

דו"ח מסכם לתכנית מחקר מספר 203-0984-15

חקר מנגנוני ההפריה והשלבים הראשונים בחנטה בתמרים, לשיפור טיפולי דילול שונים

בעת ההאבקה

Characterization of fertilization and fruit setting processes in date palms

מוגש לשולחן תמר במועצת הצמחים

על ידי

המחלקה למדעי עצי פרי, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן	יובל כהן
המחלקה לפרחים וצמחי נוי, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן	רינה קמנצקי
המחלקה למדעי עצי פרי, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן	מזל איש שלום
המחלקה לפרחים וצמחי נוי, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן	חניתה צמח
מו"פ ערבה דרומית	אבי סדובסקי
מו"פ ערבה דרומית	אמנון גרינברג
מו"פ ערבה דרומית	*תמיר טיקוצ'ינסקי

Yuval Cohen, Dept. of Fruit Tree Sciences, ARO, The Volcani Center, P.O.Box 6, Bet Dagan 50250. E-mail: vyuvalc@volcani.agri.gov.il

Rina Kamenetsky, Dept. of Ornamental Horticulture, ARO, The Volcani Center, P.O.Box 6, Bet Dagan 50250. E-mail: vhrcamen@volcani.agri.gov.il

Mazal Ish-Shalom, Dept. of Fruit Tree Sciences, ARO, The Volcani Center, P.O.Box 6, Bet Dagan 50250. E-mail: mazali@volcani.agri.gov.il

Hanita Zemach Dept. of Ornamental Horticulture, ARO, The Volcani Center, P.O.Box 6, Bet Dagan 50250. E-mail: hanita@volcani.agri.gov.il

Avi Sadowsky, Southern Arava R&D, Mobile Post Hevel Eilot, 88820. Email: avisad@gmail.com

Amnon Greenberg, Southern Arava R&D, Mobile Post Hevel Eilot, 88820. Email: Amnon@ARDOM.co.il

תקציר

הצגת הבעיה: במטע התמרים המודרני ובמיוחד בזן האיכותי 'מג'הול', האבקה ודילול הפירות הינם תהליכים מחושבים. הפריה של מרבית הפרחים תביא להתפתחות פירות קטנים, אשר תחייב דילול פרי ידני בהיקף רחב ובעלות גבוהה. פותחו בארץ מספר גישות לטיפול באבקה, המכוונות להפריה מבוקרת, שיכולה להביא לחנטה חלקית ברמה רצויה ולדילול מדוד כבר בשלב ההאבקה. עם זאת, פעמים רבות חלות תקלות המביאות להפרייה שאינה יעילה, לחנטה נמוכה וליצירת אחוז גבוה של פירות פרתנוקרפיים חסרי ערך. המנגנונים המביאים לירידה בחנטה ולנשירת פירות אינם ידועים.

מטרת המחקר היא לימוד מנגנוני ההפריה, החנטה ושלב ההתפתחות המוקדמים בפרי התמר, והשפעת תנאי הסביבה עליהם, ליישום ושיפור טיפולי דילול מוקדם ולשיפור איכות הפרי.

שיטות העבודה: בוצעו ניסיונות האבקה של אשכולות במטע והדגרתם בתנאי סביבה שונים ב"פוטורונים מודולריים", תאים מיוחדים המשרים תנאי סביבה מבוקרים בסביבת האשכול על העץ במטע. השפעות תנאי טמפרטורה שונים וטיפול אבקה על תהליכי ההפריה, ההתפתחות המוקדמת בפירות המופרים ועל יצירת פירות פרתנוקרפיים מאופיינות בשטח ובשיטות מיקרוסקופיות שונות במעבדה.

