

סקר חומרי לוואי הנוצרים בארץ ופוטנציאל שימושם בהזנת מע"ג

מאת

אדית יוסף¹, צבי וינברג², דנה אליהו^{3,1}, משה נקבחת¹, יאירה חן²

רן סולומון³, ומירון יהושע¹

¹ המחלקה לחקר בקר וצאן, מינהל המחקר החקלאי

² המחלקה לחקר איכות מזון ובטיחותו, מינהל המחקר החקלאי

² אמבר מרכזי מזון, גרנות.



2015

תוכן העניינים

עמוד

3.....	מבוא
4.....	מטרות העבודה
5.....	שיטות עבודה

תוצאות

6	קליפות רימונים
8	קליפות הדורים
10.....	גפת זיתים
12.....	גפת ענבים ושזרות
16.....	חומרי לוואי מתעשיית שמן אבוקדו (גפת, גרעינים וקליפות אבוקדו
18.....	חומרי לוואי מתעשיית הבירה (גפת בירה, אבק ממגורות, נוזל שמרים)
19.....	חומרי לוואי מתעשיית מוצרי תירס (גפת, נבטים, קלחי תירס)
21.....	חומרי לוואי מתעשיית מוצרי עגבניות ומוצרי שומשום
23.....	חומרי לוואי ממחלבות (מדר ליקר, בוצת מחלבה ובמי גבינה)
24.....	מולאסות
25.....	חומרי לוואי של מפאות (שאריות בצק ולחם)
27.....	חומרי לוואי מתעשיית מוצרי סויה ומתעשיית יצור חומצת לימון
29.....	חומרי לוואי מחממות (שיחי מלונים, פלפלים ועגבניות)
30.....	חומרי לוואי ממטעי תמרים ובננות (כפות תמרים, סנסנים)
31.....	חומרי לוואי יבשים מתעשיית השקדים, החמניות, הבוטנים, הכותנה, הקמח

סיכום

32.....	סיכום
33.....	חלוקת חומרי לוואי לפי ערכי נעכלות חומר היבש
36.....	רשימת ספרות

מבוא

בעקבות הבצורות וההתייקרות במחירי מספוא איכותי וגרעינים מיובאים, יש למצוא חלופות זולות למזונות הקונוונציונאליים המקובלים להזנת מעלי גירה (מע"ג) יצרניים בארץ. אחת החלופות המוצעות היא הגברת השימוש בהזנת מע"ג בחומרי לוואי מהתעשייה המקומית ומיבוא. התועלת בשימוש בחומרי לוואי מתעשיית המזון להזנת מע"ג היא משולשת: פיתרון למחסור במזון איכותי ויקר; הוזלת בלילי פרות; וסילוק יעיל ומושכל של חומרי לוואי המהווים מטרד אקולוגי וסביבתי. הפסולות מתעשיית המזון מזהמות את הסביבה, קשה לסלקם ואין אלטרנטיבה לשימוש בחומרים אלו להזנת בעלי חיים אחרים פרט למע"ג. על פי ערכם התזונתי הפוטנציאלי, חומרי לוואי מהתעשייה יכולים להחליף בבילי הפרה מזונות מרוכזים כגון גרעינים מיובאים מחד, ומספוא איכותי מאידך. המחיר הגלובלי של הגרעינים מצוי בעלייה מתמדת בעקבות העלייה בביקוש במדינות המתפתחות, והפחתת ההיצע בגין בצורות ואסונות טבע במדינות היצרניות, ושינוי היעוד של חלק מהגידולים החקלאיים ליצירת דלקים. מחיר המספוא בארץ צמוד למחיר הגרעינים המיובאים ולכן גם הוא מצוי בעלייה מתמדת. בארץ, מנות הבקר והצאן לחלב מכילות כ 10-25% חומרי לוואי מתעשיית המזון.

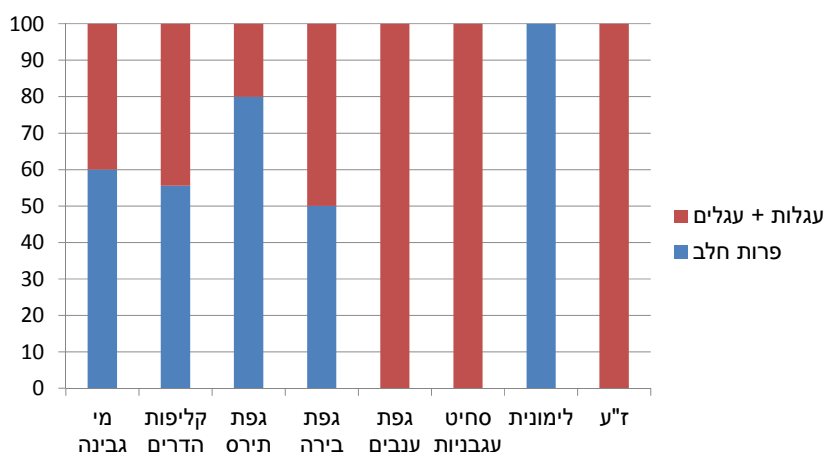
בין השנים 2012-2014 נערך סקר נרחב של חומרי לוואי לחים ויבשים מתעשיית המזון המקומית, שנאספו בשלבים שונים של תהליך היצור, במטרה לקבוע את איכותם להזנת מע"ג. הסקר נערך במימון קרן המחקרים של מועצת החלב. כמות כלל חומרי הלוואי המיוצרת בארץ אשר יכולים לשמש להאבסת מע"ג מוערכת בכ 630,000 טון חומר יבש לשנה. היצור שנתי של מספר חומרי לוואי לחים המיוצרים בארץ מוצג בטבלה 1.

טבלה 1. יצור שנתי של מספר חומרי לוואי לחים בארץ*

חומר לוואי	יצור שנתי לח (טון)	חומר יבש (%)	יצור שנתי ח"י (טון)
מי גבינה	500,000	4.50	22,500
קליפות הדרים	180,000	12.4	22,320
קליפות רימונים	70,000	20.5	14,350
גפת תירס	40,000	40.0	16,000
גפת ענבים	25,000	50.0	12,500
גפת בירה	17,000	20.0	3,400
פסולת קפה	13,000	30.0	3,900
לימונית	12,000	17.2	2,064

השימוש בחומרי לוואי להזנת מע"ג מתפלג לפי ערכם התזונתי בין ענפים השונים. בגרף הבא מוצגת התפלגות של מספר חומרי לוואי בין הזנת פרות חלב והזנת עגלות.

התפלגות ההזנה בחומרי לוואי בין שלושת פרות החלב לשלושת העגלות (%)



מטרות המחקר:

1. סקר חומרי לוואי לחים ויבשים מתעשיית המזון המקומית – כולל בדיקת הרכב כימי מפורט ונעכלות בכרס מלאכותית של החומר היבש, החומר האורגני ודופן התא.

2. מבחן אורך חיי מדף של חומרי לוואי לחים בתנאי חשיפה לאוויר במשך שבוע, כולל בחינת התפתחות שמרים ועבשים, שינויים בpH ובטמפרטורת החומר, ושינויים בנעכלות בכרס מלאכותית, כמדדים להערכת יכולת השימור ובטיחות השימוש בהם להזנת למעלי גירה.

שיטות העבודה

שלבי עבודה

1. נדגמו חומרי לוואי ממפעלי היצור השונים על מנת להבטיח את טריותם.
 2. מדגמי חומרי הלוואי יובשו בטמפרטורה של 60 מ"צ ועברו טחינה דרך נפה עם חורים בקוטר 1 מ"מ, לצורך קביעת הרכבם הכימי המפורט כולל תכולות: חומר יבש, אפר, חנקן כללי, NDF, צלולזה, המיצלולזה, ליגנין, שומן, כלל סוכרים מסיסים וכלל פנולים מסיסים.
 3. בדיקת ערכי נעכלות של החומר היבש וה NDF בכרס מלאכותית.
- במקביל נבדק אורך חיי המדף של חומרי לוואי לחים טריים. נלקחו דגימות ונמדדו בהם שינויי טמפרטורה, התפתחות עבשים ושמרים כמדדי קלקול, שינוי pH ושינויים בנעכלות בכרס מלאכותית ובהרכב הדופן. כל הפרמטרים נבחנו בחומר בזמן 0, לאחר 3 ימים, ולאחר שבוע אחסון בחשיפה לאוויר.

