

מיכון וטכנולוגיה

אפשרות של מערכת לבקרת אקלים בקיץ לגידול ירקות בחממה

מאת נ. זמיר, א. ארבל, המחלקה למיכון גידולים חסויים,
המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי*

נגד חרקים בדופן הנגדי — תוכפל האנרגיה הדרושה. מכאן ששיטה זו אינה מאפשרת תנאים מתאימים באור מלא ואף לא במחציתו. לעומת זאת מאפשרת המערכת ההידרוסולרית, בנתונים הקיימים באיזור באר-שבע, קבלת תנאים נאותים של כ-27 מ"צ ו-70% לחות — בשיא עומס החום בעונת הקיץ.

מבחנים ראשוניים במערכת זו נערכו בחממת ההשרשה במוסד החינוכי "מבואות עירון". מבחנים אלה הראו אפשרות של צינון מאגר המים בלילה במשך הקיץ ושמירת החממה סגורה במשך היום וצינונה. זאת באמצעות מי המאגר המצונן תוך בקרת לחות, כאשר חום השמש והחום הבא מהסביבה מועברים על-ידי המערכת אל תוך מאגר המים.

חממה סגורה מצוידת במערכת הידרוסולרית עם מאגר מים לצינון

לחממה סגורה, שבה נעשה חילוף האוויר עם הסביבה רק לשם טיהורו, באמצעות פתחים מבוקרים המצוידים במסננות — יש יתרון נות רבים. הבולטים שביניהם: האפשרות להעשרה בפר"ח ומניעת כניסה של חרקים, נבגים ואבק. כמו כן פחותה תצרוכת המים בצמחים, ומכאן מתאפשר משטר השקיה ודישון מבוקר יותר.

מכיון שהחממה נשארת סגורה כדי למנוע כניסת חרקים, אבק ועוד — יש לסלק את עודפי החום ממנה. קרינת השמש שנמדדה בחממות בקיץ היא, כאמור, כ-500 קק"ל לשעה למ"ר, וכניסת החום דרך הכיסוי נאמדת בכ-50 קק"ל לשעה למ"ר. חום זה הוא אפוא כ-550 קק"ל לשעה, ובממוצע כ-5500 קק"ל למ"ר ליום.

כדי לאפשר את קירור חלל החממה — חייב המאגר לקלוט את כל כמות החום הנזכרת, כאשר טמפרטורת המים חייבת להישאר נמוכה בכדי 0.5 מ"צ מטמפרטורת הטל המתאימה לגידול.

בהנחה שהטמפרטורה בחממה אינה צריכה לעלות על 27 מ"צ עם 70% לחות — הרי שנקודת הטל היא כ-21 מ"צ, ומכאן שטמפרטורת

נוכח ההתעניינות בפיתוח ענף ירקות לייצוא במשך כל השנה — נערך ניתוח של האפשרויות הטכנולוגיות לקראת ישוב תנאים נאותים לגידולם בחממה. הבחינה הראתה, שבאזורים יבשים כגון זה של באר-שבע והדומים לו, קיימת אפשרות טכנית כלכלית ליצירת תנאים נאים תים אלו.

מבוא

הנתונים המטאורולוגיים הריב-שנתיים של אזורי הארץ השונים מראים, שבאיזור באר-שבע ובדומים לו טמפרטורת האוויר הממוצעת הריב-שנתית הגבוהה ביותר, באוגוסט, היא 33.3 מ"צ, והלחות היחסית באוויר היא 34%. הכמות המרבית של אדי המים באוויר, באותו חודש, היא 11 גרם לק"ג. נתונים אלה מהווים את הבסיס לניתוח המובא להלן. בתנאים אלו, נקודת האיוון של טמפרטורת המים (טמפרטורה בגולה לחה) היא 16.5 מ"צ.

בחינת האפשרות של צינון אדיאבטי של האוויר החיצוני ביעילות מרבית, כלומר הפיכת גל החום המורגש לגל חום כמוס, מראה שבתנאי חממה המחייבים לחות יחסית שאינה מרובה מ-70% — יעוזב האוויר הנכנס כ-33.3 מ"צ ובלחות יחסית 34% עם 11 גרם מים בק"ג את מיתקן הצינון בכ-26 מ"צ, ובעת המעבר דרך הצמחים יעלו הטמפרטורה או הלחות או שתיהן. במהירות ממוצעת של 0.5 מ' לשנייה, במבנה שגובהו כ-3 מ' ובקרינה קיצית של כ-500 קק"ל למ"ר לשעה (600 וואט למ"ר) ובעצמת אור של כ-60,000 לוקס — תעלה טמפרטורת האוויר ל-30 מ"צ אף במרחק של כ-5 מ' בלבד ממיתקן הצינון (מזרון לח או מגדל ריסוס מותאם). אם אורך השורות במבנה כ-30 מ' נאלץ להזרים את האוויר במהירות של כ-3 מ' שנייה. אם לצורך זה ניעזר במפוחים — נזדקק לכ-30 קילוואט חשמל לדונם למטרה זו בלבד, כאשר הדופן הנגדי למאוררים פתוח. אם נתקין רשת

* פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1987, מס' 2035.

