

אקלים פנים של חממות

המחלקה לחקלאות מבוקרת והנדסת הסביבה, המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי*

וורור חממות מרושתות נגד חרקים

מ. טייטל, א. שקליאר, י. סגל, מ. ברק, ר. רגב

הצורך להפחית את השימוש בחמרי הדברה להדברת מזיקים בחממות הוא בעל חשיבות מרובה בחקלאות. המלחמה העקשנית של האדם במזיקים מזה, והעמידות שמפתחים המזיקים נגד החומרים הכימיים מזה - יצרו תעשייה הולכת וגדלה, העולה לאנושות מיליוני דולרים. בשנים האחרונות הולכת וגוברת המודעות למוצרים חקלאיים ששאריות הכימיקלים שעליהם מועטות. כדי להפחית את כמות חומרי ההדברה - החלו חקלאים, בשנים האחרונות, להשתמש ברשתות נגד חרקים, המותקנות בכניסה לחממות ועל פתחי האוורור. כתוצאה מהתקנת הרשתות פוחתת יעילות האוורור הטבעי, וכן יש צורך בהפעלה ממושכת יותר של מאווררים כשמשמשים באוורור מאולץ. חסימת האוויר שגורמת הרשתות מאלצת את החקלאי להפעיל אוורור מאולץ למשכי זמן גדולים יותר, ובמידה מסוימת מקצרת את עונת הגידול בשל הקושי בפינוי עומס החום. להלן - תיאור העבודה בתחום זה שנעשתה עד כה, ותוצאות ניסויים.

נבנתה **מנהרת רוח**, המאפשרת מדידת מפלי לחץ על-פני רשתות במהירויות רוח שונות. במנהרה

הותקנה רשת 50 מ"ש, שהיא הנפוצה ביותר כיום בשימוש נגד מזיקים. המנהרה מאפשרת מדידות במהירות רוח בתחום 0 - 12 מ"ש בשנייה. חלק מדפנות המנהרה נבנו מפרספקס, כדי לאפשר בשלבי הניסוי הבאים לצלם את הזרימה בסמוך לרשת ואת מעוף החרקים דרכה. שטח החתך של התעלה 30X30 סמ"ר, וארכה כ-2 מטרים. המנהרה מצוידת בכונס, כדי לקבל זרימה אחידה ככל האפשר בסמוך לרשת. בקר חשמלי מווסת את מהירות המנוע החשמלי המפעיל את המפוח, ועל-ידי כך מקבלים אפשרות לשינוי רצוף ומדויק של מהירות הרוח במנהרה.

בשלב הראשון של הניסויים נבדקו מפלי לחץ על-פני הרשת במהירות רוח שונה, כדי לקבל מיתאם בין מפל הלחץ למהירות הרוח. ההתאמה הטובה שבין תוצאות הניסוי ותוצאות החישוב מראה, כי ניתן לחשב את מפל הלחץ על הרשת בעזרת משוואות הנתונות בספרות.

במהירויות כדי מטר אחד בשנייה - התנגדות הרשת למעבר אוויר גדולה כמעט פי 10 מאשר בפתח רגיל בחממה. משמעות הדבר היא, שבאוורור טבעי בחממה שחלונותיה מכוסים ברשת יגדל מפל הלחץ מאוד, ויהיה צורך להגדיל את שטח פתחי האוורור כדי לשמור על אוורור נאות. ניתן להקטין את מפל הלחץ על-פני הרשת - על-ידי הטיית הרשת כלפי הרוח בזווית.

נוסף על המדידות במנהרות הרוח, נבנו גם שני תאי חממה קטנים בשטח

כדי 4 מ"ר כל אחד. האחד מכוסה כולו ברשת, והאחר מכוסה ביריעת פוליאתילן. נמדדו הטמפרטורה והלחות בכל אחד מהתאים. הטמפרטורה והלחות בבית-הרשת - למעשה כמעט זהות לאלה של הסביבה במשך שעות היום והלילה, מכיון שבית-הרשת מאוורר היטב. לעומת זאת, הטמפרטורה בחממה המכוסה פוליאתילן היתה גבוהה ב-10 - 12 מ"צ לערך מטמפרטורת הסביבה בשעות הצהריים, והלחות היחסית מרובה ב-20 - 30 אחוז. כמו כן חישבנו את כמות המים לק"ג אוויר בתאים השונים. כמות אדי המים בתא המכוסה רשת כמעט זהה לזו של אוויר הסביבה, ואילו בתא המכוסה יריעת פוליאתילן הכמות גדולה בהרבה.

בשלב מאוחר יותר בניסוי פתחנו פתח בשטח של כ-0.7 מ"ר במרכז של אחד מדפנות החממה המכוסה פוליאתילן, וכיסינו אותו ברשת 50 מ"ש, כדי לבדוק את ההשפעה של פתיחת פתח בדופן החממה על הטמפרטורה והלחות בתא. הפתח כמעט שאינו גורם ירידה בטמפרטורת האוויר בתא, אך לעומת זאת השפעתו על הלחות היחסית ועל כמות אדי המים בתא היא ניכרת. כמות אדי המים לכל ק"ג אוויר פוחתת מערך ממוצע של כ-30 גרם - ל-20 גרם. נוסף על כך, הלחות היחסית עם פתח מרושת קטנה במשך היום בהשוואה למצב שבו היה התא כולו מכוסה ביריעת פוליאתילן.

