

2001-2003

תקופת המחקר:

402-0296-03

קוד מחקר:

Subject: EVALUATION OF MEANS FOR QUALITY IMPROVEMENT IN BURCH TOMATOES

Principal investigator: LICHTER AMNON

Cooperative investigator: MEIR SHIMON, ETAN PRESSMAN, ORIT DVIR, ELAZAR FALLIK

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O)

שם המחקר: בחינת אמצעים לשיפור איכות עגבניות אשכול

חוקר ראשי: אמנון ליכטר

חוקרים שותפים: שמעון מאיר, איתן פרסמן, אורית דביר, אלעזר פליק ..

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50250

תקציר

המגבלה העיקרית להתפתחות ענף עגבניות האשכול נבעה מכושר האחסון הירוד של האשכול הסובל מנשר, התייבשות עלי הגביע ושידרת האשכול ורקבונות. כתוצאה מכך, עגבניות צירי באשכולות הובלו באוויר על גבול הרווחיות. התכנית עסקה בחקר הסיבות לירידה באיכות האשכול ופיתוח אמצעים למניעת התופעות הלא רצויות. הממצאים מעידים על כך שבלחות יחסית של 85% האשכול מאבד תוך שבועיים כ-4-5% ממשקלו בעוד שבלחות של 95% איבוד המשקל עומד על כ-1-2%. מבדיקות המשקל היבש של השידרה עולה שבלחות הנמוכה אחוז המשקל היבש בתום אחסון של שבועיים עומד על 70% לעומת כ-20-30% בלחות גבוהה. תופעת הנשירה בעגבניות אשכול נחקרה ביסודיות. הממצאים מעידים על שני אתרי נשירה: נשירה מאזור הניתוק במרכז העוקץ ונשירה מקצה העוקץ. מהלך הנשירה העונתי לאחר אחסון של כשבועיים ב-12 מ"צ בון 819 מעיד על כך שבחודשי החורף עיקר הנשירה היא ממרכז העוקץ בעוד שבחודשי האביב והקיץ המגמה היא של נשירה מקצה העוקץ. ההורמון אתילן ידוע כמעודד נשירה בצמחים. הוברר שנדרשו ריכוזים גבוהים שלו לאינדוקציה של נשירה ובמקביל נמצא שההורמון מתיל ג'יסמונאט הגורם ליצירת אתילן אנדוגני, הוא משרן יעיל של הנשירה. עיכוב פעולת אתילן על ידי התכשיר הגזי 1-MCP מנע באופן מובהק את נשירת מרכז העוקץ של הזן 819. בסיכום של 8 ניסויים ממוצע הנשירה בביקורת עמד על כ-40% לאחר שבועיים של אחסון לעומת 9% לאחר טיפול במעכב. אמנם מניעת הנשירה היא זמנית אך היא מאפשרת להאריך את חיי המדף של עגבניות צירי באשכולות למשך כשבוע נוסף ועל ידי כך מתאפשרת הובלה ימית בטוחה של המוצר. 1-MCP עיכב באופן חיובי גם את התפתחות צבע בפרי בדרגות ביניים של הבשלה אך מנע התפתחות צבע בפרי ירוק. אנליזת ביטוי של 6 גנים ממשפחת הצלולזות של עגבנייה באמצעות Real time PCR הראתה ש-3 גנים עשויים להיות מעורבים ישירות בנשירה במהלך האחסון מבחינת תזמון ומיקום הביטוי שלהם. מכלול התוצאות הנ"ל ותוצאות אחרות שהושגו במהלך המחקר מקדם באופן משמעותי את היישום של פתרונות לעגבניות צירי באשכולות ואת ההבנה הבסיסית של התהליכים הגורמים לירידת איכות המוצר לאחר הקטיף.

מינהל המחקר החקלאי

המכון לטכנולוגיה ואחסון של תוצרת חקלאית

המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף

ARO

Institute of Technology and Storage of Agricultural Products

Department of Postharvest Science of Fresh Produce

בחינת אמצעים לשיפור איכות עגבניות אשכול ליצוא לאחר הקטיף

Evaluation of means for quality improvement of bunch tomatoes

דו"ח מסכם

תכנית מס' 402-0296-01

מאת:

ליכטר אמנון, דביר ואורית, שמעון מאיר, אלעזר פליק, איתן פרסמן¹, יורם פוקס
ודלילה בנו-מועלם

Amnon Lichter, Orit Dvir, Shimon Meir, Elazar Fallik, Pressman Eitan, Yoram Fuchs
and Delila Beno-Mualem

דו"ח לתכנית מחקר מספר 402-0296-01

בחנית אמצעים לשיפור איכות עגבניות אשכול ליצוא לאחר הקטיפ

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף ירקות

אמנון ליכטר*, אורית דביר, שמעון מאיר, אלעזר פליק, איתן פרסמן¹, יורם פוקס
ודלילה בנו-מועלם

המחלקה לחקר תוצרת חקלאית טרייה לאחר הקטיפ, המחלקה לירקות, מינהל המחקר
החקלאי,

בית דגן

Amnon Lichter, Orit Dvir, Elazar Fallik,

Department of Postharvest Science of Fresh Produce and ¹Department of vegetables,

ARO, The Volcani Center,

*Email: vtlicht@volcani.agri.gov.il

האם הנך מאשר את ציון הפסקה הבאה בדף הפתיחה לדו"ח כולא מחק את המיותר*
הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר

תקציר

המגבלה העיקרית להתפתחות ענף עגבניות האשכול נבעה מכושר האחסון הירוד של האשכול הסובל מנשר, התייבשות עלי הגביע ושידרת האשכול ורקבונות. כתוצאה מכך, עגבניות צ'רי באשכולות הובלו באוויר על גבול הרווחיות. התכנית עסקה בחקר הסיבות לירידה באיכות האשכול ופיתוח אמצעים למניעת התופעות הלא רצויות. הממצאים מעידים על כך שבלחות יחסית של 85% האשכול מאבד תוך שבועיים כ-4-5% ממשקלו בעוד שבלחות של 95% איבוד המשקל עומד על כ-2-1%. מבדיקות המשקל היבש של השידרה עולה שבלחות הנמוכה אחוז המשקל היבש בתום אחסון של שבועיים עומד על 70% לעומת כ-20-30% בלחות גבוהה. תופעת הנשירה בעגבניות אשכול נחקרה ביסודיות. הממצאים מעידים על שני אתרי נשירה: נשירה מאזור הניתוק במרכז העוקץ ונשירה מקצה העוקץ. מהלך הנשירה העונתי לאחר אחסון של כשבועיים ב-12 מ"צ בזן 819 מעיד על כך שבתודשי החורף עיקר הנשירה היא ממרכז העוקץ בעוד שבחודשי האביב והקיץ המגמה היא של נשירה מקצה העוקץ. ההורמון אתילן ידוע כמעודד נשירה בצמחים. הוברר שנדרשו ריכוזים גבוהים שלו לאינדוקציה של נשירה ובמקביל נמצא שההורמון מתיל גיסמונאט הגורם ליצירת אתילן אנדוגני, הוא משרן יעיל של הנשירה. עיכוב פעולת אתילן על ידי התכשיר הגזי 1-MCP מנע באופן מובהק את נשירת מרכז העוקץ של הזן 819. בסיכום של 8 ניסויים ממוצע הנשירה בביקורת עמד על כ-40% לאחר שבועיים של אחסון לעומת 9% לאחר טיפול במעכב. אמנם מניעת הנשירה היא זמנית אך היא מאפשרת להאריך את

חיי המדף של עגבניות צירי באשכולות למשך כשבוע נוסף ועל ידי כך מתאפשרת הובלה ימית בטוחה של המוצר. 1-MCP עיכב באופן חיובי גם את התפתחות צבע בפרי בדרגות ביניים של הבשלה אך מנע התפתחות צבע בפרי ירוק. אנליזת ביטוי של 6 גנים ממשפחת הצלולוזת של עגבנייה באמצעות Real time PCR הראתה ש-3 גנים עשויים להיות מעורבים ישירות בנשירה במהלך האחסון מבחינת תזמון ומיקום הביטוי שלהם. מכלול התוצאות הנ"ל ותוצאות אחרות שהושגו במהלך המחקר מקדם באופן משמעותי את היישום של פתרונות לעגבניות צירי באשכולות ואת ההבנה הבסיסית של התהליכים הגורמים לירידת איכות המוצר לאחר הקטיף.

רשימת פרסומים

Beno-Moualem, D., Gusev, L., Dvir, O., Pesis, E., Meir, S., and Lichter, A. (2004). The effects of ethylene, methyl-jasmonate and 1-MCP on abscission of cherry tomatoes from the bunch and expression of endo-1,4- β -glucanases. *Plant Science. In Press.*

תוכן העניינים:

1. השפעת לחות מבוקרת על איכות עגבניות צירי באשכולות
2. אפיון פתוגנים המתפתחים על האשכול
3. השפעת טיפולים לפני הקטיף בחומרי צמיחה על איכות עגבניות אשכול
4. עיכוב הנשירה באמצעות 1-MCP
5. מהלך הנשירה העונתי והשפעת 1-MCP על אתר הנשירה
6. השוואה של זני עגבניות צירי באשכולות
7. חקר ביטוי צלולאזות של עגבנייה במהלך האחסון בהשראת אתילן, מיל ג'סמונאט ו-1-MCP

1. אחסון אשכולות בלחות מבוקרת

מבוא: בניגוד לעגבניות בודדות, עגבניות באשכולות רגישות יותר ללחות הסביבה עקב שטח הפנים הגדול של הרקמה הוגטיבית העשירה בפתחים טבעיים. לכן, נראה שבמוצר זה יש להקפיד יותר על לחות הסביבה.

מטרה: לבחון השפעת אחסון בלחות מבוקרת על איכות עגבניות אשכול.

