנגיעות ההתחלתית השונה וכד'. כמו כן לא ברורה לנו הנחיצות של הריכוז הגבוה (40 ח"מ), כיוון שלא תמיד היה יתרון מובהק של הריכוז הגבוה לעומת הנמוך (20 ח"מ).

מטרות הניסוי

1. בחינת הפריחה החוזרת מטיפול 2010
 2. בחינת הורדת ריכוזי הסופרלון (כדי להפחית פגיעה אפשרית בפריחה החוזרת)
 3. בחינת מספר הטיפולים הדרוש (ניסיון להפחתת מספר הטיפולים)
 4. בחינה נוספת של מועדי טיפול מוקדמים יותר
- השוואת הטיפול המצטיין של סופרלון 40 ח"מ X 3 לטיפולים דומים עם ריכוז מופחת (3X20, 3X30)
5. לימוד השפעת הטיפולים על המבנה האנטומי של הקליפה ומנגנון מניעת הסדקים.

חומרים ושיטות

הניסויים החדשים ב-2011 נערכו בשתי חלקות שונות במטעי ברעם שבגליל העליון – "מחצבה" ו"נשרן עליון". בדיקת הפריחה החוזרת מניסויי 2010 נעשתה בכל המטעים שטופלו בסופרלון במהלך 2010.

א. ברעם – "מחצבה"

הניסוי בוצע בחלקת "מחצבה" שבמטע ברעם. העצים ניטעו ב-2004 על כנת M9, במרווחי נטיעה של 4.5x2.0 מ' (110 עצים/ד').

הטיפולים שניתנו

1. סופרלון 40 ח"מ ח"פ X 1 : (ש.פ. + 60)
2. סופרלון 40 ח"מ ח"פ X 2 : (ש.פ. + 60) + (ש.פ. + 75)
3. סופרלון 40 ח"מ ח"פ X 3 : (ש.פ. + 60) + (ש.פ. + 75) + (ש.פ. + 90)
4. סופרלון 30 ח"מ ח"פ X 3 : (ש.פ. + 60) + (ש.פ. + 75) + (ש.פ. + 90)
5. סופרלון 20 ח"מ ח"פ X 1 : (ש.פ. + 60)
6. סופרלון 20 ח"מ ח"פ X 2 : (ש.פ. + 60) + (ש.פ. + 75)
7. סופרלון 20 ח"מ ח"פ X 3 : (ש.פ. + 60) + (ש.פ. + 75) + (ש.פ. + 90)
8. סופרלון 5 ח"מ ח"פ X 3 : (ש.פ. + 7) + (ש.פ. + 21) + (ש.פ. + 35) = 5 ח"מ X 3 (I)
9. סופרלון 5 ח"מ ח"פ X 3 : (ש.פ. + 50) + (ש.פ. + 60) + (ש.פ. + 75) > 5 ח"מ X 3 (II)
10. סופרלון 5 ח"מ ח"פ X 6 : (ש.פ. + 7) + (ש.פ. + 21) + (ש.פ. + 35) + (ש.פ. + 50) + (ש.פ. + 60) + (ש.פ. + 75)
11. ביקורת

הריסוס בוצע בעזרת מרסס רובים בנפח תרסיס של 3-5 ליטר/עץ, ובתוספת משטח טריטון X 100 בריכוז 0.025%. שיא הפריחה היה ב-17/4/2011.

מבנה הניסוי

בלוקים באקראי, 4 חזרות, עץ אחד לחזרה.

המדדים שנבדקו

1. אחוז היסדקויות בפרי: במהלך הקטיף (1/11/2010) נרשמו 4 דרגות נזק ב-50 פירות מצידו הדרומי של העץ: 0 = אין נזק, 1 = נזק קל, 2 = נזק בינוני, 3 = נזק קשה (תמונה 1). נדגמו רק פירות ממעטפת העץ, שהיו חשופים יותר לשמש ולכן גם צבעוניים (בחלק הפנימי של העץ ובצידו הצפוני הפירות ירוקים יותר ופחות פגועים).

תמונה 1. דרגות הסדק בפייטם של תפוח מהזן "קריפס פינק"



דרגת סדק 1



דרגת סדק 0



דרגת סדק 3



דרגת סדק 2

2. יבול לעץ: נירשם במהלך שני הקטיפים לפי מספר הארגזים שהתקבל בכל עץ.