תוצאות עיקריות: אשכולות הואבכו במטע בתנאים רגילים או ב"פוטורונים ניידים", המשרים תנאים מבוקרים בסביבת האשכול במטע. נבחנו שילובים של תנאים חמים ושל תנאים קרים לאורך תקופת ההפריה והחנטה המוקדמת. תהליכי ההפריה והחנטה הראשונים, התנוונות שתיים מהשחלות והתפתחות החנט אופיינו

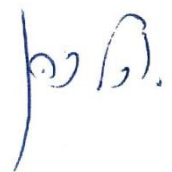
הצהרת החוקר הראשי:

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

תאריך

30/11/15

חתימת החוקר



תוכן עניינים

2	תקציר
3	מבוא
3	מטרות המחקר לתקופת הדוח
4	תוצאות
4	א. שיפור של הפיטוטרונים הניידים בסביבת האשכול:
5	ב. השפעת הטמפרטורה על החנטה והתפתחות הפירות המוקדמת בתנאי סביבה מבוקרים בפיטוטרונים ניידים in vivo
7	דיון

מבוא

ענף התמר הינו אחד מענפי המטע החשובים בארץ. שוויו של הפרי הנגדד מגיע לכ-600 מליון ₪ והיקף הייצוא עומד על כ-100 מיליון דולרים. היקף הענף עומד היום על כ-650,000 עצים הנטועים על כ-52,000 דונם מהכנרת לאורך עמק הירדן, בקעת הירדן, ים המלח והערבה (מפקד מטעי התמרים 1.2015, מועצת הצמחים). הענף ריווחי מאוד ובעשרים השנים האחרונות הוא צומח בהתמדה בהיקף של כ-5% בשנה. ככל שמדרימים הופך ענף התמרים להיות ענף המטעים העיקרי או אף היחיד, וחשיבותו לכלכלת אותם אזורים הינה גדולה מאוד. זן התמר המוביל ביצוא הינו 'מג'הול', ופירותיו האיכותיים, העסיסיים למחצה, פודים בשווקי אירופה מחירים גבוהים מאוד.

במטע התמרים המודרני, האבקת עצי הנקבה ודילול הפירות הינם תהליכים מחושבים. הפריה של מרבית הפרחים תביא להתפתחות פירות קטנים ופחות איכותיים, אשר תחייב דילול פרי ידני בהיקף רחב ובעלות גבוהה. דילול מבוקר של הפרי הינו חיוני במיוחד בזן 'מג'הול', בו לאיכותו של הפרי ולגודלו יש חשיבות מיוחדת. ככל שתהליך דילול החנטים יחול מוקדם יותר, כך העץ ישקיע פחות משאבים בגידול פירות שאחר כך יסולקו, והפירות שיוותרו על העץ יהיו גדולים ואיכותיים יותר. תהליך הדילול הינו תהליך עתיר עבודה הדורש השקעה ניכרת של כוח אדם. לכן פותחו בארץ מספר גישות לטיפול באבקה, המכוונות להפריה מבוקרת, שיכולה להביא לחנטה חלקית ברמה רצויה ולדילול מדוד כבר בשלב ההאבקה. עם זאת, פעמים רבות חלות תקלות המביאות להפרייה שאינה יעילה, לחנטה נמוכה וליצירת אחוז גבוה של פירות פרתנוקרפיים חסרי ערך.

מטרות המחקר לתקופת הדוח

מטרת המחקר היא לימוד מנגנוני ההפריה, החנטה ושלבי ההתפתחות המוקדמים בפרי התמר, ליישום ושיפור טיפולי דילול מוקדם ולשיפור איכות הפרי. המטרות הספציפיות של המחקר הן: (1) שיפור הפיטוטרונים הניידים, תאים מבוקרי האקלים בסביבת האשכול; (2) המשך בחינת השפעות תנאי הסביבה על תהליכי הפרייה וחנטה.

תוצאות

א. שיפור של הפיטוטרונים הניידים בסביבת האשכול:

במסגרת פרויקט אחר פיתחנו תאים ייחודיים, "פיטוטרונים ניידים" המסוגלים לבקר את הטמפרטורה בסביבת האשכול המטע. במהלך שתי העונות האחרונות בהן השתמשנו בתאים מבוקרי האקלים, למדנו את מגבלות המערכת. במיוחד, התגלו קשיים בהצבת התאים, בבידוד המלא מהסביבה ובקירור התאים בימים חמים ובמיוחד בשעות חמות במיוחד. נדרשה יכולת קירור רבה יותר, אטימה טובה יותר של ידת התפרחתלאשכול הצומחת בתוך התא, ושליטה גם על תנאי הלחות בסביבת האשכול. בעונה זו, בעזרתה של חברת קריסטל ויזיון, שיפרנו את התאים. בין היתר החלפנו את מבנה התאים, מתאים קשיחים הבנויים כקוביות מסביב לתפרחותלאשכולות, לתאים גמישים וקלים יותר, אותם קל יותר להציב תוך אטימה טובה של סביבת האשכול ופגיעה מינימאלית באשכולות ובעלים שמסביבם. מערכת בקרת האקלים הוחלפה ממערכת שהיתה בנויה על גופי חימום לקירור (מסוג פלטיה) למערכת מבוססת מזגנים. תיאור של המערכת בה השתמשנו בשנת 2015 מפורט באיור 1.