שיטות אנליטיות

תכולת ח"י נקבעה ע"פ ייבוש בתנור ב- 60 מ"צ למשך 48 שעות; תכולת האפר נקבעה אחרי שריפה של הדוגמאות המיובשות והטחונות ב- 550 מ"צ ל- 3 שעות, כמתואר ב- AOAC, 1980. בדיקות תכולת דפנות התאים ומרכיבי הצלולזה, המיצלולזה וליגנין שבהם, התבצעו ע"פ שיטתם של Van-Soest וחובריו (1991). בדיקת הנעכלות בכרס מלאכותית (כרמ"ל) של חומרי הלוואי לפני ואחרי חשיפה לאוויר במשך שבוע, התבצעה ע"פ (Tilley and Terry (1963, והנעכלות של דפנות התאים לפי שילוב שיטתם של Van-Soest וחובריו (1991) ו (Tilley and Terry (1963. תכולת החלבון נקבעה ע"פ שיטת Kjeldahl (1981). תכולת כלל הסוכרים המסיסים לפי שיטת Dubois et al. (1956) וכלל הפנולים המסיסים לפי Kanner et al. (1994).

תכולות שמרים ועובשים במיצוי מימי של חומרי לוואי נקבעו על מצע Malt Extract Agar מוחמץ ל-4.0 pH עם ח' חלב, בשיטת ה-spread plate, והצלחות הודגרו ב- 30 מ"צ ל- 3 ימים (ע"פ ספר העזר של חברת DIFCO, 1984). בדיקת שינוי טמפרטורה בוצעה על דגימות של 100 ג' בקופסאות קלקר מבודדות מבחינה תרמית שבמכסה שלהן ישנן פתחים לאוויר; הטמפרטורות נמדדו פעמיים ביום בעזרת צמד חומני (תרמו-קאפל). עלייה בטמפרטורה של 2 מ"צ מעל לזו של הסביבה נחשבת סימן לקלקול.

חלק א' - תוצאות

פולפת רימונים

לאחרונה חל גידול אינטנסיבי בייצור רימונים בארץ הודות לסגולות הבריאותיות המיוחסות לפרי שגרמו לעלייה בביקוש למיץ רימונים. תעשיית מיץ הרימונים מבוססת על סחיטה של הפרי לקבלת מיץ, תוך ייצור חומר לוואי להלן, פולפת רימונים. בנוסף חלק מפולפת הרימונים עוברת ב"פרימור" מיצוי מימי וריכוז של המיצוי לשימושים נוספים. כך שלמעשה מתקבלים פולפת רימונים כמות שהיא, ושארית פולפה לאחר מיצוי מימי. בטבלאות 2, 3 ו 4 מוצגים בהתאמה הרכב כימי, נעכלות בכרמ"ל ואורך חיי המדף של פולפת רימונים לפני ואחרי מיצוי.

טבלה 2. שינויים בהרכב כימי ממוצע של פולפת רימונים טרייה* במהלך חשיפה לאוויר במשך שבוע, והרכב כימי של הפולפה לאחר מיצוי מימי (% בח"י)

חומר לוואי זמן	ח"י (%מטרי)	אפר	חלבון	סוכרים מסיסים	פנולים מסיסים	NDF	צלולזה	המיצלולזה	ליגנין
פולפת רימונים									
יום 0 (טרי)	21.0	3.10	7.29	17.5	38.0	39.4	15.1	13.9	10.9
יום 3	20.2	3.30	7.24	14.7		41.1	14.6	14.2	10.4
יום 7	19.2	4.00	9.46	3		41.3	17.0	12.5	12.0
פולפה לאחר מיצוי מימי									
חומר טרי	15.7	1.81	11.9			66.5	29.3	14.5	23.0

*פולפת רימונים נדגמה מהמפעלים פרימור (גן ניר) ופרי ניב לאורך שנתיים. פולפה לאחר מיצוי מימי נדגמה מפרימור.

טבלה 3. שינויים בנעכלות בכרמ"ל (%) של פולפת רימונים במהלך חשיפה לאוויר במשך שבוע.

חומר לוואי זמן	נעכלות ח"י	נעכלות ח"א	נעכלות NDF
פולפת רימונים			
יום 0	^a 69.6	^a 69.6	^a 40.2
יום 3	^a 69.1	^a 67.2	^a 42.5
יום 7	^a 58.9	^a 54.8	^a 29.1
שת"מ*	0.003	0.005	0.003
פולפה לאחר מיצוי מימי			
טרי	40.7	39.3	25.2

^{a,b} ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$. *שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.

המוצר לאחר מיצוי מכיל ריכוז גבוה של NDF (66.5%) ונעכלויות החומר היבש, החומר האורגני וה NDF נמוכים באופן משמעותי בהשוואה לפולפת הרימונים לפני המיצוי. מיצוי מימי של הקליפות סילק פחמימות מסיסות והמיס המיצלולוזה.



תמונה 2



תמונה 1

בתהליך המיצוי הקליפות מאבדות את הצבע (תמונה 1&2). במשך שבוע חשיפה לאוויר התפתחו על קליפות רימונים שמרים וכמות העבשים ירדה (טבלה 4).

טבלה 4. התפתחות שמרים ועבשים ושינויי pH וטמפרטורה של פולפת רימונים בחשיפה לאוויר במשך שבוע

חומר לוואי/ זמן	pH	טמפרטורה	עובשים *(logCFU/gdm)	שמרים *(logCFU/gdm)
פולפת רימונים				
יום 0	3.66	19	7.2	9.7
יום 3	3.51	27	6.1	7.3
יום 7	3.45	21	5.7	10.1
פולפה לאחר מיצוי מימי				
חומר טרי	3.95	19	5.8	8.9

*log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש ומהווה לוג מספר המושבות שהתפתחו בצלחות פטרי לאחר מיהול עשרוני. על פי הטבלה בפולפת רימונים מתפתחים מיידית שמרים ועבשים בריכוז גבוה שלא משתנה במהלך החשיפה לאוויר. ריכוז גבוה של פנולים בפולפת רימונים הלול לפגוע בנעכלות החלבון.

קליפות הדרים

טבלה 5. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%) של קליפות הדרים¹ במהלך חשיפה לאוויר במשך שבוע.

חומר לוואי זמן	ח"י (% מטרי)	ח"א	חלבון	NDF	צלולזה	המיצלולוז	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות ח"א	נעכלות NDF
קליפות אשכוליות ¹										
יום 0	20.2	96.7	4.38	18.7	11.6	5.70	1.5	^א 94.4	^א 89.6	^א 77.6
יום 3	21.0	97.1	5.81	25.0	13.1	7.00	5.4	^ב 92.3	^ב 87.1	^ב 77.8
יום 7	18.3	95.9	6.50	27.7	15.2	7.80	6.0	^ג 90.8	^ג 84.5	^ג 73.4
שת"מ*								0.004	0.004	0.012
קליפות אשכוליות לאחר מיצוי ¹										
יום 0	13.4	97.1	4.91	42.2	24.6	10.6	7.30	^א 92.0	^א 86.7	^א 91.8
יום 3	13.4	96.6	5.94	46.8	26.0	10.1	10.3	^ב 94.7	^ב 89.0	^ב 89.7
יום 7	14.4	96.4	6.85	42.1	29.8	9.30	3.34	^ג 94.8	^א 86.0	^ג 90.4
שת"מ*								0.001	0.01	0.002
קליפות תפוזים ¹										
יום 0	13.4	96.5	6.81	30.8	16.8	10.5	4.30	^א 91.3	^א 85.9	^א 86.7
יום 3	12.7	95.9	7.92	32.9	17.6	8.40	7.00	^א 91.7	^א 85.2	^ב 80.2
יום 7	14.1	95.6	7.51	35.2	16.3	8.90	10.5	^ב 89.2	^ב 82.9	^ג 77.4
שת"מ*								0.011	0.011	0.007

^{א,ב,ג} ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$.

¹ קליפות הדרים נדגמו ממספר אתרים. קליפות אשכוליות, בעיקר אדומות, לאחר מיצוי נדגמו ממפעל פריגת - במיצוי משתמשים לתעשיית הקוסמטיקה.
*שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.

