

דו"ח ניסויי הפחת הסתדקויות בפינק ליידי 2019

פרופ' רפי שטרן, מו"פ צפון.

מבוא

מהניסויים שנערכו בגליל ובגולן בשנים 2017 ו-2018 ומתצפיות מסחריות נוספות עולה, שההמלצה המסחרית של טיפולי הסופרלון (0.1% סופרלון בש.פ. + 21, 35, 50) מפחיתה הן את שיעור הסדקים הכללי והן את עוצמתם. עם זאת, נראה שהקדמת הטיפול הראשון לש.פ. + 7, או לכל המאוחר לש.פ. + 14, עדיפה על התחלת הטיפולים בש.פ. + 21 כפי שנהגנו עד היום. מנגד - טיפול נוסף, רביעי, בש.פ. + 70 יום, הינו מאוחר מדי ומיותר. כמו כן, מצאנו שכדי לכסות את כל התקופה הקריטית להופעת הסדקים (מ-7 עד 50 יום מש.פ.) מבלי להגזים במספר הטיפולים, ניתן לרווח את הזמן בין הטיפולים, ולהסתפק בפער של 3 שבועות (במקום שבועיים בלבד) בין טיפול לטיפול.

בנוסף לניסויי הסופרלון, מצאנו שגידול עצי פינק-ליידי תחת רשתות צל (15%) מפחית אף הוא את שיעור הסדקים ועוצמתם בסדר גודל של כ-50%. נראה כי הסיבה העיקרית לכך היא הפחתת הקרינה והורדת הטמפרטורות, בעיקר בחודשי הגידול הראשונים של הפרי. חיזוק לקשר בין טמפרטורה גבוהה ובין סדקים קיבלנו ממתאם חיובי שמצאנו בין טמפרטורות גבוהות ($>34^{\circ}$) ולחות יחסית נמוכה ($>30\%$) במאי-יוני לבין הופעת הסדקים (ראה דו"ח 2017 ומאמר שלנו מ-2014 ב- Scientia Hort.).

מטרות התכנית ב-2019

המטרה המרכזית הייתה להמשיך ולהוריד את שיעור הנגיעות בסדקים עד קרוב לאפס. מטרות המשנה –

1. **ניסוי א' – סופרלון + רשת:** בחינת שילוב של שני הטיפולים המוצלחים להפחתת הסדקים (רשת + סופרלון) לעומת טיפול של כל אחד מהם בנפרד.
2. **ניסוי ב' – טורבו:** המשך בחינת יעילות הציטוקינין הסינתטי "טורבו" (TDZ) בהשוואה לסופרלון (BA+GA₄₊₇).

חומרים ושיטות

ניסוי א': שילוב רשת עם סופרלון או טורבו

הניסויים נערכו בברעם שבגליל העליון ובמרום גולן שבצפון הגולן. טיפול ריסוס: הריסוסים ניתנו בעזרת מרסס "אוהד" בנפח תרסיס של 100 ליטר/ד' (ברעם), או במרסס "מרטיניאני" בנפח תרסיס של 80 ל"ד' (מרום גולן). ריכוז הסופרלון שניתן בכל אחד משלושת מועדי הריסוס (7, 28, 50 יום מש.פ.) היה 0.1% סופרלון (100 סמ"ק תכשיר/100 ליטר מים) = 20 ח"מ BA + 20 ח"מ GA₄₊₇. ריכוז הטורבו שניתן בכל אחד משלושת מועדי הריסוס הנ"ל היה 7.5 ח"מ TDZ (30 סמ"ק טורבו/100 ליטר מים = 0.03%). בכל הטיפולים הוסף המשטח טריטון X 100 בריכוז 0.025%.

טיפול רשת –

פריסת הרשתות בברעם בוצעה ב-6/5/19 ובמרום גולן ב-29/5/19, כאשר ש.פ. בשניהם היה ב-13/4/19. הסרת הרשתות בברעם בוצעה במועד הקטיף (12/11/19), ובמרום גולן כחודש לפני הקטיף (15/10/19). מבנה הניסויים בשני המטעים – בלוקים באקראי, 4 חזרות, 6 עצים לחזרה.