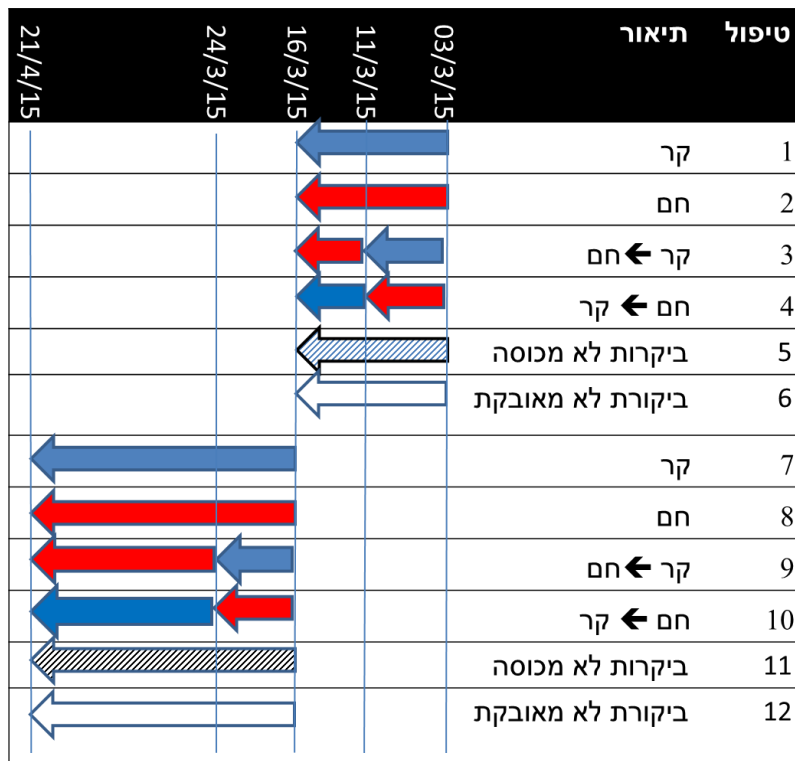


איור 1: 'פיטוטרונים מודולריים' - תאים מבוקרי אקלים הסובבים את התפרחות בעץ תמר בוגר. תיאור סכמטי (א) ומבט כולל על המערכת המחוברת לעצים (ב); התאים החובקים את התפרחות על העץ (ג).