3. משקל פרי ממוצע: נדגמו 50 פירות אקראיים לעץ בכל אחד משני מועדי הקטיפה ונרשם המשקל הממוצע.

תוצאות

סדקים

מאחר ושנת 2011 התאפיינה באחוז נמוך יחסית של היסדקויות בפיטם הפרי, מוצגות התוצאות של סה"כ הנזק (דרגות 1+2+3). מסיכום התוצאות במחצבה (איור 1) עולה שבמרבית הטיפולים, פרט לטיפול של 20 ח"מ X 1, הופחת שיעור הנזק הכללי מ-25% פירות נגועים בביקורת ועד לכ-10% נגיעות. בטיפול אחד אף נעלם הנזק לחלוטין. עם זאת, נמצאו הבדלים בין טיפולי הסופרלון לבין עצמם:

1. **ריכוז גבוה** – בריכוז של 40 ח"מ סופרלון הופחתה עוצמת הנזק עם עליית מספר מועדי הטיפול (3 משלים את החסר) (איורים 1+2). שלושה מועדי טיפול מש.פ. + 60 ובהפרשים של שבועיים זה מזה הפחיתו את עוצמת הנזק הכללי מ-25% נגיעות ועד לכ-5% נגיעות בלבד. תוצאה דומה של מיתאם שלילי מובהק בין מספר מועדי טיפול (בריכוז של 40 ח"מ סופרלון בכל פעם) לבין עוצמת הנזק התקבלה גם בניסויי 2010. מכאן שלמספר הטיפולים חשיבות רבה ביותר להפחתת הנזק.

2. **ריכוז בינוני** – בריכוז הבינוני של 20 ח"מ סופרלון הופחתה עוצמת הנזק לרמת נגיעות דומה פחות או יותר לטיפול הריכוז הגבוה, אך ללא מיתאם חיובי בין מספר המועדים לדרגת הנזק. עם זאת, גם כאן ניתן לראות ששניים או שלושה מועדי טיפול עם 20 ח"מ היו יעילים יותר ממועד טיפול אחד בלבד.

3. **ריכוז נמוך** – הריכוז הנמוך של 5 ח"מ סופרלון הביא להפתעתנו לתוצאה חיובית של הפחתת נגיעות משמעותית ומובהקת, בין אם ניתן 3 פעמים ("במחצית הראשונה" של תקופת הטיפולים או "במחצית השנייה") ובין אם ניתן 6 פעמים. כאשר ניתן הסופרלון בריכוז נמוך של 5 ח"מ בלבד, אך במשך 6 פעמים רצופות – כלומר לאורך כל תקופת הטיפולים, נעלם הנזק לחלוטין.

יבול וגודל פרי ממוצע

ראה תוצאות חלקת "נשרן עליון" בהמשך

ב. ברעם – "נשרן עליון"

הניסוי בוצע בחלקת "נשרן עליון" שבמטע ברעם. העצים ניטעו ב-1997 על כנת M9, במרווחי נטיעה של 4.5x1.5 מ' (167 עצים/ד').

הטיפולים שניתנו

1. סופרלון 40 ח"מ X 3 : (ש.פ. + 60) + (ש.פ. + 75) + (ש.פ. + 90)

2. סופרלון 20 ח"מ X 3 : (ש.פ. + 60) + (ש.פ. + 75) + (ש.פ. + 90)

3. סופרלון 5 ח"מ ח"פ 3 X : (ש.פ.7+) + (ש.פ.21+) + (ש.פ.35+) = 5 ח"מ 3 X (I)
4. סופרלון 5 ח"מ ח"פ 3 X : (ש.פ.50+) + (ש.פ.60+) + (ש.פ.75+) = 5 ח"מ 3 X (II)
5. סופרלון 5 ח"מ ח"פ 6 X : (ש.פ.7+) + (ש.פ.21+) + (ש.פ.35+) + (ש.פ.50+) + (ש.פ.60+) + (ש.פ.75+)
6. ביקורת

הריסוס בוצע בעזרת מרסס מפוח בנפח תרסיס של 120-150 ליטר/ד' בהתאם להתקדמות העונה ולכיסוי העלווה. לכל הטיפולים הוספנו משטח טריטון X 100 בריכוז 0.025%. שיא הפריחה היה ב-18/4/2011.

מבנה הניסוי

בלוקים באקראי, 4 חזרות, 10 עצים לחזרה.