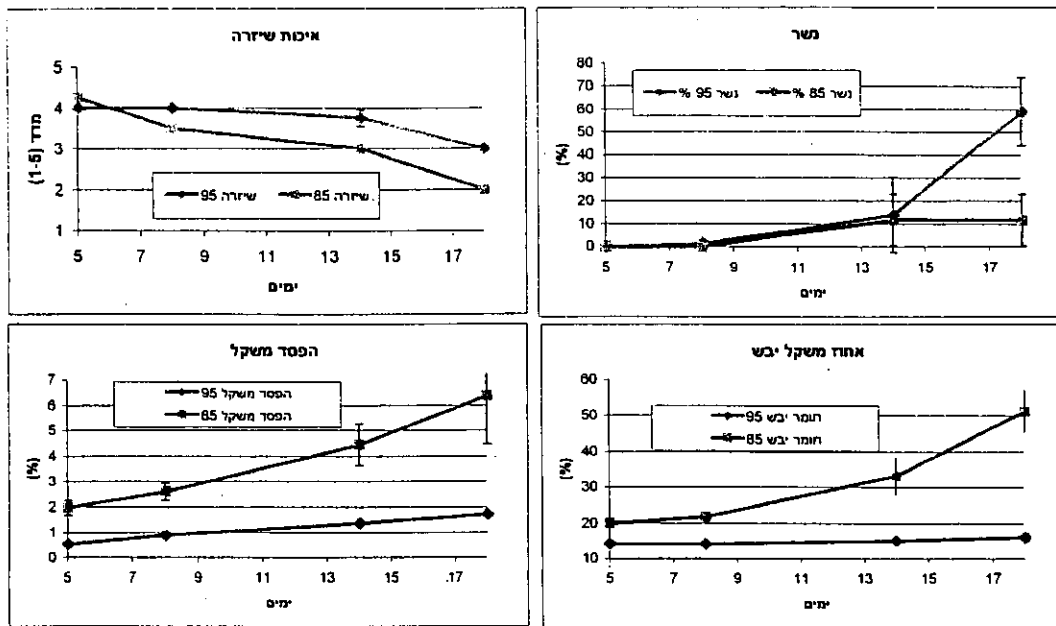
שיטות: תוספת לחות בקירור התבצעה על ידי מתנד אולטראסוני מבוקר על ידי חיישן לחות רוטרוניקס (חברת מדיד) והבקר קובע ללחות של 95%. נעשה גם שימוש מוגבל במערכת בקרת לחות של חברת אופטיגייד המבוססת על שבירת טיפול בלחץ אוויר. שאר תנאי הקירור נבחרו על פי הלחות היחסית שנמדדה באמצעות החיישנים בחדרים השונים.

בדיקות האיכות כללו: הפסד משקל באריזה ומשקל יבש של השידרות. הנשר נבדק על ידי ניעור קל של האשכולות וספירת הנשר לכל נספק. בדיקות חומציות ותכולת מוצקים מסיסים נעשתה

מדגימות של 10 פירות שהוקפאו ב- 20°C . נתוני החומציות מובאים כאחוזי חומצה ציטרית בפרי. איכות השידרות נקבעה על פי מדד של 1 (גרוע- השידרות יבשות והצבע הירוק מקבל גוון אפור-חום) ל-5, איכות קטיפ (שידרות בשרניות וירוקות, עלי גביע פתוחים ובטורגור מלא). מוצקות הפירות נבדקה באמצעות מכשיר בדיקת לחץ דיגיטלי אך התוצאות שהתקבלו באמצעות מכשיר זה אינן אמינות.

תוצאות: בניסוי שנערך על הזן קונצ'יטה מקדש ברנע מסוכמות התוצאות של איכות השידרה, נשר, הפסד משקל באריזות של 400 גר' (נספקים) ואחוז משקל יבש של השידרות. הפרי הוחזק ב-12 מ"צ בלחות של 95% או בלחות של 85%. התוצאות באיור 1 מראות שאיכות השידרה לאחר 5 ימים מהקטיפ עמדה על מדד של 4 מתוך 5 והאיכות נשמרה ברמה זו למשך 14 יום באחסון בלחות יחסית של 95%. לאחר 18 יום באחסון איכות השידרה ירדה לרמה של 3. לעומת זאת, ב-85% בלחות הייתה ירידה במדד איכות השידרה לרמה של 3 אחר 14 יום ולרמה של 2 לאחר 18 יום. לאחר 14 יום באחסון הנשר הגיע לרמה של כ-10 אחוז בשני תנאי הלחות אך הייתה שונות משמעותית בין החזרות. לעומת זאת, לאחר 18 יום באחסון הפרי שאוחסן ב-95% בלחות סבל מנשר של כ-60% והוא נשאר ברמה של 10% בלחות הנמוכה. הפסד המשקל באריזות בלחות של 85% היה בקצב עולה והגיע לרמה של מעל 6% לאחר 18 יום לעומת קצב קבוע בלחות של 95% שלא עבר 2% איבוד משקל. אחוז החומר היבש בשידרות מאשכולות שנשמרו בלחות של 95% היה נמוך מ-20% לעומת כ-50% חומר יבש בלחות הנמוכה.

יש לציין שנערכו למעלה מ-5 ניסויים במתכונת דומה. התוצאות מניסויים אלו המתוארים בדוח I של התכנית מאשרים את מרבית התוצאות המתוארות בניסוי זה בהסתייגויות הבאות: א. לא מיד ההבדלים באיכות השידרה באים לידי ביטוי כה משמעותי ובמרבית המקרים ההבדל מתבטא בחצי יחידת מדד. ב. במספר ניסויים לא נראה הבדל משמעותי בין הנשר ב-85% לבין הנשר ב-95% ולעיתים אף יש תוצאות הפוכות. כפי שניתן להבין מהתוצאות המוצגות כאן, זה יכול להיות עניין של תזמון הבדיקה, שלא תמיד מכסה את כל המועדים. ג. השפעת הלחות היחסית על איבוד המשקל באריזה היא תופעה קבועה ובמספר ניסויים, אחוז הפסד המשקל בלחות הנמוכה היה בין 4 ל-5%. ד. עיקר הפסד המשקל התבטא בחומר היבש השידרות אך במספר ניסויים הערכים עמדו על כ-25-30% חומר יבש בלחות הגבוהה ו-60-70% בלחות הנמוכה. כמו כן, יש לציין שתרומת חיי המדף בלחות נמוכה או גבוהה הייתה שולית יחסית למדדים הפיזיקליים אך במרבית הניסויים הם גרמו לירידה משמעותית במדד רענונות השידרה ולהפחתת ההבדלים בין הלחות הנמוכה ללחות הגבוהה. כמו כן, הזן קונצ'יטה שהיה בד"כ בעל מראה תזותי יפה יותר מהזן 819 בקטיפ, נטה לאבד יותר מים מהשידרה בהשוואה לזן 819, ככל הנראה כתוצאה מהבדלים בעובי השידרות.



איור 1: אחסון עגבניות צירי באשכולות מהזן קונצייטה בלחות יחסית של 85 ו-95% ב-12 מ"צ ובדיקות הפרי לאחר 5, 8, 14 ו-18 יום.

דיון ומסקנות:

1. אחוז המשקל יבש של השידרות והפסד המשקל הכללי של האריזות הם שני ערכים משלימים ותואמים מבחינת המגמות שלהם. נראה שעיקר ההתייבשות התרחשה במהלך האחסון בקירור בפרופורציה למשך זמן האחסון ועיקר הפסד המשקל של הפרי נובע מאיבוד מים של דרך השיזרה. התמונה הכללית היא שבתנאי לחות נמוכה השידרה נפגעת באופן משמעותי עקב איבוד מים מסיבי.

2. מתנד אולטראסוני הוא הפתרון המתאים ביותר לתוספת לחות לחדרי קירור קטנים. בחדרי קירור גדולים, מערכות המבוססות על שבירת הטיפה בלחץ אוויר או אמצעים דומים, עשויות לספק תשובה בתנאי שאין מצב של הרטבת הפרי. איכות הבקרים היא קריטית בלחות גבוהה ואין להתפשר על נושא זה.

3. הנשר המוגבר בלחות גבוהה אינו תופעה קבועה, אך יתכן שהתופעה קשורה לאתר הנשירה כפי שיוסבר בהמשך ויתכן שיש פתרונות לבעיה על ידי כיכוב פעולת אתילן.

4. אחת התצפיות המעניינות שפתחה חלון למחקרים נוספים הייתה שעיקר הנשירה בלחות גבוהה מתרחשת במפרק הניתוק של העוקץ בדרך העוקץ ולא ברקמת הניתוק הצמודה לפרי. אחד ההסברים האפשריים לתופעה זו הוא שבתנאי יובש השנצים שבין הפרי לרקמת העוקץ גדלים, צינורות ההובלה מתייבשים, והם נוטים להישבר כאשר האשכול מטולטל. בתנאי לחות מוגברים, רקמה זו נשארת לחה וגמישה ופחות שבירה. לעומת זאת רקמת הברך פחות רגישה להתייבשות ובתנאים של לחות מוגברת יש פעילות אנזימטית מוגברת הגורמת להיווצרות רקמת הניתוק.

5. במצבים של הפרשי לחות גדולים בתנאי האחסון היו הבדלים משכנעים ברעננות החזותית של השידרות התואמים את ההפרשים באחוזי המשקל היבש. למרות זאת, בניסויים אחרים היה הבדל קטן יחסית באיכות השידרות בהשוואה להבדל גדול באחוז המשקל היבש או שלא היה הבדל חזותי בין טיפולים שבהם אחוז המשקל היבש הכפיל את עצמו. אחת הסיבות לכך היא

שינוי הצבע המועט של השידרות במהלך האחסון והמורכבות הגיאומטרית היחסית של האובייקט. העין מתקשה לעשות אינטגרציה של הבדלים קטנים אך משמעותיים בעובי השידרות. עוד סיבה לקושי במבחן החזותי הוא היחסיות שלו. בימי בדיקה שונים נקודת הייחוס יכול להיות שונה ולכן לא רצוי להשוות בין תוצאות מוחלטות של ניסויים שונים וימי בדיקה שונים (הוצאה מקירור ולאחר חיי מדף).

2. אפיון פתוגנים המתפתחים על האשכול

מבוא: אחת השאלות המדאיות בהקשר של אחסון עגבניות אשכול בלחות מוגברת היא התפתחות של פטריות על השידרה. הדיעה הרווחת בקרב המומחים היא שהפטרייה בוטריטיס היא הפתוגן העיקרי התוקף את שיזרת האשכול. למרות זאת, ב ניסויים רבים שנערכו היו רק מקריים בודדים של התפתחות פטריות על השיזרות.

מטרה: לאפיין את הפתוגנים המתפתחים על השיזרה.

