



1998-2000

תקופת המחקר:

255-0516-00

קוד מחקר:

שיפור הטעם והריח בזני מלון מסחריים בשיטה אנליטית חדשה

שם

NEW ANALYTICAL TECHNIQUE FOR IMPROVMENT OF THE FLAVOR AND  
FRAGRANCE IN COMMERCIAL MELON CULTIVARS

המחקר:

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

חוקר ראשי: פרופ' עוזי רביד

מאמרים: 3

חוקרים שותפים: מר יוסף בורגר, דר' נורית קציר, גברת אירנה קציר

תקציר

המלון הוא גידול חקלאי חשוב, בעל פולימורפיזם גדול, הבדלים בתכונות כגון כושר השתמרות, מרקם, טעם וריח נובעים במידה רבה בהבדלים בתהליכים פיסיולוגיים המתרחשים בזמן ההבשלה. ניתן לחלק את המלונים לשתי קבוצות, קלימקטרים ולא קלימקטרים בהתאם לתכונות ההבשלה. פרות קלימקטרים מאופיינים בעלייה משמעותית פתאומית ברמת הנשימה ובשחרור אתילן, המלווים בשינויים מהירים וקיצוניים במרקם ובארומה. חלק גדול מהמלונים הקלימקטרים נחשבים במידה רבה לבעלי חיי מדף קצרים ואילו הלא קלימקטרים בדרך כלל נחשבים לפחות ארומטיים ובעלי חיי מדף ארוכים.

מטרת המחקר: לחקור את הגורמים לארומה של המלון על מנת ליצור מלון שיהיה ארומטי בעל חיי מדף ארוכים.

תוצאות: בבדיקת ריכוז נדיפים שבוצעו לזני מלון שונים נמצא כי לזנים הקלימקטרים יש ריכוז נדיפים גבוה יותר מאשר ללא קלימקטרים. קיים גם שוני בהרכב החומרים הנדיפים, הזנים הארומטיים נמצאו עשירים באסטרים אשר מתוכם האצטטים הם המרכיבים העיקריים, המקנים לפרי את הריח המאפיין פרות (fruity aroma) ואילו בזנים הלא קלימקטרים נמצאו ריכוזים גבוהים יותר של כהלים ואלדהידים בהשוואה לזנים קלימקטרים. חומרים אלו מקנים לפרי את הארומה האופייני למלפפונים ולמלונים לא בשלים (green aroma).

מסקנות: מתוך הכלאות בין זנים שונים ראינו כי יתכן שע"י הכלאת הזן הקלימקטרי "דובלון" עם זנים לא קלימקטרים ניתן לקבל עדיין רמה גבוהה ומספקת של חומרים נדיפים עם תוספת של חיי מדף.

**שיפור הטעם והריח בזני מלון מסחריים בשיטה אנליטית חדישה**

**New analytical technique for improvement the flavor and fragrance  
in commercial melon cultivar**

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

פרופ' עוזי רביד	תבלינים, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
דר' יוסי בורגר	דלועים, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
דר' נורית קציר	גנטיקה, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
דר' אפרים לוינסון	תבלינים, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
אולגה לרקוב, מהנדסת	תבלינים, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
לאורה מנשה, סטודנטית	תבלינים, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער
ליליה פריימן, מהנדסת	תבלינים, מינהל המחקר החקלאי, נוה יער

Uzi ravid, Aromatic Plants, ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021 Ramat  
Yishay 30095. E-mail: [uziravid@netvision.net.il](mailto:uziravid@netvision.net.il)

Yosef Burger, Cucurbit Crops, ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021  
Ramat Yishay 30095. E-mail: [burgery@netvision.net.il](mailto:burgery@netvision.net.il)

Nurit Katzir, Genetics, ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021 Ramat  
Yishay 30095. E-mail: [geneweya@netvision.net.il](mailto:geneweya@netvision.net.il)

Efraim Lewinsohn, Aromatic Plants, ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B.  
1021 Ramat Yishay 30095. E-mail: [twefraim@netvision.net.il](mailto:twefraim@netvision.net.il)

Olga Larkov, Aromatic Plants, ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021  
Ramat Yishay 30095.

Laura Menashe, Aromatic Plants, ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021  
Ramat Yishay 30095. E-mail: [laura\\_menashe@hotmail.com](mailto:laura_menashe@hotmail.com)

Lilia Frieman, Aromatic Plants, ARO, Newe Ya'ar Research Center, P.O.B. 1021  
Ramat Yishay 30095.

## מבוא

המלון שייך למשפחת הדלועיים. קיימים 32 מינים. לרוב המינים אופייני מספר כרומוזומלי של  $n=12$ . המלונים שייכים למין *Cucumis melo* L. מין זה כולל זני בר שמקורם מאפריקה ומאסיה וזנים מתורבתים. נעשו מספר ניסיונות בלעשות הכלאה בין מלון לבין דלועים אחרים אך פרט להצלחה בהכלאת *C. melo* עם *C. sativus* כל הניסיונות נכשלו. *C. melo* הוא ככל הנראה לא cross-compatible עם דלועים אחרים.

המלון היינו גידול חקלאי בעל הפריה עצמית וזרה. צמח המלון הוא דיפלואידי בעל 12 זוגות כרומוזומים ( $2n=24$ ), גודל הגנום שלו הוא כ  $4.5 \times 10^8$  זוגות בסיסים.

המלון הוא בעל שונות מורפולוגית רחבה מאוד, הזנים נבדלים בתכונות הפרי כגון צורה, גודל, צבע, מרקם וטעם, בתכונות הצימוח והתאמה לתנאי גידול שונים ובזמן חיי המדף. השונות הפנוטיפית הרחבה אפשרה טיפוח של טיפוס מלון ייחודיים עבור שווקים שונים ואזורים גיאוגרפים שונים בהתאם לדרישות השוק השונות.

ניתן לחלק את המלונים לשתי קבוצות: קלימקטרים ולא קלימקטרים, בהתאם לתכונות ההבשלה. הקלימקטרים מאופיינים בעליה משמעותית פתאומית ברמת הנשימה ובשחרור אתילן, המלווים בשינויים מהירים וקיצוניים בארומה ובהתרככות הפרי.

חלק גדול מהקלימקטרים נחשבים לארומטים במידה רבה ובעלי חיי מדף קצרים ואילו הלא קלימקטרים בדרך כלל נחשבים לפחות ארומטים ובעלי חיי מדף ארוכים.

