



חטיבה למשאבי
סביבה

שירות ההדרכה
והמקצוע (שה"מ)

משרד
החקלאות
וביטחון המזון

פברואר 2025, שבט תשפ"ה

התגוננות מפני קרה בבתי צמיחה

דוד סילברמן - ממ"ר לגידול ירקות ותבלינים בבתי צמיחה, שה"מ, משרד החקלאות וביטחון המזון
יצחק אסקירה - מיקור חוץ, משרד החקלאות וביטחון המזון
מרק פרל - מנהל תחום אגרו-מטאורולוגיה, חטיבה למשאבי סביבה, משרד החקלאות

שינויי האקלים בשנים האחרונות, כולל אירועי קיצון בקיץ ובחורף, מחייבים היערכות והתייחסות מתאימה, כדי להבטיח אספקה סדירה של תוצרת חקלאית. בשנים האחרונות לא חווינו אירועי קיצון בחורף שהתבטאו בקרה, והאחרונה שבהם התרחשה בשנת 2013. לצורך התגוננות מפני קרה, אמנם יש לנקוט צעדים טרום העונה ואף בתכנון הראשוני של המשק החקלאי, אך יש גם פעולות רבות שאותן ניתן לבצע בסמוך להתרחשות האירוע. אם כן, הקרה היא אירוע שניתן להיערך לקראתו, וראוי שיעשה כך כדי למזער נזקים ברמת המשק החקלאי וברמה הלאומית.

נזקי קרה

באירועי קרה קלים נפגעים ומתים עלים ופרחים. באירוע קרה חמור נפגעים ומתייבשים כל איברי הצמח, עד מצב של תמותה. עצמת נזקי הקרה תלויה בגורמים שונים: אקלימיים, פיזיולוגיים ואגרוטכניים. מבחינת הטמפרטורה, ככל שהיא נמוכה וממושכת יותר - כך הנזק רב. מבחינת הגידול, קיים שוני ברגישותם של הגידולים השונים לקרה, ומשפיע על רגישות זו גם הגיל הפיזיולוגי.

סוגי קרות

- **קרה קרינתית** היא הקרה השכיחה והממושכת ביותר, האופיינית לאזורים מישוריים וקעורים. קרה זו מתרחשת בלילות קרים, יבשים, שקטים (כמעט ללא רוח) ובהירים (ללא עננות). כתוצאה מאיבוד חום לאטמוספירה בקרינה ארוכת גל, הקרקע והשכבות שמעליה מתקררות. האוויר קר וכבד, ובדומה לנוזל צמיגי הוא זורם בשטחים מדרוניים אל המקומות הנמוכים ומתנקז בהם בשכבות, כששכבת האוויר הקרה ביותר נמצאת קרוב לפני השטח, מעליה שכבה חמה מעט יותר, וכך הלאה. כך נוצר מצב שבו ערכי הטמפרטורה גדלים עם העלייה בגובה.
- **קרה מוסעת** מתרחשת כתוצאה מחדירת מערכות סינופטיות גדולות למדי לאזורנו ומאופיינת בירידת טמפרטורות אוויר בהיקף ארצי. קרה זו מורגשת גם במקומות גבוהים ומדרוניים.
- **קרה משולבת** נחשבת אירוע קיצוני של קרה, הנובע משילוב של שני סוגי הקרה הקודמים בו-זמנית או זה לאחר זה. אירוע זה מאופיין בטמפרטורות יום ולילה נמוכות ובלחות מועטה. קרה זו נמשכת בדרך כלל זמן רב יותר.

מדידת הטמפרטורות בחממה ובשטחים פתוחים

מדידה בשטח פתוח: מדידה תקנית של הטמפרטורה ניתן לבצע במדחום מינימום ברמת דיוק של 0.2 מ"צ ובאמצעות מדי-טמפרטורה דיגיטליים המשמשים גם כאוגרי נתונים.