בשלב מאוחר יותר פתחנו פתח מרושת נוסף בדופן הניצב לדופן שבו

* חלק מפיתוחי המחלקה נעשו בשיתוף עם מהנדסים וחוקרים אחרים במכון להנדסה חקלאית.

היה הפתח המרושת הקודם. התוצאות אינן מצביעות על שינוי משמעותי בטמפרטורה, אך לעומת זאת רואים כי כמות אדי המים באוויר פחתה מאוד.

השוואת שיטות חימום

מ. טייטל, א. שקליאר, י. סגל, מ. ברק,

עם התרחבות מגוון הגידולים המחוממים בחממות, ולאור העובדה שמשקים חקלאיים נוטים לבנות חממות גדולות יותר מבעבר - מתעורר הצורך לבחון את השיטות הקיימות לחימום חממות, כדי לאפשר לחקלאי לבחור בשיטה המתאימה ביותר לצרכיו. השיטה המקובלת כיום בארץ היא חימום באוויר חם; אך יחד עם זאת אנו עדים, לאחרונה, להתגברות המגמה של חימום בעזרת צנרת מים. עקב ההבדל במנגנוני מעבר החום בין שתי השיטות (צנרת מים לעומת פיזור אוויר חם) - קיימת סבירות למצוא הבדלים במיקרואקלים של סביבת הצמח. בחימום על-ידי אוויר, מנגנון מעבר החום הוא הסעה מאולצת; ואילו בחימום על-ידי צנרת מים - מנגנוני מעבר החום העיקריים הם הסעה טבעית וקרינה.

כדי לבחון את שתי שיטות החימום - נערכו ניסויים בחממה ניסויית לגידול ורדים בפקולטה לחקלאות ברחובות. תוצאות הניסוי מצביעות על קבלת פירוס טמפרטורה שונה לגובה החממה

בכל אחת מהשיטות. האינרציה התרמית של המים בצינורות גורמת שמירת טמפרטורה גבוהה בסמוך לצמח - זמן רב יותר מאשר בתנאים באוויר. כמו כן נראה, שהלחות היחסית בסביבות הצמח בחימום מים - מועטה במקצת מאשר בחימום אוויר. טמפרטורת העלים באיזור הסמוך לצנרת המים גבוהה מזו המתקבלת כאשר מחממים באוויר, בשל מעבר חום בקרינה בין הצנרת והעלים, כמות החום הנפלטת מהצנרת בקרינה מהווה כ- 45% מכלל החום שהצינור פולט. מהניסויים עולה כי בהפעלה רגילה של מערכת מים חמים ללא ברז תלת-דרכי וויסות פרופורציונלי - יש צורך בתנור בעל הספק רב יותר מזה הדרוש בחימום אוויר, אף כי סה"כ האנרגיה המסופקת בשתי השיטות כמעט שווה. ההספק הגדול יותר הנדרש במערכת חימום של צנרת מים נובע ממספר הפעמים הקטן שהמערכת נכנסת לפעולה במשך לילה.

נערכים ניסויים נוספים בהשוואת שיטות חימום - בחבל הבשור וגם בחממה מסחרית.

שימוש ברשתות צל להגנה מפני קרה

מ. טייטל, א. פייפר, י. צבאלי, י. כץ, א. לוי, נ. לבב, י. סגל

מתצפית שנערכה בחורף 1993 באיזור הערבה, על גידול מסחרי של פלפל מהזן "מאור", התברר כי רשתות

הצללה מסוימות הנמתחות מעל הגידול בגובה כדי 2.5 מטרים מעל הקרקע מסוגלות לצמצם משמעותית נזקי קרה. הפגיעה בגידול מצטמצמת, הודות להחזרת חלק מהקרינה ארוכת-הגל הנפלטת מהקרקע והצמחים - לכיוון הרקיע. כתוצאה מכך, הטמפרטורה של הצמח גבוהה מזו שהיתה מתקבלת אילו הוא היה חשוף, ללא רשת מגינה. מכיון שקרה קרינתית היא השכיחה והממושכת ביותר - היא גם המסוכנת ביותר לגידולים, בהשוואה לקרה אדווקטיבית. הקרה מתרחשת בדרך-כלל בלילות שבהם הרוח חלשה והשמים בהירים. מתיחת רשת מעל הגידול נראית שיטה זולה יחסית, המאפשרת ליצור מיקרואקלים נוח בשעות הלילה לשמירת הצמח והפרי במצב תקין ללא נזקי קרה.

מהניסויים מתברר, כי כאשר מגדלים צמחים תחת רשת צל מתוחה בגובה כדי 2.5 מ' מעל הקרקע - אפשר להקטין את סכנת הפגיעה של הקרה בגידול. רשתות מסוג "50% אלומיניום" ו"50% שחורה" נתנו את ההגנה הטובה ביותר מכלל הרשתות שנבחנו. במשך הלילה יורדת טמפרטורת העלים בבית-הגידול למטה מטמפרטורת האוויר. תוצאות הניסוי איפשרו פיתוח מודל לחישוב טמפרטורת העלה של הגידול בתוך בית-הרשת. ההתאמה בין תוצאות המודל לבין הניסוי - טובה.