תוצאות: באחד מהמקרים בהם התפתחו רקבונות שיזרה, פרי מהזן קונצ'יטה (עין ירב, 25.12.01) אוחסן בלחות גבוהה והתפתחו על האשכול תפטיר אווירני שטחי עם הנבגה. שנראה במבט חיצוני כבוטריטיס. כאשר בוצעו בידודים מתפטיר זה למצע גידול, הופיע על מצע הגידול תפטיר ונבגים אופייניים לפניציליום. מחשש לזיהום, בוצע בידוד נוסף של התפטיר מאשכולות נגועים וגם בבידוד זה אפשר היה לזהות נגיעות בפניציליום. בהדבקה יזומה של אשכולות עגבניות עם תבדיל הפניציליום הנ"ל, ניתן היה לשחזר את הסימפטומים המקוריים. על כן, הוסק שפטריית הפניציליום אחראית לפחות על חלק מהסימפטומים שיוחסו בעבר לבוטריטיס. תבדיל העגבניות של פניציליום נשלח לזיהוי מורפוטקסונומי באנגליה (Dr. Z. Laurence, CABI) ועל פי הממצאים הוברר שמדובר בפטרייה מהסוג *Penicillium olsonii*. על פי המדריך הטקסונומי לפניציליום, מדובר במין לא שכיח השוכן בקרקעות ובמים. על פי דיווח מדרי' לורנס, מדובר במין נפוץ בעגבניות אך למרות זאת, הדיווח היחיד בספרות על פטרייה זו כגורם מחלה בצמחים מתייחס לאקליפטוס. תופעה זו הופיעה בעוצמה רבה במשלוחי פרי מהערבה בחורף 2004 ועל פי בידודים חוזרים שנערכו הוברר שאכן מדובר גם במקרה זה בנגיעות בפניציליום ולא בבוטריטיס כפי שנחשד תחילה. בניסוי על פרי מהזן 1335 שהובא מעין ירב ב-4.5.04 נמצאה רמה של כ-27% אשכולות נגועים בפניציליום על השיזרות של פרי שנקטף בשלב הבשלה של 7 עד 9 לעומת שיזרות של פרי בדרגה 9-11 שלא היו נגועות. לאחר כחודש אחסון בודדו פי שנים נבגים מאשכולות צעירים בהשוואה לאשכולות בוגרים יותר.

דיון: יש חשיבות רבה להכרת הפתוגנים לצורך מניעת המחלה בצמחים. למרות זאת, יש להדגיש שפניציליום הוא לא הפתוגן הבלעדי התוקף את השיזרות ובוטריטיס קיים במערכת לצידו. סיבוך מחקרי נוסף הוא העובדה שהתופעה לא מתרחשת לעיתים קרובות ואין כיום מושג ברור מהם התנאים שצריכים להתקיים כדי שהיא תתרחש. על מנת להגיע לפתרון סביר של הבעיה יש להקדיש לנושא תכנית מחקר ספציפית.

3. השפעת טיפולים לפני הקטיף בחומרי צמיחה על איכות עגבניות אשכול

מבוא: IAA ידוע כהורמון עם השפעות רבות על הפיזיולוגיה הוגטיבית של הצמח בכלל ותהליך הנשירה בפרט. ההולכה של ההורמון מתבצעת במסלול פולרי ועובדה זו מהווה בעיה ליישום IAA בריסוס. כדי להתגבר על בעיה זו פותחו ע"י פרופ' ריוב בפקולטה לחקלאות תצמידים של נגזרות של IAA לחומרים מוליכים דוגמת חומצות אמיניות. לתצמידים אלו הייתה השפעה חיובית על מניעת נשירה בצמחים מוגמעים (ד"ר שמעון מאיר, מידע אישי). במקביל נבחנה ההשערה שהציטוקינין CPPU יפחית נשירה והשערת העבודה היא ש-CPPU מעבה את הנשירה.

מטרה: לבחון השפעת תצמיד של IAA- גליצין ו-CPPU על הנשירה בעגבניות אשכול.

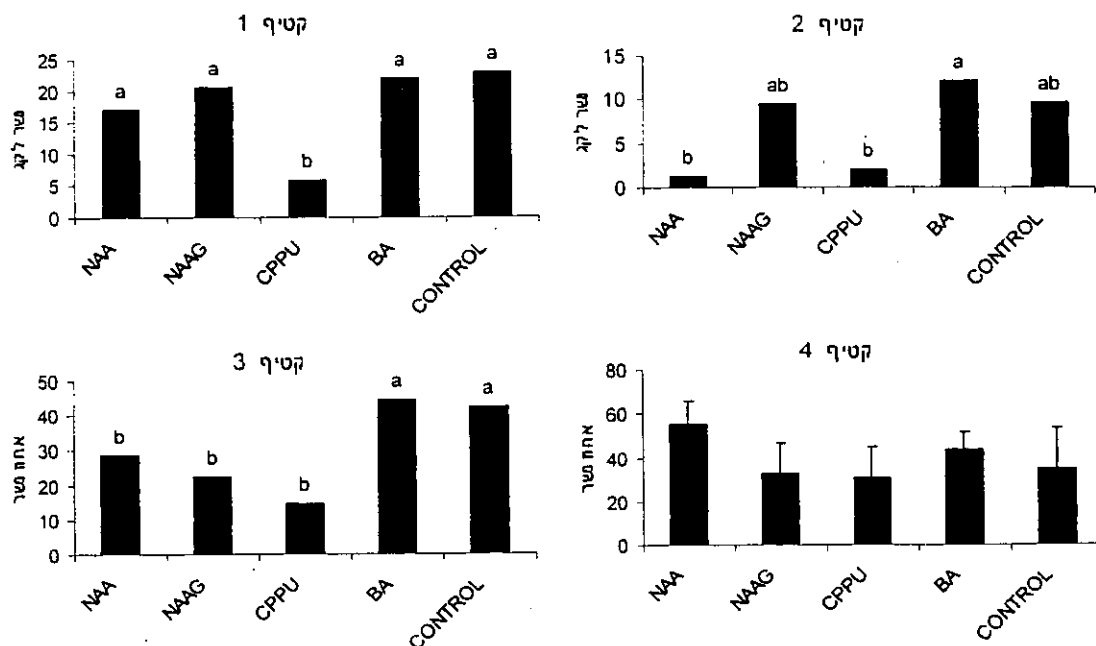
שיטות וחומרים: IAA-גליצין (IAA-G) הוכן מאבקה לריכוז סופי של 10 ח"מ בתוספת טריטון 0.01%. בנוזל-אדנין (BA, פרופיט, סייפק), NAA (אלפאטופ-אלון חקלאות) והציטוקינין CPPU (אגן כימיקלים). הניסויים התבצעו בחוות הבשור בשיתוף עם חנה יחזקאל ואלי מתן. כ-40 צמחים מהזן 819 טופלו במועדים המפורטים בטבלה 1. מכל שורה נדגמו 4 נספקים של 2 ק"ג שהכילו 7 עד 10 אשכולות, אך לא היה מספר אחיד של פירות באשכול וכמות הפירות בכל טיפול עלתה על 400. הפירות אוחסנו במחלקה לחקר תוצרת חקלאית ב-12 מ"צ למשך כ-13 יום.

טבלה 1: מועדי הריסוס והקטיף – ניסוי

מועד ריסוס	קטיף 1	מועד קטיף	מועד בדיקה ומשך אחסון
28.2.02	קטיף 1	4.3.02	17.3.02 – 13 יום
7.3.02	קטיף 2	18.3.02	31.3.02 – 13 יום
	קטיף 3	31.3.02	14.4.02 – 14 יום
	קטיף 4	15.4.02	28.4.02 – 14 יום

3.1 תוצאות: לא נמצאו הבדלים משמעותיים או עקביים בבדיקות של רעננות האשכולות בטיפולים השונים. לעומת זאת, בבדיקה של הנשר מהאשכול לאחר אחסון ב-12 מ"צ בתנאים של לחות מוגברת, נמצאו הבדלים המוצגים באיור 2. בקטיף הראשון נרשמה השפעה מובהקת של הריסוס ב-CPPU בלבד על הנשר מהאשכולות. בקטיף השני גם NAA נתן תוצאה דומה ל-CPPU ובקטיף השלישי NAA, CPPU ו-NAA-G נתנו הבדל מובהק בהשוואה לביקורת. בקטיף הרביעי שהתבצע כחודש לאחר הריסוס האחרון, לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים. הציטוקינין הסינתיטי BA לא נתן אפקט חיובי באף אחד מהקטיפים.

דיון: הציטוקינין CPPU והאוקסין NAA עכבו נשירה ביישום לפני קטיף. לא נראה שלאוקסין הקשור NAA-G יש עדיפות על NAA והציטוקינין BA לא היה יעיל במניעת נשירה. מהתוצאות של סעיף 3.2 (ראה בהמשך) התקבלה השפעה דומה של טיפולים משולבים – גיברלין+ציטוקינין (GA+CPPU). הטיפול ב-GA עיכב את התפתחות הצבע. בסיכום כללי, מספר חומרי צמיחה הם אפקטיביים במניעת נשירה ביישום לפני הקטיף אך האפקט היה זמני ולא ברור אם הוא בר-יישום מבחינת מהלך הגידול והקטיף או מבחינת שאריות חומרים בפרי.



איור 2: יישום של חומרי צמיחה לפני הקטיף למניעת נשירה. החומרים (10 ח"מ) יושמו ב-2 ריסוסים (טבלה 5) ונערכו 4 קטיפים של אשכולות. בקטיפים 1 ו-2 התוצאות מתוארות בערכים של נשר לק"ג פרי. בקטיפים 3 ו-4 התוצאות מתוארות כאחוז פרי שנשר מהאשכולות. משך האחסון ב-12 מ"צ היה 13-14 יום. ב-3 הקטיפים הראשונים מובהקות התוצאות נבדקה באמצעות מבחן דנקן. בקטיף 4 מתוארות סטיות התקן.

3.2 ניסויים בבית רשת בבית דגן

המטרה: לבדוק השפעת CPPU או CPPU-GA על הנשירה ביישום לפני קטיף בעגבניות צירי באשכולות.