המדחום יותקן אופקית בגובה של כ-0.5 מ' מעל פני הקרקע, ויש להגן עליו מקרינה ישירה על ידי סוכה מאווררת, גגון או מגן קרינה. לקבלת מדידה אמינה יש להרחיק את המדחום כ-10 מטרים ממבנים ומעצים, כאשר הקרקע סביבו, בקוטר של כ-2 מטרים, צריכה להיות מהודקת ונקייה מעשבייה.

מדידה בבתי צמיחה: להפעלה יעילה של אמצעים אקטיביים בתוך המבנה נדרשת מדידה מדויקת של הטמפרטורה. כאשר מתקיימים תנאים הגורמים להתהוות קרה, חשוב לעקוב אחר שינויים בטמפרטורת האוויר בזמן האירוע. הצבתו צריכה להיות בחלק הנמוך של המבנה ובגובה של הצמחים. המדחום החיצוני חייב להיות מוצב בגובה של 0.5 מטר מעל פני הקרקע. יש למקמו בתנאים טופוגרפיים מקבילים לאלה שבתוך המבנה, בסביבה פתוחה ולא מוגנת.

בלילות קרה, מומלץ להיוועץ בשירות לחיזוי קרה לקבלת החלטות תפעוליות ולביצוע מדידות עצמיות בתוך החממה ומחוצה לה. מידע רציף ניתן לקבל באתר משרד החקלאות: www.meteo.moag.gov.il, וביישומון (אפליקציה) הייעודי, הניתן להורדה בחנות האפליקציות בשם "משרד החקלאות". מידע נוסף ניתן לקבל בקבוצת הוואטסאפ של החקלאים, ובמקרים דחופים בטל': 050-6241804 (מרק פרל, חזאי לחקלאים).

אמצעים ופעילויות להגנה מפני קרה בבתי צמיחה

המלצות אלו מבוססות על ההנחה שהמבנה הוקם והוצב בהתאם לתנאים הטופו-אקלימיים הרצויים וכוסה ביריעות המתאימות (ראה באתר שה"מ את דף ההמלצות לגבי סוגי היריעות, בעריכת יצחק אסקירה). יש להציב מדי-טמפרטורה מחוץ למבנה ובתוכו ולהפעיל את אמצעי ההגנה כמפורט להלן:

- **פתיחה וסגירה של וילונות במבנים:** הנחיה זו מתאימה לקרה קרינתית בלבד (קרה ללא רוח). משעות הערב ובשעות הלילה חשוב לעקוב אחר הפרשי טמפרטורת הפנים והחוץ. מומלץ לסגור את בית הצמיחה משעות הבוקר ועד שעות הצהריים המאוחרות (תחילת הירידה של הטמפרטורות). במהלך הלילה ישנם שני מצבים אפשריים של יחסי טמפרטורה פנים-חוץ:

1. הטמפרטורה בתוך המבנה גבוהה מזו שבחוץ במשך כל הלילה עד לזריחת השמש. במצב זה אין לפתוח את היריעות (מצב פחות שכיח).

2. הטמפרטורה בפנים נמוכה מהטמפרטורה החיצונית (המצב השכיח). במצב זה יש לפתוח את הווילון מהצד הנמוך של המבנה, כך תתאפשר יציאה או זרימה של האוויר הקר אל מחוץ למבנה, והטמפרטורה במבנה תשתווה לטמפרטורת החוץ.

המצב הראשון מתאים למבנים שבהם יריעות תרמיות ומסכים תרמיים, השומרים על טמפרטורה גבוהה במבנה לעומת טמפרטורת הסביבה; המצב השני אופייני למרבית בתי הצמיחה הפסיביים.

- **יריעות תרמיות:** קיימות שתי קבוצות עיקריות של יריעות: יריעות החוסמות קרינה ארוכת גל אינפרא אדומה (יריעות IR); ויריעות UVA, שאינן חוסמות קרינה זו. יריעות החוסמות קרינה ארוכת גל מוגדרות גם כיריעות תרמיות, דהיינו יריעות השומרות על החום במבנה זמן ממושך יותר מאשר יריעות UVA, כך שהצמחים נחשפים לתנאי גידול נוחים יותר. שימוש ביריעות תרמיות הוא כלי חשוב להפחתת נזקי קרה 'רגילה'. מומלץ לדרוש מספק היריעות את היריעות התרמיות ביותר שברשותו, לקבלת הגנה מיטבית בעת הצורך.