המדדים שנבדקו

אותם המדדים שפורטו בניסוי הקודם בחלקת "מחצבה".

תוצאות

סדקים

למרות שאחוז הנגיעות בחלקת הנשרן היה עוד יותר נמוך מחלקת המחצבה, התקבלה הפחתת נגיעות משמעותית ומובהקת בכל הטיפולים שנבדקו (איור 3). שוב נמצא כי ריכוז גבוה של 45 ח"מ סופרלון שניתן 3 פעמים הצליח להפחית דרמטית את עוצמת הנזק מ-14.3% פירות נגועים ל-0.9% בלבד. עם זאת מעניין שגם הריכוזים הנמוכים יותר של 20 ח"מ סופרלון 3 X ואף 5 ח"מ 3 X או 5 ח"מ 6 X הפחיתו את הנזק במידה דומה.

יבול וגודל פרי ממוצע

היבולים וגודל הפרי הממוצע נבדקו במספר טיפולים נבחרים בכל אחת משתי חלקות הניסוי, כדי לבחון האם הגדלת הפרי שהתקבלה בשנה שעברה בעקבות טיפולי הסופרלון (דו"ח 2010) היתה תוצאה חד פעמית או שהיא עקבית ונובעת מהטיפולים. מהתוצאות המוצגות בטבלה 1 עולה שכל טיפולי הסופרלון העלו את משקל הפרי באופן משמעותי מ-156 גר"/פרי (=70 מ"מ קוטר) לכ-180 גר"/פרי (=75 מ"מ). מאחר וגודל הפרי עלה בקטגוריית גודל שלמה (מ-70 ל-75 מ"מ) אך מספר הפירות לעץ היה דומה בכל הטיפולים (כ-320 פירות), היבול הכללי עלה בהתאם.

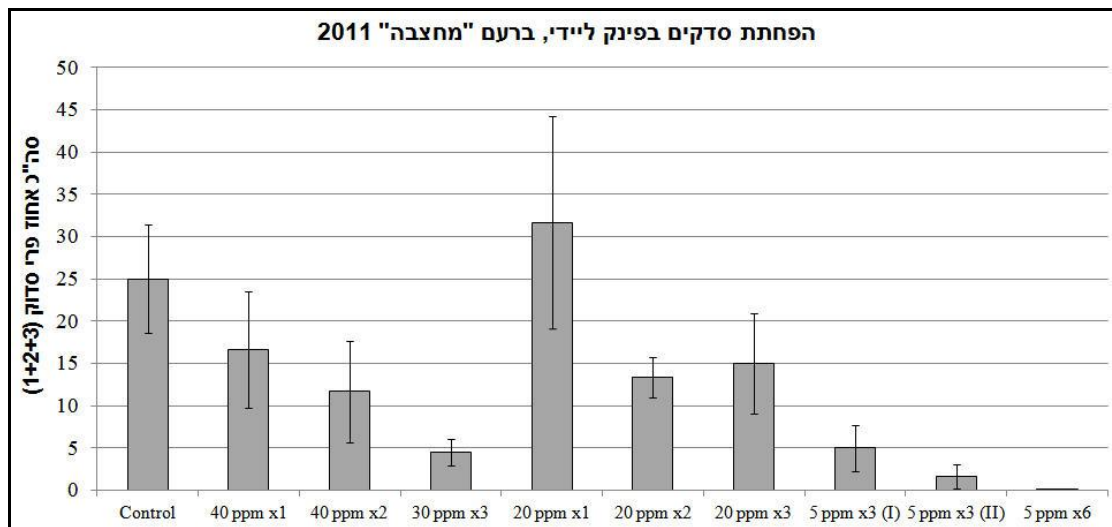
מאחר והתוצאות החיוביות חזרו על עצמן שנה אחר שנה ובשתי חלקות הניסוי, ניתן לומר בוודאות שלסופרלון יש פוטנציאל נוסף וחשוב של הגדלת ממדי הפרי מעבר לתרומתו הגבוהה להפחתת סדקים. כדי לאמת סופית קביעה זו נבחן בשנה הבאה את התפלגות הגדלים של כל הפירות על העץ ונבדוק זאת בכל הטיפולים.

טבלה 1. השפעת טיפולי סופרלון על היבול הכללי לעץ ומשקל הפרי הממוצע בשתי חלקות הניסוי שבברעם – "מחצבה" ו"נשרן", 2011.