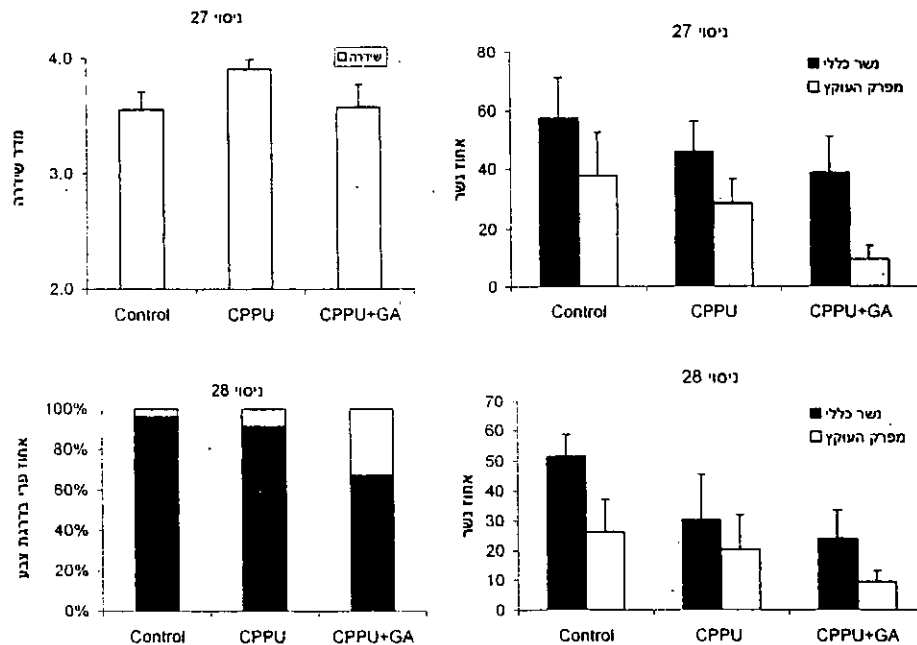
שיטות: הזן 819 נשתל בבית הרשת של המחלקה לירקות (פרסמן) בינואר 2002. החלקה כללה 60 צמחים שקיבלו טיפולי חנטה שונים, והקומות התחתונות (קטיפים 1 ו-2), או העליונות (קטיף 3), שלא קיבלו טיפולי חנטה רוססו בתכשירים השונים.

החומרים לניסוי כללו CPPU (סיפיון, אגן כימיקלים) ו-GA3 במינונים של 10 ו-25 ח"מ (חומר פעיל). כל אשכול רוסס באופן פרטני עד נגר במועדים המתוארים (ראה טבלה 2). הקטיף השליש בוצע ללא קשר לטיפולים הקודמים שקיבל כל צמח ועל הקומה הרלבנטית לקטיף במועד הריסוס. ביום הקטיף בוצעה ספירה של אחוז הפרי שהגיע לצבע מלא. הפרי אוחסן ב-12 מ"צ (RH=95). בדיקת איכות הפרי התבצעה לאחר כשבועיים ב-12 מ"צ והיא כללה א. בדיקת נשר ומיקום הנשר ב. בדיקת איכות השידרה ג. צבע הפרי ד. סדקים, רקבונות, או כל סימפטום אחר.

טבלה 2, מועדי ריסוס, קטיף ובדיקה

מספר ניסוי	מועד ריסוס	מועד קטיף	מועד בדיקה	ימים באחסון
I - 27	25.4.02	30.4.02	12.5.02	13
II - 28	24.4.02	7.5.02	22.5.02	15
III - 36	3.6.02	13.6.02	27.6.02	14

תוצאות: מתוצאות הקטיף הראשון, שבוע לאחר הריסוס ולאחר שבועיים באחסון אפשר להתרשם שנשירת הפרי הייתה מקסימלית בביקורת, מינימלית בטיפול המשולב של CPPU+GA ובטיפול CPPU. התקבלו תוצאות ביניים. מרכיב הנשירה מאתר מפרק העוקץ היה דומה בטיפול הביקורת וב-CPPU אך היה נמוך באופן משמעותי בטיפול המשולב. איכות השיזרה הייתה טובה בטיפול הביקורת ובטיפול המשולב וגבוהה בטיפול ה-CPPU. אחוז הפרי האדום היה 91 בביקורת ובטיפול ב-CPPU ו-87% בטיפול המשולב. בקטיף השני באותו ניסוי רק כ-40% מהפרי בביקורת ובטיפול ה-CPPU הגיעו לצבע אדום מלא בהשוואה ל-30% בטיפול שכלל CPPU+GA. לאחר 15 יום בקירור למעלה מ-90% מהביקורת וטיפול ה-CPPU קיבלו צבע אדום בהשוואה ל-67% בטיפול המשולב. הפירות הלא אדומים מהטיפול המשולב לא קיבלו צבע מלא גם לאחר אחסון ממושך נוסף ב-12 מ"צ. אחוז הנשר הכללי היה כ-51% בביקורת, לעומת 30% בטיפול ב-CPPU ו-24% בטיפול המשולב. הטיפול המשולב הפחית את הנשר מאתר מפרק העוקץ. הקטיף השלישי מאותה חלקה התבצע 10 ימים לאחר הריסוס שנערך במבנה טיפולי שונה מהריסוסים הראשונים בשתי חזרות של 10 צמחים לכל טיפול. אחוז הפרי האדום בקטיף היה כ-60% בביקורת ובטיפול ה-CPPU לעומת כ-48% בטיפול המשולב של CPPU+GA. לאחר האחסון למעלה מ-95% מהפרי בביקורת ובטיפול ה-CPPU קיבלו צבע אדום לעומת 78% בטיפול המשולב. רמת הנשירה לאחר שבועיים באחסון הייתה גבוהה מאד (75, 68 ו-51% בשלושת הטיפולים) ומגמת הפחתת הנשירה הייתה זהה לקטיפים הקודמים. גם בניסוי זה היה מרכיב הנשירה ממפרק העוקץ נמוך באופן משמעותי בטיפול המשולב ב-CPPU+GA (18% בהשוואה ל-38 ו-44%).



איור 3: נשירת פרי מאשכולות עגבניות צ'רי לאחר טיפולים לפני הקטיף ו אחסון של כשבועיים ב-12 מ"צ.

4. עיכוב הנשירה באמצעות 1-MCP

מבוא: אתילן ידוע כגורם לנשירה במערכות צמחיות רבות. פיתוח הטכנולוגיה של עיכוב פעולת אתילן באמצעות 1-MCP מאפשר להתמודד עם נושא זה כטיפול חד-פעמי לאחר הקטיף. המולקולה של ה-MCP (מתילציקלופרופן) נקשרת לרצפטור לאתילן ומונעת מאתילן להיקשר אליו. עקב כך מופעלת רשת של אותות המעכבת תהליכים התפתחותיים שונים.

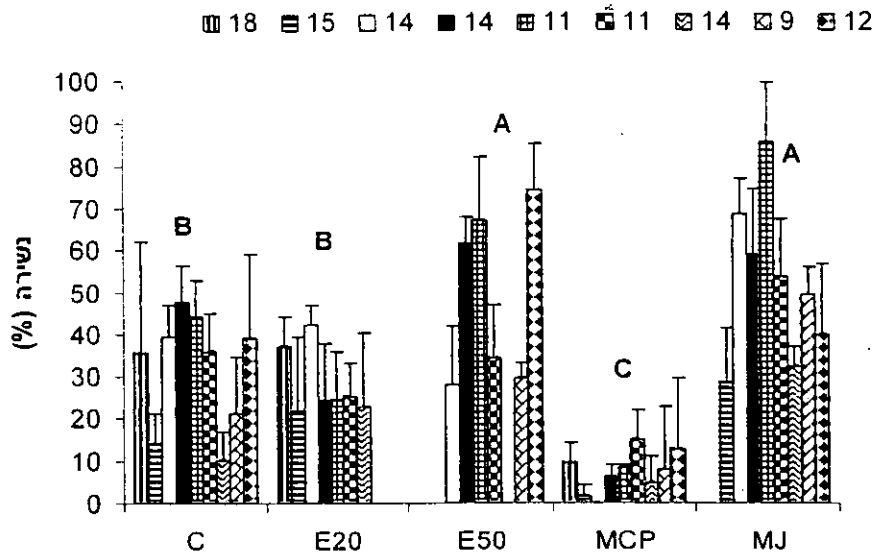
מטרה: לבחון את האפשרות לעכב את הנשירה באמצעות 1-MCP על הזן 819 הנחשב לרגיש לנשירה.

שיטות וחומרים: נערכו ניסויים שמסתכמים ב-9 בדיקות פרי (חלקם של הניסויים ב-2 הוצאות) כאשר כל הפרי מקורו היה בכפר רות (מנשה כהן). הפרי הובא מיד לאחר הקטיף למכון וולקני, מוין לקבלת אשכולות אחידים וטופל למשך כ-22 שעות במינון של 100 חלקים לביליון בטמפרטורה של 12 מ"צ במיכלים של 32 ליטר שבהם היו כ-5 ק"ג פרי.