ב. השפעת הטמפרטורה על החנטה והתפתחות הפירות המוקדמת בתנאי סביבה מבוקרים

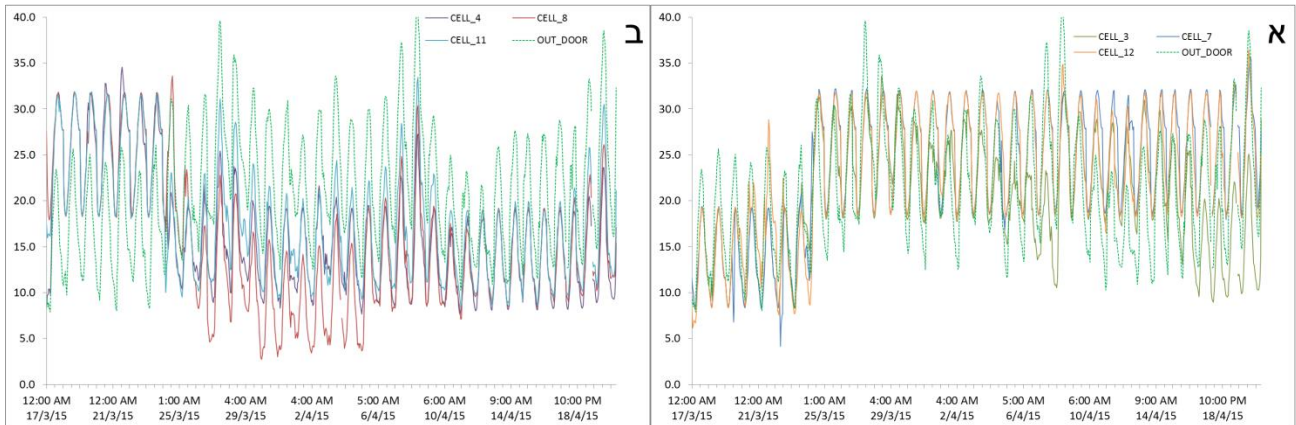
בפיטוטרוניס ניידים in vivo

בשנים 2013-2014 הואבקו אשכולות על העצים תחת שלושה משטרי טמפרטורה שונים המדמים ימים ממוזגים ממוצעים לעונה ($25/12^{\circ}\text{C}$), קרים ($20/8^{\circ}\text{C}$) או חמים ($32/20^{\circ}\text{C}$) יחסית לעונת הפריחה והחנטה בערבה הדרומית. הניסוי נעשה ב-12 פיטוטרוניס הניידים בתנאים ממוצעים לעונה ($12-25^{\circ}\text{C}$), חמים (18- 32°C) וקרים יותר ($20-8^{\circ}\text{C}$). השנה התמקדנו בטיפול החם ($32/20^{\circ}\text{C}$) ובטיפול הקר ($20/8^{\circ}\text{C}$) ובשילובים ביניהם. תקופת הניסוי חולקה לשלב ההאבקה עד ההפריה (כ-8 ימים) ושלב החנטה שאחריו. נבחנו שילובים של תנאי חום וקור בכל אחת משתי תקופות אלה. התפרחות הואבקו והודגרו בתנאים המבוקרים בתוך התאים. כביקורת נבחנו אשכולות שהושארו ללא כיסוי, או אשכולות שלא הואבקו כלל וכוסו בשקית. כל טיפול נעשה בשלוש חזרות בנות אשכול בודד. הניסוי נעשה בשני מחזורים, מחזור קצר, בתאריכים 3-17/3/15 בדור האשכולות הראשון, ומחזור ארוך יותר, בתאריכים 17/3-21/4/15 באשכולות מהדור האמצעי והתחתון. תיאור סכמטי של הניסויים במשטרי האקלים השונים מפורט באיור 2.



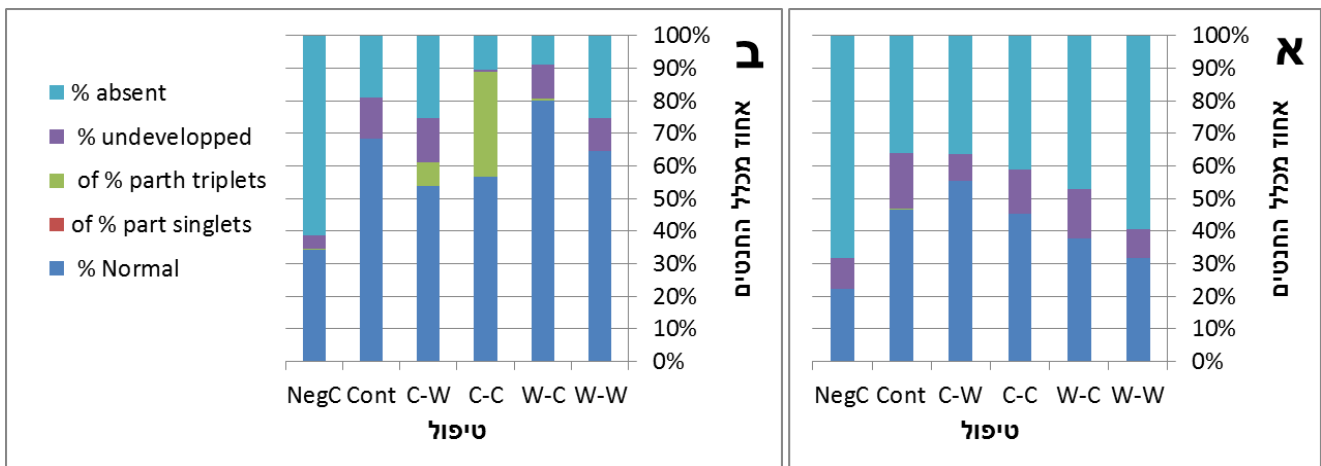
איור 2: תיאור סכמטי של משטרי הטמפרטורה שהושרו ב'פיטוטרוניס מודולריים' בשנת 2015. הניסוי נעשה בשני מחזורים (באשכולות הדור הראשון והשלישי בהתאמה), ובשילובים של משטר טמפרטורה חם ($32/20^{\circ}\text{C}$, אדום) וקר ($20/8^{\circ}\text{C}$, כחול). מפורטים התאריכים בהם הואבקו האשכולות והופעלו התאים, שונה משטר הטמפרטורה או הוסרו התאים.