טבלה 6. התפתחות שמרים ועובשים ושינויי pH וטמפרטורה של קליפות הדרים בחשיפה לאוויר במשך שבוע

חומר לוואי/זמן	pH	טמפרטורה מ"צ	שמרים *(logCFU/gdm)	עבשים (logCFU/gdm)
קליפות אשכוליות				
יום 0 (טרי)	4.3	24	5.2	3.6
יום 3	2.8	22	7.6	6.7
יום 7	2.8	27	8.6	8.0
מוצר לאחר מיצוי קליפות אשכוליות				
יום 0 (טרי)	4.1	23	4.4	<2.0
יום 3	4.1	23	7.6	<2.0
יום 7	3.4	25	8.3	7.5
קליפות תפוזים				
יום 0 (טרי)	4.3	29	5.6	3.9
יום 3	3.4	31	8.0	7.1
יום 7	3.6	24	8.0	6.6

**log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש

במשך שבוע חשיפה לאוויר של קליפות ההדרים מתפתחים עליהם שמרים ועובשים שמנצלים בעיקר פחמימות מסיסות וע"י כך גורמים לעליה בריכוז ה NDF ופחיתה בנעכלות החומר היבש, החומר האורגני וה NDF של הקליפות. ראוי לציין שנעכלות שארית קליפות אשכוליות אדומות לאחר מיצוי לא ירדה במהלך החשיפה לאוויר (טבלה 4). במשך שבוע חשיפה לאוויר חלה ירידה ב pH. השמרים מייצרים אתנול, שבחשיפה לאוויר הופך לחומצה אצטית לכן חלה ירידה ב pH. תהליך נוסף הגורם לירידת pH הוא פירוק החלבון ע"י עובשים ויצירת חומצות לקטית (תהליך החמצה).

גפתות

גפת זיתים

טבלה 7. שינויים בהרכב כימי ממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%) של גפת זית במהלך החשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי/ זמן	ח"י (% מטרי)	אפר	חלבון	NDF	צלולוזה	המיצלולוזה	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות ח"א	נעכלות NDF
גפת זיתים עם חרצנים ¹										
יום 0 (טרי)	34.1	4.14	5.98	64.3	25.0	13.3	26.3	30.3	28.4	10.9
יום 3	32.9	3.86	4.64	64.7	26.1	14.9	24.0	29.7	25.8	13.2
יום 7	32.3	4.04	5.21	63.8	25.3	13.6	25.4	30.4	26.4	12.3
שת"מ*								1.49	1.61	2.54
גפת זיתים בלי חרצנים ²	18.7	6.04	9.56	58.5	18.0	12.3	28.5	36.6	33.4	23.9
תע' ג' זיתים + פסולת מנפטה	41.9	13.3	11.6	63.3	26.5	10.2	25.1	36.6	29.0	21.4

*שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.

¹גפת זיתים עם חרצנים מרוסקים נדגמה מבתי בד מהישובים: ציפורי, חגור, כרמי יוסף.

²גפת זיתים בלי חרצנים נדגמה מבית בד מסמיה.

הנתונים המוצגים בטבלה 7 בשתי השורות אחרונות מתייחסים לדוגמאות טריות של גפת זיתים בלי חרצנים ולתערובות של גפת זיתים עם פסולת מנפטה. כצפוי נעכלות גפת הזית בלי חרצנים גבוהה מזו של הגפת עם חרצנים. לא אובחנו שינויים מובהקים בנעכלות גפת הזית במהלך שבוע של חשיפה לאוויר. התפתחות תכולה גבוהה של אנטרובקטריות

ועבשים במהלך החשיפה לאוויר מצביעה על רגישות גבוהה לקלקול של גפת זיתים בלי חרצנים ושל תערובת גפת זיתים עם פסולת מנפטה (טבלה 8).



תערובת גפת זיתים + פסולת מנפטה

גפת זיתים

טבלה 8. התפתחות שמרים ועובשים ושינויי pH וטמפרטורה של גפת זיתים במהלך חשיפה לאוויר למשך שבוע.

הערות	אנטר ובקטריה** *logCFU/gdm	שמרים logCFU/gdm	עובשים log CFU/gDM	טמפרטורה (מ"צ)	pH	חומר לוואי/ זמן
						גפת זיתים עם חרצנים
יציב	2.3	4.6	<2.0	24.0	5.30	יום 0
		5.3	<2.0	24.0	5.30	יום 3
		7.7	<2.0	25.0	5.20	יום 7
יציבות בינונית	8.0	6.7	5.3	22.0	5.50	גפת זיתים בלי חרצנים (יום 0)
רגישות לקלקול	8.8	7.0	7.9	25.0	5.60	ג' זיתים + פסולת מנפטה

*log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש.
**אנטרובקטריות (כלל החיידקים שמתפתחים ב pH מעל 5).

גפת ענבים

גפת ענבים אדומים

טבלה 9. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעילות בכרמ"ל (%) של גפת ענבים אדומים מיצור יין¹ ומיצור מיץ ענבים - במהלך החשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי זמן	ח"י (% מטר)	ח"א	חלבון	NDF	צלולזה	המיצלולזה	ליגנין	נעילות ח"י	NDF נעילות
גפת ענבים אדומים מיצור יין¹									
יום 0 (טרי)	49.0	92.9	12.5	64.7	12.1	9.40	43.3	33.1	16.7
יום 3	55.6	92.7	13.5	64.8	11.7	9.90	43.2	34.0	18.2
יום 7	68.4	94.1	13.8	66.1	11.9	9.70	44.6	31.3	15.4
שת"מ								1.65	1.44
גפת ענבים אדומים מיץ²									
יום 0 (טרי)	52.7	95.5	9.82	64.8	11.8	8.90	43.6	^א 37.8	^א 25.0
יום 3	56.0	95.1	12.4	69.6	14.8	8.97	44.0	^א 31.3	^א 17.4
יום 7	73.6	91.3	11.0	70.7	14.2	8.44	48.1	^א 25.2	^א 14.2
שת"מ								0.01	0.01

^{א,ב,ג} ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$. * שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.

¹ גפנות ענבים ליין נדגמו מהיקבים: ברקן, תשבי, זיכרון יעקב, בנימינה.

² גפת ענבים מיץ ענבים נדגמה מיקב זיכרון יעקב. כל הגפנות נטולי שזרות.

טבלה 10. התפתחות שמרים ועובשים ושינויי pH וטמפרטורה של גפת ענבים אדומים מיצור יין ומיץ במהלך שבוע של חשיפה לאוויר.

חומר לוואי זמן	pH	טמפרטורה (מ"צ)	עבשים (logCFU/gdm)	שמרים (logCFU/gdm)	הערות
גפת ענבים ליין					
יום 0 (טרי)	3.60	25.5	3.1	7.8	רגישות לקלקול
יום 3	3.60	29.3	5.2	8.2	
יום 7	3.70	28.1	6.1	7.2	
גפת ענבים למיץ					
יום 0 (טרי)	3.61	27.6	5.8	6.7	רגישות לקלקול
יום 3	3.58	35.0	7.5	7.9	
יום 7	3.63	29.0	7.9	7.6	

*log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש

במהלך שבוע של חשיפה לאוויר לא חלו שינויים מובהקים בהרכב ובנעכלות של גפת ענבים אדומים מיצור יין (טבלה 9) למרות שחלה עלייה בהתפתחות עובשים על חומר זה. לעומת זאת, בגפת ענבים מיצור מיץ נמצאה ירידה מובהקת בנעכלות חומר היבש וה NDF במהלך חשיפה לאוויר למשך שבוע (טבלה 9), ותופעה זו קשורה ככל הנראה להתפתחות הגדולה של שמרים ועובשים בחומר זה, שלוותה בעליית טמפרטורה (טבלה 10). בתהליך יצירת היין, הענבים המרוסקים תוססים ביחד עם המיץ במשך 6 ימים ולאחר מכן נסחט המיץ. לעומת זאת, גפת ענבים למיץ מתקבלת מסחיטת ענבים טריים מיד לאחר קטיף וסילוק המיץ.

גפת ענבים לבנים

בתהליך יצירת יין לבן לא סוחטים את המיץ מהענבים הלבנים עד הסוף על מנת למנוע מריחות של היין, ולכן גפת ענבים לבנים מכילה כמות גדולה יחסית של מיץ מתוק וסוכרים, ותכולת חומר יבש נמוכה בהשוואה לגפת ענבים אדומים.

