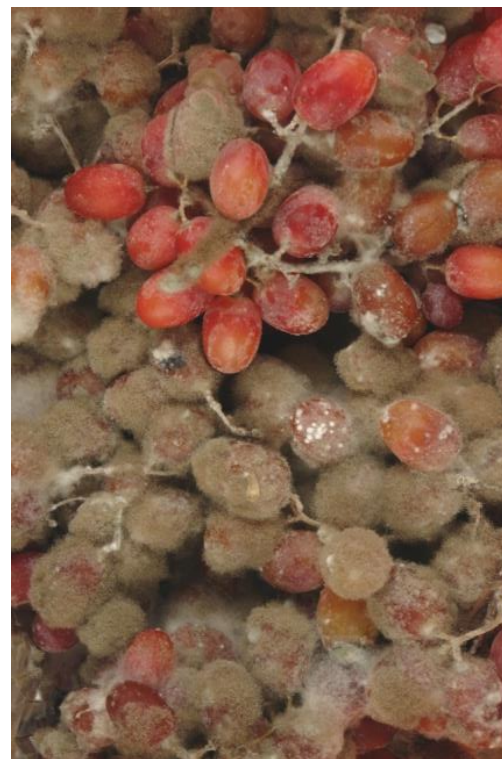
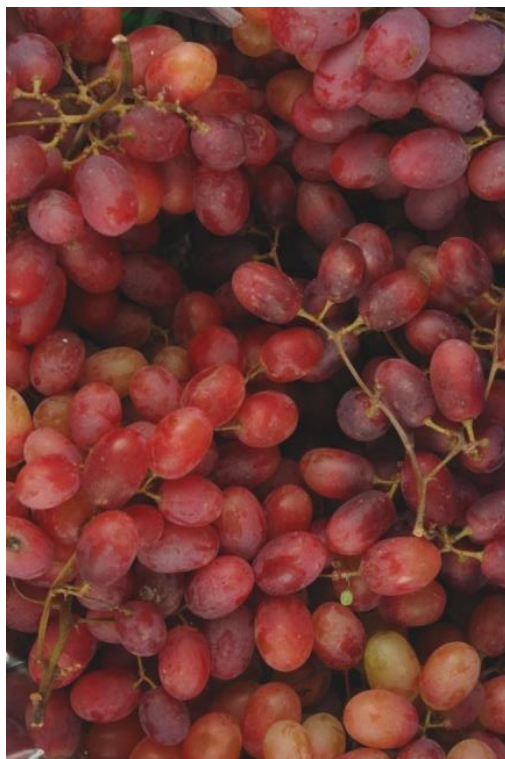


אחסון תוצרת חקלאית

אמנון ליכטר

מנהל המכון לחקר תוצרת חקלאית ומזון



ענבי 'קרימסון' נגועים בבוטריטיס עם ובלי טיפול לאחר הבציר

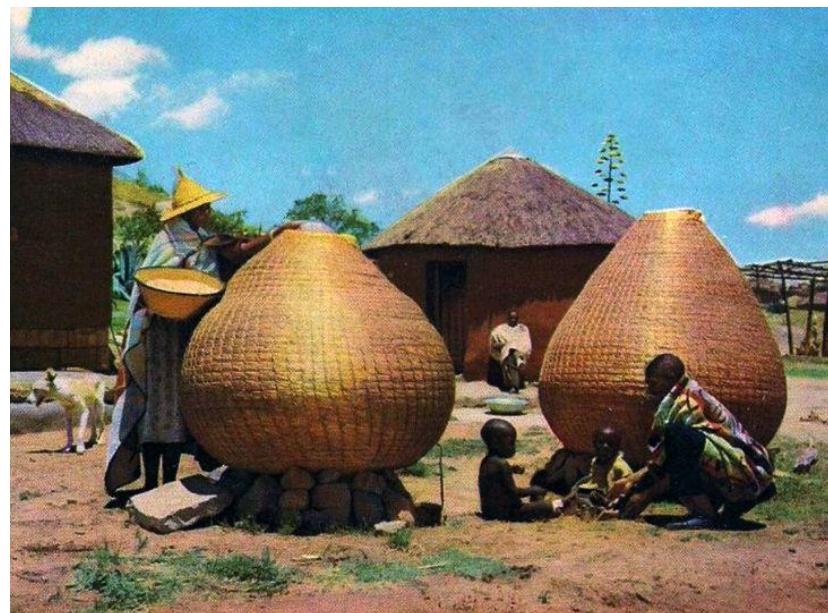
- על מה נדבר היום
1. אחסון בעולם הישן והחדש
 2. בזבוז ואיבוד מזון בעולם
 3. המשמעות של איבוד מים
 4. התפקיד של אתילן ועיכוב פעולתו
 5. הדגמה של מחקר חדשני באחסון ענבים

מה הדרך היעילה ביותר לשמור מזון?
תשובה: לייבש אותו או לשמור אותו יבש
מדוע? פעילות המים ברקמה (A_w) לא
מאפשרת התפתחות ריקבונות

"מתקן" ייבוש תירס במקסיקו



כלי קיבול לגרעינים באפריקה



מה הדרך היעילה ביותר לשמור מזון טרי?

תשובה: לקרר אותו

מדוע?

1. הקירור מעכב נשימה
2. הקירור מעכב הבשלה
3. הקירור מונע התפתחות ריקבונות
4. כל התשובות נכונות

קפדוקיה למשל





מערות טבעיות חצובות בסלע רך ונקבובי. מספק טמפרטורה של כ-8 מעלות כל השנה.
 מערות מלאכותיות עם תשתית וגג בטון וקירות סלע טבעי.
 מערכת אוורור להגברת חילופי האוויר.
 למעלה מ-500 מערות אחסון עם תכולה של כ-6 מיליון תיבות של 18-20 ק"ג.
 בעלי המערות גובים 1-2 ₪ לתיבה.
 ממרץ עד אוקטובר – לימון
 מאוקטובר עד מרץ – תפוחי אדמה

אמנון ליכטר מכון מולקני 2019





ייצור לימון בתורכייה – 0.8 מיליון טון. הלימונים נכנסים עם קליפה של 5-6 מ"מ ויוצאים 1-2 מ"מ..

מה אפשר לעשות בעניין הלימונים?



מתקן אחסון של המאיה



מחסני מזון משוחזרים בפרו



מה העיקרון המודגם בתמונה?



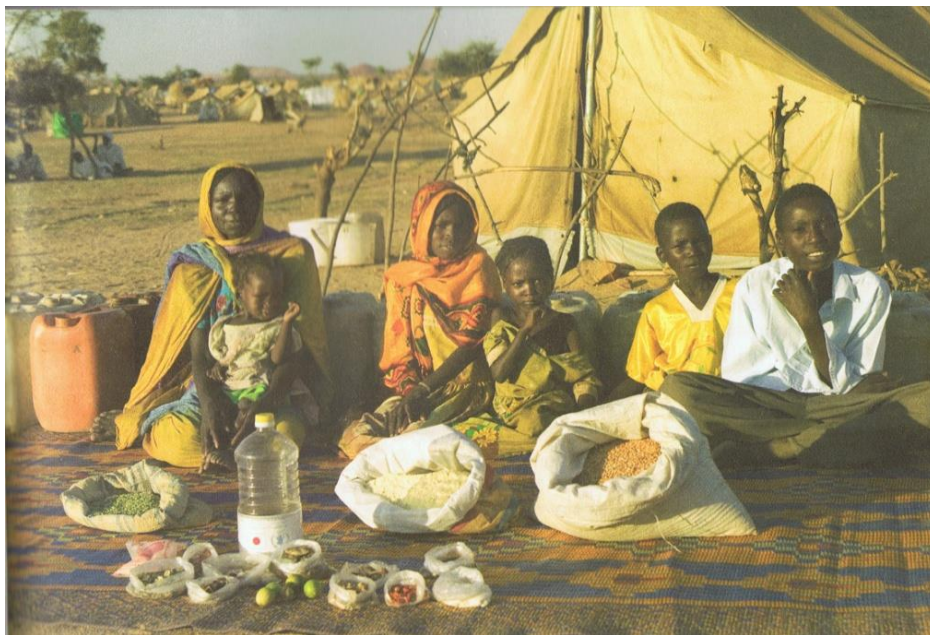
מניעת נזק מכני

מה העיקרון המודגם בתמונה?



בית אריזה לירקות עלים – סין 2010

מהו אחד מגורמי בזבז המזון הגדולים בעולם?

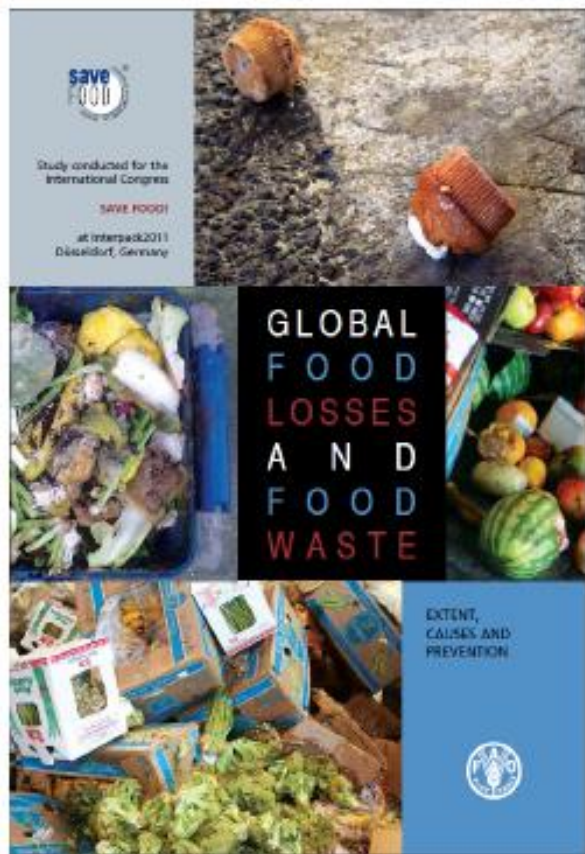


משפחת אבובאקר, צ'אד 1.23 \$ לשבוע



משפחת מלאנדר, גרמניה 500\$ לשבוע

Global food loss and waste



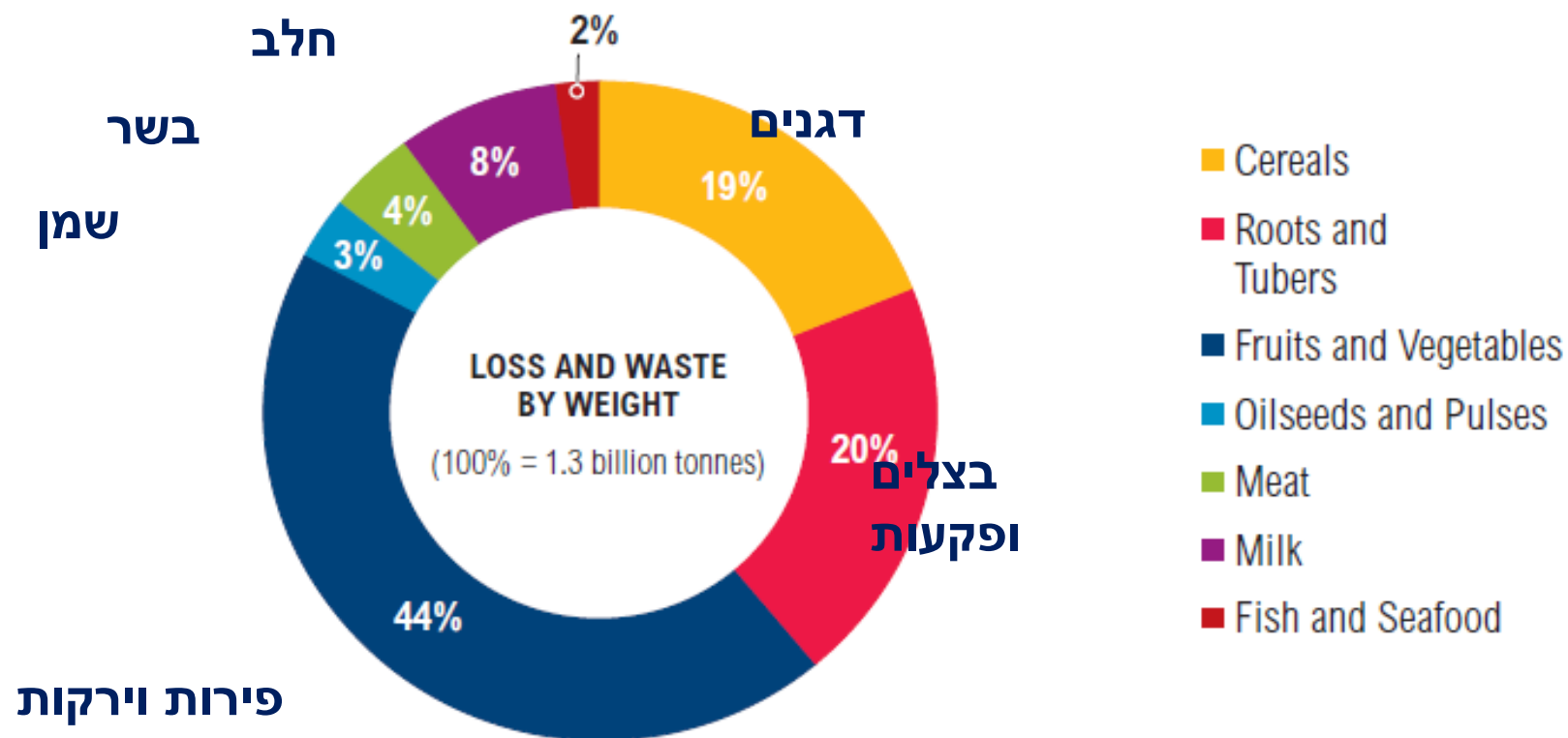
1,3 billion tonnes =
1 300 000 000 000 Kg
2 866 000 000 000 Pounds



