

השפעת כיסוי פוליאתילן בשתילי אבוקדו על התנאים הנויקרואקלימיים וטנפ' העלים בתנאי קרה

מבוא

כנה מכסיקנית ונטועים בתוך עציצים בנפח של ליטר. גיל הצמחים היה כ-3 שנים. בכל השלבים נמדדו טמפרטורות עלים באבוקדו באמצעות תרמוקפלים (3), הקשורים למכשיר רושם, והמדידות נערכו בפרק זמן של 24 שעות, כשמידי 15 דקות נעשה הרישום.

בשלב המדידה הראשון נבדקו שני עציצים. על כל עציץ נקבעו 5 תרמוקפלים על גבי עלים בגובה 0.7—1.0 מטר, כשהעלים מופנים לכיוונים שונים בתנוחה טבעית. סביב אחד העציצים נבנתה סוכה, אשר כוסתה בפוליאתילן שקוף, סגורה מלמעלה ומאווררת מלמטה, עד גובה של 10 ס"מ. ליד כל צמח נמדדה טמפרטורת האוויר באמצעות סוכות זעירות, המכילות תרמוקפלים ומחוברות אף הן למכשיר הרושם.

בשלב המדידה השני נערכו מדידות טמפרטורת העלים בשתילי אבוקדו צעירים, בלתי מורכבים, בגיל שנה, ובו נבדקה השפעת סגירת הכיסוי על טמפרטורת העלה. על גבי כל צמח נקבע תרמוקפל על עלה בגובה של 70—80 ס"מ, המופנה לכיוון דרום. כל שיטת סגירה נוסתה בשני צמחים.

שיטות ההגנה היו:

1. פוליאתילן ללא איורור;
2. פוליאתילן עם איורור מלמעלה;
3. פוליאתילן עם איורור מלמעלה ומלמטה;
4. ללא כל כיסוי.

בכל אחד מהטיפולים נמדדה טמפרטורת האוויר בקירבת הצמח, באמצעות תרמוקפל רושם.

בשנים האחרונות התרחבו בישראל שטחי מטעי האבוקדו. מפאת רגישותם לקרה מכוסים בעונת החורף השתילים הצעירים של האבוקדו בכיסויים פלסטיים, העשויים בדרך כלל מפוליאתילן, המעוצב בשיטות שונות.

מקובל היה לחשוב, שכיסויים אלו מגינים מתופעות טבע שונות, כגשם, ברד, רוחות וקרה. נעשו מספר עבודות על התנאים המיקרואקלימיים מתחת לכיסויים פלסטיים (2, 4). Waggoner אף סיכם את השפעת הכיסויים הפלסטיים על גידולים חקלאיים (4). בארץ לא נעשתה עד כה עבודה על תנאים מיקרואקלימיים של שתילי אבוקדו מתחת לכיסויים פלסטיים בתנאי קרה.

מאחר ומהמחקרים השונים לא הסתמנה מגמה ברורה בנוגע להשפעת כיסוי הפוליאתילן על טמפרטורת העלה וסביבתו, היתה מטרת עבודה זו לבחון האם כיסוי הפוליאתילן מונע את התקררות העלה וסביבתו באבוקדו, ואם כן מהו סדר גודל השפעתו בדרגות ההתקררות השונות.

שיטות

בעבודה, אשר חולקה לשלושה שלבים, נבדקו 3 השפעות של:

1. הכיסוי על הטמפרטורה בשתילי אבוקדו;
2. צורת סגירת הכיסוי על הטמפרטורה;
3. מהירות הרוח על הטמפרטורה.

בשלב הראשון והשלישי בוצעו סדרות המדידה בשתילי אבוקדו מהזן אטינגר, המורכבים על

המדידות המיקרואקלימיות בשטח התחנה המטאורולוגית בבית-דגן כללו: טמפרטורת ה-אוויר, לחות יחסית, מהירות רוח וכיוונה, קרינה גלובלית ומאזן הקרינה.