טבלה 11. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%) של גפת ענבים לבנים במהלך חשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי זמן	ח"י (% מטר)	חלבון	ח"א	NDF	צלולזה	המיצלולזה	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות NDF
יום 0 (טרי)	32.5	10.5	96.6	54.1	10.1	8.83	34.5	^a 54.1	^a 29.8
יום 3	31.3	14.6	95.7	62.5	12.6	9.57	40.3	^a 43.3	^a 27.1
יום 7	36.5	14.1	95.2	71.0	15.7	10.4	44.7	^a 32.0	^a 25.1
שת"מ*								0.01	0.01

^{a,ב,ג} ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$.

*שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.

טבלה 12. התפתחות שמרים ועובשים ושינויי pH וטמפרטורה של גפת ענבים לבנים במהלך חשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי זמן	pH	טמפרטורה (מ"צ)	עובשים logCFU/gdm	שמרים (logCFU/gdm)	הערות
יום 0	3.9	28	6.6	8.4	רגישות לקלקול
יום 3	3.8	33	<2.0	7.9	
יום 7	4.2	31	<2.0	9.5	

*log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש

בגלל תכולת הסוכרים הגבוהה בגפת ענבים לבנים שמתפרקת הדרגתית חלה עלייה בתכולת ה NDF והליגנין תוך פחיתה בנעכלות של חומר זה במהלך החשיפה לאוויר. השמרים מתפתחים על חשבון העבשים.

שזרות ענבים

טבלה 13. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובעכלות בכרמ"ל (%) של שזרות ענבים¹ במהלך חשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואיזמן	ח"י (% מטר)	ח"א	חלבון	NDF	צלולזה	המצלולזה	ליגנין	נעכלות ח"י (%)	נעכלות NDF (%)
יום 0 (טרי)	33.7	92.5	5.0	46.4	14.7	8.4	20.6	^κ 60.8	18.7
יום 3	49.3	91.3	5.7	50.6	16.5	9.1	22.8	^κ 50.7	10.4
יום 7	85.0	90.7	6.9	53.5	17.8	9.3	24.4	¹ 48.2	10.6
שת"מ*								3.01	3.23

^{א,ב}, ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$. *שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.

¹ שזרות ענבים ליין נדגמו מיקב: ברקן, תישבי, זיכרון יעקב, ובנימינה.

טבלה 14. התפתחות שמרים ועובשים ושינויי pH וטמפרטורה של שזרות ענבים במהלך חשיפה לאוויר למשך שבוע.

זמן	pH	טמפרטורה (מ"צ)	עבשים (log CFU/gDM)	שמרים (log CFU/gDM)	הערות
יום 0 (טרי)	4.5	25.0	5.90	6.40	רגישות לקלקול
יום 3	3.2	31.3	7.10	8.50	
יום 7	4.3	29.8	7.80	8.70	מעופש מאד

*log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש

בשזרות ענבים, ערכי נעכלות חומר יבש התחלתית גבוהים יחסית ונעכלות NDF נמוכה. במהלך שבוע ימים של חשיפה לאוויר שזרות הענבים התכסו בעובשים ושמרים, הטמפרטורה עלתה, וכתוצאה מכך ירדה נעכלות החומר היבש.

חומרי לוואי מתעשיית שמן אבוקדו

גפת, גרעינים וקליפות אבוקדו

טבלה 15. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%) של גפת אבוקדו, גרעינים וקליפות אבוקדו במהלך חשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי זמן	ח"י (% מטרי)	ח"א	חלבון	NDF	המיצלולוזה	צלולוזה	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות NDF
גפת אבוקדו									
יום 0 (טרי)	18.6	95.5	14.7	75.2	12.5	29.7	33.4	^א 29.9	^א 21.2
יום 3	19.9	95.4	15.4	74.8	10.9	30.8	33.5	^א 23.8	^א 11.0
יום 7	21.8	95.0	15.1	76.6	10.3	30.5	35.8	^א 22.2	^א 12.8
שת"מ*								0.148	0.088
קליפות אבוקדו									
יום 0 (טרי)	15.9	95.5	10.4	66.1	11.1	19.1	36.4	^א 22.5	2.13
יום 3	17.9	95.4	11.4	70.8	12.1	18.7	40.5	^א 21.4	2.83
יום 7	21.0	95.7	11.4	72.6	11.7	20.5	40.7	^א 17.2	1.55
שת"מ								0.119	0.013
גרעיני אבוקדו	41.3	97.1	7.05	49.9	32.4	6.75	11.1	66.6	59.7

^{א,ב} ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$. *שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.

טבלה 16. התפתחות שמרים ועובשים ושינויי pH וטמפרטורה של גפת אבוקדו וקליפות אבוקדו במהלך חשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי/זמן	pH	טמפרטורה (מ"צ)	עובשים *log CFU/gDM	שמרים log CFU/gDM	הערות
גפת אבוקדו					רגישות לקלקול
יום 0	4.51	26	2.8	6.1	
יום 3	7.21	27	7.0	8.3	
יום 7	8.30	21	8.0	8.3	
קליפות אבוקדו*					
יום 0 (טרי)	6.82	21	3.8	5.0	יציב
יום 3	7.80	24	5.1	6.1	
יום 7	8.03	20	6.0	6.5	

*log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש
לוג מספר מושבות של אנטרובקטריות בקליפות אבוקדו = 6.9

תכולת השומן בגפת אבוקדו 18.2% ותכולת הליגנין גבוהה, ולכן נעכלות הגפת נמוכה. בקליפות אבוקדו נעכלות ה NDF מזערית. נעכלות גרעיני אבוקדו המכילים חומרי תשמורת גבוהה יחסית. בגפת אבוקדו ובקליפות אבוקדו חלה התפתחות גדולה של עבשים ושמרים במהלך 3 ימים ראשונים של חשיפה לאוויר (טבלה 16). כתוצאה מכך, חלה עלייה ב pH ובטמפרטורה וירידה בנעכלות של החומר היבש וה NDF (טבלה 15).

חומרי לוואי מתעשיית הבירה

טבלה 17. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%) של גפת בירה, אבק ממגורות, ונוזל שמרים במהלך חשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי זמן	ח"י (% בטרי)	ח"א	חלבון	pH	NDF	צלולוזה	המיצלולוזה	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות NDF
גפת בירה										
יום 0 (טרי)	19.3	96.1	18.4	6.86	87.7	22.1	46.5	18.8	48.9	57.4 ^א
יום 3	18.8	96.0	21.4	6.33	85.3	23.3	43.6	18.3	47.4	52.3 ^א
יום 7	22.5	95.3	20.2	8.39	76.8	23.4	40.0	13.6	46.7	45.9 ^א
שת"מ*									0.279	0.303
אבק ממגורות	84.6	95.7	12.2		45.2	11.8	27.7	7.7	68.4	56.7
נוזל שמרים ליצור בירה	10.8	92.8	38.2		15.7	0.77	14.1	0.96	94.9	80.8

^{א,ב} ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$. *שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת. גרעיני שעורה נשמרים בסילו ומועברים תוך טחינה לתהליך יצור בירה. במעבר נוצר אבק ממגורות שנאסף ונמכר להזנת בע"ח.

טבלה 18. התפתחות שמרים ועובשים ושינויי pH וטמפרטורה של גפת בירה במהלך החשיפה לאוויר למשך שבוע

זמן	pH	טמפרטורה (מ"צ)	עבשים (log CFU/gDM)	שמרים (log CFU/gDM)	הערות
יום 0	6.9	27	<2.0	2.0	יציבות בינונית
יום 3	6.3	27	<2.0	5.7	
יום 7	8.4	27	5.8	8.8	

* log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש
תוך 7 ימים של חשיפה לאוויר של גפת בירה חלה בחומר התפתחות רבה של שמרים ועובשים שמביאה בעקבותיה

לעלייה ב pH (טבלה 18) ולפחיתה בנעכלות ה NDF (טבלה 17).