- **מסכים תרמיים:** יריעות ארוגות אטומות או אטומות למחצה (למעבר אוויר או למעבר אור), שבהן שזורים רדידי אלומיניום. הן פרוסות מעל הגידול בבית הצמיחה (מתחת למרזב) ומהוות כלי יעיל ביותר להגנה מפני קרה (בעיקר קרינתית) ולחיסכון באנרגיה (מסך אטום חוסך 40%-60% מצריכת האנרגיה).
- בכמה בתי צמיחה, שנעשה בהם שימוש במסכים אטומים, טמפרטורת הפנים במבנה נשמרה ונמדדה ב-6-10 מ"צ מעל טמפרטורת הסביבה, גם ללא כל חימום עזר. מומלץ לפרוס את המסכים בשעות אחר הצהריים המאוחרות, לפני צניחת הטמפרטורה של שעות בין הערביים, ולפתוח אותם עם התחממות המבנה בשעות הבוקר, לאחר שהחממה הגיעה לטמפרטורה הרצויה (בדרך כלל ל-26-28 מעלות צלזיוס).
- גם יריעות פוליאטילן תרמיות או רגילות עשויות לשמש כמסך בשעת הצורך. פריסת יריעה מעל גובה הצמחים לכל רוחב המבנה, עם קבלת התראה על קרה אפשרית, עשויה לסייע בשמירת החום במבנה.
- **שרוולי מים:** שרוולי פוליאטילן מלאים מים (40-60 ליטר/מ"ר), המונחים בין שורות הצמחים, יכולים לסייע במניעת נזקי קרה. אנרגיית חום נאגרת בשרוולי המים במשך היום, וקרינה זו משתחררת עם ירידת הטמפרטורות בשעות הערב והלילה.
- **תנורי חימום:** זהו האמצעי היעיל ביותר לשמירת הטמפרטורה הרצויה בבתי הצמיחה, אך במרביתם אינו בנמצא.
- **מסחררים (ולא מאווררים):** הגברת תנועת האוויר בתוך המבנה באירוע של קרה קרינתית באמצעות הפעלת מסחררים תתרום להעלאת הטמפרטורה במידה מסוימת ותצמצם נזקי קרה.
- **יריעות לא ארוגות ("אגריל"/"אל בד"):** השימוש ביריעות נפוץ מאוד בשטחים הפתוחים לכיסוי ולהגנה על גידולי עלים, אך ניתן ואף מומלץ להשתמש בהן גם בגידולים בתוך מבנים, הן להגנה מפני קרה והן להאצת תהליכי הגידול, לדוגמה בתבלינים ובדלועים. אפשר לפרוס את היריעות הישר על הגידול (תלוי בסוג הגידול), אך מומלץ יותר על גבי תמיכה, כמו למשל, קשתות. קיימים סוגים שונים של יריעות, הנבדלים במשקל ליחידת שטח. היריעות השכיחות הן במשקלים של 10-35 ג'/מ"ר. להגנה מפני קרה מומלץ להשתמש ביריעות שמשקלן 17 ג'/מ"ר ויותר.
- **השקיה בבית הצמיחה:** בבתי הצמיחה ובמנהרות עבירות הניצבות בקרקעות קלות, בחול חמרה ובחול, מומלץ להניח בשבילים קו טפטפות ולהשקות לפני הצהריים, כדי להרטיב את הקרקע. לאחר ההרטבה יש להפסיק את ההשקיה עד הערב. בבתי צמיחה ובמנהרות עבירות יש להפעיל את מערכת ההשקיה (טפטוף ולא המטרה או המתזה) להגנה מפני קרה, כאשר הטמפרטורה החיצונית מגיעה ל-1-2 מ"צ, אף שייתכן שהטמפרטורה בתוך המבנה גבוהה יותר. הסיבה לכך היא האפשרות שיקפאו מים בצנרת ובפיקוד (רצוי שהקו המוביל למבנה יהיה קבור בקרקע). יש להמשיך ולהשקות מזריחת השמש עד לעליית הטמפרטורה, ואין להפסיק את ההשקיה קודם לכן. המצב הרצוי הוא היווצרות ערפל בתוך בית הצמיחה כתוצאה מההשקיה. ערפל זה מאט את ההתקררות, אף שכתוצאה ממנו עלולים להיווצר תנאים המעודדים התפתחות מחלות עלים.