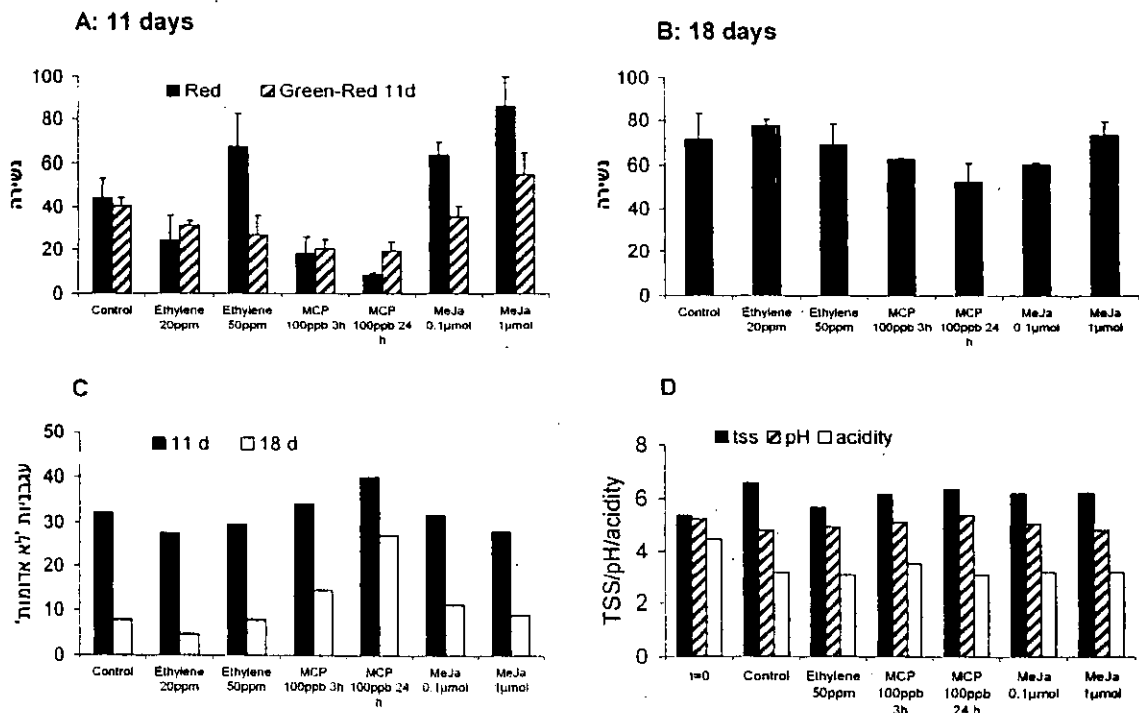
התוצאות: התוצאות המוצגות באיור 4 מאפשרות לקבוע ש-1-MCP הוא מעכב מובהק של הנשירה בעגבניות אשכול. מתן של אתילן במינון של 20 ח"מ לא גרם לנשירה מוגברת אך מינון של 50 ח"מ גרם בסיכום הכולל להגברת נשירה. מתיל ג'יסמונט גרם להגברה של הנשירה במרבית הניסויים, כנראה על ידי הגברת ייצור אתילן אנדוגני. השפעת ה-1-MCP התבטאה בהערכת משך הזמן שבו הפרי נמצא בתאחיזה לאשכול, אך באחסון ממושך האפקטיביות של החומר ירדה (איור 5). מניסוי זה ניתן גם ללמוד שיישום 1-MCP למשך 3 שעות היה פחות אפקטיבי מיישום למשך 24 שעות (איור 5). אפשר להתרשם שאשכולות שהכילו פרי אדום בלבד הושפעו יותר מהטיפול בהשוואה לאשכולות שהכילו פרי במצב הבשלה לא אחיד. לעומת זאת, טיפולים שגרמו להגברת הנשירה, השפיעו יותר על פרי פחות בשל (איור 5). התכשיר 1-MCP גרם בכל הניסויים לעיכוב ההבשלה שהתבטאה בראש ובראשונה בעיכוב התפתחות הצבע, גם במקרים שבהם הנשירה הייתה מעוכבת באופן חלקי (איור 5). בניסוי זה לא הייתה השפעה מובהקת של MCP על המדדים הכימיים של הפרי (איור 5) אך מניסויים אחרים יש אינדיקציות לעיכוב פירוק חומצה בפרי ולטעם מועדף לאחר האחסון.

בסדרה נוספת של 3 ניסויים נבדקה השפעת 1-MCP על פרי שטופל קודם לכן באתילן או מתיל ג'יסמונט. בניסויים אלו, השפעת ה-1-MCP הייתה פחותה מאשר כאשר ניתן על פרי לא מטופל, אך השפעתו הייתה משמעותית מאד בהשוואה לנשירה בטיפול האתילן או הג'יסמונט.

מסקנות: תוצאות אלו ואחרות, מעידות על כך שתהליך הנשירה מופעל על ידי אתילן בתיווך של ג'יסמונט. 1-MCP הוא מעכב יעיל של הנשירה אך לא לפרק זמן בלתי מוגבל. 1-MCP נמצא בהליך של רישוי לפירות שונים בארה"ב ולכן יש סיכוי טוב ליישום התהליך ברמה מסחרית.



איור 4: השפעת MCP על הנשירה בעגבניות מהזן 819. הניסוי כולל ביקורת (C), אתילן (E) בריכוז של 20 או 50 חלקים למליון, MCP במינון של 100 חלקים לבליון ומתיל ג'סמונט במינון של מיקרומול אחד. הפרי הוחזק ב-12 מ"צ למשך פרק הזמן המצוין באיור לגבי כל ניסוי. קווי השגיאה על כל עמודה מציינים את סטיית התקן (SD) והאותיות מציינות מובהקות סטטיסטית ע"פ מבחן דנקן ברמה של 5%.



איור 5: השפעת MCP על מדדי איכות של עגבניות מהזן 819. הטיפולים כוללים ביקורת, אתילן בשני מינונים, 1-MCP בשני זמנים (100 ח"ב) ומתיל ג'סמונט בשני מינונים. הפרי חולק לאשכולות עם פירות בצבע אדום מלא ואשכולות עם פרי כתום או ירוק חלקי (פירות בשלבים מוקדמים יותר הוסרו). הנשירה נבדקה לאחר 11 (A) או 18 (B) יום ב-12 מ"צ. עיכוב התפתחות צבע (C) נמדד על ידי מיון הפרי לקטגוריה של פרי אדום בדרגה של 11-12 ופרי בדרגה צבע נמוכה יותר. TSS, pH וחומצה (D) נמדדו על מ"ץ שהופק מדגימות הפרי לאחר הקפאה.

5. מהלך הנשירה העונתי

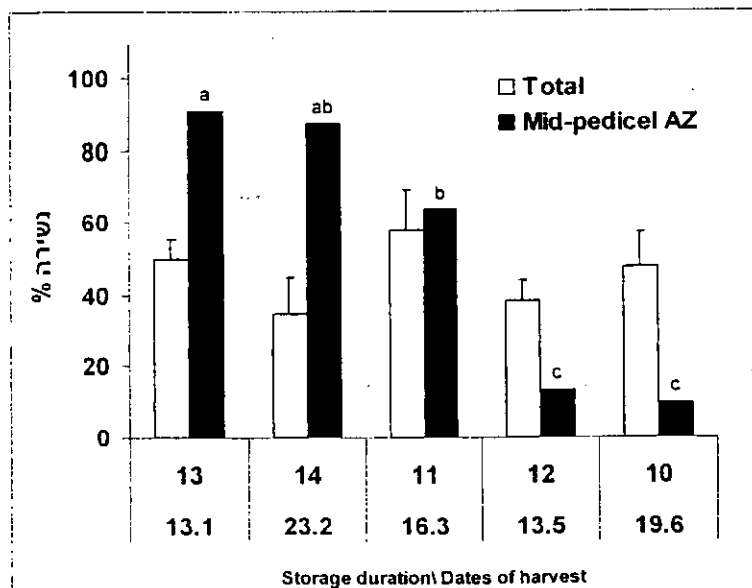
מבוא: נשירת פירות היא תהליך דינמי המושפע ממספר רב של גורמים. אחד הגורמים הללו הוא העובדה שיש באשכול העגבנייה שני אתרי ניתוק, אתר מפרק העוקץ (Joint) ואתר קצה העוקץ (Pedicel). כמו כן, הוברר שבניסויים שונים אתרי הנשירה עשויים להשתנות. מאחר וגם מנגנוני הניתוק עשויים להשתנות בין האתרים, הכללות עשויות לגרום למיסוך הבדלים מהותיים בניתוח השפעת טיפולים שונים.

מטרה: לבחון השתנות של הנשירה ואתר הנשירה במהלך העונה והשפעת עיכוב פעולת אתילן על אתר הנשירה.

שיטות וחומרים: אשכולות מהזן הרגיש לנשירה, 819 הובאו בתאריכים הנקובים באיור 6 ממשק מנשה כהן בכפר רות והפרי הוחזק ב-12 מ"צ ולחות של 90% למשך זמן האחסון הנקוב. התוצאות מובאות כאחוז הנשירה הכללי והשונות בכל ניסוי. בהשוואה לאחוז הנשירה היחסי ממפרק העוקץ. ניתוח התוצאות התבסס על מבחן דנקן ברמת מובהקות P של 0.05 ביחס לאחוז הנשירה במפרק העוקץ. 1-MCP יושם כמתואר בסעיף הקודם במינונים הנקובים ב- ppb (חלקים לבליין, ח"ב).

תוצאות: אחוז הנשירה הכללי לא השתנה באופן מהותי במהלך העונה והיה תלוי בעיקר במשך האחסון בכל ניסוי נתון. בפרקי האחסון המוצגים של 10 עד 14 יום אחוז הנשירה הכללי עמד על 40 עד 60%. אתר הנשירה ממפרק העוקץ בקטיפים של ינואר ופברואר עמד על כ-90% ובקטיפי מרץ על כ-60%. לעומת זאת, בקטיפים של מאי ויוני למעלה מ-80% מהנשירה היה מקצה העוקץ. תוצאות אלו חזרו באופן דומה גם בקטיפים שנערכו בבתי הצמיחה של חוות לכיש באותה עונה.

מסקנות: הוברר שיש הבדל משמעותי באתר הנשירה בחודשי החורף לעומת הקיץ. ההבדל עשוי לנבוע מגיל הצמחים, מטמפרטורת הגידול במהלך התפתחות הפרי או מהלחות היחסית בעונות השונות. ההנחה היא שהנשירה ממפרק העוקץ היא תולדה של תהליכים אנזימטיים בעוד שהנשירה מקצה העוקץ היא בעיקר כתוצאה מפעולה מכאנית של הטלטול המושפעת מגמישות קצה העוקץ והתנאים האקלימיים המשפיעים על הרקמה.

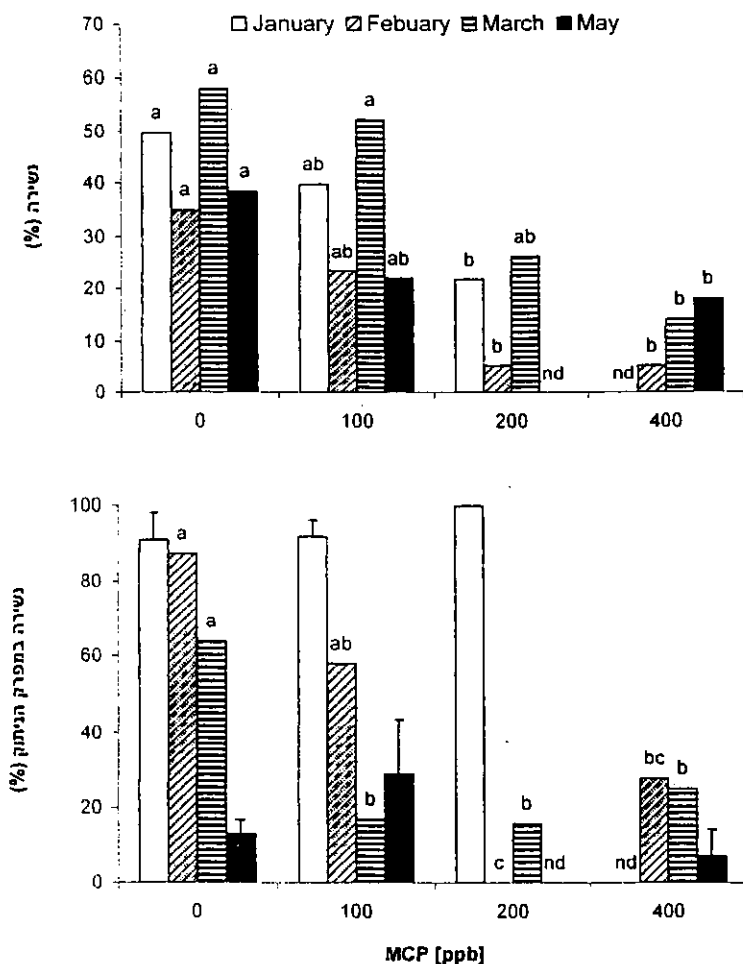


איור 6: אחוז הנשירה הכללי והאחוז היחסי של נשירה ממפרק העוקץ של אשכולות מהזן 819. האשכולות שנקטפו ב-5 מועדים שונים במהלך העונה הוחזקו באחסון ב-12 מ"צ לפרק הזמן המפורט בציר ה-X. העמודות הלבנות מציגות את אחוז הנשירה הכללי בעוד שהעמודות השחורות מציגות את אחוז הנשירה ממפרק העוקץ.