Food and Agriculture Organization
of the United Nations

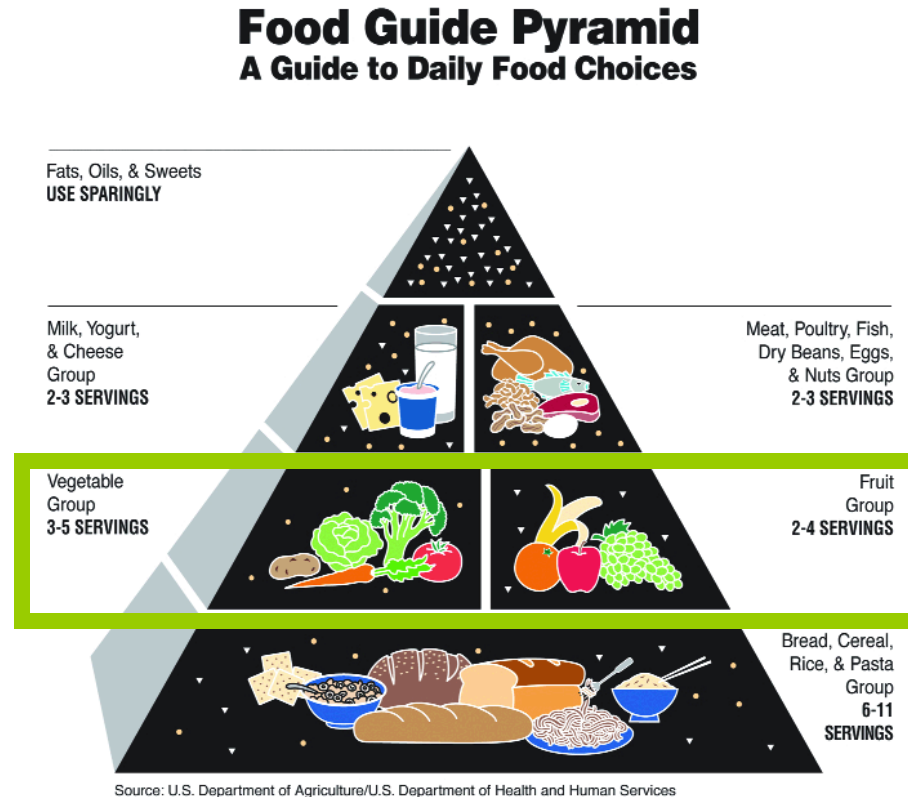
Charleston, November 17, 2015

מבחינה משקלית - פירות וירקות מהווים 44%, וירקות שורש עוד 20% מכלל אובדן המזון!



UNEP, 2013

למה אובדן פירות וירקות כה חשוב?



פירות וירקות – המפתח למיקרו-נוטריינטים

איבודי המזון חלים ב- 5 שלבים עיקריים בשרשרת הייצור והשיווק:

- בגידול (קטיף)
- במהלך הובלה ואחסון
- במיון בבית אריזה ולא במפעלי מזון
- במהלך השיווק
- בבית הצרכן/קייטרינג/מסעדות



יש קשרי גומלין הדוקים בין הבעיות הפיזיולוגיות לבעיות הפתולוגיות



האתגר הוא להבין מהו הגורם הפיזיולוגי לבעיה הפתולוגית

שוק ראשי

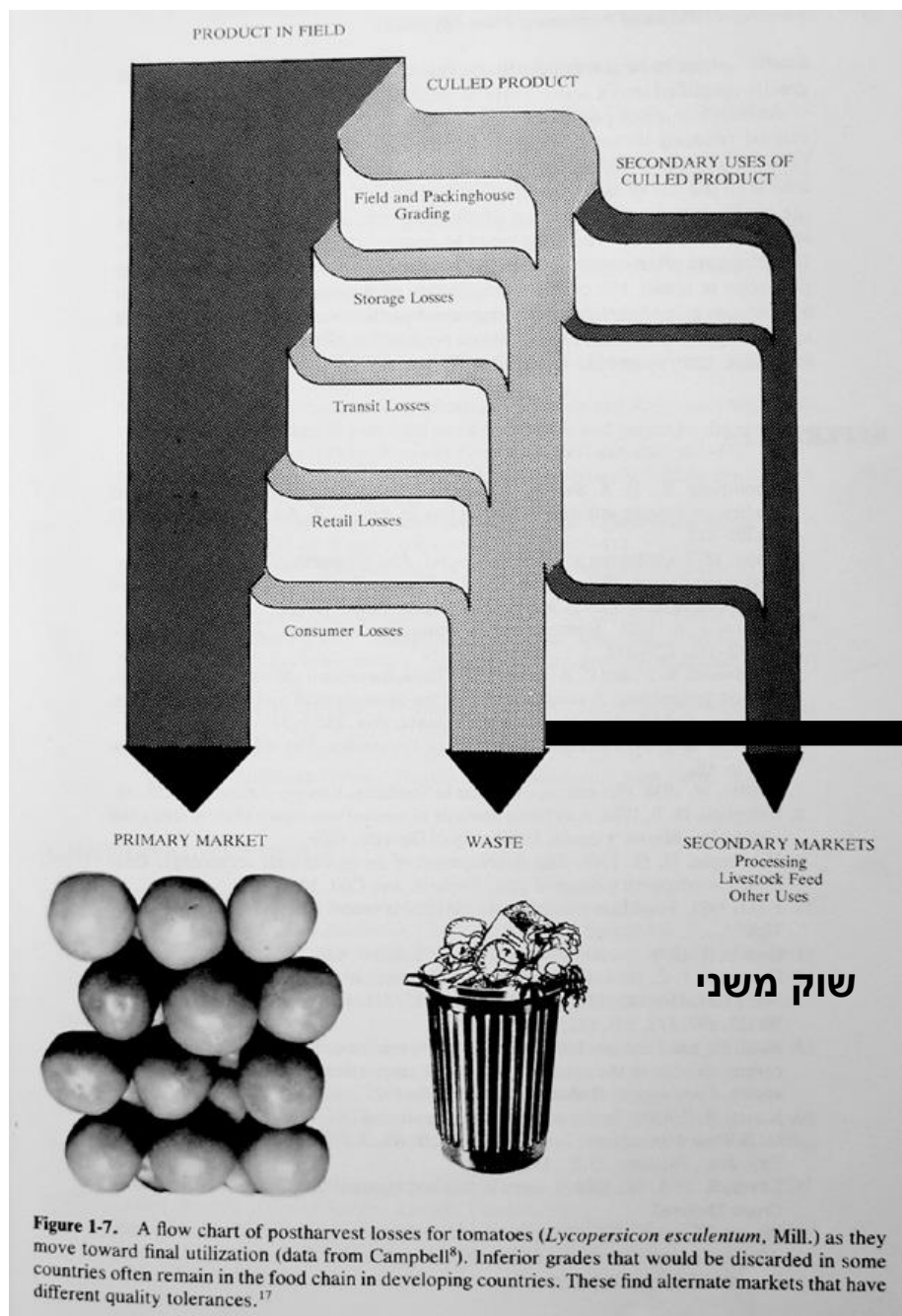
צרכן

קמעוני

הובלה

אחסון

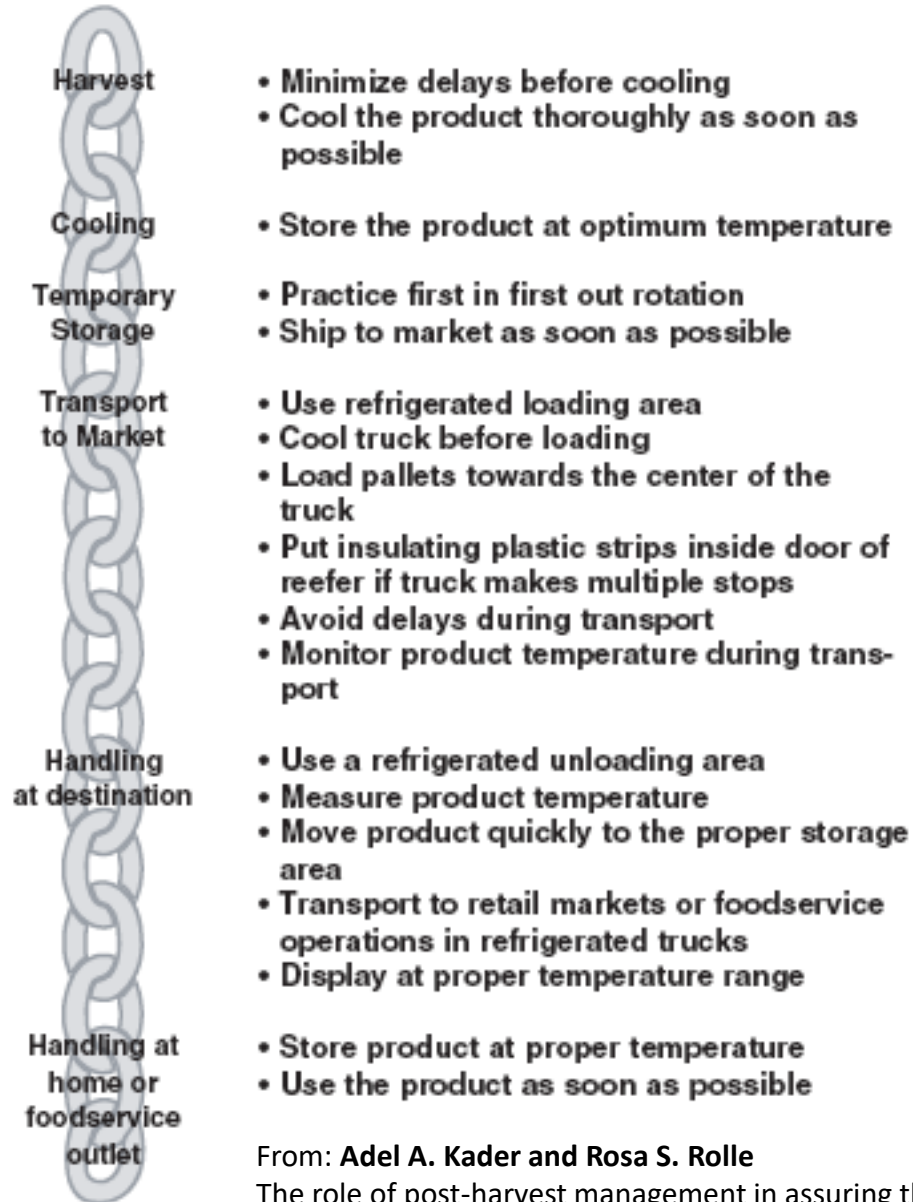
קטיף



פחת מצטבר בשלבים השונים של שרשרת ההובלה. פחת זה ברובו הופך לפסולת ולעיתים מופנה לשווקים משניים כגון עיבוד בתעשייה או מזון לחיות.

איבודי תוצרת בעגבניות

Maintaining The Cold Chain For Perishables



הנחיות כלליות לטיפול בתוצרת
חקלאית במסגרת עקרון שרשרת
הקירור.

יש חשיבות רבה בשמירה על
זמן מינימלי בשיווק התוצרת
ושמירה על "שרשרת הקירור"

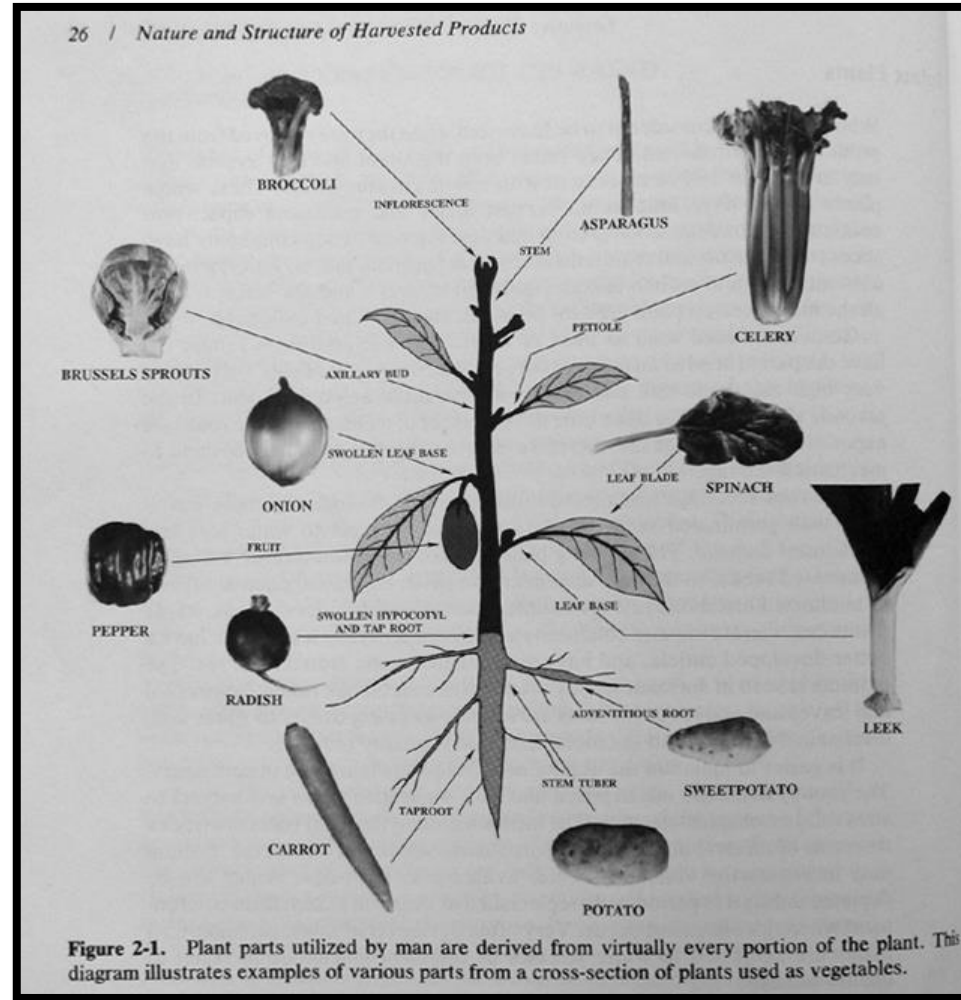
From: **Adel A. Kader and Rosa S. Rolle**

The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce.