בטיפוח ירקות ופירות בכלל ומלונים בפרט, קיימת דרישה לטיפוח זנים בעלי חיי מדף ארוכים. אחת הבעיות הנובעות ממגמה זו היא איבוד מאפייני הטעם והריח של פירות וירקות. במלונים מסחריים יש מספר רב של זנים בעלי מגוון רחב של טעמים וריחות, אשר מהווים גורם נכבד בהעדפתם של הקונים.

המגדלים נתקלים תדירות בקושי להחליט מתי לאסוף את היבול לקבלת מקסימום "איכות למאכל", ועדיין לקבל התאמה לאחסון והובלה בתנאי השוק. פירות שונים, כולל מלונים מזנים שונים, נבדלים ביכולתם למלא שני הקריטריונים המנוגדים הללו.

במלונים המסחריים קיימות הקבוצות הבאות:

1. מלון מטיפוס "טל דבש" הוא מלון ללא רישות על הקליפה. המרקם הפנימי הוא תפוחי בצבע ירוק, טעמו מתוק מאוד ואינו בעל ריח מאפיין. מלונים מטיפוס זה יכולים להשתמר על המדף בטמפרטורת החדר למשך תקופה ארוכה יחסית (3-4 שבועות)
2. "שרנטה"- מלון המקובל בשוק הצרפתי. מלונים מסוג זה הם בעלי קליפה חלקה ומרקם רך בצבע כתום. למלונים מטיפוס זה יש ארומה אופיינית המהווה מרכיב חשוב בהעדפת הצרכנים בזמן הקניה. חיי המדף של טיפוס ה"שרנטה" הם קצרים (ימים בודדים).
3. "גליה"- מהווה היום קבוצה של זנים שמקורה בטיפוח ישראלי (ד"ר צבי קרחי בשנות ה-70). קבוצה זו היא בעלת רישות עדין יחסית על פני הקליפה ומרקם פנימי רך בצבע ירוק. מלון

מטיפוס זה משתמר פחות טוב מטיפוס ה"שרנטה" (עד 10 ימים לאחר הקטיפה). לזני ה"גליה" טעם וריח ייחודיים היוצרים ביקוש רב בשווקים באירופה.

4. "אגנס" - זני "אגנס" הם מלונים המקובלים במזרח התיכון מזה שנים רבות. את זני "אגנס" מגדלים בתנאי בעל (ללא השקיה), ובתנאי גידול אלה המלונים מגיעים לרמת מתיקות גבוהה ולארומה אופיינית. לאחרונה נעשה בארץ ניסיון לייצא מלונים מקבוצה זו, אולם ישנן בעיות קשות של חיי מדף.

5. "קנטלופ" - קבוצה זו של מלונים מקובלת בגידול בארה"ב. קבוצה זו מאופיינת ברישות צפוף וגס. מלונים מקבוצה זו משתייכים לקבוצה של מלונים ארומטיים (Muskmelon), אולם כדי להאריך את חיי המדף של מלונים אלה הם נקטפים בשלב מוקדם בהבשלה ובעקבות כך הם אינם צוברים סוכרים ברמה מספקת ולא מגיעים לארומה האופיינית.

6. "קסבה" - קבוצה זו של מלונים מגדלים בספרד לשוק המקומי. מלונים אלה מאופיינים כבעלי מתיקות גבוהה וחיי מדף ארוכים (עד כחודש מהקטיפה בתנאי טמפרטורת החדר). מלונים מקבוצה זו מוכרים כלא ארומטיים, כלומר אין ריח חיצוני המאפיין אותם.

7. "דודאים" - קבוצה זו מאופיינת בארומה חזקה אך חסרי טעם. מלונים השייכים לקבוצת ה"דודאים" הם פירות כדוריים וקטנים.

8. "PI 414723" - קבוצה זו היא חסרת ארומה, מלונים השייכים לזן זה אינם צוברים סוכר והם ארוכים וגדולים.

הבדלים אילו בתכונות כמו כושר השתמרות, מרקם, טעם וריח נובעים במידה רבה מההבדל בתהליכים הפיזיולוגיים המתרחשים בזמן ההבשלה. יש במידה רבה קורלציה הפוכה בין נשימה מוגברת ויצירת אתילן לבין כושר השתמרות, ומאידך קורלציה חיובית בין סינתזה של אתילן וריח.

במהלך המחקר בדקנו את ההרכב הכימי של חומרי הארומה בזני מלון מסחריים בשיטה אנליטית חדשה, את הקשר בין ריכוז החומרים הנדיפים לבין תכונת הקלימקטריות, ונלמדה הביוכימיה של האנזים Alcohol acetyl transferase (AAT) עם במזל אלקוהול.

המיצוי נעשה בשיטת Solid Phase MicroExtraction (SPME) והאנליזה נערכה בעמדה קפילרית בגז כרומטוגרף-ספקטרומטר המסות (GC-MS). בשיטה זו ניתן לאפיין ולהגדיר את זני המלון בהתאם להרכב הכימי של חומרי הארומה. בשיטה זו ניתן לרכז חומרים נדיפים מדגימות במצב גזי של חומרי טעם וריח של פירות, ירקות, פרחים ומוצריהם. שינויים קלים בארומה של המלונים מהזנים השונים ניתנים לזיהוי לצורך בקרת איכות או טיפוח זנים חדשים.

### מטרות המחקר:

1. זיהוי החומרים הכימיים הנדיפים במלון.
2. השוואת ההרכב הכימי של הארומה ותכולתה בין זני המלון השונים.
3. בדיקת השפעת עונות השנה על הרכב הנדיפים בזני המלון השונים.
4. לימוד צורת התורשה של הרכב וריכוז החומרים הנדיפים בהכלאות בין זני מלון שונים.