תוצאות

שלב א': השפעת הכיסוי על הטמפרטורה בשלב זה נבדקה השפעת כיסוי פוליאאתילן שקוף על התנאים המיקרואקלימיים וטמפרטורת העלים. טמפרטורת האוויר בסוכה המטאורולוגית בפרק המדידה נעה בין 21.5 מ"צ ביום ל-9.4 מ"צ בלילה. למרות שהטמפרטורות בלילה היו גבוהות למדי, שררו תנאי התקררות קרינתית. התנאים האקלימיים בהם נערך שלב א' מוצגים בטבלה 1.

בשלב שלישי בוצע הניסוי בארבעה עציצים — שלושה בלתי מוגנים, ואחד מוגן. על גבי כל אחד משלושת העציצים הבלתי מוגנים נבחר ענף, אשר עליו נקבעו שלושה תרמוקפלים על עלים סמוכים. הענף הנמדד בכל צמח היה מופנה לכיוון אחר. ליד כל ענף נקבע אנמומטר למדידת מהירות הרוח. מידי פעם הוגברה מהירות הרוח באופן מלאכותי, על-ידי הפעלת מאוורר שהופנה לכיוון אחד הענפים, ובו בזמן נרשמה טמפרטורת העלים של הצמחים השונים.

בשלושת שלבי המדידה נערכו מדידות מיקרו-אקלימיות בשטח הניסוי, וכל המדידות נערכו בלילות התקררות קרינתית.

טבלה 1. נתונים אקלימיים בתחנה המטאורולוגית בבית-דגן (24—25.11.71)

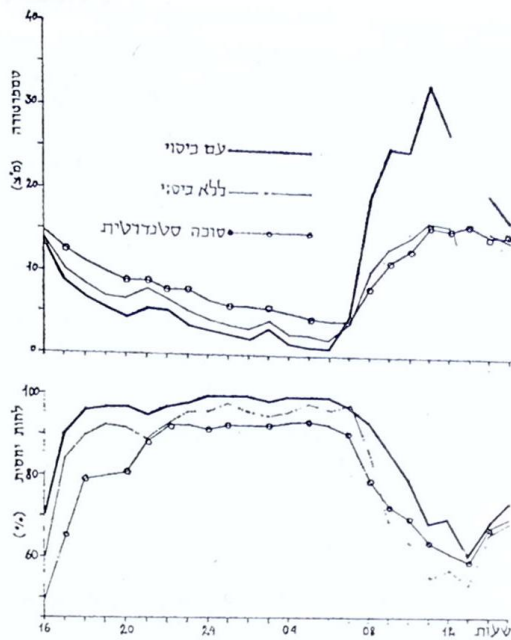
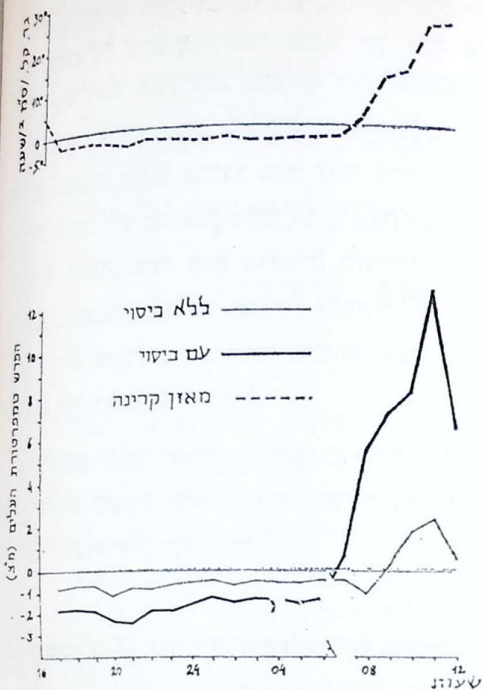
זמן	אלמנט אקלימי	טמפרטורה מ"צ	לחות יחסית (%)	מהירות הרוח (מ/שני')	קרינה גלובלית (גר. קל./ס"מ ² /סה"כ)	מאזן קרינה (גר. קל./ס"מ ² /סה"כ)
לילה	מינימום	9.4	64	0	0	-42
	מכסימום סה"כ	17.7	94	2.4		
יום	מינימום	9.4	59	1.2	213	106
	מכסימום סה"כ	21.5	91	2.0		