- **הרטבת יריעות הכיסוי:** הרטבת היריעות החיצוניות בספיקה של 2.5-4.0 מ"ק/ד' לשעה מונעת את התקררות האוויר בתוך המבנה. התקררות זו נמנעת עקב היווצרות שכבת מים חיצונית המחזירה קרינה לתוך בית הצמיחה. בתנאי קרה קיצונית עשויה להיווצר שכבת קרח המשמשת חומר מבודד. להפעלת אמצעי זה יש להכין מערכת השקיה מבעוד מועד (במבנים ישנים וחלשים יש סכנת קריסה עקב משקל יתר על המבנה).
- **רשתות צל:** אם יש ברשות המגדל רשתות צל מסוגים שונים וברמות צפיפות שונות, מומלץ לפרוס אותן מעל הגידול כמסך או ישירות על הגידול מיד עם קבלת התראה על קרה אפשרית. רשתות מסוג אלומינט נמצאו יעילות מאוד להגנה מפני קרה, בהשוואה לרשתות צל אחרות.
- **שטיפת יריעות הכיסוי:** שטיפת יריעות כיסוי בתי צמיחה עשויה לסייע לגידול בכמה אופנים, כולל שיפור המאזן האנרגטי של המבנה. שטיפת יריעות הכיסוי תשפר את מעבר האור לתוך המבנה, ובעקבותיה את סך כל האנרגיה הנכנסת ונאגרת במבנה במהלך היום, מה שיסייע בהפחתת נזקי הקרה בלילה.
- **סניטציה:** מומלץ לנקות עשבייה מסביב למבנה, כדי לאפשר זרימה של אוויר קר. במקרה של שדרת עצים הסמוכה לחלקה בנקודה הנמוכה מומלץ לגזום את ענפי העץ הנמוכים עד גובה של 3 מטרים כדי לאפשר תנועת אוויר חופשית.

התגוננות מפני קרה בבתי רשת

מרבית ההמלצות להתגוננות מפני קרה מבוססות על ניסיון העבר של חקלאים ומדריכים ועל ידע מקצועי שהצטבר במהלך השנים. מעט מאוד מחקרים בוצעו בעולם בתחום בתי הרשת; כשמרביתם של המחקרים הללו בוצעו בישראל. ההמלצות המצורפות מתייחסות לבתי רשת חרקים ולא לבתי רשת צל.

סוג המבנה: בתצפיות שונות שבוצעו בכמה מבנים, נראה שלגובה המבנה יש השפעה על רמת הנזק שנצפה. ככל שהמבנה גבוה יותר - כך רמת הנזק נמוכה יותר.

סוגי רשתות: במהלך אירוע קרה משולב יש חשיבות רבה לצפיפות הרשת. רשת צפופה תמנע במידה רבה יותר כניסה של אוויר קר לתוך המבנה ותקטין את קצב בריחת החום מהמבנה. במהלך היום יתחמם ברמה גבוהה יותר מבנה המכוסה ברשת צפופה, מה שיסייע להתמודדות טובה יותר עם אירוע הקרה.