חומרי לוואי מתעשיית מוצרי תירס

טבלה 19. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%) של גפת תירס, נבטי תירס וקלחי תירס ללא גרעינים במהלך חשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי זמן	ח"י (% מטרי)	אפר	חלבון	NDF	המיצלולוז	צלולוז	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות NDF
גפת תירס									
יום 0 (טרי)	31.3	5.20	18.9	44.5	32.6	10.6	0.15	88.8	^א 82.4
יום 3	32.5	5.80	17.8	51.6	38.2	11.0	0.23	89.7	^א 88.8
יום 7	36.2	5.50	14.8	54.2	40.4	11.6	0.30	87.6	^א 88.0
שת"מ*								0.007	0.019
נבטי תירס									
יום 0 (טרי)	55.2	0.10	13.7	62.4	36.7	9.5	16.7	56.0	
יום 3	57.3	0.10	13.7	61.3	38.3	10.6	13.3	52.7	
יום 7	73.7	0.11	11.7	49.8	34.3	8.8	6.9	38.5	
שת"מ								0.025	
קלחי תירס בלי גרעינים									
יום 0 (טרי)	22.9	2.62	9.38	57.9	35.2	22.4	0.84	^א 76.3	^א 75.2
יום 3	29.0	2.75	9.26	62.9	37.3	24.2	1.88	^א 72.0	^א 71.9
יום 7	31.5	2.88	10.9	63.4	34.9	27.5	1.70	^א 70.4	^א 71.9
שת"מ								0.004	0.005

^{א,ב,ג...} ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$. *שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.
נבטי תירס מכילים כ 50% שמן תירס ומסופקים להזנת בע"ח.

טבלה 20. התפתחות שמרים ועובשים ושינויי pH וטמפרטורה במהלך החשיפה לאוויר למשך שבוע של גפת תירס, נבטי תירס וקלחי תירס בלי גרעינים

חומר לוואי/ זמן	pH	טמפרטורה (מ"צ)	עבשים (log CFU/gDM)	שמרים (log CFU/gDM)	הערות
גפת תירס					רגישות לקלקול
יום 0	4.20	24	5.9	6.8	
יום 3	8.50	32	8.0	9.1	
יום 7	7.40	29	7.8	9.1	
נבטי תירס					רגישות לקלקול
יום 0	4.5	24	5.0	7.3	
יום 3	5.7	24	7.0	8.4	
יום 7	5.6	43	4.4	7.8	
קלחי תירס בלי גרעינים					
יום 0 (טרי)	4.63	29.5	7.49	—	
יום 3	4.62	33.5	8.83	—	
יום 7	4.05	32.2	8.60	7.7	

*log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש

נעכלות החומר היבש וה NDF של גפת תירס גבוהה מאוד, אבל חומר לוואי זה מכיל רק כ 33% חומר יבש, ולכן במשך שבוע ימים של חשיפה לאוויר התפתחו בחומר שמרים ועובשים תוך עלייה בטמפרטורה ובתכולת ה NDF (טבלה 20) וירידה קלה בחלבון.

חומרי לוואי מתעשיית מוצרי עגבניות ומוצרי שומשום

טבלה 21. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%) של סחיט עגבניות וקליפות שומשום במהלך החשיפה לאוויר למשך שבוע

שומן	נעכלות NDF	נעכלות ח"י	ליגנין	המיצלולוז	צלולזה	NDF	חלבון	אפר	ח"י (% מטר)	חומר לוואי זמן
										סחיט עגבניות
	^א 46.6	^א 55.4	27.3	12.1	22.0	60.8	17.5	4.56	25.3	יום 0 (טרי)
	^א 43.9	^א 46.8	33.4	14.1	22.4	69.4	23.3	6.04	17.5	יום 3
	^א 37.6	^א 41.8	35.8	15.0	19.8	70.2	26.8	6.57	18.4	יום 7
	0.009	0.006								שת"מ
										קליפות שומשום**
15.5	^א 53.7	^א 65.9	2.63	10.3	5.60	19.3	10.1	31.0	73.5	יום 0 (טרי)
12.2	^א 58.6	^א 61.5	2.20	10.2	4.70	19.5	9.10	31.6	79.0	יום 3
10.7	^א 44.9	^א 61.6	1.16	10.8	7.37	19.8	8.31	32.8	81.2	יום 7
	0.017	0.012								שת"מ

^{א,ב} ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$. *שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.

**קליפות שומשום מכילות גם קצת תוכן של זרע.

ערכי נעכלות חומר היבש ושל ה-NDF בסחיט עגבניות ובקליפות שומשום יורדים משמעותית במשך שבוע ימים. קליפות שומשום יבשות יחסית (כ 80% חומר יבש) ומכילות מעט NDF.

טבלה 22. התפתחות שמרים ועובשים ושינויי pH וטמפרטורה במהלך החשיפה לאוויר למשך שבוע – של סחיט עגבניות וקליפות שומשום

חומר לוואי זמן	pH	טמפרטורה (מ"צ)	שמרים (log CFU/gDM)	עבשים (log CFU/gDM)
סחיט עגבניות				
יום 0 (טרי)	3.96	30.2	4.97	—
יום 3	7.47	33.4	7.48	—
יום 7	8.29	29.3	6.97	—
קליפות שומשום				
יום 0 (טרי)	5.26	19	2.8	4.3
יום 3	5.66	39	5.8	7.1
יום 7	5.94	23	7.3	7.5

*log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש

חומרי לוואי ממחלבות

טבלה 23. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%), והתפתחות של שמרים ועבשים במדר ליקר, בוצת מחלבה ומי גבינה במהלך חשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי/זמן	ח"י (% מטרי)	ח"א	חלבון	pH	שומן	נעכלות ח"א	שמרים	עבשים
מדר ליקר								
יום 0 (טרי)	22.4	72.3	12.9	4.36	1.65	97.8	7.4	2.9
יום 3	31.7	78.5	6.90	4.41	1.47	98.6	8.0	2.0>
יום 7	48.8	74.2	8.83	4.56	1.07	98.4	7.5	2.0>
שת"מ						0.005		
בוצת מחלבה								
יום 0 (טרי)	15.6	93.5	21.3	4.95	22.4	^N 77.1	7.4	2.0>
יום 3	17.8	93.4	17.5	3.72	21.5	¹ 80.3	5.9	2.0>
יום 7	31.9	92.9	27.1	3.60	19.8	^N 76.8	8.3	2.0>
שת"מ*						0.002		
מי גבינה								
יום 0 (טרי)	4.47	89.8	15.4	3.21	6.04	^N 95.7	7.2	3.2
יום 3	5.15	89.3	14.6	3.34	4.47	^N 95.9	7.6	2.0>
יום 7	6.03	80.3	25.9	3.35	5.80	¹ 93.0	7.2	2.0>
שת"מ						0.002		

^{א,ב,...} ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$. *שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.
 הנעכלות של מדר ליקר, בוצת מחלבה, ומי גבינה גבוהה, ובגלל ה pH הנמוך שלהם לא מתפתחים עליהם עובשים ולכן אין בהם פחיתה ניכרת בנעכלות בחשיפה לאוויר.

מולאסות

טבלה 24. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י), בנעכלות בכרמ"ל (%) והתפתחות של שמרים ועבשים במולאסת קנה סוכר, ובפרמול (CMS) במהלך החשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי/זמן	ח"י (% מטרי)	ח"א	חלבון	pH	שומן	נעכלות ח"א	שמרים	עבשים
מולאסת קנה סוכר								
יום 0 (טרי)	60.6	98.6	0.52	4.70	0.58	98.8	3.8	2.0>
יום 3	50.7	97.8	0.62		0.85	98.7	4.1	2.0
יום 7	69.1	96.9	0.36	5.07	0.74	98.5	2.0>	2.0>
שת"מ*						0.001		
פרמול CMS								
יום 0 (טרי)	54.3	77.3	30.2	4.34	1.77	93.3	2.0>	2.0>
יום 3	56.2	71.0	29.6		1.96	93.4	2.0>	2.0>
יום 7	71.8	76.9	27.7	4.39	2.31	95.9	2.0>	2.0>
שת"מ						0.006		

הערכים באותה עמודה לא שונים באופן מובהק $P < 0.05$. *שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.

המולאסות הן תמיסות צמיגות יציבות לאורך זמן, שאין עליהן התפתחות שמרים ועובשים ופחיתה בנעכלות במהלך חשיפה לאוויר.

חומרי לוואי ממאפיות

טבלה 25. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%) של שאריות לחם ובצק - במהלך החשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי זמן	ח"י (%מטרי)	ח"א	חלבון	NDF	צלולזה	המיצלולוז	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות - NDF
לחם									
יום 0 (טרי)	66.3	96.9	21.8	23.7	20.8	1.64	1.00	99.0	100
יום 3	85.5	96.8	17.8	25.0	21.2	2.34	1.56	98.7	100
יום 7	93.1	96.8	17.6	26.6	22.7	2.57	1.63	97.2	100
שת"מ*								0.004	0.007
בצק									
יום 0 (טרי)	63.6	97.5	23.4	8.60	6.01	1.96	0.85	96.4	100
יום 3	78.1	97.4	15.7	6.63	4.20	2.03	0.72	95.8	100
יום 7	92.0	97.2	15.9	8.59	6.34	1.65	0.74	97.7	100
שת"מ								0.006	0.031

הערכים באותה עמודה לא היו שונים באופן מובהק $P < 0.05$. *שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.