Food And Agriculture Organization Of The United Nations Agricultural Services Bulletin 152, Rome, 2004

המורכבות הבוטנית של התוצרת הקטופה יוצרת אתגר מחקרי

גם כשמדובר באותו איבר, כדוגמת פרי, תיתכן שונות רבה ברקמה המרכיבה אותו ולכן פירות שונים יהיו בעלי מאפיינים פיזיולוגיים, ביוכימיים ומולקולאריים שונים וייחודיים. אנו נדרשים לשמר כל אחד מאיברי הצמח השונים בצורה מיטבית ולכן עבור כל אחד יש להשתמש בכלים/גישות שונים.



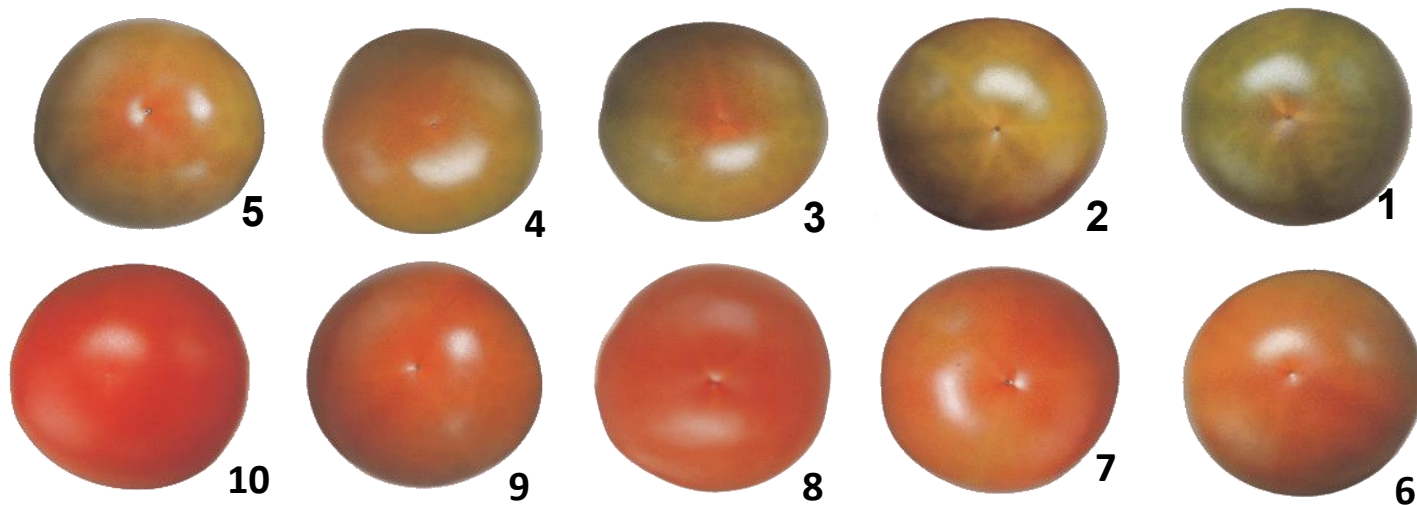
השונות הגנטית היא מפתח חשוב לבירור תכונות של עמידות לאחסון



השפעת מצבי הבשלה שונים על כושר האחסון שלהם

התוצרת הטרייה נקטפת בשלבי הבשלה שונים ולעיתים אף קיימת שונות בדרגת ההבשלה בפרי מסוים בקטיפים מאתרים שונים או מאזורים שונים דבר המסבך את היכולת לפתח פרוטוקול יחיד שיהיה יעיל.

יש חשיבות, יחד עם פיתוח שיטות אחסון, לפתח שיטות לקביעת דרגת ההבשלה/התפתחות של הפרי הנקטף על מנת לחזות את דרך התנהגות הפרי.



הבנת תהליכי הבשלה והזדקנות חשובה לצורך האטת תהליכים אלו שממשיכים ואף מואצים לאחר הקטיף מחקר ברמה הפיסיולוגית, ביוכימית ומולקולארית לצורך פיתוח כלים שימששו בישום טכנולוגיות אחסון, השבחה גנטית והשבחה ביוטכנולוגית.

יחד עם זאת מתן תנאים אופטימאליים של טמפרטורה ולחות במהווה בהרבה מקרים את השיטה היעילה ביותר להארכת משך חיי התוצרת הטריה באחסון.

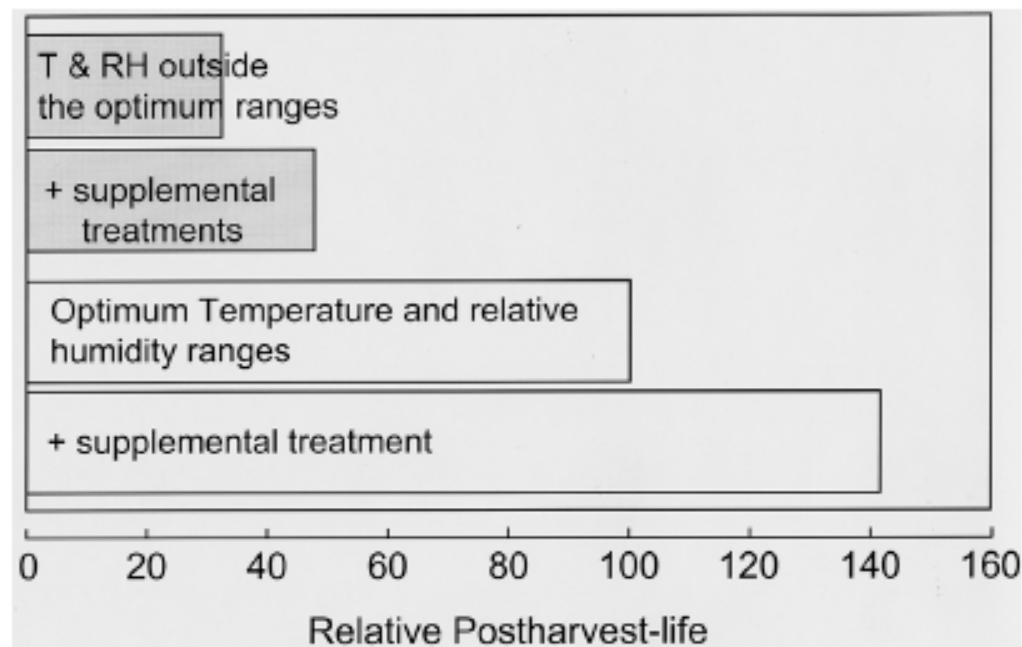
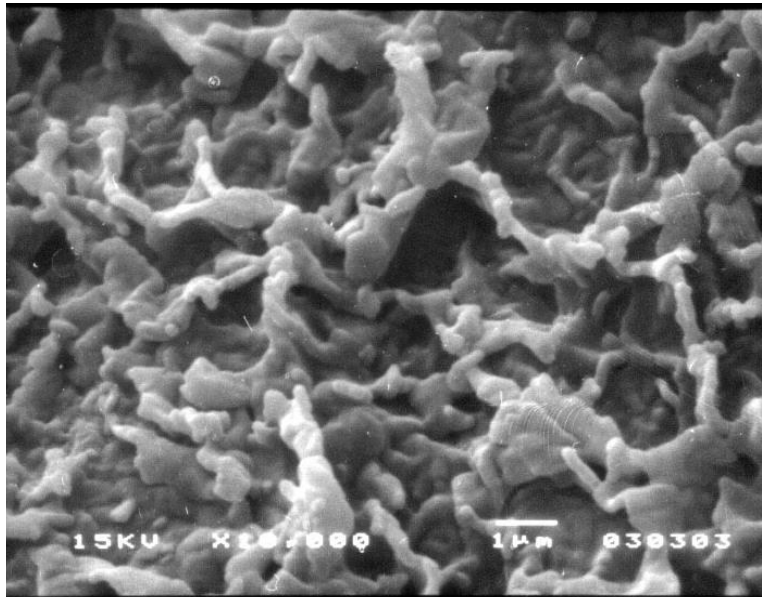


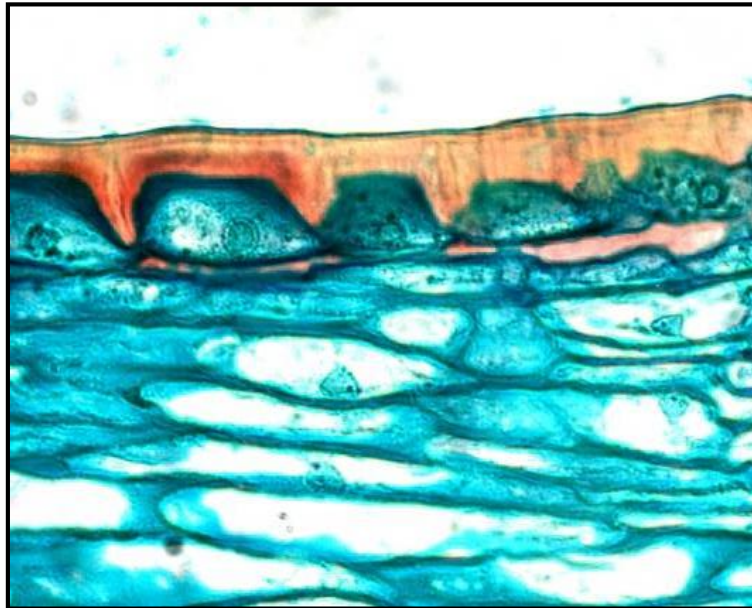
Fig. 3. Providing optimal ranges of temperature and relative humidity is the most effective method for extending postharvest life. All other technologies (such as waxing, postharvest fungicides, sprout inhibitors, controlled or modified atmospheres, ethylene exclusion or scrubbing, and 1-MCP treatments) are supplemental and extend postharvest life by only 25% to 40%.

מגבלה בישום במיני צמחים בעלי רגישות גבוהה לצינה

Kader, HortScience,
38(5), 2003

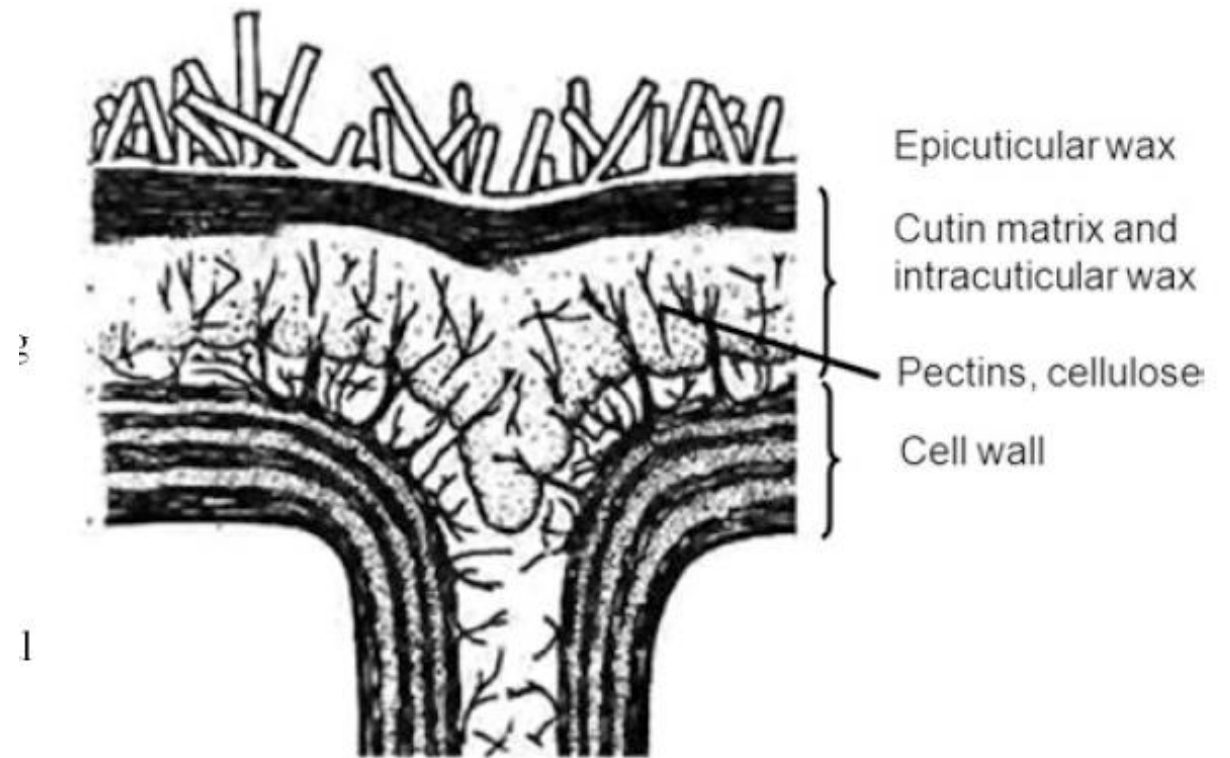


לוחיות שעווה אפיקוטיקולרית בענבים



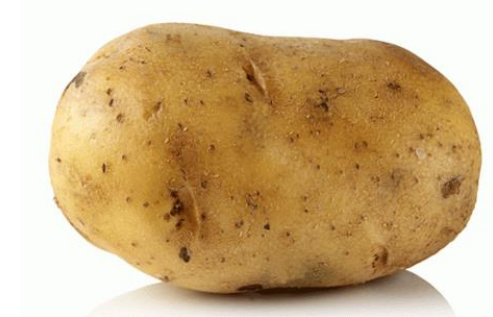
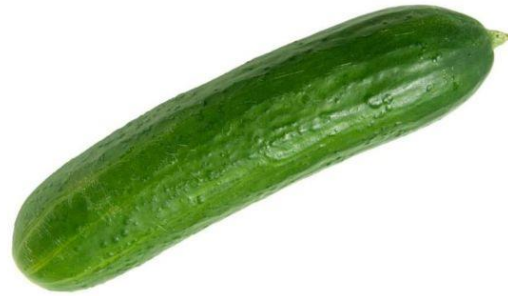
קוטיקולה בעגבנייה

מאזן מים ואיבוד מים והשפעתו על איכות המוצר ודרכים לבקרת איבוד המים באחסון



איבוד מים לתוצרת חקלאית לאחר הקטיף משתנה לפי סוג התוצרת

תפוחי אדמה > עגבנייה > מלפפון > חסה



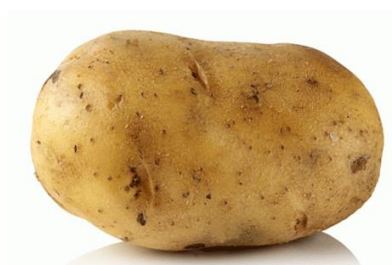
תוצרת בעלת שטח פנים גבוה המאורגנת בשכבות (חסה, כרוב, בצל) אינה מאבדת מים בקצב הצפוי על פי חישוב שטח הפנים.