שרטוט 2 מציג את מהלך טמפרטורות העלים בשתיל אבוקדו עם כיסוי וללא כיסוי. בלילה קיימים הבדלים קטנים קבועים למדי, כשטמפרטורת העלה מתחת לכיסוי נמוכה מזו של הצמח ללא כיסוי ב-1.0—2.0 מ"צ. המצב הפוך ביום, כשטמפרטורת העלה מתחת לכיסוי ב-6.0—13.0 מ"צ גבוה מזו של הצמח הגלוי.

מהלך מאזן הקרינה מוצג בשרטוט 3. בולטת התאמה טובה בין מהלך מאזן הקרינה לבין מהלך הפרש טמפרטורת העלים, בשני הטיפולים בהש-וואה לטמפרטורת האוויר בחוץ.

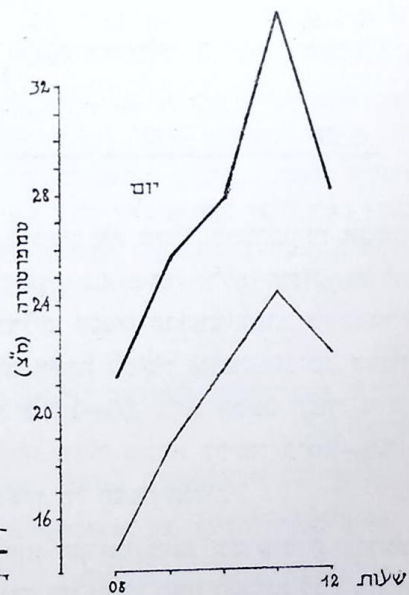
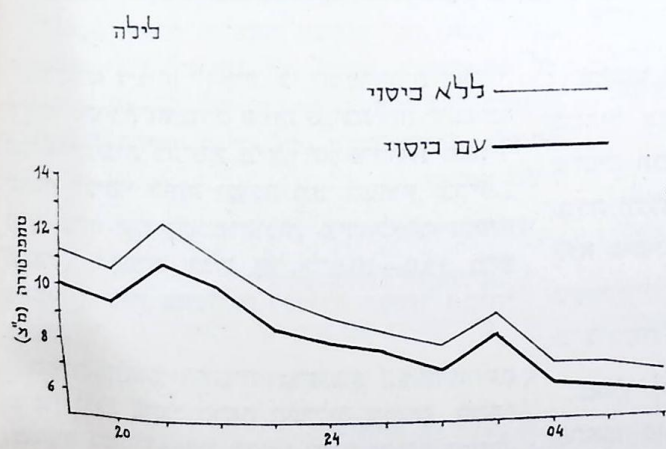
משרטוט 1 ניתן לראות, כי טמפרטורת האוויר בלילה בקרבת הצמחים היתה נמוכה מזו שבסוכה המטאורולוגית בכ-2.0 מ"צ, וטמפרטורת האוויר מתחת לכיסוי היתה נמוכה מזו שבחוץ, בכ-1.0 מ"צ. ביום עלו הטמפרטורות מיד לאחר זריחת השמש, וההפרש הגיע עד ל-10.0—13.0 מ"צ בשעות החמות, בהשוואה לסביבת הגידול הבלתי מכוסה.

מהלך הלחות היחסית בסביבת הצמחים עם כיסוי וללא כיסוי מראה הבדלים קטנים, המתבטאים בכ-5%—7% בתנאי לחות יחסית גבוהה. בשעות היום היתה הלחות היחסית מתחת לכיסוי גבוהה בכ-15%—20% בהשוואה לחוץ.