**תנאי גידול:** זני מלונים ומיכלואיהם טופחו גודלו בנווה יער בשני מועדים- קיץ וסתיו. תאריכי הזריעה היו 10.4.00 ו- 10.8.00. מכל קו נזרעו 20 צמחים שחולקו ל-4 חזרות. המרחק בין הצמחים היה 1 מטר. בכל צמח סומן הפרח ביום ההפריה. הפירות נקטפו בהבשלה מלאה כ-30 עד 40 יום מההפריה. נלקחו 3 מלונים בשלים מכ"א מהזנים שנבחרו למחקר זה בעונת הקיץ. בוצעו הכלאות בין הזנים השונים, ונלקחו 3 מלונים בשלים מזני ההורים ומתוצרי ההכלאות בעונת הסתיו ועל כל אחד מהמלונים הנ"ל (ראה טבלאות 1 ו-2). בוצעו הבדיקות הבאות:

### **בדיקות מעבדה:**

**מיצוי בממס אורגני:** חותכים מלון טרי לקוביות (במרחק של אחד ס"מ מהקליפה). למדגם מייצג (30 גרם) מוסיפים טרט-בוטיל-מתיל-אתר (50 מ"ל) ותמיסת סטנדרט פנימי של isobutyl benzene (1 מ"ל בריכוז 10 ug/ml). מטלטלים במשך שעה, מסננים את התערובת במשפך המכיל צמר זכוכית, סיליקה גל (כ- 8 גרם) וסודיום סולפט אנהידרי (כ- 30 גרם). מנדפים בעזרת חנקן במכשיר TurboVap לנפח סופי של 1 מ"ל. דגימת תמצית (ul 1) מוזרקת למכשיר ה-GC-MS באמצעות דוגם אוטומטי.

**SPME:** חותכים מלון טרי לקוביות (במרחק של אחד ס"מ מהקליפה). לוקחים מדגם מייצג (8 גרם) בתוך בקבוק של 20 מ"ל המכיל מכסה ו-septum. מחדירים את מחט ה-SPME (Polydimethylsiloxane/Divinylbenzene- PDMS/DVB, 65 um) דרך ה-septum. לאחר 30 דקות ב-40°C המחט של מכשיר ה-SPME מוזרקת למכשיר ה-GC-MS (זמן השהיה של מחט ה-SPME באינג'קטור מוגבל ל-1.5 דקות).

**אנליזת GC-MS:** החומרים הנדיפים עוברים אנליזה במכשיר HP-GCD בעמודה קפילרית מטיפוס HP-5MS (0.25 mm x 30 m). הגז הנושא הוא הליום המוזרם בקצב של 1 מ"ל/דקה. טמפ' ה-injector היא 250°C ומתוכנן ל-split/splitless injection. התנור מחומם לטמפ' של 50°C במשך דקה, לאחר מכן הטמפ' עולה עד ל-200°C בקצב של דקה/4°C. טמפ' גלאי ה-MS הינה 280°C. תחום המסות של גלאי ה-MS הוא m/z 45-450.

הגלאי הוא מטיפוס EI (electron ionization) באנרגיה של 70 eV. זיהוי החומרים נעשה ע"י השוואה עם דוגמאות סטנדרט (חומרים טהורים) ובנוסף ע"י השוואה לספרות ממוחשבת Wiley MS Spectral Data, וע"י השוואת זמני היציאה (retention time) של כל חומר לזה שמופיע במקורות ספרות שונים.

טבלה 1: זני מלון אשר נבדקו בעונות השונות

קבוצה	קלימקטרי	זן המלון	ראשי תיבות	עונת הגידול
PI 41472	-	PI 41472	PI	סתיו
אנוס	+	עין דוֹשֶׁר	ED	קיץ, סתיו
גליה	+	אשכולית	ES	קיץ, סתיו
גליה	+	קרימקה	KRY	קיץ, סתיו
גליה	+	נוי יזרעאל	CNY	קיץ
גליה	+	נוי יזרעאל 2	NY	סתיו
גליה	+	ערבה	ARA	סתיו
דודאים	+	דודאים	DUD	קיץ
טל דבש	+	טל דבש	TAD	קיץ
קנטלופ	+	דולצה	DUL	קיץ
שרנטה	+	ודנטרה	VEP	קיץ, סתיו
שרנטה	+	דובלון	DOU	קיץ, סתיו
קסבה	-	נוי עמיד	NA	קיץ, סתיו
קסבה	-	פיאל דה ספו	PSA	קיץ
קסבה	-	רושט	ROCHET	קיץ
קסבה	-	טנדרל ונרטה	TVT	קיץ
קסבה	-	פיאל דה ספו 2	PSR	קיץ, סתיו
קסבה	-	פיאל דה ספו 3	PPSB	סתיו

מקרא: - : לא קלימקטרי  
+: קלימקטרי

טבלה 2: צאצאי ההכלאות שנבדקו בסתיו

הורה נקבה	הורה זכר	צאצא
TVT	ES	SLG001
TVT	PI 41472	SLG002
PSR2	ED	SLG004
NA	KRY	SLG007
NA	ED	SLG008
NA	לא נבדק	SLG009
NA	NY	SLG010
NA	CNY	SLG011
NA	DOU	SLG012
NA	ES	SLG013

טבלה 3. הרכב הארומה במלונים קלימקטריים

Compound	דולצה קיץ	ערבה קיץ	נוי יזרעאל קיץ	נוי יזרעאל2 סתיו	אשכולית קיץ	אשכולית סתיו
Ethyl butanoate	8.9	0.4		1.0		
Butyl acetate	7.7	11.6	7.0	12.4	5.4	2.8
S-methyl thiobutanoate						
2-(methylthio)ethanol			0.5			
Ethyl 2-methyl butanoate	2.3					
Z-3-hexenol	1.8					
1-hexanol	2.0					
3-methylbutyl acetate						
2-methylbutyl acetate	11.6	41.4	22.0	38.7	13.8	
Unknown(2,3-butandiol acetate homologue)						
Heptanal				0.3		
2-(methylthio)methyl acetate						
2-methylthioethyl acetate	1.2	0.8	0.8	1.0	0.2	
2-methylthioethyl acetate	1.2	0.9	0.8	1.0	0.2	
2-methylthioethyl acetate		0.7		0.5		1.0
Benzaldehyde						
Unknown						
Unknown						
2-(methylthio)ethyl acetate				0.3		
Ethyl hexanoate	4.6					
Z-3-hexenyl acetate	9.1		7.1	4.9	2.4	1.0
Hexyl acetate	11.4	7.7	7.3	10.7	6.1	3.0
Benzyl alcohol	18.9		2.1		7.4	
Meso-2,3-butandiol acetate	0.0	1.3	0.3	4.6	0.0	5.3
Methyl benzoate		0.4		0.3		
Nonanal		0.8		0.2		
Heptyl acetate				0.3		
1,3-propandiol diacetate	0.4	1.5	3.3	0.2	1.3	0.6
Phenyl ethyl alcohol	2.3		1.3		0.7	
3-(methylthio)propyl acetate		5.9	12.9	4.2	2.1	
Benzyl acetate	14.8	17.2	8.2	13.7	43.9	80.0
Decanal						
Octyl acetate		0.8	1.5	1.6		
1,4-butandiol acetate	0.2	0.5	1.6	2.1	0.2	
Phenyl propyl alcohol	1.6					
Phenyl ethyl acetate	1.0	9.3	21.3	1.3	14.0	6.3
Phenyl propyl acetate			1.4		1.9	
delta-Octalactone						
delta-Dodecalactone						
E-cinnamyl acetate						