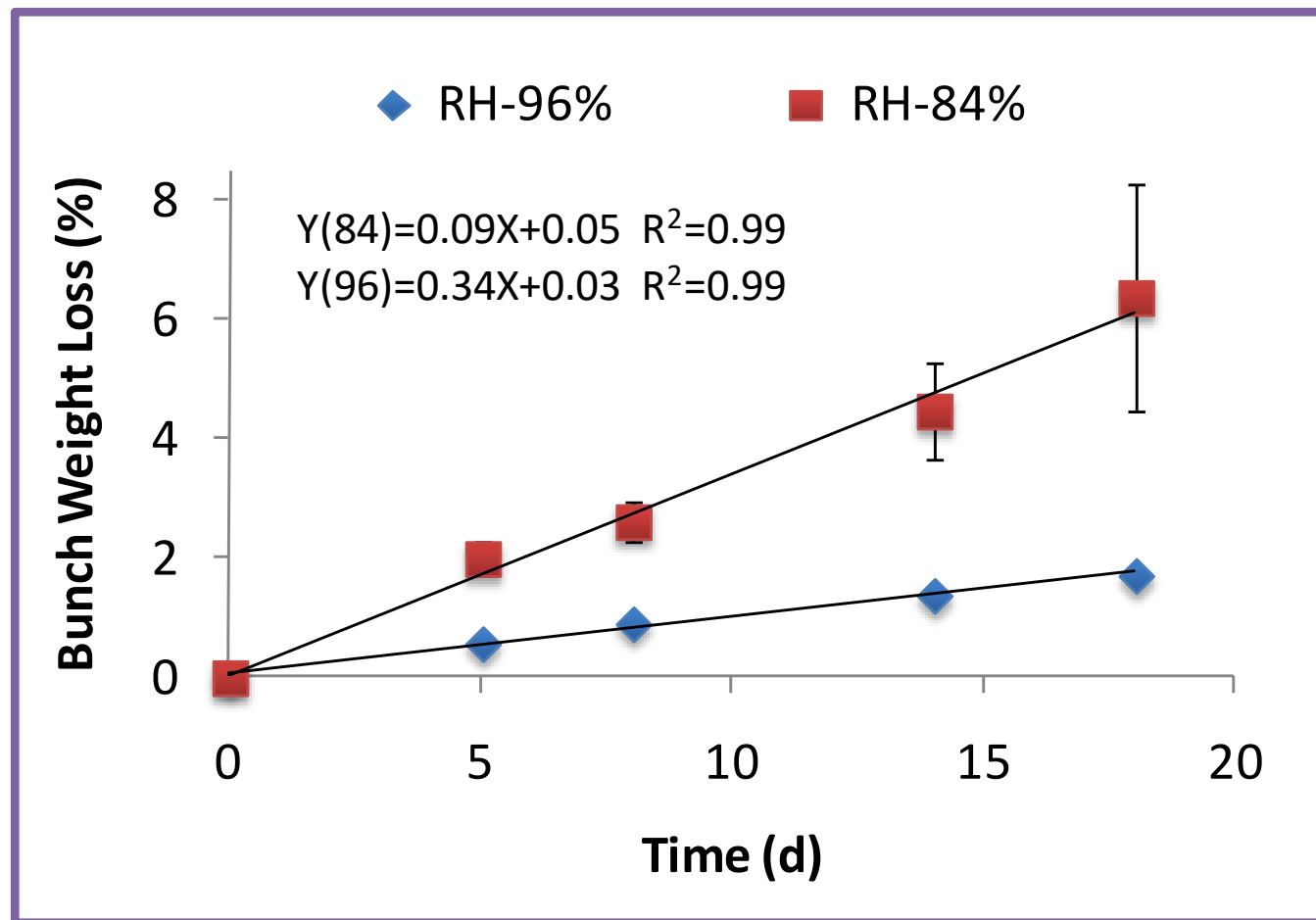
במקרים רבים יש מעבר מים בתוך המוצר מהחלק העשיר במים לחלק המאדה



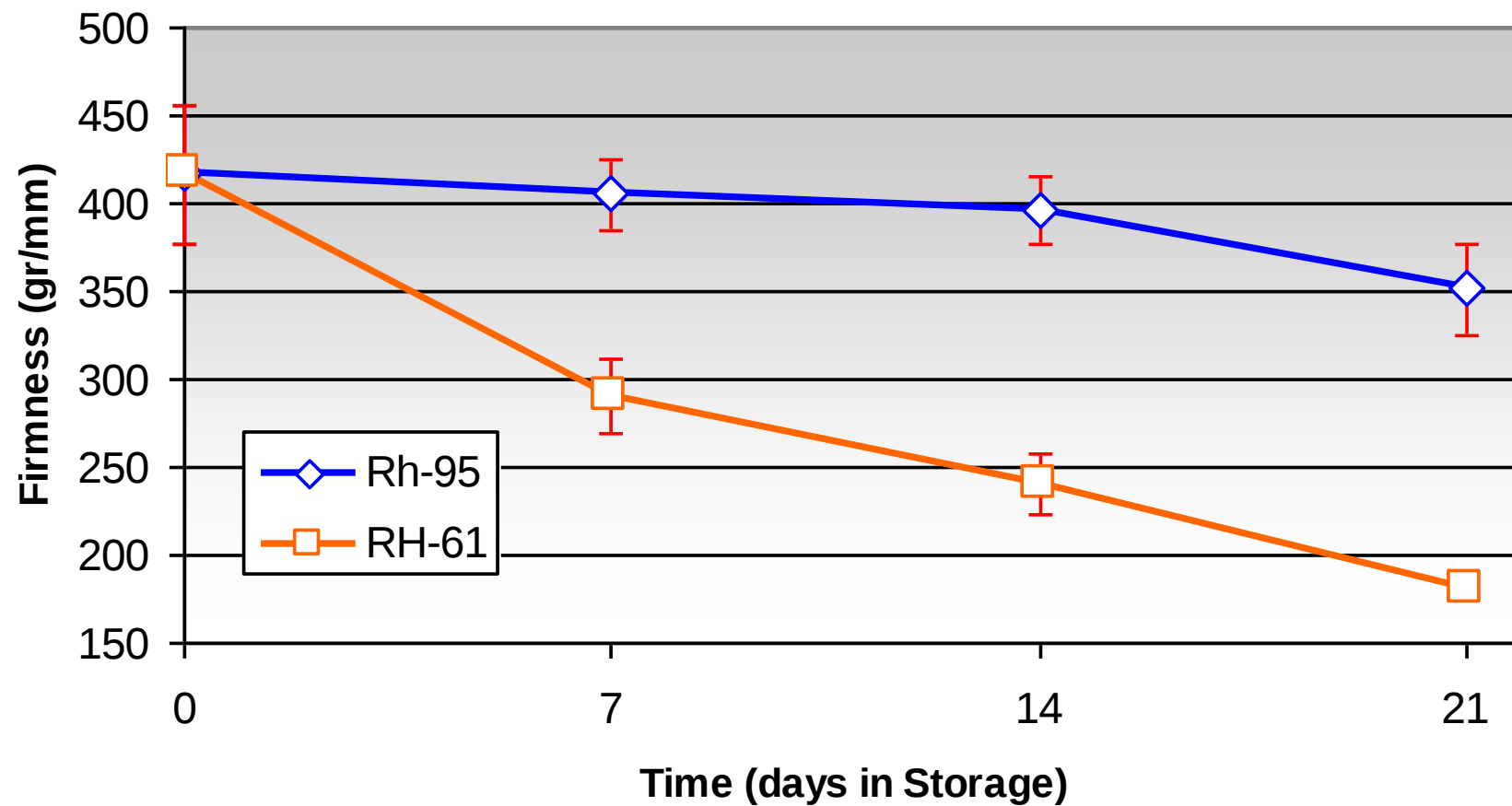
איבוד מים מעלי תרד גבוה פי 200 לעומת תפו"א



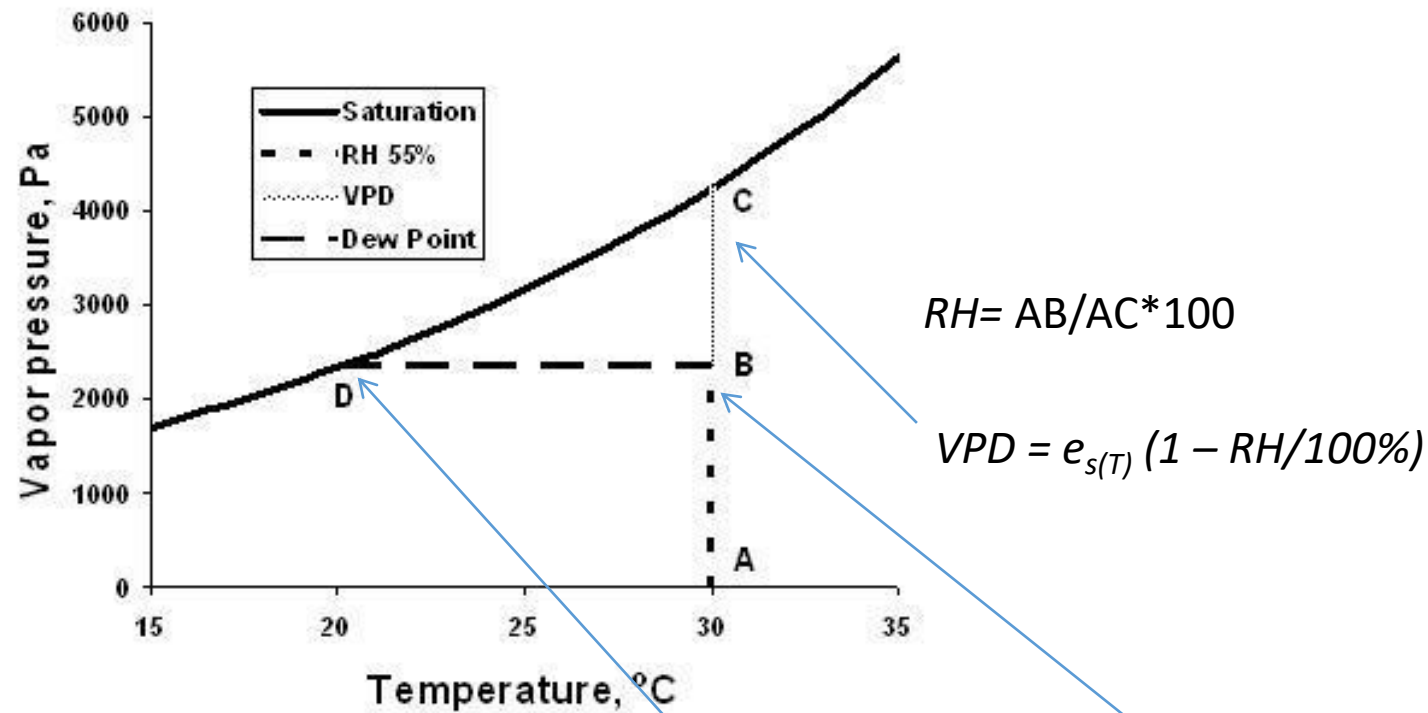
השפעת לחות על איכות עגבניות צ'רי באשכולות



Firmness depends on water loss and ripening



לחות יחסית – Relative Humidity – היחס בין לחץ האדים החלקי ללחץ האדים ברוויה
 Water vapor pressure deficient – WVPD – הפרש לחץ האדים BC.