אפשרות של מערכת לבקרת אקלים בקיץ לגידול ירקות בחממה

(המשך מעמוד קודם)

חשמל כדי 1,000,000 קו"ש; ולפי מחיר של 0.05 דולר לקו"ש - תהיה עלות החשמל ל-20 דונם כ-50,000 דולר לשנה.

סיכום

שימוש בטכנולוגיות מתקדמות יאפשר גידול ירקות בחממות במשך כל השנה, באזורים "מדבריים", בהוצאה כספית סבירה. הניתוח מראה, שכאשר יחדת שטח החממות היא כ-20 דונם - העלות השנתית להחזר ההשקעות ולתפעול היא כ-200 אלף דולר. עלות זו מצדיקה בחינה מדוקדקת יותר של העלויות ושל האפשרויות הטכנולוגיות, כדי שיהיה אפשר לפתח שלוחה חדשה זו של ענף גידול הירקות.

הבעת תודה

תודה לזן רימון ממינהל המחקר החקלאי, על הבאת נושא הגידול בחממות מבוקרות-אקלים לתשומת לבם של החקלאים (ראה מאמרו "חממה כבית-חרושת לעגבניות מאיכות מעולה לייצוא", "השדה", ספטמבר 1987, עמ' 2436 ואילך).

A SUMMER CLIMATE CONTROL SYSTEM FOR GROWING VEGETABLES IN GREENHOUSES

N. Zamir, A. Arbel¹

The possibility was considered of adjustable systems, for summer climate control of greenhouses. For dry climates, such as in the Be'er-Sheva' region, two such systems were investigated. The "pad and fan" system had high running costs, but the hydrosolaric system gave reasonable results. With radiation of 600 Wm^{-2} (60,000 Lux) and for an internal climate of 30°C and 70% R.H. as a peak condition, this system requires only 12 Wm^{-2} of electric energy. The investment in the hydrosolaric system is approximately 60.00 NIS per m^2 in a 5000 m^2 greenhouse. This system collects all the solar energy radiated into the greenhouse and that transferred from the outside hot air through the walls, so that during the day the greenhouse is completely closed, facilitating CO_2 enrichment and insect control. This energy is trapped in a water pond that is cooled at night by the cool desert air.

¹ Department of Protected Crop Mechanization, Institute of Agricultural Engineering, Agricultural Research Organization, Bet Dagan, Israel.

המים המרבית צריכה להיות 20.5 מ"מ. אם אכן נביא בלילה ליד צינן המים ל-17 מ"מ - הרי שתחום השינוי בטמפרטורת המאגר הוא 3.5 מ"מ בלבד.

כדי לצבור 5500 קק"ל לשעה למ"ר נודק או למאגר של כ-1.6 מ"מ מים לכל מ"ר חממה, או לכ-32,000 מ"ק ליחידת חממה של 20 דונם.

אם בשעות של עומס שיא ובימי שיא נאפשר לטמפרטורה בחממה להגיע ל-30 מ"מ והלחות תישאר ברמה של 70% - אפשר להניח לטמפרטורת המים להגיע לכדי 23.5 מ"מ. צ. תחום הטמפרטורה במאגר יהיה אז כ-6.5 מ"מ, והמאגר הדרוש לכך הוא רק כ-0.85 מ"מ למ"ר.

כדי לטפל ב-700 קק"ל לשעה למ"ר בשיא חום היום, כאשר המים נמצאים במחצית הטמפרטורה היממתית שהיא כ-20 מ"מ, הצ. הטמפרטורה בחממה 30 מ"מ והלחות 70%, וטמפרטורת גולה לחה היא אפוא כ-25.5 מ"מ עם טמפרטורת טל של כ-23.5 מ"מ, תוך שימוש במגדל ריסוס מותאם, והמים שהטמפרטורה שלהם באותה שעה כ-21 מ"מ מתחממים בכל מחזור בכ-2.3 מ"מ - יידרש מיחזור של כ-300 ק"ג מים למ"ר חממה לשעה. מכיון שהלחץ הדרוש להפעלת המערכת הוא ק"ג אחד לסמ"ר ונצילות המשאבה 80% - ההספק הדרוש הוא כ-12 וואט למ"ר. לכן יידרשו ליחידה של 20 דונם כ-240 קילוואט לשם הפעלת מערכת הצינן בקרינה מלאה.

אולי יראה הניסיון, שקרינה זו רבה מדי להתפתחות הצמחים ודי במערכת קטנה יותר; אלא שאז נודק למערכת הצללה.

השקעות (בדולרים):

ל-20 דונם	לדונם	
100,000	4,500	מחליף חם
20,00		משאבה (4 יחידות)
30,000		צנרת (אספקה וניקה)
30,000		חשמל ובקרה
400,000		חממה - מבנה
50,000		רשת צל חיצונית
100,000		מאגר (17,000 מ"מ ק)
70,000		בצ"מ 10%
800,000	40,000	

הוצאות שוטפות לאנרגיה:

בהנחה, שהמערכת תפעל 200 יום בשנה 10 שעות לצינן החממה ו-10 שעות לצינן המים בלילה, סה"כ 4000 שעות - תידרש כמו