### טבלה 3. הרכב הארומה במלונים קלימקטריים

(המשך)

Compound	קרימקה קיץ	קרימקה סתיו	עיו דור קיץ	עיו דור סתיו	PI סתיו	דודאים קיץ
Ethyl butanoate				1.2	5.5	3.8
Butyl acetate	12.6	10.3	7.9	7.7	4.6	3.2
S-methyl thiobutanoate					3.2	
2-(methylthio)ethanol			0.3			0.3
Ethyl 2-methyl butanoate				0.5	2.1	2.1
Z-3-hexenol						
1-hexanol						
3-methylbutyl acetate		0.3				
2-methylbutyl acetate	25.7	40.6	35.1	34.4	5.5	6.1
Unknown(2,3-butandiol acetate homologue)						
Heptanal						
2-(methylthio)methyl acetate				0.3	12.2	
Pentyl acetate		1.0	0.2	0.6		
S-methyl 3-methylbutanthioate					6.6	
Benzaldehyde				0.5	1.5	
Unknown						6.9
Unknown						20.2
2-(methylthio)ethyl acetate				0.2	4.0	4.6
Ethyl hexanoate						4.0
Z-3-hexenyl acetate			6.2	4.8		0.6
Hexyl acetate	11.5	5.6	10.9	7.5	1.9	5.6
Benzyl alcohol		1.7	7.4	0.4	10.6	7.2
Meso-2,3-butandiol acetate	0.0	2.1	0.0	1.1	1.8	9.0
Methyl benzoate		0.2		0.5		
Nonanal		1.0		0.1	0.7	0.3
Heptyl acetate				0.4		
1,3-propandiol diacetate	0.6	1.9		0.3	0.5	2.5
Phenyl ethyl alcohol	2.6		2.7			
3-(methylthio)propyl acetate	8.6	15.0		0.5	3.4	
Benzyl acetate	23.8	11.9	19.0	29.9	26.4	8.8
Decanal				0.4	0.0	
Octyl acetate		0.5		0.4		
1,4-butandiol acetate		1.1		0.4		0.3
Phenyl propyl alcohol						4.3
Phenyl ethyl acetate	8.5	6.6	5.2	4.5	7.0	
Phenyl propyl acetate	3.6	0.2	1.9	2.0		2.7
delta-Octalactone					1.2	
delta-Dodecalactone					1.3	
E-cinnamyl acetate						1.4

טבלה 3. הרכב הארומה במלונים קלימקטריים

(המשך)

Compound	דובלון קיץ	דובלון סתיו	ודנטרה קיץ	ודנטרה סתיו
Ethyl butanoate	4.4	5.5	7.1	2.0
Butyl acetate	5.9	11.5	4.3	11.4
S-methyl thiobutanoate				
2-(methylthio)ethanol				
Ethyl 2-methyl butanoate	2.1	1.9	5.2	0.5
Z-3-hexenol				
1-hexanol			0.2	
3-methylbutyl acetate		0.1		1.2
2-methylbutyl acetate	10.0	15.0	7.3	22.6
Unknown(2,3-butandiol acetate homologue)	1.3	2.3	1.9	
Heptanal				
2-(methylthio)methyl acetate		0.3		0.8
Pentyl acetate		0.5	0.3	0.4
S-methyl 3-methylbutanthioate				
Benzaldehyde		0.5		0.8
Unknown			15.1	
Unknown			15.1	
2-(methylthio)ethyl acetate	2.4	0.8	2.5	0.7
Ethyl hexanoate	1.6	1.1	1.4	
Z-3-hexenyl acetate	0.6	1.6	3.5	5.5
Hexyl acetate	7.7	8.6	5.8	9.1
Benzyl alcohol	3.8	3.5	7.8	2.3
Meso-2,3-butandiol acetate	6.0	12.2	0.6	3.2
Methyl benzoate		0.1		0.5
Nonanal				0.2
Heptyl acetate		0.5		
1,3-propandiol diacetate	0.9	1.1	0.7	
Phenyl ethyl alcohol	1.8		5.9	
3-(methylthio)propyl acetate	0.8	0.3	1.0	1.6
Benzyl acetate	22.7	10.7	5.0	23.6
Decanal				
Octyl acetate	4.0	5.0	0.5	1.4
1,4-butandiol acetate	0.8	0.9		0.6
Phenyl propyl alcohol			3.1	
Phenyl ethyl acetate	14.6	7.3	3.6	10.2
Phenyl propyl acetate	2.8	3.6	0.7	
delta-Octalactone				
delta-Dodecalactone				
E-cinnamyl acetate	3.9	5.1		

טבלה 4. הרכב החומרים המדיפים במלונים קלימקטריים (SPME)