גם השנה נתקלנו בקשיים בבקרת אקלים בימים חמים במיוחד, ולעיתים חרגה הטמפרטורה בחלק מהתאים ממשטרי הטמפרטורה הנדרשים (איור 3). אולם, בסה"כ התקיימו בתאים משטרי אקלים שונים משמעותית זה מזה, חמים וקרים בהתאם לתכנון.



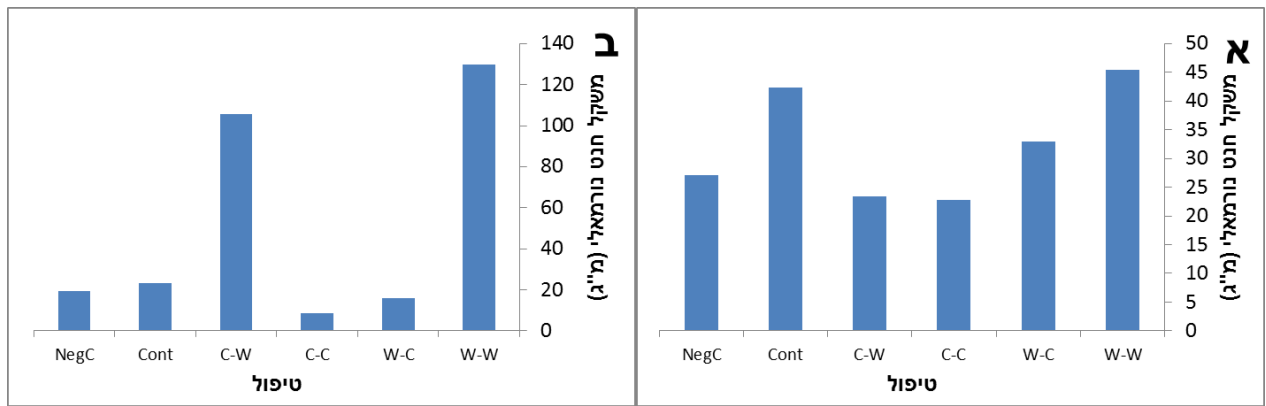
איור 3: טמפרטורת התאים בפועל במחזור האשכולות השני, בין 17/3-21/4-15. מוצגת השתנות התאים שהועברו ממשטר טמפרטורות קר למשטר חם (א) וממשטר טמפרטורות חם למשטר קר (ב). הקו הירוק המקווקו מציין את תנאי הטמפרטורה ששררו מחוץ לתאים במטע במשך אותה תקופה.

בתאריך 27/4/15 נערכה ספירה ושקילה של החנטים. התפלגות החנטים מוצגת באיור 4. ההבדלים ברמות החנטה שהתקבלו נראים ניכרים אולם לא היו מובהקים. בולטת תופעת הפירות הפרתנוקרפיים שמתגלים בטיפול הקר (איור 4 ב'), אלה נובעים כנראה מהתפתחות איטית יותר של הפירות ולכן, מנשירה מאוחרת יותר של הפירות הפרתנוקרפיים. ככל שהחנטים שהו זמן ממושך יותר מהפריה בטמפרטורה קרה משקלם היה נמוך יותר (איור 5). אולם, הבדלים אלה נעלמו עד הגדיד, בו לא נצפו הבדלים משמעותיים במשקלי הפירות שהופרו במשטרי הטמפרטורה השונים (תוצאות לא מוצגות). תוצאות אלה דומות לתוצאות שהתקבלו בניסויים בשנים 2013-2014.