5.1. השפעת 1-MCP על אתר הנשירה במהלך העונה

תוצאות: בניסויים המתואר באיור 7 סוכמו תוצאות עונתיות של הנשירה הכללית והנשירה ממפרק העוקץ לאחר מתן טיפולים במינונים שונים של 1-MCP. התוצאות מלמדות על השפעה מובהקת של 1-MCP שהייתה תלויה במינון התכשיר במיכלים. בקטיפים של ינואר ופברואר מינון של 200 ח"ב הספיק לקבלת אפקט מובהק בהשוואה לביקורת, בעוד שבקטיפים של מרץ ומאי, 400 ח"ב נדרשו לקבלת אפקט מובהק. בקטיפ ינואר רוב הנשירה הייתה ממפרק העוקץ ומינון של 200 ח"ב לא שינה מגמה זו. לעומת זאת, בקטיפ של פברואר, מינון של 200 ו-400 ח"ב הפחית מאד את נשירת מפרק העוקץ. בקטיפ מרץ מינונים של 100, 200 ו-400 ח"ב של 1-MCP הפחיתו מאד את נשירת מפרק העוקץ. בקטיפ מאי עיקר הנשירה הייתה מקצה העוקץ ולא הייתה השפעה של הטיפול על אתר הנשירה.

מסקנות: המינון הגבוה של 1-MCP היה בד"כ יעיל יותר ממינונים נמוכים יותר. בקטיפים המוקדמים 1-MCP מנע נשירה על ידי חיזוק מפרק העוקץ. בקטיפים המאוחרים נדרש מינון גבוה יותר של 1-MCP כדי לעכב נשירה והייתה השפעה פחותה של התכשיר על נשירה מקצה העוקץ.



איור 7: השפעת מינונים שונים של 1-MCP על הנשירה לאחר אחסון ב-12 מ"צ של הזן 819. האיור מסכם תוצאות של 4 ניסויים. הפרי אוחסן למשך כ-11 עד 14 יום ונמדד אחוז הנשירה הכללי (פנל עליון) או אחוז הנשירה ממפרק העוקץ (פנל תחתון). כל ניסוי נבדק מבחינה סטטיסטית בנפרד באמצעות מבחן דנקן. כאשר על העמודות הוצבו קווי השונות במקום אותיות, התוצאות לא נבדלו מבחינה סטטיסטית. nd – לא היה טיפול במינון זה במסגרת הניסוי הספציפי.

6. השוואה של זני עגבניות צ'רי באשכולות

מבוא: הזן 819 הוא מבין הזנים הוותיקים של עגבניות צ'רי באשכולות בישראל והוא נחשב טעים אך סובל משיזרה לא כל כך מסודרת, עלי גביע מקופלים והוא רגיש לנשירה לאחר הקטיף. הזן קונצ'יטה מצטיין בשיזרה מסודרת וארוכה ועלי גביע פתוחים יחסית. הוא הוכנס לישראל לפני מספר שנים ותפס נפח ניכר מהשוק. הזן 1335 מצטיין בשיזרה ארוכה מאד ומסודרת והוא נחשב עמיד לנשירה לאחר הקטיף. במהלך השנתיים האחרונות הפך זן זה למבוקש מאד והוא הזן העיקרי המגודל כיום בארץ. הזן 228 הוא זן ניסיוני עם מראה שיזרה טוב אך הוא לא הצליח עד כה מבחינה מסחרית.

6.1 השוואה בין זני אשכולות ממועדי שתילה שונים ואחסון בשני משטרי לחות.

שיטות וחומרים: הזנים 819 (הזרע), 1335 (הזרע), קונצ'יטה (סמקו), ו-228 (זרעים גדרה) גדלו בחוות לכיש ונשתלו ב-3 מועדים, ספטמבר, אוקטובר ודצמבר. האשכולות נקטפו ב-16.3.03 ואוחסנו בנספקים של 400 גר' ב-4 חזרות. תנאי האחסון היו 12 מ"צ ולחות של 90 או 95% שסופקה על ידי מתנד אולטראסוני. בדיקות הפרי המוצגות כללו איכות השיזרה על פי מדד מ-1 עד 5 (1-יבש, 5-רעננות מקסימלית). אחוז נשירה כללי ונשירה מקצה העוקץ חושבו עם ערכי שונות (STD).

תרוצאות: התוצאות מתייחסות לקטיף מרץ של הזנים שאוחסנו בלחות של 90% או 95% ולאחר כ-15 יום באחסון (טבלה 3). איכות השיזרה של קונצ'יטה הייתה בד"כ טובה יותר מ-819 ו-228. בסיכום כולל, איכות השיזרה ב-95% הייתה טובה יותר מאשר ב-90% לחות יחסית. במועד ג' איכות השיזרה של הזן 1335 עלתה על קונצ'יטה ושני זנים אלו היו עדיפים במובהק על 228 ו-819. במועד א' אחוז הנשירה של הזן 228 היה נמוך ב-90% לחות ובשאר התוצאות לא היו הבדלים גדולים. אחוז הנשירה הנמוך של 228 נשמר במועד ב' בשני תנאי האחסון למרות שהייתה עלייה בנשירה בלחות של 95%. הנשירה של הזן קונצ'יטה הייתה גבוהה מאד בלחות של 95% במועד ב'. הנשירה של 819 וקונצ'יטה הייתה גבוהה בלחות של 90% במועד ג' לעומת נשירה נמוכה מאד של הזן 228 ו-1335. עיקר הנשירה בקטיף זה הייתה ממפרק העוקץ. דרגת ההבשלה של הפרי על פי צבעו הייתה אחידה למדי ונעה בתחום של 75 עד 85 פרי שהגיע לצבע אדום מלא בסוף האחסון.

מסקנות ודיון: מהשוואת איכות הזנים במכלול הניסויים אפשר להסיק מספר מסקנות: איכות השיזרות של הזן 1335 היא הגבוהה ביותר וכן עמידותו לנשירה ממפרק העוקץ. יחד עם זאת גם זן זה רגיש לנשירה מקצה העוקץ. הלחות היחסית הגבוהה יותר תורמת בד"כ אך לא תמיד לרעננות השיזרה. לעומת זאת, בלחות גבוהה יש יותר מיקרים של נשירה מוגברת.

טבלה 3: איכות עגבניות צ'רי באשכולות מקטיפ 16.3.03 -לכיש. הבדיקה התבצעה לאחר 15 או 16 (מועד ג') ימים ב-12 מ"צ. המועדים הם מועדי השתילה של הצמחים והבדיקות נערכו על פרי שאוחסן בלחות יחסית של 90% או 95%. התוצאות מובאות בכתוב מודגש וסטיות התקן משמאלן.

מועד ג		מועד ב				מועד א				
90%		95%		90%		95%		90%		
שדירה										
2.5	0.0	2.6	0.1	2.8	0.2	2.8	0.4	2.5	0.0	819
2.5	0.0	2.6	0.1	2.8	0.3	2.8	0.3	2.5	0.0	228
3.5	0.0	3.8	0.3	3.5	0.0	2.5	0.0	3.5	0.0	קונציטה
3.8	0.3									1335
נשירה										
65.2	31.6	19.3	12.3	14.3	12.0	23.1	15.5	23.2	11.0	819
6.0	6.5	9.1	7.6	3.1	4.3	14.2	4.5	2.0	1.3	228
49.5	33.8	46.6	12.8	14.6	8.4	20.0	9.3	13.2	6.3	קונציטה
4.0	4.5									1335
אחוז נשירת עוקץ										
0.5	1.0	15.9	16.7	0.0	0.0	15.0	21.2	4.4	8.4	819
0.0	0.0	12.5	25.0	0.0	0.0	11.5	17.8	25.0	50.0	228
2.8	2.9	0.0	0.0	3.3	6.7	12.5	12.5	18.8	12.8	קונציטה
0.0										1335
אחוז צבע בדרגה 12										
75.5	25.6	77.4	5.7	85.4	3.8	78.2	4.9	82.2	4.2	819
84.9	3.8	76.3	7.6	78.5	5.5	81.0	7.4	80.2	3.6	228
78.8	1.7	82.0	5.7	73.6	5.3	79.4	4.8	75.6	1.4	קונציטה
78.5	3.5									1335

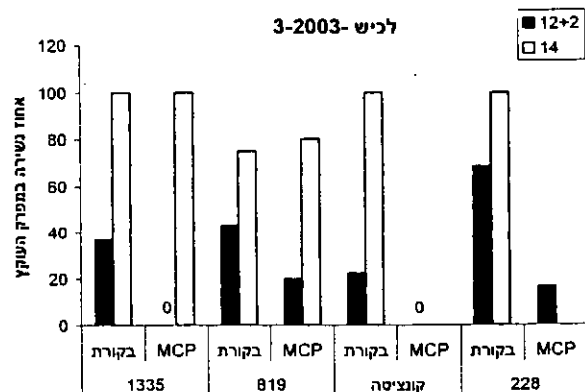
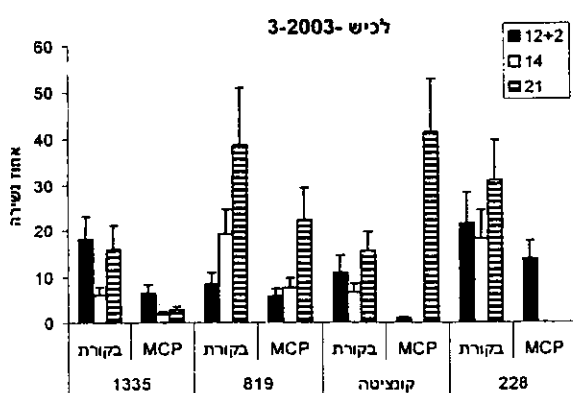
6.2: השוואה של זנים לאחר טיפולים ב-1-MCP

מטרה: לבחון השפעת טיפולים ב-1-MCP על 4 זנים של עגבניות צ'רי באשכולות.
שיטות וחומרים: הזנים 819 (הזרע), 1335 (הזרע), קונציטה (סמקו), ו228 (זרעים גדרה) גודלו בחוות לכיש. הזנים נקטפו וטופלו ב-1-MCP במינון של 240 ח"ב ביום הקטיפ. בדיעבד הסתבר ששיטת יישום התכשיר לא הייתה נכונה והמינון האמיתי היה נמוך בהרבה מהמתוכנן. האשכולות אוחסנו 12-מ"צ ולחות יחסית של 95% בנספקים של 2 ק"ג. כל נספק הכיל 10 עד 12 אשכולות שהם 70 עד 100 פירות.