Compound	RT	נוי יזרעאל	דובלון	דודאים	דולצה	עין דור	אשכולית	ודנטרה	קרימקה	טל דבש
Ethanol	1.24			1.1	0.78					
Ethyl acetate	1.59		1.66	9.67	3.38			2.66	2.46	
Propyl acetate	2.21	0.55	0.56	1.1	0.68	0.56				
Ethyl isobutyrate	2.67			0.2						
Isobutyl acetate	2.86	6.56	3.36	0.9	1.55	5.95	2.64	3.14	14.20	3.91
Methyl 2-methyl butyrate	2.91									1.76
Ethyl butyrate	3.22		0.43	2.45	3.62					
Butyl acetate	3.47	2.69	2	1.84	3.24	2.14	1.64	1.94	3.78	1.28
Ethyl 2-methyl butyrate	4.12			3.76	1.7	0.07		0.46		
2-methyl butyl acetate	4.73	17.89	5.89	6.3	8.15	25.53	11.57	11.82	20.32	18.30
Ethyl valerate	5.23			0.25	0.3					
Pentyl acetate	5.59	1.15	0.33	0.54	1.42	0.67	1.12	0.39	1.14	1.43
Methyl hexanoate	5.86			0.23			1.88			
Isobutyl butyrate	6.71	0.7				0.37				
Isoamyl propanoate	7.18					0.58				
2-(methylthio)ethyl acetate	7.54			1.12						
Ethyl hexanoate	8.03		0.44	10.45	10.08	0.18	0.39	1.09	0.23	
3-hexenyl acetate	8.26	10.25	0.68	4.14	12.07	6.23	8.42	8.95	6.30	4.31
Hexyl acetate	8.48	17.42	17.33	26.36	34.83	23.95	18.46	20.46	22.49	13.68
Isoamyl butyrate	9.92	0.24				0.44				
meso-2,3-butandiol diacetate	9.06			2						
Octanol	10.38		0.66	1.64		0.48				
Ethyl heptanoate	11.26			0.63	0.51					
2,4-nonadien-1-ol <sup>t</sup>	11.38	0.55								
Heptyl acetate	11.75	1.74	3.34	2.41	1.45	2.29	2.35	2.7	2.00	1.15
3-(methylthio)propyl acetate	12.12	4.72		0.9				0.34	1.70	
Methyl octanoate	12.15			1.26						
Benzyl acetate	13.5	2.35	2.9	3.36	9.89	3.69	24.28	3.15	6.34	29.54
Ethyl octanoate	14.63			1.5	1.5					
3-octenyl acetate	14.64	2.26	0.5	1.4	1.4	3	1.88	1.82		
Octyl acetate	15.17	5.07	49.2	12.54	1.7	16.54	2.76	29.81	5.60	
Phenyl ethyl acetate	16.62	14.87	5.28		0.63	1.27	8.85	7.18	1.84	6.38
2-decenyl acetate <sup>t</sup>	17.89	4.25					4.19		2.90	5.16
6-nonen-1-ol <sup>t</sup>	18.32	1.41				0.47			0.42	
Nonyl acetate	18.44					0.39	1.4			
Phenylpropyl acetate	20.33	0.26	0.65	1.32	0.38	0.29		0.42		
5-Decenyl acetate <sup>t</sup>	21.01	0.27	0.66	0.43		0.33		1.43		
Ethyl decanoate	21.2		0.39	0.26						
Cinnamyl acetate	22.65		1.49							

t- tentative identification (MS only)

טבלה 5. הרכב החומרים הנדיפים במלונים לא קלימקטריים (SPME)

Compound	טנדרל ודנטרה	נוי עמיד	פיאל דה ספוא 2	פיאל דה ספוא 3	חשט
Benzaldehyde			2.4		6.1
Hexyl acetate	2.0				
2-hexenal	2.3	4.0	2.1	9.9	
Z-6-nonenal	7.0	1.7	6.0	3.1	
Nonanal	10.2	11.0	14.8	4.3	6.3
3-nonen-1-ol(E)	27.2	27.7	23.0	20.5	51.5
3-nonadien-1-ol(E,Z)+benzyl acetate	30.2	12.4	17.9		
Unknown	11.3	21.7	11.1	62.2	
Nonanol	9.8	21.5	22.7		23.8
Decanal					3.6
Dodecanal					2.5
Geranyl acetone					6.3

טבלה 6 . חומרים מכילי גופרית בארומה של זי מלון שונים (% מסה"כ הנדיפים)

Compound	ערבה	קרימיקה	אשכולית	נוי יזרעאל	נוי יזרעאל 2	דולצה	דובלון	ודנטרה	עין דור	P1414	דודאים
1 S-methyl thiobutanoate										(2.2)	
2 2-(methylthio)ethanol				0.5					0.3		0.3
3 2-(methylthio)methyl acetate							(0.3)	1.9(0.8)	(0.3)	(12.1)	
4 S-methyl 3-methylbutanthioate								(0.4)		(7.4)	
5 3-(methylthio)propanol											0.4
6 2-(methylthio)ethyl acetate					(0.3)		2.4(0.8)	(0.7)	(0.2)	(5.2)	5.6
7 3-(methylthio)propyl acetate	(5.9)	8.6(15)	2.1	13.1	(4.2)		0.8(0.3)	3.2(1.6)	(0.5)	(4.5)	2.51
	(5.9)	8.6(15)	2.1(0)	13.6	(4.5)	0	3.2(1.4)	5.1(3.5)	0.3(1)	(31.4)	8.81
סה"כ %											
סה"כ ng/gFW	(208)	121(214)	52	866	295	0	424(290)	380(355)	14(69)	(203)	588