$$e_{s(T)} = f \left(a \cdot \exp \left\{ \frac{bT}{c+T} \right\} \right)$$

$$a = 611.21$$

$$b = 17.502$$

$$c = 240.97$$

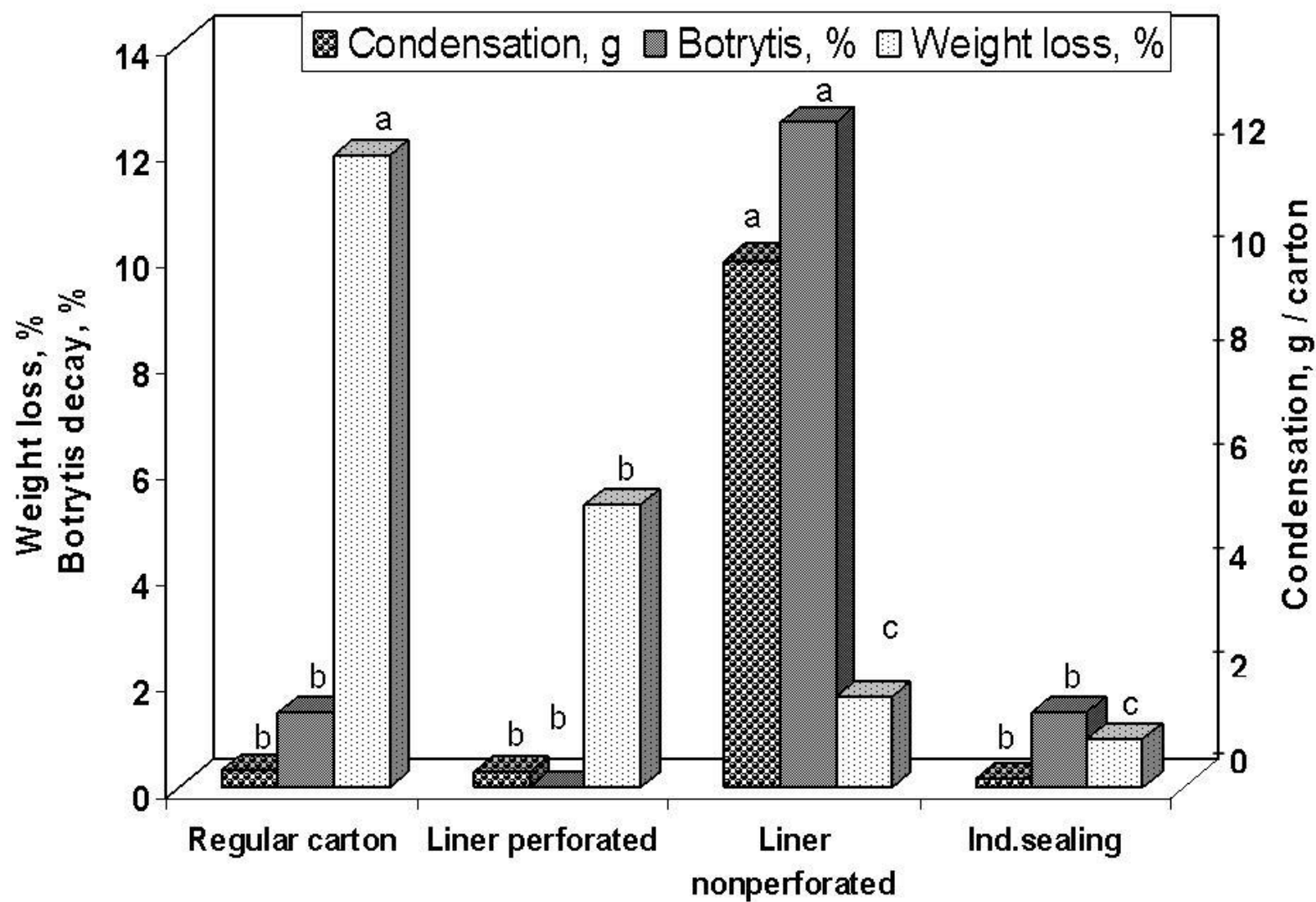
$$f = 1.0007 + 3.46 \times 10^{-8} P$$

נקודת הטל לתנאים הספציפיים

לחות יחסית של 55%

$$RH = AB/AC \cdot 100$$

$$VPD = e_{s(T)} (1 - RH/100\%)$$



אריזה אינדיבידואלית של תוצרת חקלאית בפלסטיק נצמד
פירות גדולים (מלון, הדרים, מלפפונים, כרוב סיני ועוד)
עטיפה של פלסטיק נצמד בחום.

יתרונות

נפח האוויר הקטן בין הפרי לאריזה
מעט מים כלואים – עיבוי מים מינימלי
אפשרויות מיכון

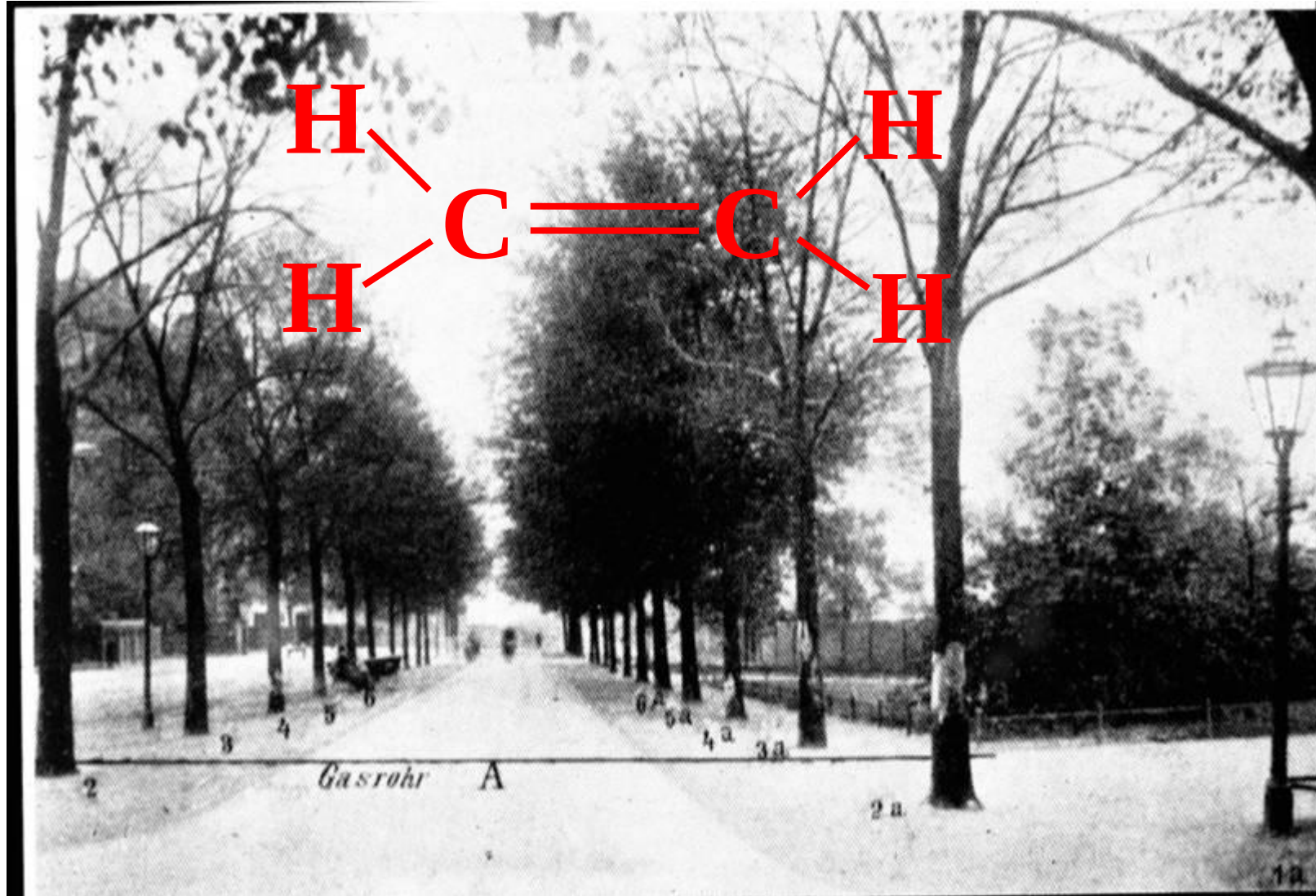
חסרונות

תוצאות שליליות – עגבניות ומנגו
ציוד ייחודי
התנגדות צרכנים (מגע ישיר, פלסטיקה)

יש יישום בארה"ב ובסין

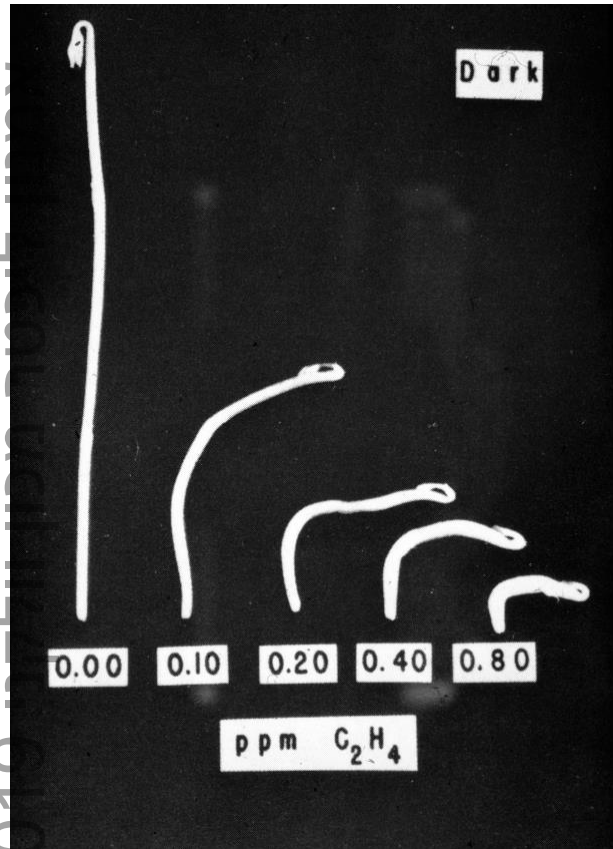


אתילן הבשלה, הזדקנות ונשירה ומניעתם



דליפת גז לתאורה השפיע על צמחים סמוכים (~1900)

Ethylene (C_2H_4) - פעילות ביולוגית



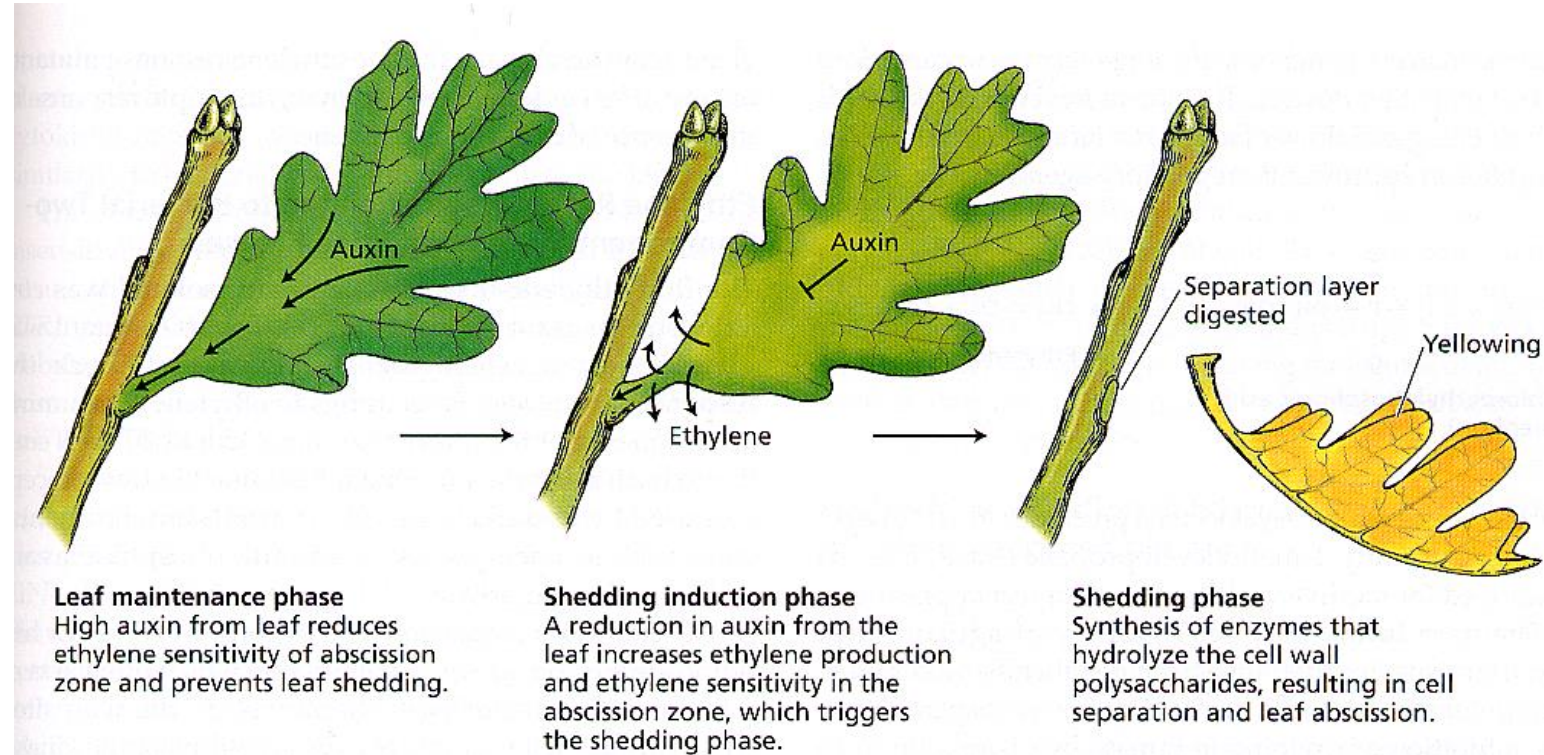
תהליכים המושפעים כוללים:

- נביטה והתפתחות הנבט.
- ניתוק רקמות (נשירת עלים, פירות, זרעים).
- הבשלת פירות, הזדקנות עלים.
- התפתחות שורשים.
- פריחה.
- השפעה על יצור אתילן עצמי.
- תגובה לפתוגנים (עמידות/רגישות).
- תגובה לעקות סביבתיות: הצפה, קור, יובש, מלח ועוד.