טבלה 26. התפתחות שמרים ועובשים ושינויי pH וטמפרטורה בשאריות לחם ובצק במהלך שבוע ימים החשיפה לאוויר

חומר לוואי זמן	pH	טמפרטורה	שמרים (log) (CFU/gDM	עבשים (log) (CFU/gDM
<u>לחם</u>				
יום 0 (טרי)	5.83	25	7.5	6.0
יום 3	5.34	41	8.3	6.0
יום 7	6.36	29	9.1	7.0
<u>בצק</u>				
יום 0 (טרי)	4.61	22	8.2	2.0>
יום 3	4.45	21	7.4	2.0>
יום 7	3.90	19	7.7	2.0>

*log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש

השוני בתכולה ובהרכב ה NDF בין שאריות לחם לבין בצק נובע כנראה משוני בהרכב הקמח בין הדוגמאות, ומהנוכחות של קמח מלא וגרעינים שונים שמשולבים בלחם. הנעכלות של שני חומרים אלה מאד גבוהה ואינה יורדת באופן משמעותי כתוצאה מחשיפה לאוויר. שאריות בצק יותר יציבות לאורך שבוע של חשיפה לאוויר בהשוואה ללחם וסה"כ הבצק מכיל פחות עבשים בהשוואה לשאריות לחם. שני החומרים מכילים תכולה גבוהה של שמרים.

חומרי לוואי מתעשיית מוצרי סויה ומתעשיית יצור חומצת לימון

טבלה 27. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%) של סיבי סויה (אוקרה) ולימונית במהלך החשיפה לאוויר למשך שבוע

חומר לוואי זמן	ח"י (% מטרי)	ח"א	חלבון	סוכרים מסיסים	שומן	NDF	צלולזה	המיצלולוז	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות NDF
סיבי סויה*											
יום 0 (טרי)	16.1	94.9	30.4	1.76	1.77	53.3	19.4	30.4	3.46	^א 92.3	^א 92.2
יום 3	16.9	95.6	24.4	0.84		52.8	16.4	31.2	5.10	^א 94.2	^א 91.2
יום 7	16.9	94.8	25.1	0		43.7	16.6	20.4	6.40	^א 91.7	^א 80.3
שת"מ*										0.003	0.004
לימונית											
יום 0 (טרי)	17.1	99.6	16.3	1.02	2.84	77.3	45.8	20.4	11.0	^א 90.1	^א 96.7
יום 3	17.0	99.5	11.3	0		80.3	45.6	25.8	9.0	^א 90.2	^א 94.6
יום 7	17.2	99.5	12.6	0		78.8	44.3	25.1	9.70	^א 87.1	^א 93.0
שת"מ										0.004	0.003

^{א,ב} ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$. *שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.
*סיבי סויה מכילים 1.3% פנולים מסיסים.

ערכי נעכלות NDF של סיבי סויה ולימונית גבוהים מאד וכתוצאה מכך גם נעכלות החומר היבש גבוהה. הנעכלות יורדת במהלך שבוע חשיפה לאוויר. הודות ל pH הנמוך הלימונית יציבה לאורך שבוע של חשיפה לאוויר, וכמות העובשים המתפתחת בחומר קטנה (טבלה 28). לעומת זאת סיבי הסויה אינם יציבים בחשיפה לאוויר, מתפתחים עליהם כמות גדולה של שמרים, אנטרובקטריות ועובשים שגורמים לירידה בחלבון ולעלייה ב pH ובתכולת ה NDF ולפחיתה בנעכלות הדופן.

טבלה 28. התפתחות שמרים ועובשים ושינויי pH וטמפרטורה במהלך החשיפה לאוויר למשך שבוע – של סיבי סויה ולימונית

חומר לוואי/זמן	pH	טמפרטורה (מ"צ)	שמרים (log CFU/gDM)	עבשים (log CFU/gDM)
סיבי סויה				
יום 0 (טרי)	6.77	28	<2.0	<2.0
יום 3	5.20	28	6.74	6.4
יום 7	8.20	22	8.13	8.4
לימונית				
יום 0 (טרי)	2.84	22	8.1	3.6
יום 3	2.93	21	8.8	<2.0
יום 7	2.88	19	8.2	<2.0

*log CFU/gDM = לוג של colony forming units בגרם חומר יבש
אנטורבקטריות בסיבי סויה (log CFU/gDM) = 4.5



לימונית



סיבי סויה (אוקרה)

חומרי לוואי מגדולי ירקות

טבלה 29. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%) של שיחי פלפל במהלך חשיפה לאוויר במשך שבוע, והרכב כימי (% בח"י) ונעכלות בכרמ"ל (%) של שיחי עגבניות שרי ושיחי מילון.

חומר לוואי/זמן	ח"י (% מטרי)	ח"א	חלבון	pH	NDF	צלולוז	המיצלולוז	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות ח"א	נעכלות NDF
שיחי פלפל											
יום 0 (טרי)	17.7	77.1	18.8	6.00	36.8	14.8	13.8	8.34	^א 83.6	^א 74.4	^א 80.1
יום 3	16.8	75.0	20.1	6.00	34.4	14.2	13.1	6.92	^א 81.8	^א 73.7	^א 77.6
יום 7	21.3	75.3	21.5	6.16	30.4	11.6	11.5	7.15	^א 82.4	^א 73.4	^א 73.6
שת"מ*									0.006	0.003	0.008
שיחי מילון	80.7	80.0	17.1		33.5	8.17	19.2	5.86	89.2	79.4	81.8
שיחי עגבניות שרי											
ירוקים למחצה	82.9	77.4	6.77		53.2	10.4	34.4	7.76	69.4	53.6	53.7
יבשים	92.9	91.3	4.91		74.3	13.5	50.0	11.1	55.4	43.6	49.2

^{א,ב}. ערכים המסומנים באותיות שונות באותה עמודה שונים באופן מובהק $P < 0.05$. *שת"מ = שגיאת תקן ממוצעת.

שיחי פלפלים נדגמו מחממות מיד לאחר קטיף הפלפלים. נעכלות NDF של שיחי הפלפל הלחים יורדת הדרגתית במשך שבוע של חשיפה לאוויר. נדגמו שיחי עגבניות שייבשו בשטח וחלקם ייבשו רק למחצה. במהלך הייבוש תכולת ה NDF בצמח עולה וכן עולה בהם תכולת הליגנין. כתוצאה משינויים אלו נעכלות החומר היבש וה NDF בשיחי עגבניות יורדת בעקבות ייבושם בשטח.

חומרי לוואי ממטעי תמרים וממטעי בננות

טבלה 30. שינויים בהרכב הכימי הממוצע (% בח"י) ובנעכלות בכרמ"ל (%) של כפות תמרים¹, סנסני תמרים ותחמיץ²

חומר לוואי זמן	ח"י (% מטרי)	ח"א	חלבון	pH	NDF	צלולוז	המיצלולוז	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות NDF
כפות תמרים +סנסנים ¹	87.0	80.3	6.87		62.6	12.4	36.0	10.3	46.5	25.4
תחמיץ ²	54.2	69.3	7.82	7.81	48.2	14.2	21.7	6.65	65.4	41.6
סנסני תמרים מדילול	28.0	94.3	11.1	5.98	71.5	21.1	39.6	10.5	43.7	36.3
סנסני תמרים יבשים	87.7	95.3	4.35		80.7	20.7	51.7	8.38	36.2	29.0
גבעולים של ניצני בננות	5.00	72.7	25.1		53.7	27.3	18.0	8.78	27.3	0

¹ כפות תמרים וסנסנים ממטעי עין יהב יובשו בשטח במשך 3-4 חודשים ונגרסו.

² התחמיץ ששימש להזנת בקר לבשר, הוכן בשרוולי ניילון מתערובת של: כפות תמרים וסנסנים יבשים כנ"ל, יחד עם שיחי מלונים וזבל עופות.