( ) = מל"ן סת"ו

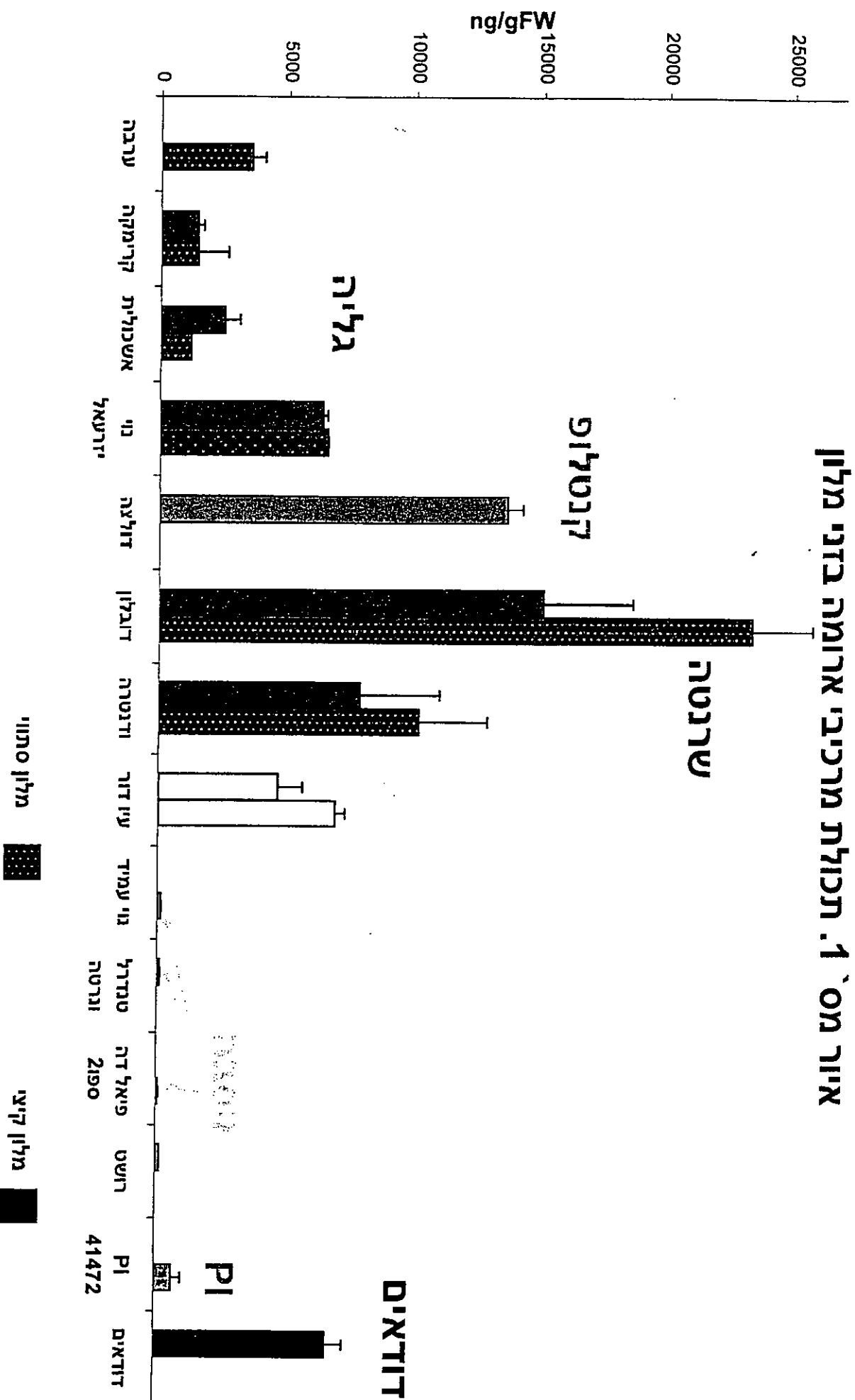
טבלה 7. הרכב הארומה במכלואי מלון

Compound	GLS001	GLS002	GLS004	GLS007	GLS008	GLS008	GLS010	GLS011	GLS012	GLS013
Hexanal										7.5
Ethyl butanoate	0.1					8.8			9.6	
Butyl acetate	8.9	0.8	5.7	10.6	3.7	12.2	9.7	5.1	10.7	1.9
2-(methylthio)ethanol		0.5								
Ethyl 2-methyl butanoate	0.1	0.5	0.1			3.1			4.4	
3-methylbutyl acetate	0.2			0.6		0.5			0.2	
1-Hexanol										1.8
2-methylbutyl acetate	30.9	12.9	42.4	21.2	22.6	12.0	40.6	27.1	20.8	
Unknown(2,3-butandiol acetate homologue)		0.3	1.6			7.4			4.6	
Heptanal	0.4		0.1		1.2					
2-(methylthio)methyl acetate	0.3	2.6	0.2	0.1		0.2			0.7	
Pentyl acetate	0.8	0.7	1.1		0.9	0.7	1.2	0.7	0.8	
S-methyl-3-methylbutantioate		1.5								
Benzaldehyde	1.3	0.6	1.0	0.6	4.6		1.9	1.2	1.4	18.2
2-(methylthio)ethyl acetate		1.0				2.3			1.8	
Ethyl hexanoate						2.2			1.9	
Z-3-hexenyl acetate										
Hexyl acetate	9.3	5.6	6.4	9.1	3.0	6.9	8.5	4.2	8.2	
Methyl -3-methylthiopropoate		0.8								
Benzyl alcohol		6.1							0.2	31.8
Meso-2,3-butandiol acetate	0.9	1.6	2.4	2.4	0.2	25.5	1.8	1.3	14.1	2.7
Methyl benzoate	1.0	0.3	0.7	0.6	2.0		0.8	0.4	0.2	5.5
Nonanal	1.6				3.6	0.6	0.6	0.7	0.2	10.5
Ethyl -3-methylthiopropoate		0.6								
Heptyl acetate	0.4	0.2	0.1	0.2		0.4			0.4	
1,3-propandiol diacetate	1.8	2.2	2.1	0.6	0.7	1.6	1.2	1.7	0.9	
3-(methylthio)propyl acetate	3.4	10.1	6.9	5.7	0.7	0.3	1.4	3.1	0.7	
Benzyl acetate	29.5	34.0	16.2	31.8	43.6	8.1	25.1	48.4	12.8	20.1
Decanal		0.2	0.3	0.3						
Octyl acetate	2.1	0.7	0.1	1.0		2.1	0.4	0.2	0.9	
1,4-butandiol acetate	0.9	0.6	0.6	2.4		1.0	0.6	0.4	0.6	
Phenyl ethyl acetate	6.2	5.1	11.9	9.9	13.6	1.7	6.1	5.6	3.6	
Phenyl propyl acetate		3.9								

טבלה 8. חומרים מכילי גופרית בארומה של מיכלאוי מלון (% מסה"כ הנדיסטים)