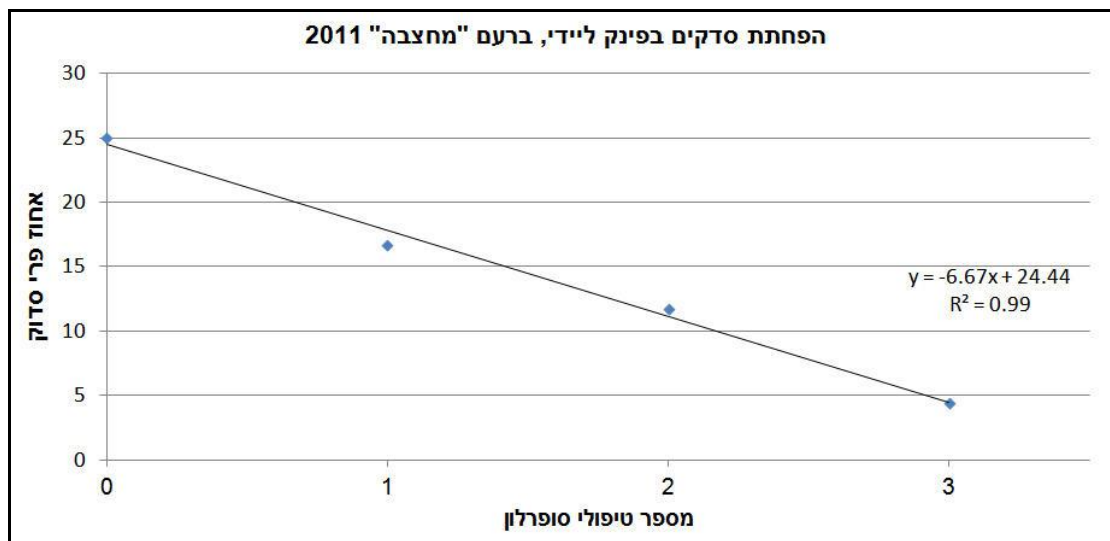
מטע	טיפול	יבול (ק"ג/עץ)	משקל פרי (גר')
מחצבה	סופרלון 5 ח"מ 6 X	52 a	177.1 a
	סופרלון 20 ח"מ 3 X	48 a	170.7 a
	סופרלון 30 ח"מ 3 X	50 a	163.8 ab
	ביקורת	38 b	156.8 b
נשרן	סופרלון 5 ח"מ 6 X	45 a	177.3 a
	סופרלון 20 ח"מ 3 X	45 a	178.0 a
	סופרלון 40 ח"מ 3 X	42 a	187.1 a
	ביקורת	33 b	156.0 b

תוצאות באותו הטור, בכל מטע בנפרד, המלוות באותיות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק, $P=0.05$.

איור 1. השפעת טיפולי סופרלון שונים על שיעור ההיסדקויות הכללי (דרגות 1+2+3) בפיטם של תפוחי פינק ליידי ביום הקטיף, ברעם "מחצבה" 2011.