שרטוט 3. הפרשי טמפ' העלים באבוקדו מטמפ' האוויר ומאזן הקרינה (בית-דגן, 24—25.11.71)

שרטוט 1. מהלך הטמפ' והלחות היחסית באוויר בקרבת הצמחים (בית-דגן, 24—25.11.71)



שרטוט 2. מהלך טמפ' העלים בשתילי אבוקדו מתחת לכיסוי וללא כיסוי (בית-דגן, 24—25.11.71)

שלב ב': השפעת צורת סגירת הכיסוי על הטמפרטורה

התנאים האקלימיים, בהם נערך הניסוי, מוצגים בטבלה 2.

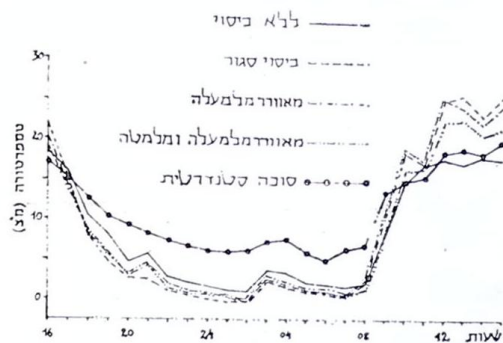
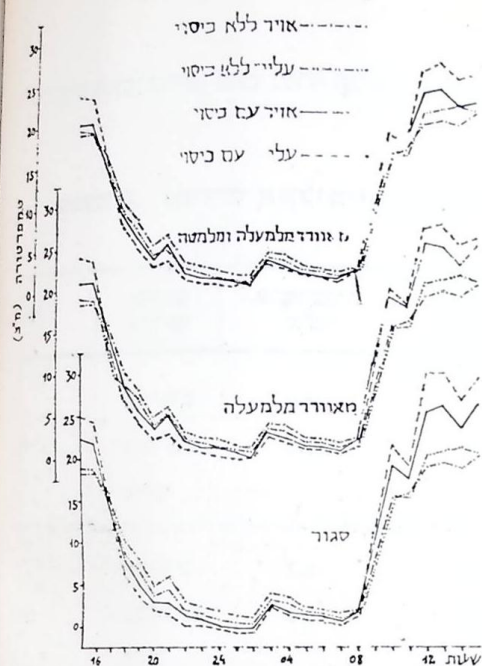
טבלה 2. נתונים אקלימיים בתחנה המטאורולוגית בבית-דגן (10.1.72—9)

זמן	אלמנט אקלימי	טמפרטורה מ"צ	לחות יחסית (%)	מהירות הרוח (מ"/שני')	קרינה גלובלית (גר. קל./ס"מ ² / סה"כ)	מאזן קרינה (גר. קל./ס"מ ² / סה"כ)
לילה	מינימום	5.0	41	1.2	0	-47
	מכסימום	15.2	75	2.8		
	סה"כ					
יום	מינימום	6.2	34	2.8	258	127
	מכסימום	18.0	76	4.8		
	סה"כ					

שרטוט 6 מציג השוואה בין טמפרטורת העלים של הטיפולים השונים. בלילה ירדה טמפרטורת העלים מתחת לכיסוי הפוליאטילן עד למינוס 0.8 מ"צ, כשהכיסוי היה סגור וללא איורור. בעלים, בהם היה הכיסוי פתוח מלמעלה, ירדה הטמפרטורה למינוס 0.4 מ"צ. בקבוצה, אשר בה היה הכיסוי פתוח מלמעלה ומלמטה, ירדה הטמפרטורה עד למינוס 0.1 מ"צ. בשלושת הקבוצות, אשר היו מתחת לכיסוי, ירדה טמפרטורת העלים מתחת ל-0.0 מ"צ, בעוד שטמפרטורת העלים בחוץ לא ירדה מתחת ל-0.4 מ"צ. ביום, כשטמפרטורת העלה גבוהה מהסביבה ב-2.0—5.0 מ"צ, ההבדלים בטמפרטורות העלים בין הקבוצות השונות גדולים מאד. טמפרטורת העלים מתחת לכיסוי הסגור היתה גבוהה ב-6.0—10.0 מ"צ, בהשוואה לזו של העלים ללא כיסוי, והגיעה עד 30.0 מ"צ, בעוד שזו של העלים המאווררים מלמעלה הגיעה ל-27.0 מ"צ, וזו של העלים המאווררים מלמעלה ומלמטה — ל-26.0 מ"צ.