טיפולים שניתנו בכל אחד משני המטעים

1. רשת בלבד (ללא סופרלון או טורבו)
2. רשת עם סופרלון
3. רשת עם טורבו
4. סופרלון בלבד (ללא רשת)
5. טורבו בלבד (ללא רשת)
6. "ביקורת" – ללא רשת וללא כל תכשיר

ניסוי ב': בחינת ריכוזי טורבו (TDZ) ומועדי ריסוס

מניסוי ראשוני שערכנו ב-2018 עם הציטוקינין הסינתטי TDZ ("טורבו") למדנו על הפוטנציאל שלו להפחתת סדקים. לאור זאת בחנו אותו בשנה זו (2019), תוך השוואה לטיפול המצטיין עם סופרלון (ריסוס במועדים של ש.פ. + 28, 7 ו-50 יום מש.פ.). בנוסף, בדקנו את הטורבו במספר ריכוזים (20-5 ח"מ ח"פ TDZ) ובמועדים שונים מש.פ. (ריסוס ראשון שמתחיל ב-7, 14 או 21 יום מש.פ.). הסיבה לכך כפולה – איתור הריכוז האופטימלי להפחתת סדקים מכסימלית, ואיתור המועד בו תתקבל הפחתת סדקים, אך ללא נשירה (ראינו בעבר של-TDZ פוטנציאל דילול כאשר ניתן בשבועיים הראשונים לגידול הפרי). הריסוסים ניתנו בעזרת מרסס אוהד בנפח תרסיס של 100 ליטר/ד' ובמבנה ניסוי של בלוקים באקראי, 6 חזרות, 10 עצים לחזרה.

הטיפולים שניתנו

1. סופרלון 0.1% X 3 כל 3 שבועות (ש.פ. + 28, 7, 50) = ביקורת מסחרית
2. טורבו 5 ח"מ TDZ X 3 (ש.פ. + 28, 7, 50) = 20 סמ"ק טורבו \ 100 ליטר X 3
3. טורבו 7.5 ח"מ TDZ X 3 (ש.פ. + 28, 7, 50) = 30 סמ"ק טורבו \ 100 ליטר X 3
4. טורבו 10 ח"מ TDZ X 3 (ש.פ. + 28, 7, 50) = 40 סמ"ק טורבו \ 100 ליטר X 3
5. טורבו 20 ח"מ TDZ X 3 (ש.פ. + 28, 7, 50) = 80 סמ"ק טורבו \ 100 ליטר X 3
6. טורבו 7.5 ח"מ TDZ X 3 (ש.פ. + 14, 35, 56) = 30 סמ"ק טורבו \ 100 ליטר X 3
7. טורבו 7.5 ח"מ TDZ X 3 (ש.פ. + 21, 42, 63) = 30 סמ"ק טורבו \ 100 ליטר X 3
8. ביקורת ללא כל טיפול

המדדים שנבדקו בשני הניסויים (א+ב)

1. סקר נגיעות סדקים בפירות – לפי התכנית.
2. דגימת פירות לדגימה היסטולוגית של קליפת הפרי בקטיף. הטיפולים נדגמו משלושת אתרי הניסוי (מתתיהו, ברעם ומרום גולן). בכל אתר נדגמו טיפולי הסופרלון (7, 28, 50) מול טיפולי הרשת והביקורת, 5 פירות לחזרה/עץ X 7 חזרות.
3. יבול והתפלגות גדלים (גודל פרי ממוצע) לעץ.

תוצאות

1. ניסוי א': בחינת שילוב סופרלון או טורבו עם רשת

I. קיבוץ ברעם

סדקים

השפעת הרשת

הרשת הפחיתה באופן משמעותי ומובהק את שיעור הסדקים הכללי בהשוואה לעצים שהיו ללא רשת (טבלה 1). ניתן לראות זאת הן בעצים שלא קיבלו כלל סופרלון או טורבו (18% נגיעות בלבד מתחת לרשת בהשוואה ל-40.7% נגיעות בעצים ללא רשת) והן בכל אחד מטיפולי הריסוס בנפרד. כשלוקחים בחשבון את כל שלושת טיפולי התכשיר יחד (ההשפעה העיקרית של הרשת) ניתן לראות הפחתה משמעותית ומובהקת של כ-65% בנגיעות (מ-26.9% בעצים ללא רשת ל-9.6% בלבד בעצים עם רשת).