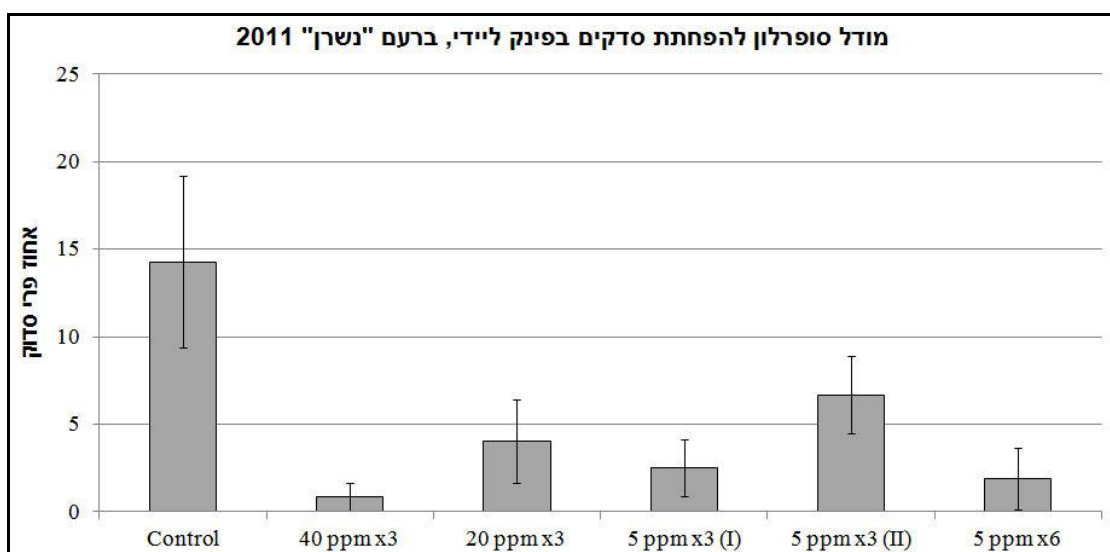


איור 2. המיתאם בין מספר טיפולי הסופרלון (40 ח"מ בכל מועד טיפול*) לבין אחוז הפרי הסדוק (דרגות 1+2+3) בתפוחי פינק ליידו ביום הקטיף - 31/10/2011, ברעם "מחצבה" 2011.



*טיפול הסופרלון שניתן 3 פעמים היה בריכוז נמוך יותר של 30 ח"מ בכל מועד טיפול.

איור 3. השפעת טיפולי סופרלון שונים על שיעור ההיסדקויות הכללי (דרגות 1+2+3) בפיטם של תפוחי פינק ליידו, ברעם "נשרן" 2011.



מעקב אחר תוצאות מניסוי 2010

1. פריחה חוזרת ב-2011

בכל האתרים בהם נערכו במהלך 2010 ניסויי סופרלון שונים נבדקה עוצמת הפריחה החוזרת באביב 2011. המטרה היתה לוודא שאין השפעה שלילית של ריכוזי סופרלון גבוהים על ההתמיינות לפריחה, ובמיוחד 40 ח"מ ח"פ שניתן 3 פעמים. לשמחתנו נמצא שבניגוד לגיברלין GA₃, הידוע בהשפעתו השלילית על הפריחה החוזרת, ל-GA₄₊₇, הנמצא בסופרלון, לא היתה כל השפעה שלילית. בכל טיפולי הסופרלון שניתנו במהלך 2010 (מ-5 ח"מ X 6 פעמים ועד ל-40 ח"מ X 3 פעמים) ובכל אתרי הניסוי לא נמצאה כל פגיעה בפריחה: היא היתה מלאה ובעצמה זהה לעצי הביקורת שבכל הניסוי.

2. בחינת הפרי לאחר אחסון ארוך של 5 חודשים

מיד לאחר הקטיף הוכנס הפרי לקירור באוויר מבוקר במעבדה לקירור שבקרית שמונה. תוצאות מדדי ההבשלה של פירות מניסוי ברעם ביום הקטיף (31/10/2010) ולאחר שבוע בחיי מדף הצביעו על כך שלא היה הבדל משמעותי בין שני טיפולי הסופרלון שנבדקו (40 ח"מ X 4, 20 ח"מ X 4) לבין הביקורת. מבין המדדים השונים שנבדקו – אחוז כיסוי צבע אדום, קושיות, אחוזי סוכר וחומצה ומדד פירוק העמילן (טבלה 2) – רק במדד האחרון נמצא שרמת העמילן בטיפול 40 ח"מ היתה גבוהה מעט משאר הטיפולים (מדד פירוק נמוך). מכאן שלא רק שהפרי לא נפגע, אלא אף יכול היה להישאר על העץ ולהמשיך בגדילה עוד מספר ימים. לאחר אחסון של 5 חודשים באוויר מבוקר לא נראו כל הבדלים בין שני טיפולי הסופרלון לביקורת. המראה החיצוני ומצב הציפה היו תקינים לחלוטין. במהלך חיי המדף הפרי שמר על מוצקות ועל קצב נשימה והפרשת אתילן בדומה לביקורת. כמו כן לא נמצאו כל הבדלים בטעם ובמראה החיצוני לאחר חיי מדף (טבלה 3). פירוט מלא של התוצאות מופיע בדו"ח המעבדה לאחסון 2011.