השפעת יישום אתילן על כמישת פרחי ציפורן מזן White sim



תהליך הניתוק מושפע על ידי היחסים בין פעולת האתילן להאצת הניתוק לבין האוקסין המעכב את התהליך



Ethylene Promotes and Auxin Inhibits Leaf Abscission

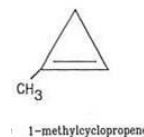
עיכוב פעולת אתילן יכול להתבצע ברמות שונות

1. ספיחת אתילן

2. עיכוב הביוסינטיזה של אתילן

3. קשירה תחרותית לרצפטורים

4. מעכבים במורד מסלול האתילן



הממציא: Edward Sisler

כימאי מאוניברסיטת North Carolina

המטרה לחפש מולקולות שיאפשרו
סימון של אתרי הקשירה של אתילן

החיפוש אחר מולקולות דומות
לאתילן התחיל בספרייה
המערכת הראשונה שנבדקה
הייתה ציפורנים מאחר והתגובה
הייתה מהירה

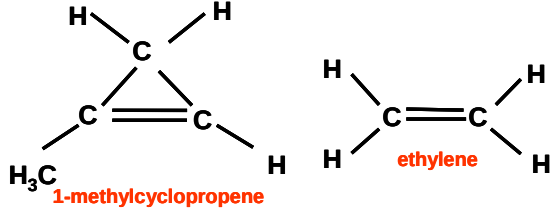
בהמשך נערכו ניסויים על תפוחים
ועגבניות ונמצאה השפעה
דרמטית על עיכוב הבשלה

השפעת DACP על מופע פרחי ציפורן לאחר 7 ימים באגרטל

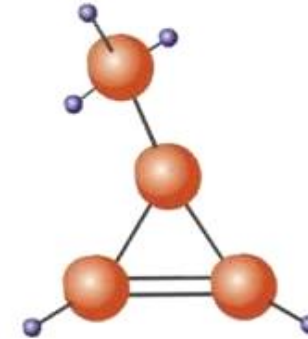
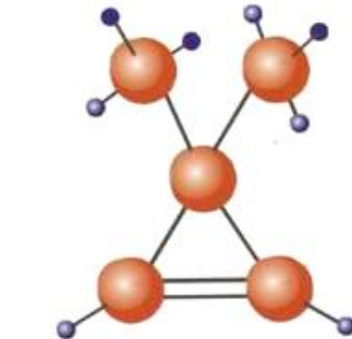
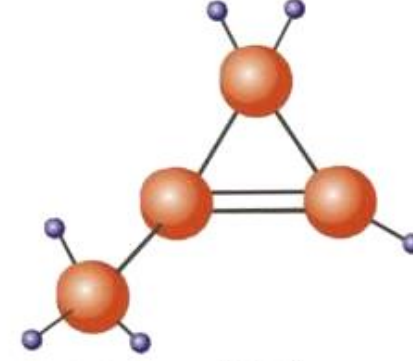
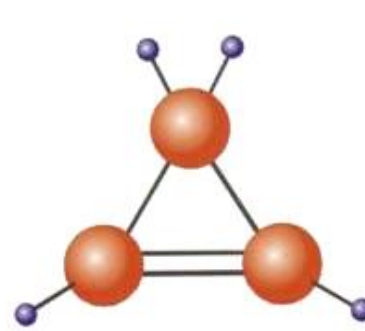
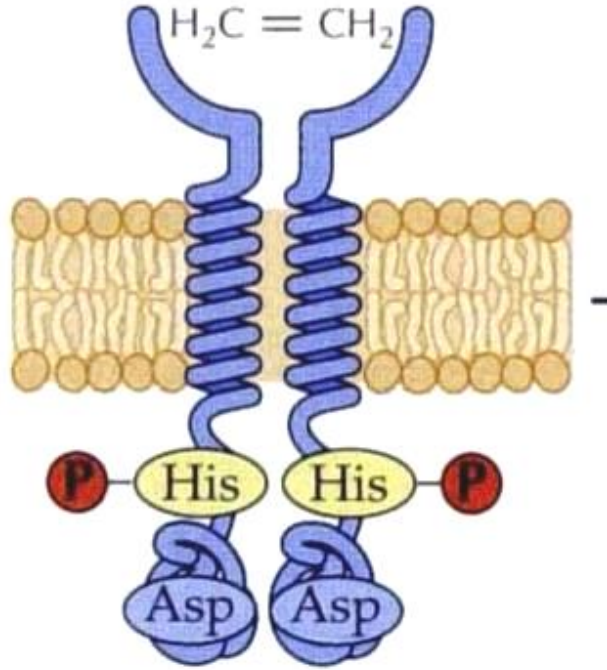


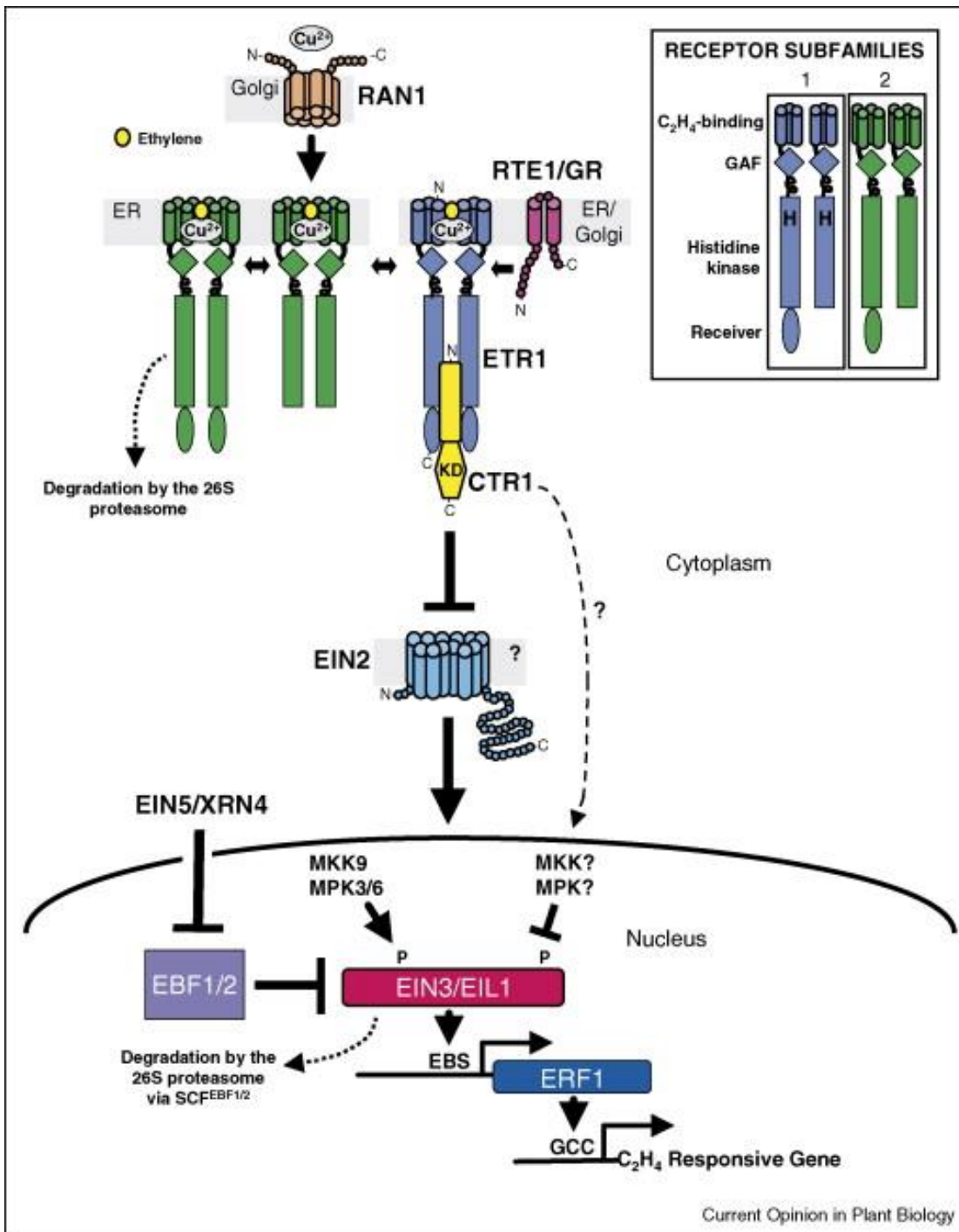
ביקורת

DACP
200 ח"ב ל- 6 שעות



ציקלופרופנים





כעבור 20 שנה פוענח מנגנון הפעולה של אתילן

ללא אתילן

CTR1 חופשי ומעכב תגובות אתילן

בנוכחות אתילן

CTR1 קשור לרצפטור

EIN2 מפעיל את מנגנון התגובה לאתילן

בנוכחות 1-MCP

אתילן מנוע מלהיקשר לרצפטור

CTR1 חופשי ומעכב תגובות אתילן

באופן תיאורטי

לא דרושה חסימה של כלל הרצפטורים

על ידי 1-MCP כל עוד יש עודף CTR1

חופשי שיחסום את התגובה לאתילן

השפעת יישום 1-MCP על כמישת פרחי ציפורן מזן White sim לאחר חשיפתם לאתילן בתום 8 ימי אגרטל