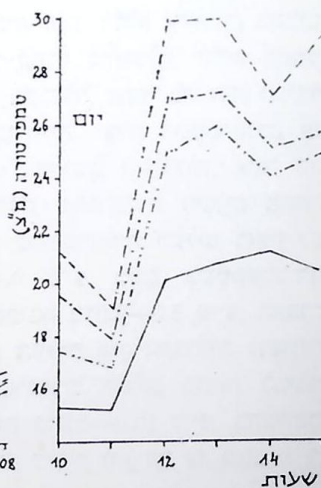
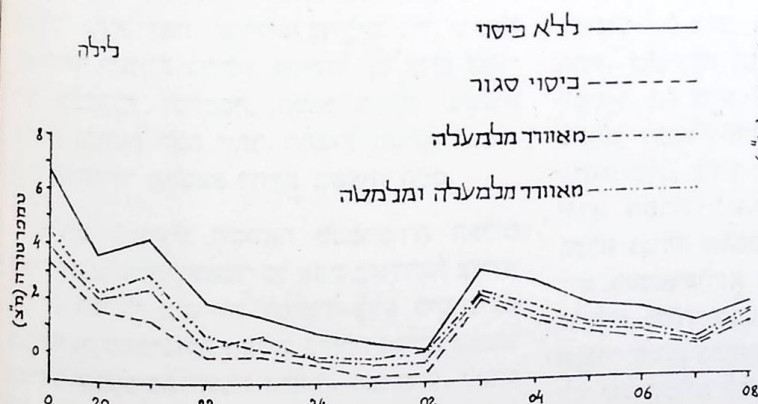
שרטוט 4 מציג השוואת טמפרטורת האוויר בסביבת השתילים מתחת לכיסוי ללא איורור, עם איורור חלקי וללא כיסוי. משרטוט זה ניתן לראות, כי טמפרטורות האוויר מתחת לכיסוי לכל צורותיו היו נמוכות בהשוואה לטמפרטורות האוויר בחוץ, ואין הבדלים גדולים בין שיטות האיורור השונות בלילה. בטיפול, בו קיים איורור מלמעלה ומלמטה, הטמפרטורות בשעות הלילה גבוהות קצת יותר. ההבדל העיקרי בשיטות האיורור מתבטא דווקא בשעות היום.

שרטוט 5 מציג השוואת טמפרטורת העלים בארבעה טיפולים, כאשר כל אחת משלושת צורות סגירת הכיסוי מושווית לטיפול ללא כיסוי. גם בניסוי זה טמפרטורת העלים בלילה נמוכה מטמפרטורת האוויר שבסביבת הצמח ב-1.0—2.0 מ"צ. לאחר זריחת השמש חלה עלייה תלולה בטמפרטורת האוויר והעלים. עליית טמפרטורת העלים גדולה יותר וההפרש בין העלה לסביבתו גדול ובלתי אחיד. זאת ניתן לראות בכל הטיפולים.



שרטוט 5. מהלך יומי של טמפ' האוויר וטמפ' העלים באבוקדו, בסגירות שונות של כיסוי וללא כיסוי (בית-דגן, 9-10.1.72)

שרטוט 4. מהלך טמפ' האוויר בסגירות שונות של כיסוי וללא כיסוי (בית-דגן, 9-10.1.72)



שרטוט 6. טמפ' העלים באבוקדו בסגירות שונות של כיסוי וללא כיסוי (בית-דגן, 9-10.1.72)

התנאים האקלימיים, בהם נערך הניסוי, מוצגים בטבלה 3.