טבלה 2: השפעת טיפולי מטע בסופרלון על מדדי ההבשלה של תפוחי פינק ליידי בעת הקטיף

הטיפול	% כיסוי אדום	קשיות (לב"כ)	מדד פירוק עמילן (1-10)	כ.מ.מ (%)	חומצה (%)
בקורת	58	16.4	7.6 a	16.0	0.47
סופרלון 20	58	16.0	7.5 a	15.3	0.44
סופרלון 40	59	15.9	6.5 b	15.7	0.37
מובהקות (p)	ל.מ.	ל.מ.	0.000	ל.מ.	ל.מ.

טבלה 3: בדיקה אורגנולפטית של תפוחי פינק לידיי בתום שבוע ב-20°C לאחר 5 חודשי אחסון באווירה מתואמת.

הטיפול	מראה חיצוני (1-10)	טעם כולל (1-10)	מתיקות (1-5)	חמיצות (1-5)	עסיסיות (1-5)
בקורת	8.2	7.3	3.7	3.1	3.3
סופרלון 20	8.3	6.3	3.8	2.0	2.7
סופרלון 40	8.3	6.8	3.9	1.8	3.2
מובהקות p	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.

אנטומיה

בבדיקה היסטולוגית של קליפת הפרי שבוצעה במעבדה של דר' עידית גינצבורג במכון וולקני נימצא הסבר להפחתת הקרעים בקליפת הפרי: בפירות המטופלים בסופרלון התקבלה קוטיקולה עבה יותר ומושלמת יותר בהשוואה לפירות הביקורת. תאי האפידרמיס היו גדולים יותר ורבים יותר בכל מועד בדיקה בהשוואה לביקורת. בנוסף נמצא שהגדלת מספר תאי האפידרמיס ועובי הקוטיקולה היו גדולים יותר ככל שמספר הטיפולים עלה (מאחד לשלושה) וככל שריכוז הסופרלון היה גבוה יותר (40 לעומת 20 ח"מ). נראה שהציטוקינין BA הביא להגברת חלוקות התאים בקליפה והגיברלינים GA₄₊₇ הביאו להגדלת הנפח של אותם התאים, כך שבסופו של דבר הקליפה נשארה שלמה.

לסיכום הניסוי ב-2011 ניתן לומר שבדומה לשנתיים הקודמות (2009, 2010) הופחתו שיעורי הנגיעות לאחר טיפול תלת-פעמי בריכוז גבוה של 40 ח"מ ח"פ בתקופה שבין חודשיים לשלושה חודשים לאחר הפריחה. עם זאת, נמצא שגם ריכוזים נמוכים יותר של 5 ח"מ בלבד, הניתנים 3 פעמים במהלך החודש הראשון שלאחר הפריחה או במהלך החודש השני שלאחר הפריחה, מסוגלים להפחית את הנזק בשיעור דומה.

יתכן שהצלחת הטיפולים עם הריכוזים הנמוכים של 5 ח"מ נובעת מכך שעוצמת הנזק היתה נמוכה מאוד בשנת 2011 – מרבית הפירות הנגועים היו בדרגה 1 או 2 בלבד. אם הנזקים היו חמורים יותר – בדרגה 3, כפי שהיו ב-2010, יתכן והריכוז הנמוך לא היה מספיק. עדות לכך התקבלה בניסויי 2010, בהם ראינו שעוצמת הנזק הופחתה יותר לאחר טיפול ב-40 ח"מ סופרלון בהשוואה ל-20 ח"מ (באותו מספר מועדי טיפול).

בונוסים נוספים שקיבלנו בטיפולי הסופרלון: (1). הפחתה משמעותית של נזקי הפטריה *Alternaria alternate*, החודרת דרך הסדקים שבפיטם הפרי וגורמת לריקבון חמור בפרי. (2). הגדלה משמעותית של ממדי הפרי שהביאה גם לתוספת יבול. יש לציין שהפריחה החוזרת באביב 2012 לא נפגעה כלל לאחר טיפולי הסופרלון שניתנו ב-2011, והפרי נשמר באחסון ארוך ללא כל בעיה.

בשנה הבאה (2012) יש להתמקד בריכוז הנמוך של 5 ח"מ בלבד, ולבחון אותו בשני מועדי טיפול עיקריים (במהלך החודש הראשון שלאחר הפריחה ובמהלך החודש השני) ובמספר יישומים בכל מועד (אחד, שניים או שלושה). ליתר ביטחון, מאחר ואיננו יודעים את פוטנציאל הנזק שיתקבל רק בסוף העונה, ניתן גם טיפול אחד של 40 ח"מ סופרלון X 3 פעמים.