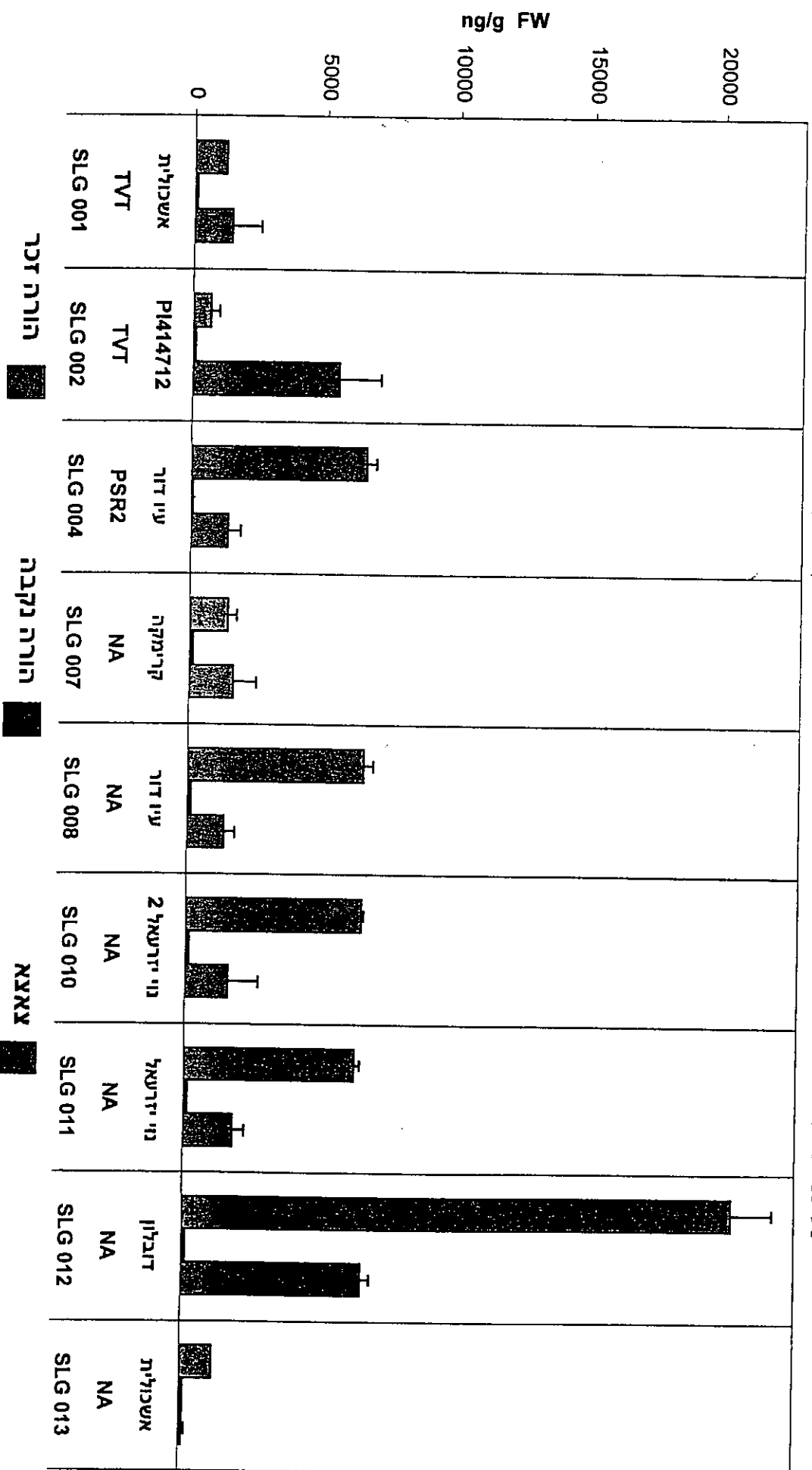
Compound	SLG 001	SLG002	SLG004	SLG007	SLG008	SLG008	SLG010	SLG011	SLG012	SLG013
1 2-(methylthio)ethanol		0.5								
2 2-(methylthio)methyl acetate	0.3	2.6	0.2	0.1		0.2			0.7	
3 S-methyl 3-methylbutanoate		1.5								
4 2-(methylthio)ethyl acetate		1.0				2.3			1.8	
5 methyl -3-methylthiopropoate		0.8								
6 Ethyl -3-methylthiopropoate		0.6								
7 3-(methylthio)propyl acetate	3.4	10.1	6.9	5.7	0.7	0.3	1.4	3.1	0.7	
% כ"ס	3.6	17.1	7.2	5.9	0.7	2.8	1.4	3.1	3.2	0.0
ng/gFW כ"ס	123	34	14	12	1	6	3	6	6	0

# איור מס' 1. תכולת מרכיבי ארומה בדגני מלון





# איור מס' 2. תכולת מרכיבי ארומה במלונים (הורים וצאצאים)



## תוצאות ומסקנות

מתוך השוואה של תכולת מרכיבי הארומה בזני מלון השונים (איור מס' 1) אשר ניתן לראות כי יש שוני רב בין זני מלון קלימקטרים ולא קלימקטרים. ריכוז הנדיפים במרבית הזנים הלא קלימקטרים נמוך מ-200 ng/gFW ואילו במרבית הזנים הקלימקטרים ריכוז הנדיפים גבוה מ-3500 ng/gFW.

קבוצות המלונים הארומטיים ביותר שנמצאו באנליזת ה-GC-MS, הם שרנטה וקנטלופ (איור מס' 1)

תכולת מרכיבי הארומה במלונים סתיו היתה ברוב במקרים גבוהה יותר בהשוואה למלוני קיץ. (איור מס' 1)

בבחינה של הרכב הארומה של מלונים קלימקטרים שעברו מיצוי אורגני (טבלה 4), המלונים הקלימקטרים נמצאו עשירים האסטרים אשר מתוכם האצטטים הם המרכיבים העיקריים. נמצא דמיון בתכולה של המרכיבים העיקריים כגון 2-מתיל-בוטיל-אצטט, הקסיל אצטט ובחזיל אצטט.

המיצוי הנוסף בשיטת SPME החדישה אפשר לנו לבצע אנליזה מהירה וישירה של מרכיבי הארומה במלונים ללא מיצוי בממס. מספר החומרים שהתקבלו בשיטה זו היה נמוך יותר בהשוואה לשיטת המיצוי בממס, אך מרבית המרכיבים שנמצאו הם בעלי תרומה ישירה לארומה של המלון. בטבלה 5 ניתן לראות את הרכב החומרים הנדיפים במלונים קלימקטרים שהתקבלו בשיטת SPME. מספר החומרים הנדיפים שהתקבלו היה גבוה בהרבה בהשוואה לזנים הלא קלימקטרים (טבלה 6). שינויים ניכרים נצפו גם בהרכב הנדיפים: חלה ירידה תלולה בריכוז האצטטים ועלייה ניכרת בריכוז האלדהידים והכהלים, המלונים הלא קלימקטרים.

לאצטטים חשיבות גדולה לריח המאפיין פירות (fruity aroma) ואילו האלהידים והכהלים אחראים לריח האופייני למלפפונים ולמלונים לא בשלים (green aroma).

תרכובות מכילות גופרית, בעיקר תיו-אסטרים, הינן בעלות תרומה גבוהה לאיכות הארומה האופיינית של מלונים, גם בריכוזים נמוכים. חומרים אלו תורמים בצורה דומה גם לארומה של פירות פסיפלורה, דודאים ואנגס. מטבלה 7 ניתן לראות כי מלון דודאים מכיל את הכמות הגבוהה ביותר של תרכובות גפרית. תרכובת הגפרית הנפוצה ביותר בין זני המלונים השונים היתה 3-(מתילתיו)-פרופיל אצטט.

על מנת ללמוד את צורת התורשה של הרכב וריכוז החומרים הנדיפים נערכו הכלאות בין זני מלון שונים.

מתוך השוואה בין הוריו של הזן הנמכר ביותר בארץ "ערבה", לבין הוריו "אשכולית" ו"נוי יזרעאל" (איור מס' 1), ניתן לראות כי הוא נמצא ביניהם גם מבחינת ריכוז החומרים הנדיפים וגם מבחינת הרכבם הכימי.

ניתן לראות שיש הבדלים ברמת החומרים הנדיפים של מיכלואי ה-F1 בהתאם להורה הלא קלימקטרי (איור מס' 2).