השפעת התכשירים סופרלון או טורבו

שילוב שני התכשירים (ללא הרשת) הפחית גם הוא את שיעור הסדקים באופן משמעותי ומובהק לכדי מחצית הנגיעות שבביקורת, עם יתרון קל (אך לא מובהק), לסופרלון: מ-40.7% בביקורת ל-24.8% (טורבו) או ל-15.1% בלבד (סופרלון).

טיפול סופרלון/טורבו עם רשת

שילוב טיפולי הריסוס עם רשת הגדיל מאוד את יעילותם להפחתת סדקים בהשוואה לטיפול של כל אחת מהשיטות בנפרד (רשת או ריסוס). כך למשל, הטורבו שניתן עם רשת הפחית את שיעור הסדקים לכרבע משיעורם בביקורת (מ-40.7% ל-8.2%), והסופרלון הפחית אף יותר, עם שיעור כמעט אפסי של סדקים (2.7% בלבד). יש לציין, שלא נמצאה השפעת גומלין בין טיפולי התכשירים לבין הרשת ($P=0.44$), ולכן בוצע ניתוח נפרד לכל אחד מהטיפולים (רשת/תכשיר).

טבלה 1. השפעת הרשת וטיפול סופרלון/טורבו על שיעור הסדקים הכללי (%), ברעם 2019.

השפעה עיקרית של הרשת	טיפול ריסוס בתכשיר			טיפול רשת
	ללא תכשיר	טורבו	סופרלון	
9.6 b	18.0 bA	8.2 bAB	2.7 bB	+
26.9 a	40.7 aA	24.8 aB	15.1 aB	-
	29.4 A	16.5 B	8.9 B	השפעה עיקרית של התכשיר

תוצאות באותו הטור, המלוות באותיות קטנות שונות, ותוצאות באותה השורה, המלוות באותיות גדולות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק $P<0.05$.

יבול וגודל פרי

בכל 3 טיפולי הרשת (רשת בלבד, רשת + סופרלון ורשת + טורבו) התקבלו יבולים גבוהים יותר בהשוואה לטיפולים ללא רשת. כשבוחנים את ההשפעה העיקרית של הרשת, הלוקחת בחשבון את כל 3 הטיפולים יחד, מתקבל הבדל מובהק לטובת הרשת. מכיוון שלא היה הבדל בגודל הפרי הממוצע בין כל הטיפולים, נראה שהרשת שנפרסה בברעם ב-6/5/19 הצליחה להפחית את נשירת החנטים המאסיבית, שהתרחשה לאחר השרב הכבד ששרר במחצית מאי.

לעומת זאת, לתכשירים שנבדקו (טורבו או סופרלון) לא הייתה כל השפעה על היבול הכללי לעץ. הם לא הפחיתו את הנשירה (אך גם לא עודדו אותה), ומכיוון שכל הפירות הם בעלי גודל דומה (ממוצע של 185 גר' לפרי) - ניתן לומר שמספר הפירות היה אף הוא דומה בכל הטיפולים.

טבלה 2. השפעת הרשת וטיפול הסופרלון/טורבו על היבול (ק"ג/עץ), ברעם 2019.

השפעה עיקרית של הרשת	טיפול ריסוס בתכשיר			טיפול רשת
	ללא תכשיר	טורבו	סופרלון	
40.2 a	40.3 aA	43.0 aA	37.2 aA	+
33.2 b	33.3 aA	32.7 aA	33.7 aA	-
	36.8 A	37.9 A	35.4 A	השפעה עיקרית של התכשיר

תוצאות באותו הטור, המלוות באותיות קטנות שונות, ותוצאות באותה השורה, המלוות באותיות גדולות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק $P < 0.05$.