הסנסנים הם אשכולות הגבעולים עליהם גדלים התמרים. על מנת שהתמרים יגיעו לגודל המסחרי הרצוי מדללים את הסנסנים בעצי תמר.

כפות התמרים מכילות את העלה והענף ומורידים אותן בחיבור עם הגזע.

שיחי הבננות מוציאים מספר ניצנים ואותם מדללים על מנת לאפשר לגבעולים הראשיים להתפתח.

תכולת ה NDF בכפות התמרים ובסנסנים גבוהה והם מכילים בעיקר המיצלולוז. הנעכלות של החומר היבש וה

NDF נמוכה יחסית. תכולת החומר היבש של גבעולי ניצני בננות נמוכה (רק 5%), נעכלות החומר היבש נמוכה

ונעכלות ה NDF אפסית.

חומרי לוואי יבשים מתעשיית השקדים, החמניות, הבוטנים, הכותנה, הקמח

טבלה 31. הרכב הכימי (%ע"ב ח"י) וערכי נעכלות בכרמ"ל (%) של חומרי לוואי יבשים מתעשיית הגרעינים

חומר לוואי	ח"י (%) (מטרי)	ח"א	חלבון	NDF	צלולוז	המיצלולוז	ליגנין	נעכלות ח"י	נעכלות ח"א	נעכלות NDF
שומר שקד ירוק מיובש	86.4	92.8	3.40	29.8	8.09	13.0	8.81	80.3	74.0	53.4
שומר שקד תע' של שומר+ קליפות	85.2	90.8	5.27	50.5	23.0	12.0	13.7	52.1	50.9	15.3
קליפות חמניות	91.4	96.1	10.2	73.9	14.5	42.4	17.3	36.0	25.2	30.3
כוספת חמניות	89.6	92.6	35.0	36.0	17.6	10.9	7.79	75.1	73.1	36.7
קליפות בוטנים	88.5	96.8	7.61	86.7	44.1	8.73	34.2	17.7	16.1	7.75
פסולת מנפטת כותנה	90.4	83.4	14.2	55.0	24.0	15.2	14.2	55.0	50.1	35.5
סובין	86.7	94.6	22.9	45.6	11.1	30.3	5.63	73.5	73.1	56.4

ערכי נעכלות גבוהים של החומר היבש זה NDF נמצאו בשומר שקד ירוק, כוספת חמניות וסובין.

סיכום

בתקופת 2012-2014 ערכנו סקר של חומרי לוואי לחים המיוצרים בארץ בשלבים שונים של תהליך תעשייתי וממקומות שונים. נדגמו חומרי הלוואי הלחים הבאים: קליפות רימונים, גפת זית, גפת ענבים אדומים ולבנים מיצור היין ומיץ הענבים, שזרות ענבים, פולפת אבוקדו (כוספת לאחר מיצוי שמן), קליפות אבוקדו, גרעיני אבוקדו, גפת בירה, נבטים, אבק ממגורות, נוזל שמרים ליצור בירה, גפת תירס, כוספת שומשום, קליפות שומשום, מוצרי לוואי ממחלבות (מדר ליקר, בוצת מחלבה, מי גבינה), מולאסת סוכר, פרמול (CMS), שאריות מאפיות (לחם, בצק), חומרי לוואי מחממות (שיחי: פלפל, עגבניות שרי, שיחי מלון), כפות תמרים, סנסנים יבשים ומדילול, סיבי סויה, לימונית, קליפות הדורים לפני ואחרי מיצוי מימי.

בנוסף נדגמו חומרים יבשים: שומר שקד ירוק, קליפות שקד, קליפות חמניות, קליפות בוטנים, כוספת חמניות פסולת מנפטה, סובין.

תכולת החלבון בחומרי לוואי שנבחנו הייתה:

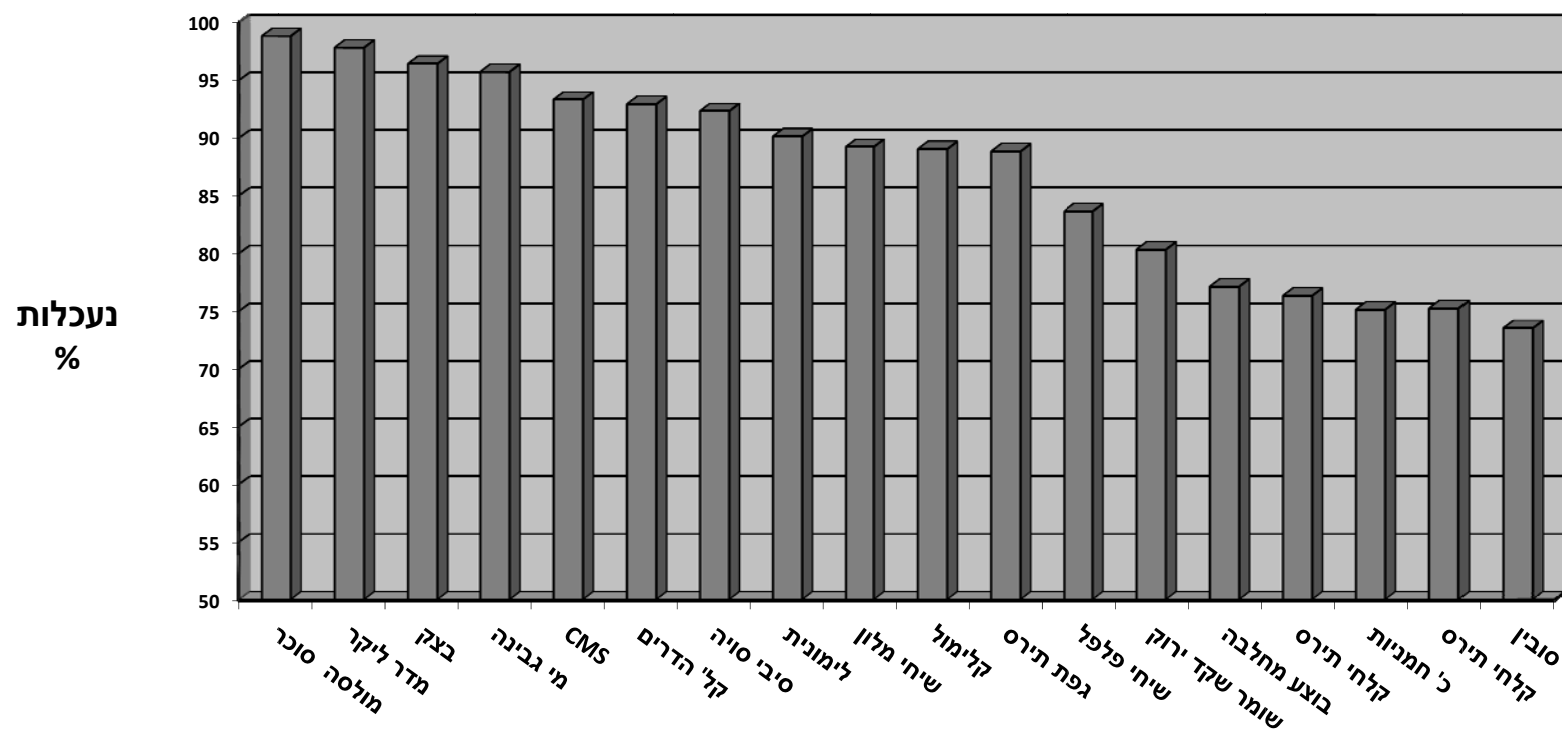
- א. 5-10% חלבון בקליפות הדורים, ק' רימונים, גפת זית, שזרות ענבים, שיח עגבניות, כפות תמרים, שומר שקד;
- ב. 10-20% חלבון בגפת ענבים, בגפת בירה, גפת תירס, כוספת שומשום, מי גבינה, מדר ליקר, שאריות מאפה, שיח פלפל, לימונית, פסולת מנפטה; ג. 30% חלבון בסיבי סויה, פרמול, כוספת חמניות.

תכולת NDF בחומרי לוואי הייתה: א. נמוכה כ-30% NDF ב: כוספת שומשום, שאריות בצק ולחם, קליפות הדורים, שומר שקד ירוק; ב. בינונית 40-60% NDF ב: קליפת רימונים, שזרות ענבים, גפת ענבים לבנים, גרעיני אבוקדו, גפת תירס, שיח פלפל, שיח עגבניות, סבי סויה, קליפות הדורים לאחר מיצוי, קליפות שקד, פסולת מנפטה, גרעיני אבוקדו, סובין; ג. גבוהה מעל 70% NDF ב: גפת זית, גפת ענבים אדומים, קליפות אבוקדו, כפות תמרים וסנסנים, בגפת אבוקדו, גפת בירה, לימונית, קליפות בוטנים, קליפות חמניות.