דוגמא לבעיות שניתן לפתור באמצעות עיכוב אתילן

אמנון ליכטר מכון וולקני 2019

1-MCP



Control



Pesis et al. 2007

Granny Smith after 6m@0C + 10d@20C

Superior Seedless



Sable Seedless

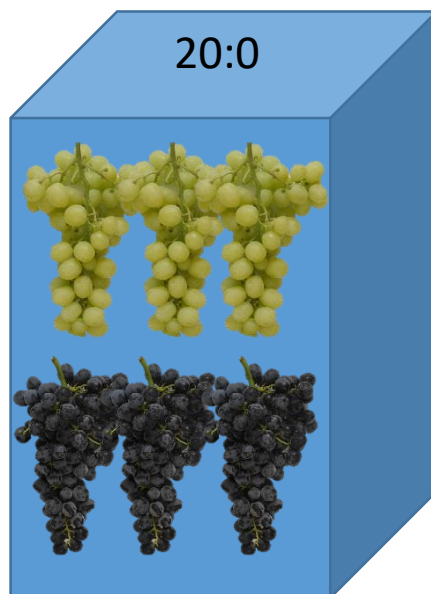


6 weeks cold storage + 2 d at shelf life

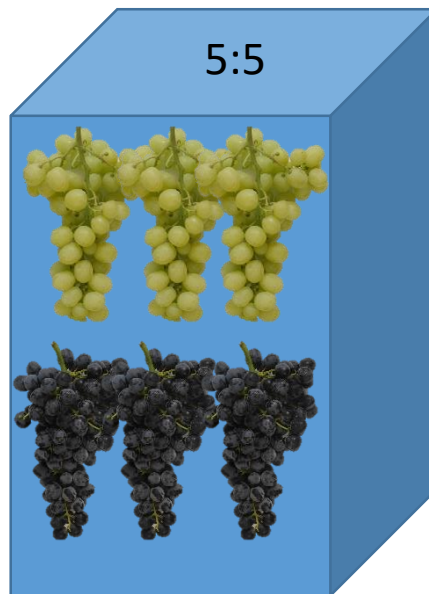
T=0



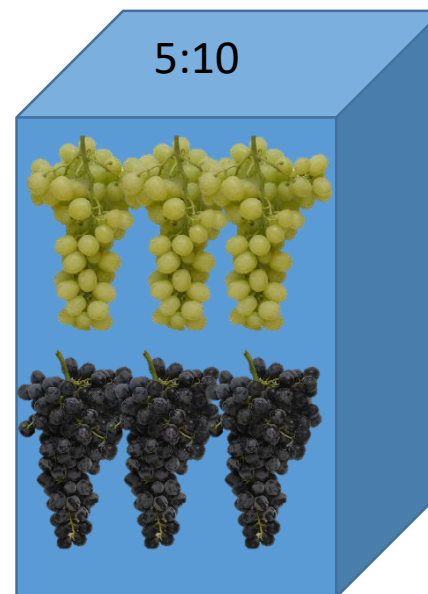
20:0



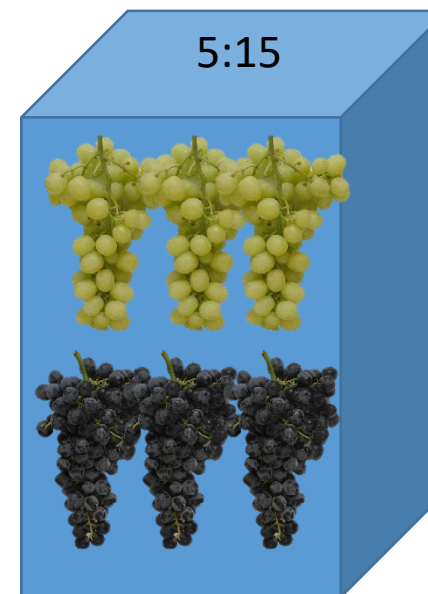
5:5



5:10

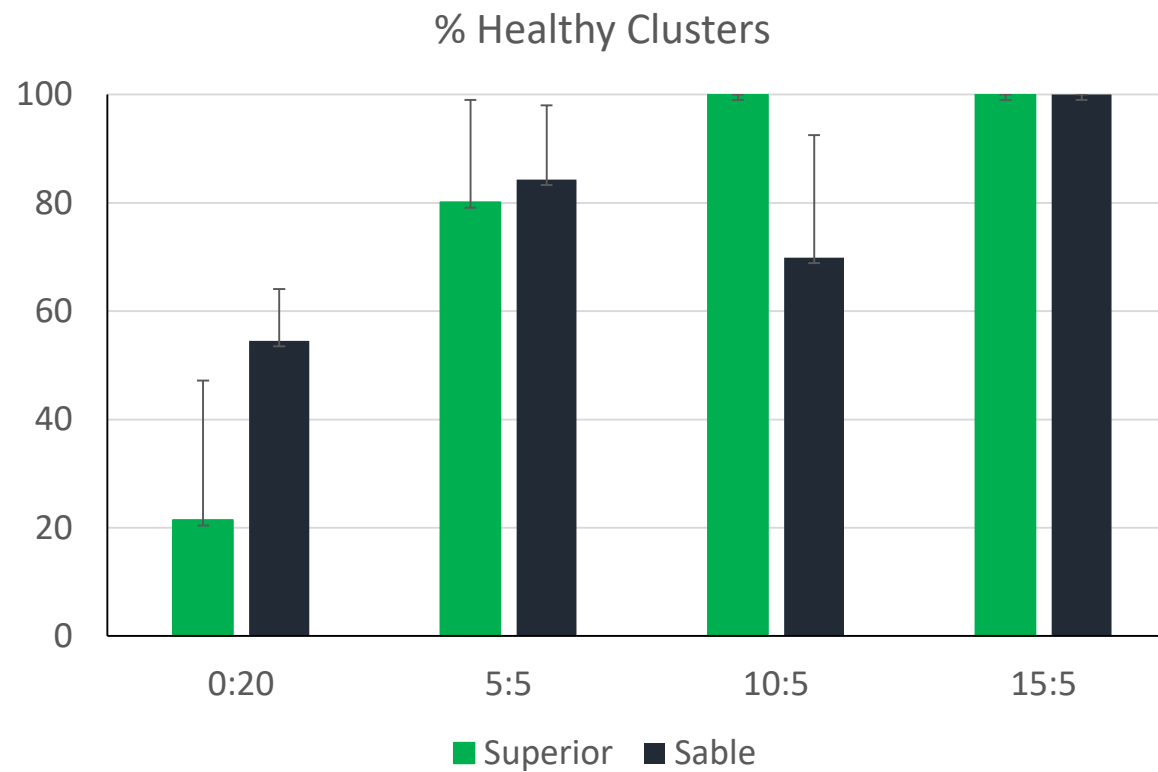


5:15

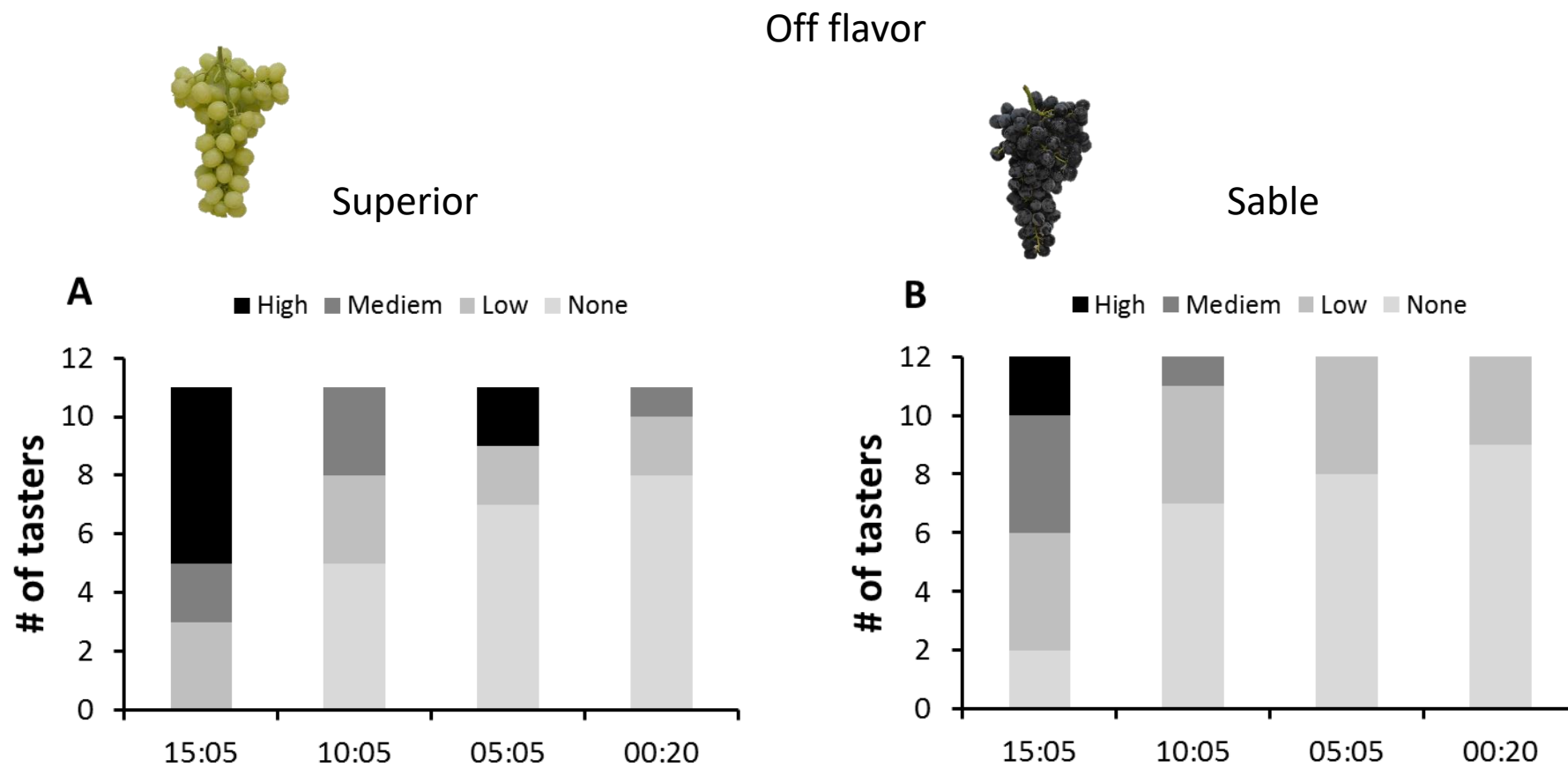




TSS 18.8
TA 0.4
Neutral flavor

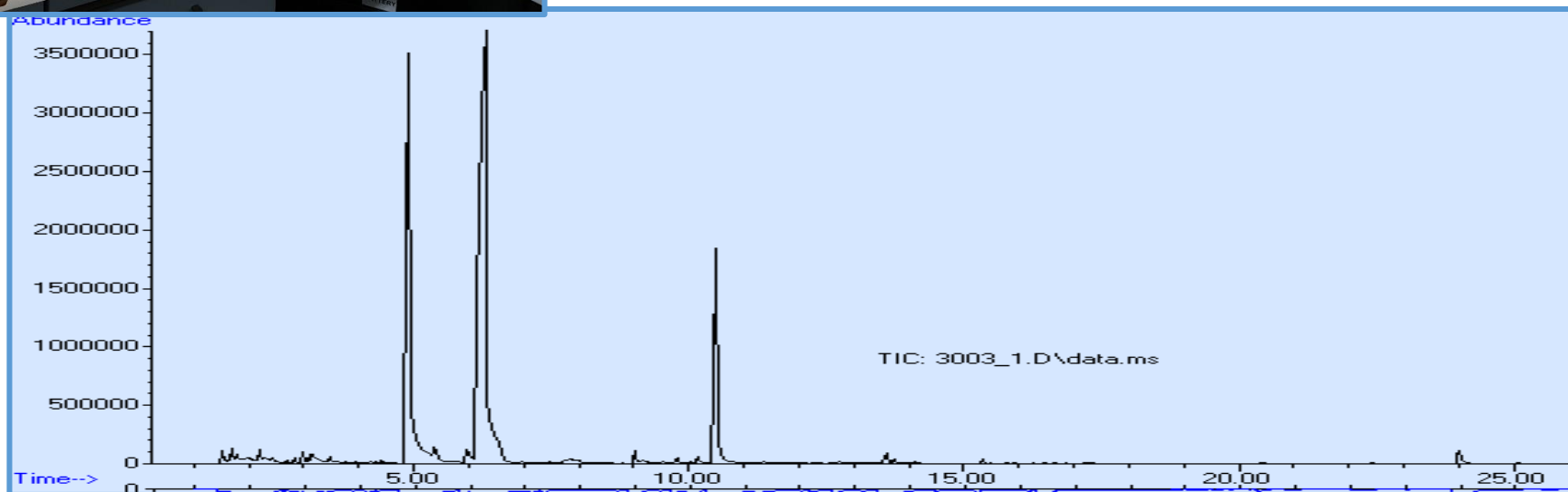


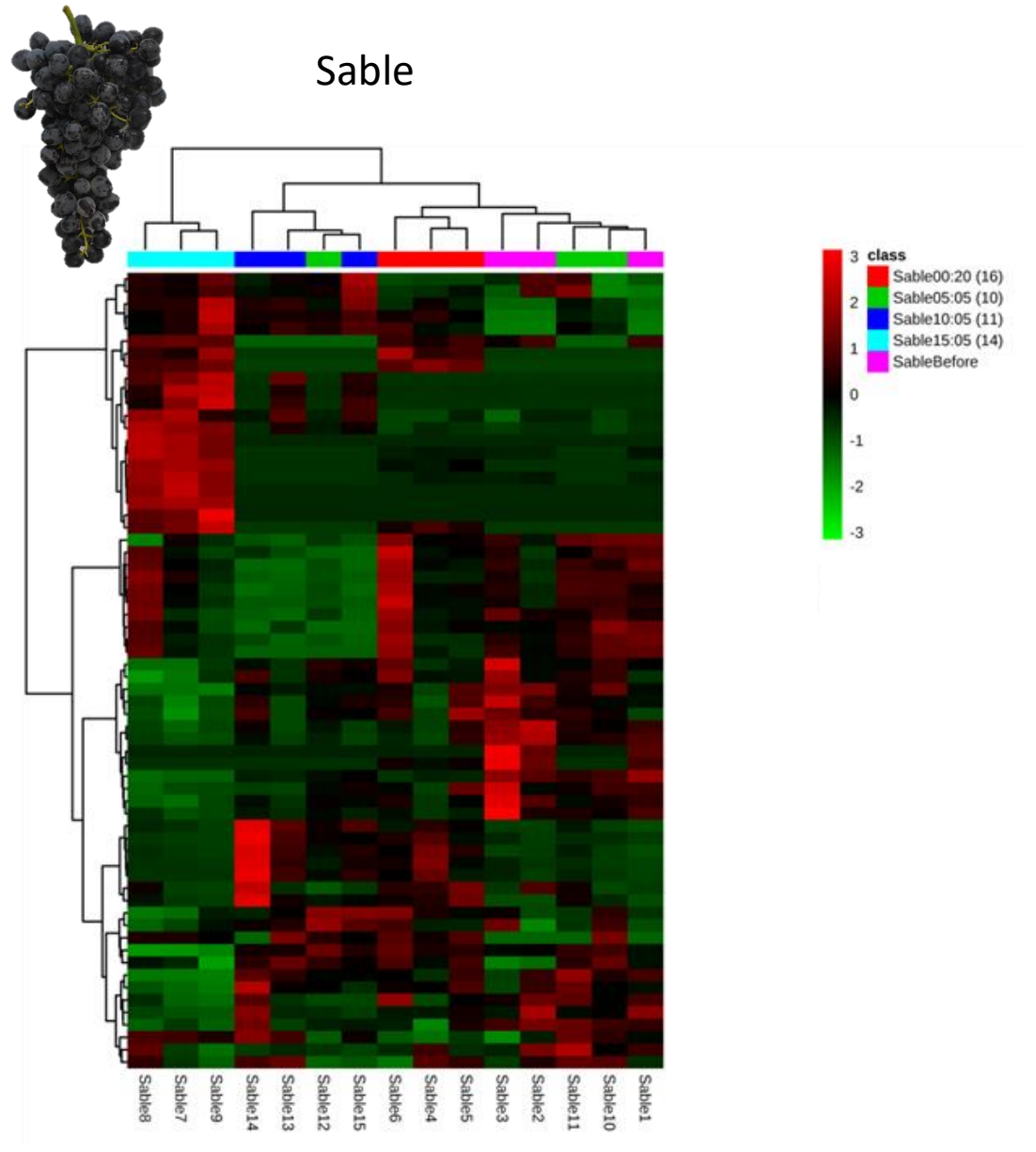
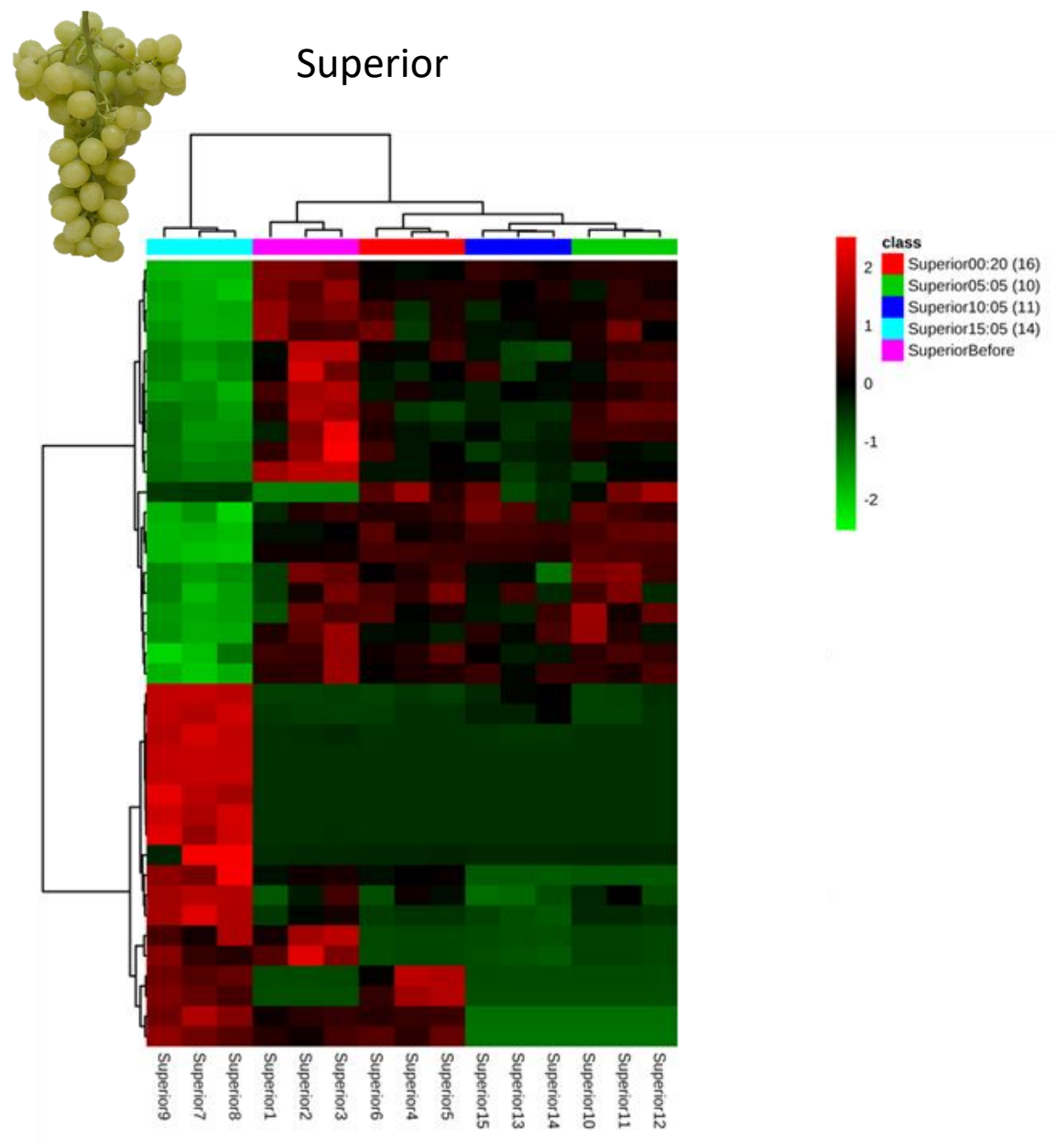
TSS 19.4
TA 0.6
Fruit-Muscat Flavor