II. מרום גולן

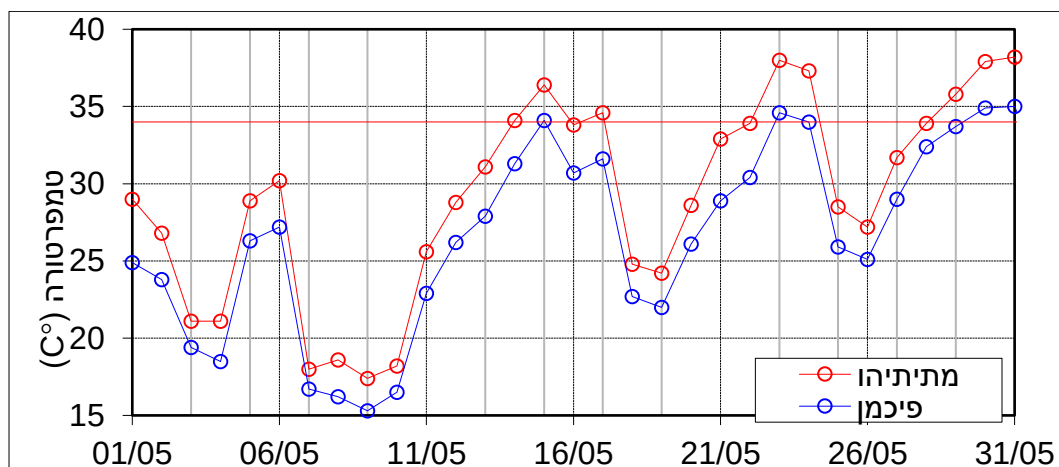
במרום גולן לא היו כלל סדקים. לא בדרגות 3 או 2, ואף לא בדרגה 1 הקלה ביותר. הביקורת הייתה נקיה לחלוטין מסדקים. גם בחלקות סמוכות לחלקת הניסוי, ובכל אזור צפון רמת הגולן, לא נמצאו סדקים בפרי, מלבד פה ושם ובעצמה נמוכה.

תופעה כה בולטת של הבדל בין מטעי הגליל והגולן לא נראתה מעולם. השאלה היא מדוע וממה נוצרו ההבדלים. מניתוח נתוני הטמפרטורה במהלך חודש מאי, שהוא החודש הראשון לאחר הפריחה, עולה כי מספר השעות בהן הטמפרטורה בגליל עלתה על 34°C היה גבוה פי 4.5 בהשוואה לגולן: 45 שעות לעומת 10 בלבד (טבלה 2 + איורים). כשבדקים את ההבדלים בעוד מעלה אחת או יותר ($< 35^{\circ}\text{C}$), עולה כי בגליל היו 31 שעות לעומת אפס בגולן. בעבר דיווחנו על כך שטמפרטורת הסף להיווצרות הסדקים בחודשיים הראשונים לגידול הפרי היא 34° , וישנו מתאם חיובי ומובהק בין מספר השעות מעל 34°C לבין שיעורי הסדקים בפרי. עם זאת, מעולם לא ראינו חיתוך כל כך חד של התופעה.

טבלה 3. מספר שעות מצטבר של טמפרטורות מעל 34° ו- 35° בחודשים מאי ויוני 2019, בחוות מתתיהו (גליל) לעומת חוות פיכמן (רמת הגולן).

חודש	אתר	34°	35°
מאי	פיכמן	10	0
	מתתיהו	45	31
יוני	פיכמן	1	0
	מתתיהו	2	0
יולי	פיכמן	0	0
	מתתיהו	7	3
סה"כ	פיכמן	11	0
	מתתיהו	54	34

איור 1. טמפי' המקסימום היומית במהלך חודש מאי 2019, בחוות מתתיהו (גליל) לעומת מרום גולן (רמת הגולן).



2. ניסוי ב': בחינת ריכוזי טורבו (TDZ) ומועדי ריסוס – מתתיהו

סדקים

בחינת ריכוזים של טורבו

טיפול הטורבו המצטיין היה בריכוז של 7.5 ח"מ TDZ, ובאותם מועדים מצטיינים שנמצאו אופטימליים גם עבור הסופרלון (ש.פ. + 7, 28, 50). שיעור הסדקים הכללי בטיפול זה הופחת באופן מובהק לכ-40% מהביקורת (מ-60% ל-24.6%). עם זאת, בהשוואה לטיפול הסופרלון המצטיין עד כה (0.1% סופרלון בש.פ. + 7, 28, 50) הוא היה הרבה פחות יעיל – הסופרלון הפחית את שיעור הסדקים לכ-20% בלבד מהביקורת (מ-60% ל-12.6%), כלומר בעוד 50% בהשוואה לטורבו המצטיין. ריכוזים נמוכים יותר של טורבו (5 ח"מ) או גבוהים יותר (10 או 20 ח"מ) באותם מועדי ריסוס (7, 28, 50) היו פחות יעילים, או לא יעילים כלל בהפחתת סדקים.