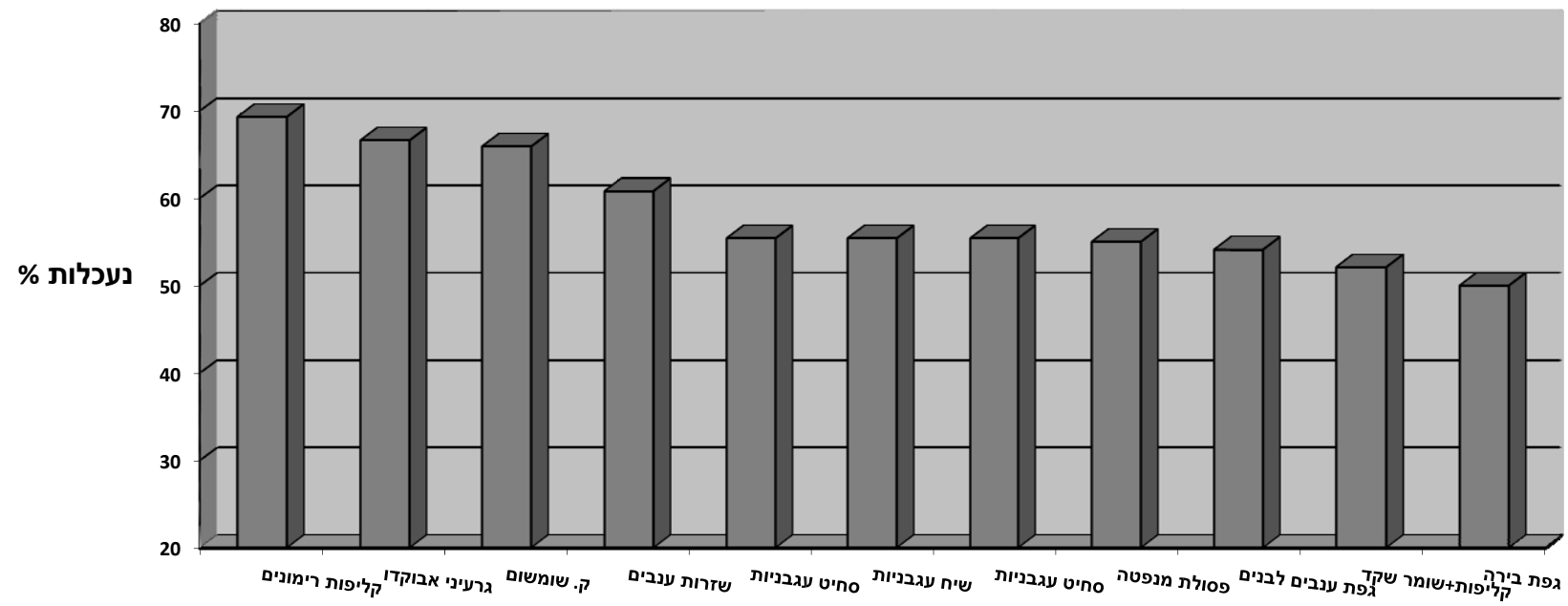
נעכלויות דפנות התאים (NDF) של גפת ענבים רק 6.85%, ושל לימונית, סיבי סויה וקליפות הדורים מאד גבוהה מעל 90%.

הגרפים הבאים מציגים את חומרי הלוואי המסווגים על פי נעכלויות החומר היבש שלהם.

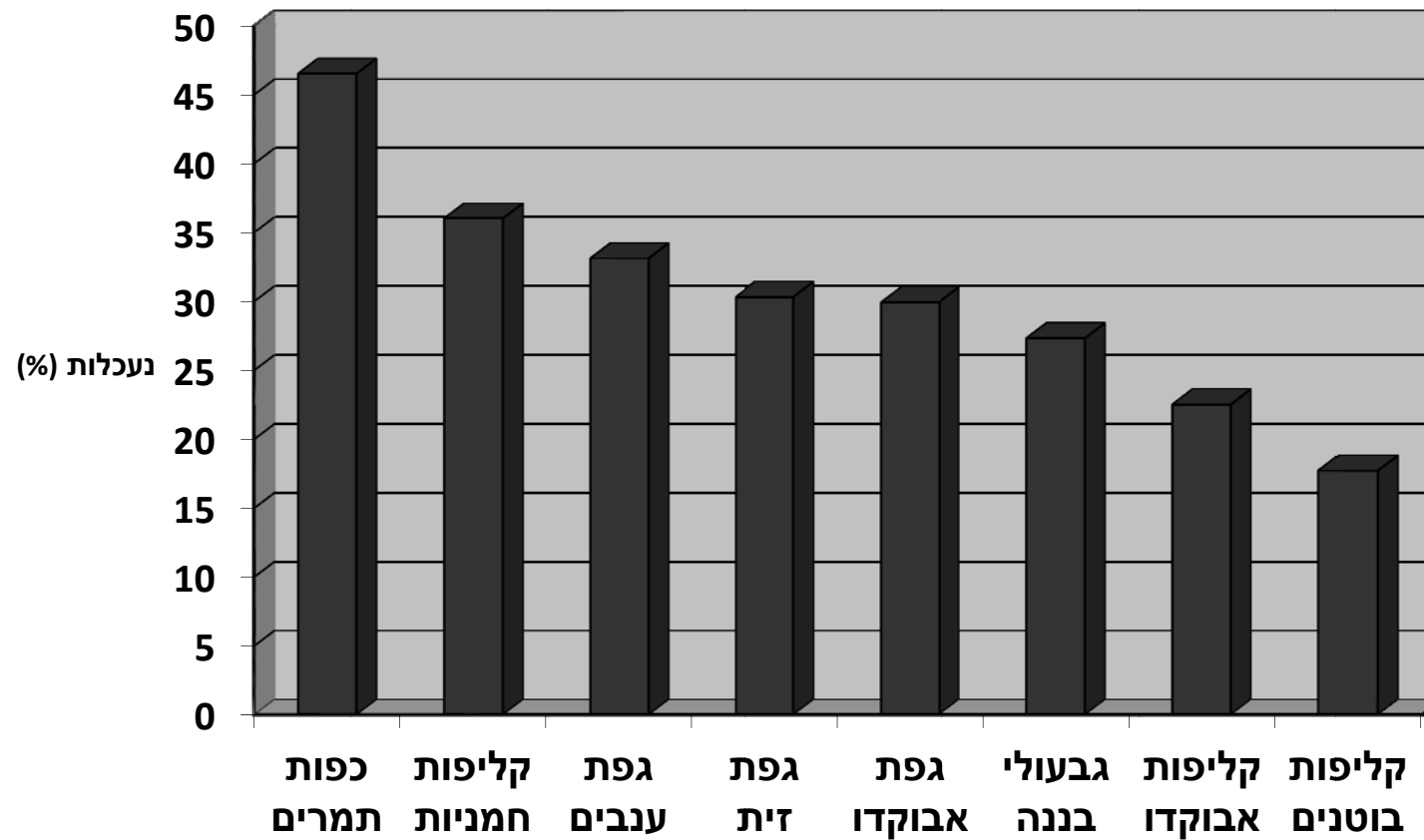
חומרי לוואי שנעכלות חומר יבש שלהם מעל 70%



חומרי לוואי בעלי נעכלות חומר יבש בינונית 50%-70%



חומרי לוואי בעלי נעכלות חומר היבש נמוכה מ-50%



1. AOAC, 1980. *Official Methods of Analysis*, 13th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
2. Kanner, J., Frankel, E., Granit, R., German, B. and Kinsella, J.E. (1994). Natural antioxidants in grapes and wines. *J. Agric. Food Chem.* 42: 64-69.
3. Kjeldahl Method for nitrate containing samples. Automated method, (1980). Pg. 127: 3116 & 7021. In: *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Horwitz, W.(ed). Washington DC. USA.
4. Tilley, J. M. A., and Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Br. Grassl.* 18:104-111.
5. Van-Soest, P.J., Robertson, J.B. and. Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*74: 3583.