מסך הצללה או מסך תרמי: באירוע קרה קרינתית (ברחת חום כלפי הרקיע), ככל שרשת המסך תמנע בריחה של קרינת חום באופן המיטבי, הצמח ייחשף לבריחת חום קטנה יותר, כלומר מסכים איכותיים יפחיתו את איבוד החום מהמבנה ויקנו הגנה טובה לצמחים. מסכים רפלקטיביים יספקו הגנה טובה יותר מרשתות ההצללה. ככל שרשת ההצללה תהיה צפופה יותר - כך תהיה רמת ההגנה יעילה יותר.

מסך פלסטיק: חקלאים שהשתמשו ביריעות פוליאתילן או ביריעת מסך, הקטינו את נזקי הקרה. ככלל, התרומה התרמית של יריעה דקה באירוע של קרה קרינתית הוא זניח, אך במקרה של קרה מוסעת עשויה היריעה למנוע כניסה לתוך המבנה של אוויר קר העלול להסב נזק.

יריעות פלסטיק במעטפת המבנה: באירוע של קרה מוסעת, שימוש ביריעות פלסטיק במעטפת המבנה יסייעו במניעת כניסת אוויר קר לתוך המבנה.

השקיה: תיעשה כמפורט לעיל לגבי בתי הצמיחה.

לסיכום, במקרה של אירוע קרה יש לנקוט בפעולות שלהלן:

בתי צמיחה

- ✓ בימי קרה הימים לרוב בהירים מאוד, ולכן מומלץ לסגור את החממה בכל שעות האור, כדי לאגור חום.
- ✓ עם רדת הערב, כאשר הטמפרטורה במבנה נמוכה מטמפרטורת הסביבה, יש להשאיר את דופן החממה סגורה בצד הגבוה, ולפתוח את הווילון ולו חלקית, בצד הנמוך או במורד החממה.
- ✓ בחממות עם אוורור גג יש לסגור את חלונות הגג בכל שעות היממה.
- ✓ הפעלת מסחררים במבנה.
- ✓ פריסת יריעות לא ארוגות ("אגרייל"/אלבד) ורשתות צל.
- ✓ בחממות שבהן מסכים תרמיים יש לפרוס את המסכים בשעות הצהריים המוקדמות ולכנס אותם רק עם התחממות החממה, בשעות הבוקר המאוחרות.
- ✓ השקיה בשעות הצהריים המוקדמות תיעשה במטרה להגדיל את קיבול החום של הקרקע ואת מאגר החום הכללי במבנה. יש להשקות תוך כדי האירוע בהתאם לתנאים.
- ✓ אין לאוורר את החממה לשחרור עודפי לחות, כיוון שהלחות מהווה מאגר חום כמוס המסייע למאזן החום הכללי בחממה.

בתי רשת

- ✓ לשטוף את הרשתות בצדדים כדי לאפשר תנועת אוויר חופשית מהמבנה החוצה, כדי שלא לכלוא אוויר קר במבנה.
- ✓ מומלץ לפרוס יריעת פוליאטילן בדופן הרוח השכיחה, ואם ניתן אז גם על גבי המבנה (רק באירוע קרה קיצוני).
- ✓ פריסת יריעות לא ארוגות על הגידול או מעליו, בהתאם לרגישות הגידול.
- ✓ פריסת רשתות הצללה מעל הגידול.
- ✓ השקיה בשעות הצהריים המוקדמות להגדלת קיבול החום של הקרקע ומאגר החום הכללי במבנה.

האמור לעיל הינו בגדר עצה מקצועית בלבד ואינו מהווה חוות דעת מומחה לצורך הצגה כראיה בהליך משפטי. על מקבל העצה לנהוג מנהג זהירות, ושימוש או הסתמכות על המידע המופיע לעיל הינו באחריות מקבל העצה בלבד. אין להעתיק, להפיץ או להשתמש במסמך זה או בחלקים ממנו לצורך הליך משפטי כלשהו, ללא אישור מראש ובכתב של החתומים.

© שה"מ הוצאה לאור, 2025; עריכה לשונית: עדי סלוניקו; גרפיקה: לובה קמנצקי