תוצאות: הזן 1335 היה פחות רגיש לנשירה בבדיקות שנערכו בהוצאה מקירור (איור 8, שמאל). הנשירה של מרבית הזנים התגברה באחסון ל-21 יום. 1-MCP השפיע בד"כ באופן חיובי על מניעת הנשירה (מלבד בקונציטה לאחר 21 יום באחסון). עיקר הנשירה בהוצאה מקירור לאחר 14 יום הייתה ממפרק העוקץ (איור 8, ימין). לעומת זאת, במרבית המקרים, עיקר הנשירה לאחר אחסון של 12 יום ב-12 מ"צ ויומיים ב-20 מ"צ הייתה מקצה העוקץ. עפ"ר ל-1-MCP לא הייתה השפעה על אתר הנשירה

לאחר אחסון בקירור. לעומת זאת, לאחר השהייה בחיי מדף ניכרה השפעה חיובית של התכשיר שהתבטאה בהפחתת הנשירה ממפרק העוקץ.

דיון: יש לציין שניסוי זה הוא אחד מסדרה של 5 ניסויים שנערכו. התוצאות מניסויים אלו מראות באופן חד משמעי שהזן 1335 פחות רגיש לנשירה ושאכזות השיזרה שלו עדיפה על 819. למרות זאת, לא נראה שיש לזן זה עדיפות משמעותית בנשירה מקצה העוקץ. למרות הקושי בניסוי זה המתבטא באי ידיעת הרמות האמיתיות של 1-MCP במיכלי הטיפול, התוצאות הללו ותוצאות קודמות שאינן מוצגות, מאשרות שכל הזנים שנבדקו עד כה מגיבים באופן חיובי ל-1-MCP אך נראה שבאופן כללי, הטיפול הוא פחות משמעותי עבור 1335. לעומת זאת, התוצאות מאשרות תצפיות קודמות שעשו להתרחש שינוי באתר הנשירה בעקבות העברה של הפרי מ-12 מ"צ ל-20 מ"צ. כלומר, יתכן שהפרי רגיש לנשירה ממפרק העוקץ בהוצאה מקירור ורגיש יותר לנשירה מקצה העוקץ לאחר השהייה ב-20 מ"צ. יתכן שמדובר בתהליך של התקשחות מפרק העוקץ ב-20 מ"צ או בהשפעה שלילת של הלחות שגורמת למבנים האנטומיים המחברים את הפרי לעוקץ להיות שבירים יותר. ניתוח כולל של התוצאות שהתקבלו עד כה עשוי לתת תשובה חלקית לשאלה זו, אך יתכן ויידרשו ניסויים נוספים על מנת להשיב עליה.



איור 8: השוואה בין 4 זני עגבניות צ'רי לאחוז נשירה – טיפולים ב-1-MCP ואחוז הנשירה במפרק העוקץ. הזנים 1335, 819, קונצ'יטה ו-228 נקטפו בחוות לכיש וטופלו ב-1-MCP. אחוז הנשירה נבדק לאחר 12 יום ב-12 מ"צ או יומיים ב-20 מ"צ או לאחר 14 או 21 יום ב-12 מ"צ.

7. חקר ביטוי צלולאזות של עגבנייה במהלך האחסון בהשראת אתילן, מיל ג'סמונאט ו-1-MCP

מבוא: β -אנדוגלוקנאזות הידועות כצלולאזות מפרקות סיבי צלולוז ומעורבותם בנשירה נבחנה במספר מערכות. בעגבנייה ידועה משפחה של כ-8 גנים המקודדים לצלולאזות ומעורבות חלקן בנשירת פרחים או פירות הודגמה באופן חלקי. דגמי הביטוי של חלק מהגנים נלמדו בפירוט אך לא בתנאים של אחסון לאחר קטיף או לאחר טיפול במתיל ג'סמונאט או 1-MCP.

מטרות: לבחון ביטוי הצלולוזות של עגבנייה בהשראת טיפולים באתילן, מתיל ג'יסמונאט ו-MCP. **שיטות וחומרים:** מקטעים של רקמת ניתוק מפרק העוקץ הוקפאו לאחר טיפולים באתילן (50 ח"מ), ג'יסמונאט (1 mM), 1-MCP (100 ppb). מועדי הדגימה היו בזמן 0 לאחר הטיפול, ולאחר 1, 3, 7 ו-15 יום באחסון ב-12 מ"צ. רנ"א הופק מהרקמה ושימש להפקת cDNA. פריימרים ספציפיים שימשו לאמפליפיקציה של התוצרים בשיטת ה-Real Time PCR באמצעות Syber Green ועל מכשיר ABI דגם 7000. התוצאות שהתקבלו נורמלו על פי אמפליפיקציה של רנ"א ריבוזומלי מאותם דגימות והוכפלו בפקטור של 100. כל השיטות המולקולריות לניסוי זה מפורטות במאמר (Benno-Mualem et al, 2004).

תוצאות: אנליזת ביטוי הצלולאזות של עגבנייה במפרק העוקץ של האשכול מוצגת באיור 9.

Cell1: לא התבטא בשבוע הראשון לאחר הקטיף אך היה ביטוי חזק לאחר 15 יום. טיפול ב-1-MCP השבית גם את ביטוי זה. טיפול באתילן או ג'יסמונאט הגבירו והקדימו את הביטוי.

Cell2: הביטוי של הגן ניכר ביום הקטיף ולאחריו באה תנועתיות בביטוי. 1-MCP ביטל את התנועתיות הזו. אתילן ובעיקר ג'יסמונאט הגבירו את ביטוי הגן.

Cell3: הביטוי של הגן היה גבוה מאד ביום הקטיף והוא ירד באופן חד בהמשך ולא עבר אנדוקציה על ידי אתילן ומתיל ג'יסמונאט.

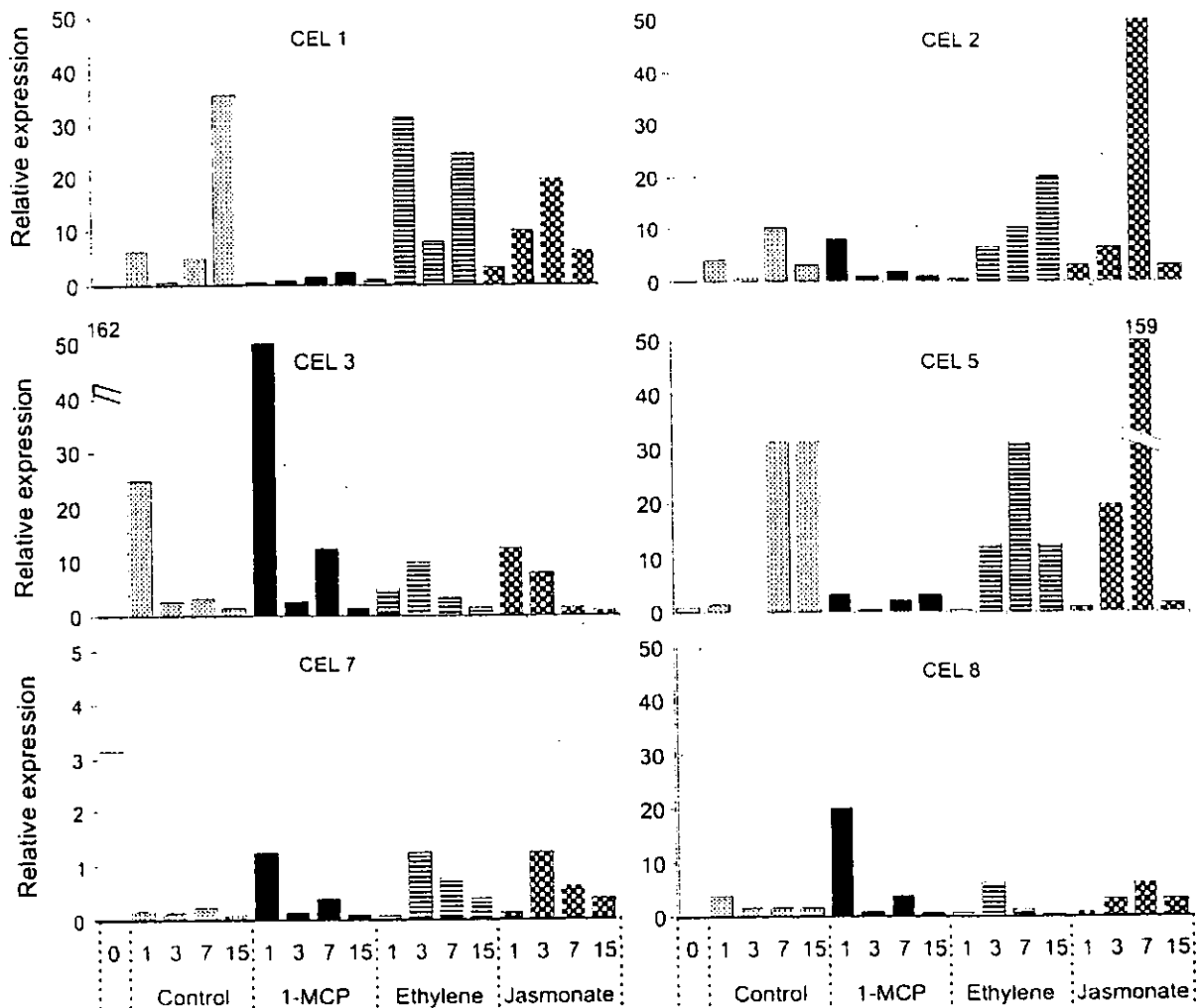
Cell4: היה קושי לכייל את הפריימרים של הגן והביטוי שנמדד היה נמוך מאד.