בחינת מועדי ריסוס של טורבו

דחיית מועד הריסוס הראשון מש.פ. + 7 לש.פ. + 21 גרמה להפחתת היעילות. ההשפעה בלטה במיוחד במועד הריסוס שהתחיל הכי מאוחר (ש.פ. + 21). תופעה דומה נצפתה בעבר גם בסופרלון.

טבלה 4. השפעת ריכוזי טורבו (20-5 ח"מ TDZ) ומועדי ריסוס שונים על שיעור הסדקים בהשוואה לסופרלון המצטיין ולביקורת, מתתיהו 2019.

סה"כ נזק	דרגת נזק (%)			טיפול
	3	2	1	
12.5 c	0 a	2.9	9.6 c	סופרלון (7, 28, 50)
46.2 ab	5.8 a	9.2 a	31.2 ab	טורבו 5 ח"מ (7, 28, 50)
24.7 bc	0.9 a	8.2 a	15.6 bc	טורבו 7.5 ח"מ (7, 28, 50)
40.7 abc	2.6 a	8.5 a	29.6 ab	טורבו 10 ח"מ (7, 28, 50)
57.4 a	10.0 a	14.9 a	32.5 ab	טורבו 20 ח"מ (7, 28, 50)
26.0 bc	0 a	5.3 a	20.7 bc	טורבו 7.5 ח"מ (14, 35, 56)
37.7 abc	2.8 a	11.7 a	23.2 bc	טורבו 7.5 ח"מ (21, 42, 63)
60.9 a	5.8	17.1 a	38.0 a	ביקורת ללא טיפול

תוצאות באותו הטר, המלוות באותיות קטנות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק $P < 0.05$.

כל טיפול ניתן 3 פעמים. בסוגריים = מועדי הריסוס מש.פ. (פער הזמן בין ריסוס לריסוס בכל טיפול = 3 שבועות).

יבול וגודל פרי

מאחר ומצאנו בעבר שטיפולי הסופרלון השונים לא גורמים לדילול, נתנו טיפול דילול מסחרי הן לסופרלון והן לטיפול הביקורת (דילאמיד בריכוז 60 ח"מ NAD בש.פ. + 7). לעומת זאת, טיפולי הטורבו לא דוללו כימית, מאחר ומצאנו בעבר רמזים לדילול אפשרי ע"י חומר זה, בעיקר כאשר ניתן מוקדם (ש.פ. + 7). לאור זאת, נבנה הניסוי כך שייבחן טיפול טורבו ראשון גם במועדים מאוחרים יותר, כמו ש.פ. + 14 או ש.פ. + 21, בהם יש פחות חשש לדילול, בהשוואה לש.פ. + 7.

מתוצאות הניסוי, המוצגות בטבלה 4, עולה כי מספר הפירות לעץ במרבית הטיפולים היה דומה (בין 300 ל-350 פירות), וללא הבדל מובהק ביניהם. כלומר, בטיפול הטורבו התקבל מספר פירות דומה לשני הטיפולים (ביקורת וסופרלון) בהם בוצע דילול כימי. מכאן, שלטיפולי הטורבו השונים שניתנים מוקדם (ש.פ. + 7 או אפילו ש.פ. + 14) יש אכן פוטנציאל דילול. הטיפול היחיד שכמעט ולא דילל (למרות שלא שונה סטטיסטית מהביקורת ושאר הטיפולים) הוא הטורבו שניתן מאוחר (טיפול ראשון בש.פ. + 21) – 398 פירות לעץ לעומת 349 פירות בביקורת שדוללה כימית, או 331 בסופרלון שדולל אף הוא (ההבדלים אינם מובהקים).

המסקנה העולה בשלב זה היא, שיש לטורבו הניתן מוקדם (ש.פ. + 7) יכולת דילול. לכן, אם רוצים להפחית סדקים ביעילות (=טיפול בש.פ. + 7) יש לקחת זאת בחשבון, כלומר לא לדלל כימית עם חומר נוסף, כמו דילאמיד, אגריטון וכו'.

משקל הפרי הממוצע לא עמד במתאם מלא למספר הפירות. אמנם, ניתן לראות שבמספר הפירות הגבוה ביותר לעץ (398 פירות) התקבל משקל הפרי הנמוך ביותר (150 גר'), אך גם בטיפולים אחרים, בהם היו מספרי פירות נמוכים (300 או 305 בלבד), התקבלו משקלי פירות נמוכים. היבול הכללי לעץ היה דומה בכל הטיפולים.