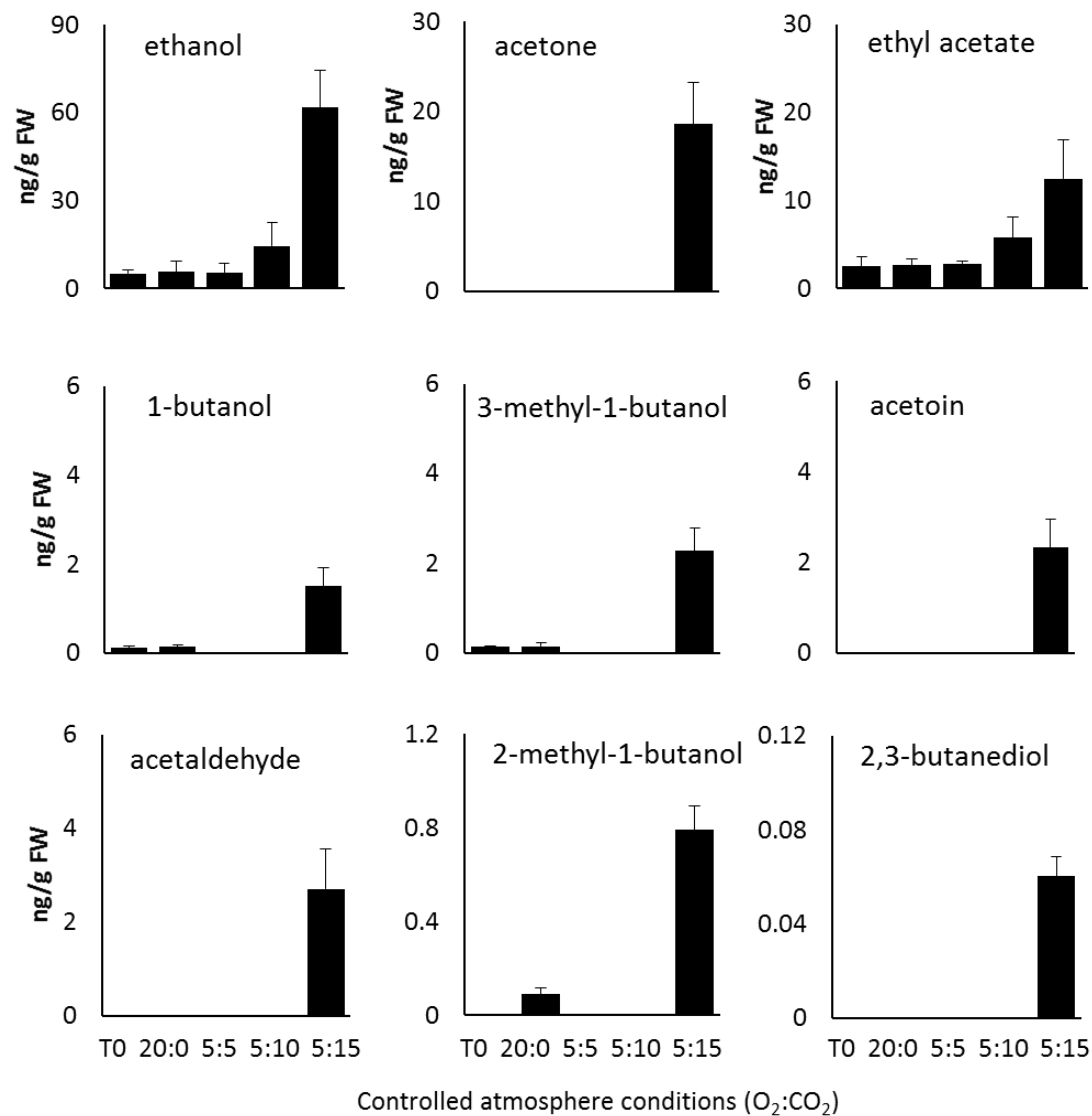
על מנת להבין מהם המטבוליטים
האחראיים לטעמי הלוואי בענבים
משתמשים בגז כרומטוגרף מצומד
לגלאי מסות GC-MS



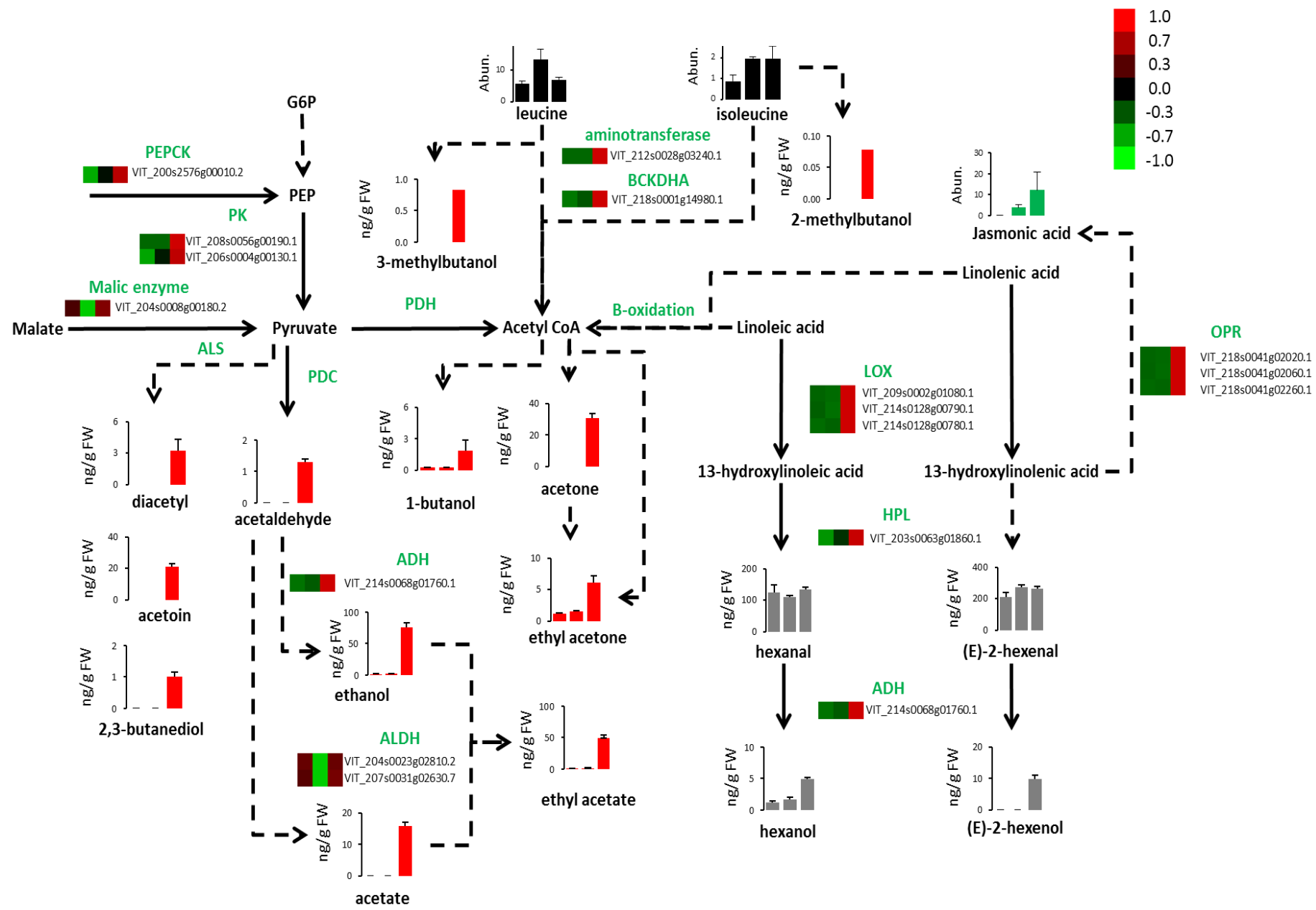




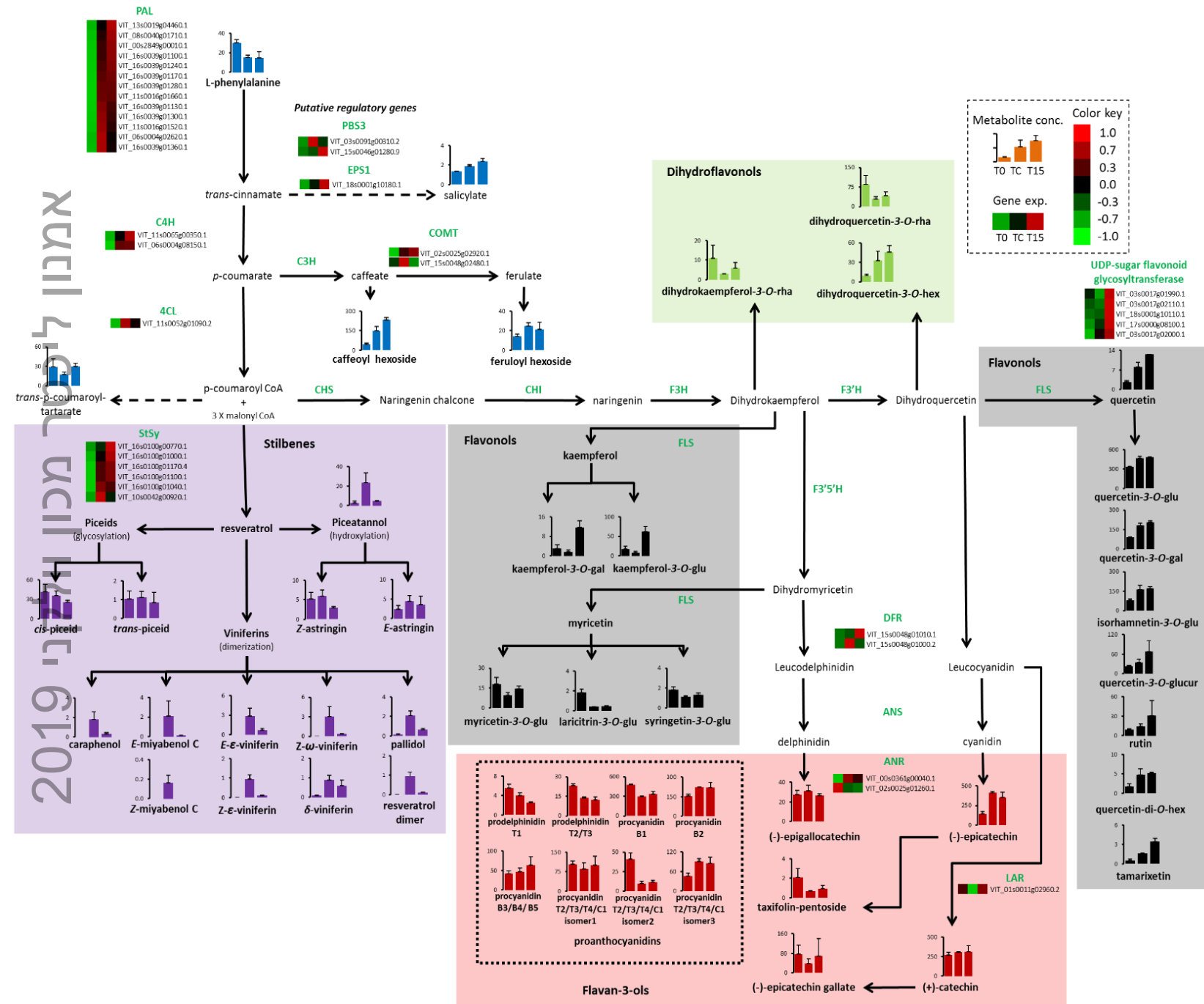
נדיפים האחראיים לטעמי לוואי בענבים



מסלולים ביוכימיים שאחראיים ליצירת טעמי לוואי בענבים



על מנת להבין כיצד משפיע הטיפול באווירה מבוקרת וקור על סינטיזת חומרי "בריאות" התבצעה אנליזת LC-MS ואנליזת ביטוי גנים





השתנות של גנים שאחראיים על תהליכי בקרה בענבים ואשר הושפעו מתנאי האווירה המבוקרת