Cell5: הביטוי היה נמוך בקטיף ועלה מאד לאחר 7 ו-15 יום באחסון. אתילן וג'יסמונאט הקדימו את הביטוי ל-3 ימים לאחר הקטיף וג'יסמונאט הגביר מאד את הביטוי של הגן.

Cell7: הביטוי הכללי היה נמוך מאד והוא דעך לחלוטין בביקורת וגם במהלך האחסון גם בעקבות טיפולים באתילן וג'יסמונאט.

Cell8: הביטוי היה גבוה בקטיף ודעך אח"כ. לא הייתה אינדוקציה משמעותית של הגן בעקבות הטיפולים באתילן וג'יסמונאט.

דיון: יש מספר מאפיינים של ביטוי הגנים כפי שהודגמו בתוצאות. חלק מהגנים התבטאו ביום הקטיף (2, 3, 7 ו-8) וחלקם (1 ו-5) עברו אינדוקציה במהלך האחסון. אתילן הגביר את הביטוי באופן משמעותי בחלק מהגנים והקדים את ביטויים. ג'יסמונאט הגביר מאד את הביטוי יחסית לאתילן, בעיקר 7 ימים לאחר הקטיף בגנים 2 ו-5. 1-MCP השבית את הביטוי של כל הגנים. הגן Cell3 מעורב ככל הנראה בסינטיזת צלולוז בעוד שהגנים 1 ו-5 הוכחו נקשרו בעבר לביטוי בתנאים של ניתוק פרחים או פירות. המחקר הנוכחי הוא הראשון לתאר ביטוי של 6 גנים מהמשפחה במקביל, במהלך האחסון ובתגובה לטיפול ב-1-MCP.



איור 9: דגם הביטוי של 6 צלולאזות של עגבנייה ברקמת הניתוק של מפרק העוקץ בון 819. האשכולות טופלו לאחר הקטיף באתילן, גיסמונט או 1-MCP והרקמות נדגמו ביום הקטיף ולאחר 1, 3, 7 ו-14 יום ב-12 מ"צ. RNA הופק מקטעי הרקמה ואנליזת הביטוי של הגנים התבצעה בטכניקה של Real Time PCR עם הפלואורופור סייבר גרין. הכימות התבצע על ידי השוואה לכמות ה-RNA ריבוזומלי בכל דגימה. התוצאות המוצגות הם ממוצע של 2 או 3 חזרות (דגימה שונה מאותו טיפול).

סיכום ומסקנות כלליות

המחקר המתואר למעלה מייצג חלק קטן אך חשוב ממכלול התוצאות שנאספו במהלך 3 שנותיו. הוא תרם רבות להבנת הנושא לעומקו ואפשר פיתוח יישומים חקלאיים כמו גם תובנות בסיסיות לשיפור איכות עגבניות צירי באשכולות. במחקר הוכח שלחות יחסית גבוהה של 95% תורמת מאד למראה השיזרה ועפ"ר אין בעיות של פתוגנים כאשר אין הרטבה של התוצרת. למרות זאת, כאשר הפרי מגיע מאולח בפניציליום ובוטריטיס, הלחות הגבוהה עשויה להוות גורם מזרז לתופעה. לכן עד שלא יהיו שיטות יעילות להדברת הפתוגנים, רצוי להתפשר על לחות נמוכה יותר של כ-90%. כדאי להימנע מלחות גבוהה מטעם נוסף והוא שבמקרים בודדים נצפתה עלייה בנשירה בעקבות אחסון בלחות מוגברת וגם כאן, עד שלא ייושמו השיטות המוצעות להפחתת נשירה, כדאי לנקוט

גישה זהירה יותר. מטבע הדברים בעיית הנשירה זכתה לטיפול האינטנסיבי ביותר. טיפולים בחומרי צמיחה לפני הקטיף נוסו בהצלחה חלקית אך לחלקם עשויה להיות בעיה של רישוי (CPPU) ויישום בתנאי עונה משתנים ובמצב של קטיף רציף. לעומתם, טיפולים ב-CPPU וגייברלין בחנטה שנוסו לאחרונה הראו פוטנציאל למניעת נשירה, כנראה על ידי עיבוי השיזרה, אך עיוותי שיזרה עשויים לדרוש כיוול נוסף של שיטות אלו. הטיפול היישומי בטווח המידי שיכול לשפר באופן דרמטי את בעיית הנשירה של זנים רגישים הוא 1-MCP. התוצאות החיוביות הוכחו מעבר לכל ספק. 1-MCP אמור למנוע את פעולת האתילן וככזה יש לו השלכות חיוביות נוספות על קצב הבשלת הפרי, ויתכן גם שטעמו. לכן, היה מעט מפתיע להיווכח שאתילן בריכוזים גבוהים למדי לא גרם בהכרח להגברה משמעותית של הנשירה. הורמון ג'סמונאט הגביר מצידו את הנשירה בניסויים בהם לאתילן חיצוני לא הייתה השפעה. על פי ההנחה, ג'סמונאט גרם לנשירה על ידי עידוד יצירת אתילן פנימי קרוב לאתרי המטרה. התוצאות שהתקבלו על ההשתנות העונתית של אתר הנשירה, על חיזוק מפרק העוקץ באמצעות 1-MCP ועל ההשפעה האפשרית של לחות וטמפרטורת האחסון על אתר הנשירה הם בעלות חשיבות מרכזית בהתמודדות נכונה עם הבעיות העתידיות בטווח הקצר והבנת המנגנונים הפעילים בטווח הארוך. להבנה זו ולפיתוחים הביוטכנולוגיים שעשויים לנבוע מחקר ביטוי משפחת הצלולאזות של העגבנייה ברקמת הניתוק של האשכול, יש משקל רב בחיבור בין המחקר היישומי למחקר הבסיסי.

סיכום עם שאלות מנחות

<p>1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתכניות העבודה.</p> <p>א. שיפור איכות עגבניות צ'רי באשכולות.</p> <p>ב. הבנת הגורמים לנשירת הפרי.</p>
<p>2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.</p> <p>א. השפעת הלחות היחסית על איכות האשכול: עיקר איבוד המים הוא משירת האשכול ותהליך זה ניתן למניעה על ידי בקרת לחות האחסון.</p> <p>ב. <i>Penicillium olsonii</i> הדומה בסימפטומים לבוטריטס מהווה בעיה פיטופתולוגית לשירת האשכול.</p> <p>ג. טיפול באשכול בהורמונים שונים לפני הקטיף מצביע על כך שהציטוקינין CPPU כשלעצמו או בשילוב גיברלין עם עשוי לעכב נשירה באחסון.</p> <p>ד. מניעת פעולת אתילן ע"י 1-MCP הוכחה כיעילה במניעת נשירה לאחר האחסון.</p> <p>ה. השוואת איכות זנים שונים מוכיחה שקיימים הבדלים מהותיים בין זנים ברגישות לנשירה.</p>
<p>ו. יש הבדלים ברורים בביטוי צלולוזות שונות ברקמת הניתוק של האשכול</p>
<p>3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגביי יישום המחקר והמשכו.</p> <p>א. הלחות היחסית באחסון עשויה לקבוע את מנגנון הנשירה.</p> <p>ב. יישום הורמונים צמחיים לפני הקטיף מפחית נשירה אך יש ספק עם ניתן ליישם כיוון מחקרי זה.</p> <p>ג. עיכוב פעולת אתילן לאחר הקטיף מונע נשירה ויש להמשיך את המחקר לכיוון יישומי.</p> <p>ד. יש השפעה עונתית על אתר הנשירה: בחורף עיקר הנשירה היא ממפרק העוקץ ובקיץ מקצה העוקץ.</p> <p>ה. תיתכן השפעה של תנאי האחסון על אתר הנשירה: ב-12 מ"צ עיקר הנשירה במפרק העוקץ בעוד שב-20 הנשירה עשויה להיות מקצה העוקץ.</p> <p>ו. הזן 1335 מכיל תכונות של שיזרה ארוכה ומסודרת והוא פחות רגיש לנשירה לעומת הזן המסורתי 819.</p> <p>ז. צלולוזות ספציפיות מעורבות בתהליך הנשירה של הפרי מהאשכול במהלך האחסון.</p>
<p>4. הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים);</p> <p>א. יש לבחון לעומק את מנגנון הנשירה בקצה העוקץ והאם הוא תלוי בלחות או טמפרטורה.</p> <p>ב. יש לבחון אספקטים יישומיים של טכנולוגיית ה-1-MCP</p> <p>ג. במהלך המחקר חל שינוי בהרכב הזנים הרלבנטיים מבינה מסחרית ולכן צריך לשפר את הבנת מנגנון הנשירה מקצה העוקץ.</p> <p>ד. יש להציע דרכים חדשות איך להתמודד עם המקרים של אילוח השיזרה ע"י פתוגנים.</p> <p>ה. רצוי לבחון מה המשמעות הביוטכנולוגית של מניפולציית הביטוי של צלולוזות ברקמת הניתוק של מפרק העוקץ ומה חשיבותן בנשירת קצה העוקץ.</p>
<p>5. האם הוחל בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח – יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביליוגרפיה, Beno-Moualem, D., Gusev, L., Dvir, O., Pesis, E., Meir, S., and Lichter, A. (2004). The effects of ethylene, methyl-jasmonate and 1-MCP on abscission of cherry tomatoes from the bunch and expression of endo-1,4-β-glucanases. <i>Plant Science. In Press.</i></p>

תודות

עזרי לוי – המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מנשה כהן – כפר רות, דוד רוזנברג – חברת אגן, אבי ביטון – חברת סייפק, חברת אגרוסקו, חנה יחזקאל, אבי ואלי מתן – חוות הבשור, צוות חוות לכיש – שה"מ, עומר זאידן, גיא רשף ושלי גנץ – שה"מ, פרופ' יוסי ריוב, הפקולטה לחקלאות אנה דנשין ולודמילה גוזב – המעבדה של א. ליכטר, שלום יבין – המעבדה של א. פליק, קטי רוזנפלד – המעבדה של א. פרסמן.