לסיכום עד כאן - כפי שראינו בעבר, אין לסופרלון השפעה על הדילול, אלא רק על הפחתת הסדקים, ולעומת זאת לטורבו יש השפעה מדללת, בעיקר כשניתן מוקדם (ש.פ. + 21 כבר לא מדלל, אך השפעתו על הפחתת סדקים קטנה יותר).

טבלה 5. מספר פירות לעץ, משקל פרי ממוצע ויבול לעץ בניסוי סדקים בפינק ליידי, מתתיהו 2019.

טיפול	פירות לעץ (מספר)	משקל פרי ממוצע (גר')	יבול לעץ (ק"ג)	טיפול דילול כימי
סופרלון (50, 28, 7)	331 a	171 ab	56 a	+
טורבו 5 ח"מ (50, 28, 7)	347 a	151 c	52 a	-
טורבו 7.5 ח"מ (50, 28, 7)	320 a	165 abc	52 a	-
טורבו 10 ח"מ (50, 28, 7)	300 a	154 bc	46 a	-
טורבו 20 ח"מ (50, 28, 7)	305 a	151 c	47 a	-
טורבו 7.5 ח"מ (56, 35, 14)	321 a	175 a	56 a	-
טורבו 7.5 ח"מ (63, 42, 21)	398 a	150 c	59 a	-
ביקורת ללא טיפול	349 a	162 abc	56 a	+

תוצאות באותו הטור, המלוות באותיות קטנות שונות, נבדלות זו מזו באופן מובהק $P < 0.05$.

כל טיפול ניתן 3 פעמים. בסוגריים = מועדי הריסוס מש.פ. (פער הזמן בין ריסוס לריסוס בכל טיפול = 3 שבועות).

סיכום כל הניסויים ב-2019

1. כל אחת מהשיטות שנבדקו להפחתת שיעור הסדקים (רשת או סופרלון) הצליחה להפחית את שיעורי הנגיעות לסדר גודל של כמחצית מעצי הביקורת שלא טופלו.
2. שילוב רשת שנפרסת עד כשבועיים מהפריחה, יחד עם טיפולי סופרלון ($0.1\% \times 3$ פעמים = 7, 28, 50 יום מש.פ.), הפחית את שיעור הנגיעות בסדקים עד לרמות נמוכות מאוד – מכ-50% מסך כל הפירות ל-2% עד 5% בלבד.
3. טיפול הטורבו שנבדק כתחליף אפשרי לסופרלון היה יעיל בד"כ, אך במידה פחותה (ולא מובהקת). יתכן וזה נובע מהעובדה שהטורבו מכיל ציטוקינין בלבד – TDZ, ללא התוספת של ג'יברלינים (GA_{4+7}) שקיימת בסופרלון. מניסיונות העבר למדנו, כי לתוספת זו חשיבות רבה ביעילות התכשיר להפחתת סדקים. לטורבו פוטנציאל דילול, במיוחד כאשר ניתן בתאריכים המוקדמים והיעילים להפחתת סדקים (ש.פ. + 7 או ש.פ. + 14), ולכן יש לשקול שימוש בו בזהירות רבה.
4. מנגנון הפעולה של הרשת להפחתת סדקים נובע כנראה מיכולתה לשמור על הקוטיקולה המתפתחת על קליפת הפרי ומעניקה הגנה מסדקים, במיוחד לאחר אירועי שרב בתחילת גידול הפרי (תוצאות המעבדה של ד"ר עידית גינזברג). בונס נוסף לשימוש ברשת – לא רק שלא גרמה לנשירת חנטים ופירות, אלא ככל הנראה הפחיתה את הנשירה, ולכן התקבלו בה יבולים גבוהים יותר (וללא קשר לתכשירי הסופרלון והטורבו שנבדקו).
5. לסיכום – שילוב של טיפולי סופרלון, המגבירים חלוקות תאים ויוצרים גם קוטיקולה עבה יותר, יחד עם רשת שמגינה על הפרי, בעיקר בטמפרטורות הגבוהות מאוד ששוררות במהלך חודש מאי (ראשית התפתחות החנטים), מאפשר הגנה טובה לפרי ומפחית שיעור היסדקויות.