טבלה 3. נתונים אקלימיים בתחנה המטאורולוגית בבית-דגן (ליל ה-3.12.71)

זמן	אלמנט אקלימי	טמפרטורה מ"צ	לחות יחסית (%)	מהירות הרוח (מ"/שני')	מאזן קרינה (גר. קל. /ס"מ ² /ס"ש)
	מינימום	11.0	76	1.2	
לילה	מכסימום	20.7	96	3.2	
	סה"כ				

—46

לכיסוי. במקרה כזה גוברת בהרבה סכנת הקרה מתחת לכיסוי. ניתן להפחית את הסכנה על-ידי פתיחת הכיסוי. ככל שגדלה פתיחת הכיסוי קטן ההפרש בטמפרטורות מתחת לכיסוי בהשוואה לחוץ.

במחקרים שבוצעו בחו"ל לא נתקבלה מגמה ברורה בקשר להשפעת כיסויים פלסטיים על משטר הטמפרטורות. לדוגמה, פרסם Cekleev (1968), כי הטמפרטורות בבתי גידול פלסטיים עלו בימים בהירים ב-15.0 מ"צ במוצע, אך בלילה כמעט לא נמצא הבדל בהשוואה לחוץ. גם Basso (1967), אשר מדד טמפרטורות אוויר במנהרות פלסטיות, לא מצא מגמה אחידה בהש-וואת משטר הטמפרטורות מתחת לכיסוי ומחוצה לו.

סביר להניח, כי הבדלי טמפרטורות מתחת לכיסוי פוליאטילן ומחוצה לו משתנים בתנאי מזג אוויר שונים (מעונן, מעונן חלקי ובהיר). מאחר ונזקי קרה בישראל נגרמים לרוב כתוצאה מהתקררות קרינתית, הדבר החשוב ביותר הוא כיצד מתבטאים ההבדלים דווקא בתנאים כאלו.

מהניסויים שהתבצעו בעונה זו נראה, כי בתנאים אלו טמפרטורות המינימום מתחת לכיסוי נמוכות יותר וגודל ההבדל תלוי בתנועת האוויר בחוץ.

ההנחה, שעירבול האוויר הוא הגורם העיקרי במגיעת התקררות, הוכחה בניסוי זה (שרטוט 7).

תפקיד הרוח הוא נכבד בקביעת ההבדל בטמפרטורות העלים בלילה בין צמחים מוגנים ובלתי מוגנים. בליל חורף בו שוררים תנאי התקררות קרינתית אין נושבות רוחות ממש, אך קיימות זרימות אוויר.

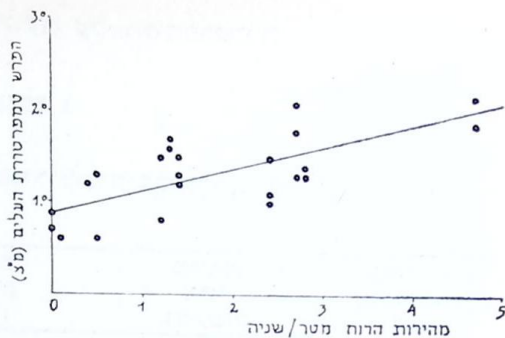
בשעת הניסוי, כאשר הוגברה זרימת האוויר בסביבת העלים, נגרמה עלייה בטמפרטורת העלים (שרטוט 7). ההפרש הטבעי בין טמפרטורת העלה בחוץ לזו שמתחת לכיסוי היה כ-1.0 מ"צ, כש-מהירות הרוח היתה נמוכה מ-1.0 מטר לשניה. עם הגברת מהירות הרוח עד 4.7 מטר לשניה חלה עלייה נוספת של 1.0—1.5 מ"צ ($r = 0.73$, $n = 26$, מובהק ב-1%).