כאשר ההורה הלא קלימקטרי היה TVT, ה-F1 עם ה-PI414723 (SLG002), היה דומה מאוד להורה הקלימקטרי בריכוז הנדיפים אם כי גבוה מעט ממנו.

לתוצאה זו יש חשיבות בה בבחירת המקור הגנטי לחיי מדף ארוכים בתוכניות טיפוח. כאשר מטרת תוכנית הטיפוח הן להעלות את משך חיי המדף מבלי לפגוע במרכיבי איכות וטעם, יתכן ויש יתרון בשימוש ב-TVT כהורה התורם לחיי המדף של הפרי.

תוצאה חשובה נוספת ניתן לראות באיור 2, שהזן "דובלון" הוא בעל כמות מאוד גבוהה של חומרים נדיפים. זן זה הוא מטיפוס שרנטה המאופיין בארומה ייחודית וחזקה. יתכן שע"י הכלאות עם זנים לא קלימקטרים ניתן לקבל עדיין רמה גבוהה ומספקת של חומרים נדיפים עם תוספת של חיי מדף.

מתוך השוואת הרכב הארומה של מכלואי מלון שונים (טבלה 8) נמצא כי המרכיבים הבולטים הם בוטיל אצטט, 2 – מתיל-בוטיל אצטט, הקסיל אצטט, בנזיל אצטט ופניל אתיל אצטט. הרכבם דומה יותר להורה הקלימקטרי.

באופן דומה (טבלה 9) נמצא כי הרכב חומרים מכילים גפרית בארומה של מכלואי מלון דומה לארומה של ההורה הקלימקטרי.

#### השלכות לעתיד:

ניתן יהיה לעשות הכלאות בין הזנים השונים בהתאם להרכב הארומה על מנת ליצור זנים ארומטיים יותר, בעלי חיי מדף ארוכים, בנוסף לתכונות הרצויות האחרות כגון עמידות לוירוסים.

ניתן יהיה לבדוק את הקשר בין הפרשת אתילן לבין יוצרות מרכיבי הארומה במלון (ידוע שבזמן ההבשלה, כאשר רמת האתילן גדלה, ריכוז הנדיפים גדל), ולנסות לנצל את הידע הזה על מנת להקטין את היווצרות האתילן, ובכך להגדיל את חיי המדף של המלון, בלי לפגוע בהיווצרות מרכיבי הארומה.

יהיה צורך לבדוק את הקשר בין המסלולים הביוכימיים להווצרות מרכיבי ארומה שונים לבין המסלול הביוכימי ליצירת אתילן.

**1. מטרת המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.**

זיהוי החומרים הכימיים הנדיפים במלון.

השוואת ההרכב הכימי של הארומה ותכולתה בין זני המלון השונים.

בדיקת השפעת עונות השנה על הרכב הנדיפים בזני המלון השונים.

לימוד צורת התורשה של הרכב וריכוז החומרים הנדיפים בהכלאות בין זני מלון שונים.

**2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.**

בבדיקת ריכוז נדיפים שבוצעו לזני מלון שונים נמצא כי לזנים הקלימקטרים יש ריכוז נדיפים גבוה יותר מאשר ללא קלימקטרים. קיים גם שוני בהרכב החומרים הנדיפים, הזנים הארומטיים נמצאו עשירים באסטרים אשר מתוכם האצטטים הם המרכיבים העיקריים, ואילו בזנים הלא קלימקטרים נמצאו ריכוזים גבוהים יותר של כהלים ואלדהידים בהשוואה לזנים קלימקטרים.

מתוך הכלאות בין זנים שונים ראינו כי יתכן שע"י הכלאת הזן הקלימקטרי "דובלון" עם זנים לא קלימקטרים ניתן לקבל עדיין רמה גבוהה ומספקת של חומרים נדיפים עם תוספת של חיי מדף.

**3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.**

בעזרת השיטה האנליטית החדשה (SPME) ניתן לבדוק הרכב ותכולה של הארומה בזני מלון שונים. אפשר להשתמש בידע שנרכש אודות הרכב הארומה ותכולתה לצורך טיפוח זני מלון חדשים בעלי תכונות משופרות.

**4. הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים):**

**התייחסות המשך המחקר לגביהן.**

ניתן יהיה לעשות הכלאות בין הזנים השונים בהתאם להרכב הארומה על מנת ליצור זנים ארומטיים יותר, בעלי חיי מדף ארוכים, בנוסף לתכונות הרצויות האחרות כגון עמידות לזירוסים.

ניתן יהיה לבדוק את הקשר בין הפרשת אתילן לבין יוצרות מרכיבי הארומה במלון (ידוע שבזמן ההבשלה, כאשר רמת האתילן גדלה, ריכוז הנדיפים גדל), ולנסות לנצל את הידע הזה על מנת להקטין את היווצרות האתילן, ובכך להגדיל את חיי המדף של המלון, בלי לפגוע בהיווצרות מרכיבי הארומה. יהיה צורך לבדוק את הקשר בין המסלולים הביוכימיים להוצרות מרכיבי ארומה שונים לבין המסלול הביוכימי ליצירת אתילן.

5. האם הוחל כבר הפצת הידע נוצר בתקופת הדו"ח-יש לפרט: פרסומים- כמקובל

בביבליוגרפיה, פטנטים- יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון- יש לפרט מקום ותאריך.

1. Shalit, M., Katzir, N., Larkov, O., Burger, Y., Shalekhet, F., Lastochkin, E., Ravid, U., Amar, O., Edelstein, M., Lewinsohn, E. 2000. Aroma formation in muskmelons, volatile acetate in ripening fruits. in *Proceeding of cucurbitaceae 2000, 7<sup>th</sup> Eucarpia Meeting on Cucurbit Genetics and breeding*; Katzir, N., Paris, H. S. Eds., *Acta Horticulturae: Leuven, Belgium*, 510: 455-461

2. Shalit, M., Katzir, N., Tadmor, y., Larkov, O., Burger, Y., Shalekhet, F., Lastochkin, E., Ravid, U., Amar, O., Edelstein, M., Karchi, Z., Lewinsohn, E. Acetyltransferase Activity and Aroma Formation in Ripening Melon Fruits. 2001. *J. Agric. Food Chem.*, in press.

3. לאורה מנשה. שיפור הארומה במלון ע"י זיהוי החומרים הנדיפים והאנזימים המשפיעים על הארומה. 2001. מוגשת לתואר B. Tech. בחוג להנדסת ביוטכנולוגיה. מכללת אורט בראודה, כרמיאל.