איור 4: התפלגות החנטים לאחר הדגרה במשטרי טמפרטורה משתנים (C-קר, W-חם, Cont-אשכולות לא מכוסים, NegC-אשכולות שלא הוּאבְקוּ. ספירת החנטים נעשתה בתאריך 27/4/15. (א) במחזור הראשון האכולות הודגרו למשך 8 + 5 ימים במשטרי טמפרטורה קבועים ובתנאי הסביבה הרגילים במשך כ-6 שבועות נוספים. (ב) במחזור הנסוי השני האשכולות הודגרו במשך 8 ימים + 4 שבועות במשטרי טמפרטורה קבועים ולאחריהם כשבוע בתנאי סביבה רגילים.

במהלך 6 השבועות הראשונים מההאבקה נאספו דוגמאות פרחים וחסנטים. אלו נשמרו לאנליזה מיקרוסקופית בתמיסת שימור (FAA). דוגמאות גם נאספו לאנליזה מולקולרית בהקפאה עמוקה בחנקן נוזלי והועברו להקפאה עמוקה במכון וולקני (-80 °C). אנליזות אלו על חלק מהדוגמאות יעשו בהמשך.



איור 5: משקל חנטים נורמאליים החנטים לאחר הדגרה במשטרי טמפרטורה משתנים (C-קר, W-חם, Cont-אשכולות לא מכוסים, NegC-אשכולות שלא הוואבקו). שקילת החנטים נעשתה בתאריך 27/4/15. (א) במחזור הראשון האכולות הודגרו למשך 5 + 8 ימים במשטרי טמפרטורה קבועים ובתנאי הסביבה הרגילים במשך כ-6 שבועות נוספים. (ב) במחזור הנסוי השני האשכולות הודגרו במשך 8 ימים + 4 שבועות במשטרי טמפרטורה קבועים ולאחריהם כשבוע בתנאי סביבה רגילים.

דין

במסגרת המחקר שיפרנו את מערכת ה'פיטוטרונים הניידים'. למרות שעדיין נדרשים בה תיקונים ושיפורים, היום מערכת זו מתאימה הרבה יותר לעבודה בתמרים. אנו מקווים להמשיך ולשפר את המערכת כדי שתעמוד טוב יותר גם בימים בהם תנאי הטמפרטורה הינם קיצוניים. למרות המגבלות והקשיים הטכניים, השימוש בפיטוטרונים הניידים הוכיח את עצמו ככלי יעיל מאוד לבחינת השפעת משטר הטמפרטורה על תהליכי ההפריה והחנטה בתמרים. אנו מתכוונים להשתמש בכלי זה גם בהמשך הפרויקט.

הטמפרטורה השפיעה מאוד על קצב גידול הפרי ועל תהליך התפתחות השחלה העיקרית והתנוונות שתי השחלות האחרות. בכוונתנו להמשיך ולעקוב אחרי תהליכים אלה בהמשך הפרויקט כדי להבין טוב יותר את השפעות תנאי הסביבה וטיפול האבקה על ההפריה והחנטה. אולם, ההבדלים הבולטים מאוד שנראו בעת הסרת התאים ולאחר 6 או 8 שבועות מההאבקה נעלמו עד הגיד.

אולם, בסה"כ לא התקבלו הבדלים משמעותיים ברמות החנטה וברמות הפירות הפרתנוקרפיים בעקבות משטרי הטמפרטורה שנבחנו. זאת למרות שבשנת 2015 היו מיקרים רבים בהם התקבלו פירות פרטנוקרפיים רבים במטעים בערבה הדרומית. נראה שבאבקה הנורמאלית, שנמצאת בעודף עצום על הצלקת לאחר ההאבקה, מתרחשת הפריה יעילה מספיק גם במשטרי הטמפרטורה הנמוכים יותר שנבחנו. בשנות המחקר הבאות בכוונתנו לשלב את כלי הפיטוטרונים המודולריים עם השימוש באבקה מטופלת ולבחון את השפעת משטרי טמפרטורה שונים על התפתחות חנטים שהוואבקו באבקה מוקרנת, ובתערובות ביחסים שונים של אבקה מוקרנת ואבקה רגילה.

למרות שהדרך עוד ארוכה, אנו מאמינים שהכנסת גורם האקלים לפרוטוקול ההאבקה, יאפשר בעתיד ניבוי טוב יותר של תוצאות החנטה ויאפשר פיתוח שיטה טובה יותר להאבקה באבקה "מטופלת" שתביא לחנטה מבוקרת ול"דילול אוטומטי" מוקדם מאוד.