דיון

בשתיל אבוקדו מתחת לכיסוי פוליאטילן נגרם שינוי ניכר במיקרואקלים של סביבת הצמח ובטמפרטורת העלים. במדידות שבוצעו בשלושה לילות, מתקבלת מגמה ברורה ודומה. בלילות התקררות קרינתית טמפרטורת האוויר מתחת לכיסוי היא בכ-1.0—2.0 מ"צ נמוכה מזו של האוויר בחוץ, וטמפרטורת העלים נמוכה ב-1.0 מ"צ נוספת. מכאן נראה, כי במקרים בהם יורדת הטמפרטורה לערכים נמוכים, אך אינה מגיעה ל-0.0 מ"צ, לא קיימת סכנה רצינית של קרה בשתילי האבוקדו הצעירים. במקרים, בהם טמפרטורת הלילה יורדת ל-0.0 מ"צ, עלולה לחול ירידה ב-3.0 מ"צ נוספות בטמפרטורת העלה מתחת

'chasselas dore' e per ritardare la raccolta della regina", l'Agricoltura Italiana, A LXVII, pp. 260-272. Italiane.

2. Cekleev, G. 1968 — "A study of temperature régime in polythene green-houses". Grad. Lozar. Nauka., 4 (7) pp. 75-89. Bulgarian.
3. J. Lomas, E. Schlesinger and A. Israeli, 1971 — "Leaf temperature measurement techniques". "Boundary-Layer Meteorology" 1, pp. 458-465. Holland.
4. Waggoner, P. E., 1958 — "Protecting plants from the cold, The principles and benefits of plastic shelters". Conn. Agric. Expl. station. Bull. No. 614, pp. 1-36.



שרטוט 7. השפעת מהירות הרוח על עליית טמפרטורת העלים באבוקדו ($2-3.12.71$)

נראה, כי באיזור בו נושבות בשעות הלילה רוחות (בחוף הכרמל, בבקעת הירדן ובתצורות טופוגרפיות מסויימות באיזור החוף ובעמקים הפנימיים), עלול הכיסוי להוריד את טמפרטורות האוויר מסביב לצמח ב- $3.0-5.0$ מ"צ ואף יותר. באזורים מישוריים, ההשפעה השלילית של הכיסוי קטנה בהרבה ומתבטאת ב- $1.0-3.0$ מ"צ בלבד. ביום המצב הפוך: הטמפרטורות מתחת לכיסוי עולות במהירות ומגיעות ל- $10.0-14.0$ מ"צ מעל טמפרטורת האוויר בחוץ. כיסויים פתוחים באופן חלקי גורמים לעלייה מוגבלת יותר בטמפרטורה. כתוצאה מכיסוי שתילי האבוקדו בפוליאיתילן יורדות טמפרטורות העלה בלילה מתחת לכיסוי ב- $2.0-3.0$ מ"צ, בהשוואה עם טמפרטורה חיצונית. ירידה זו עלולה להיות קריטית — כאשר טמפרטורת האוויר בחוץ קרובה ל- 0.0 מ"צ. עוצמת ירידת הטמפרטורה תהיה תלויה בתהליך ההתקררות הקרינתית וברוחות הנושבות בשעות הלילה.

נראה, כי ככל שעוצמת הרוח עולה גדל ההפרש בין טמפרטורת האוויר והטמפרטורת מתחת לכיסוי. ניתן לסכם מעל לכל ספק, כי אין כיסוי הפוליאתילן מגן על שתילי האבוקדו מזנזי צינון וקרה. הבעת תודה: המחברים מודים למר ע. לובינסקי על עזרתו הרבה בביצוע המדידות.

ספרות

1. Basso, M. 1967 — "Prove comparative di copertura con PVC e con polietene per anticipare la maturazione della



בנוטע נשיר
ובכרם

גרבי: - באגסים ותפוחי-עץ
- ספרופסיס: - בתפוחי-עץ
- בוטריטיס: - בכרם

★ Registered Trademark of
E. I. Du Pont de Nemours & Co. (Inc)

אחים מילצ'ן בע"מ • המחלקה החקלאית

סטודיו ניר • אירון בע"מ