

## דו"ח סופי: העלאת שיעור החלבון בחלב עזים 18-0588-277

מוגש ע"י יאן לנדאו - משאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי, ראשל"צ; vclandau@agri.gov.il

צח גלסר - פארק טבע רמת הנדיב, זיכרון יעקב

חוסין מוקלדה - משאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי, ראשל"צ

**תקציר:** ריכוז החלבון בחלב עיזים קובע במידה רבה את יעילות הפיכתו לגבינות. לכן, קיים רצון של המחלבות לקבל חלב עתיר חלבון. קיימת מדיניות של תשלום עבור חלב שתכולתו בחלבון עולה על 3.48% (על בסיס 48.1 ש"ק"ג חלבון ב-2019), אולם רוב עדרי העיזים בהאבסה מלאה לא מגיעים לשיעור זה ואילו, ריכוז החלבון של חלב העיזים במרעה גבוה יותר. במחקרים קודמים מצאנו שיציאה למרעה ים-תיכוני אינה מפחיתה את תנובת החלב ומעלה את תכולת החלבון בו תוך כדי הורדת שיעור השתן בחלב. שיעורנו כי צריכת טאנינים שמקורם באלת מסטיק גורמת לשיפור זה. ההשערה הוכחה כנכונה בשנה הראשונה לפרויקט. בהשוואה לעזים שקיבלו שחת בקיה, עזים שקיבלו גישה לעלווה של אלת מסטיק ואכלו ממנה 475 גרם – 100 גרם טאנינים ליום - הניבו חלב באותה כמות, אבל בתכולה גבוהה יותר של חלבון (3.49%-ו-3.93%,  $P<0.01$ ) ושומן (4.71%-ו-5.85%,  $P<0.01$ ) ועם פחות שתן. זמן הגיבון וחוזק הגבן אף שופרו מאוד ע"י אכילת אלת מסטיק, בהשוואה לשחת בקיה (50%,  $P<0.001$ ). בשנה השנייה לפרויקט, ההשערה הייתה כי מיצוי אתנולי של אלת מסטיק יכול לשמש תוסף מזון להגברת שיעור החלבון בחלב, אולם המיצוי נדחה ע"י העזים. הוכח כי מתן 130 מ"ל גליצרול (ששימש להמסת מיצוי האלה) מעלה את שיעור החלבון בחלב (מ-3.47 ל-3.70%) אך גם את שיעור השתן בחלב. בשנה השלישית לפרויקט, ניתנו טאניני אלת מסטיק כמיצוי מיימי במי השתייה, צורת הגשה מקובלת על העזים. בהשוואה לעזים שקיבלו שחת אספסת, עזים ששתו את המיצוי ייצרו יותר שומן (אך לא חלבון): 4.19%-ו-4.62%, בהתאמה ( $P<0.02$ ). נראה, אם כן, כי טאנינים מעלים את שיעור השומן בחלב כאשר הם ניצרכים בכמות קטנה (7 גרם ליום) ונדרשת כמות יותר גדולה (כ-100 גרם ליום) להשפיע גם על החלבון בחלב. תוצאות הפרויקט מראות על אפשרות להשתמש בטאנינים לשיפור הרכב החלב. מבחינה מדעית, נראה כי טאנינים לא משפיעים רק ברמת הכרס אלא באופן ישיר על אפיתל יוצר בבלוטת החלב. לשם יישום הרעיון, יש להשקיע מאמץ באיתור טאנינים בעלי הרכב מתאים שלא יפגעו בצריכת מזון גם כשניתנים בשיעור של כ-4% מהמנה.

## Abstract

The concentration of protein in goat milk is germane to cheesing efficiency, hence, the dairy industry strives for protein-rich milk. The present policy is to re-tribute milk with more than 3.48%, on the basis of 43 IS/kg protein. Most confined herds do not reach this trigger value, in contrast with grazing goats. In previous studies we found that grazing Mediterranean shrubland does not decrease milk yield, but greatly increases the concentrations of protein – and fat - and decreases that of urea. Our hypothesis that ingesting lentisk, a major component of shrubland, would greatly increase the quality of milk in confined goats turned true in the first year of the project: compared with goats fed vetch hay as roughage, confined goats who add access to lentisk and consumed 475 g DM/d – 100 g tannins/d - yielded the same amount of milk, but much higher in protein (3.49 and 3.93%,  $P < 0.01$ ) and fat (4.71 vs. 5.85%,  $P < 0.01$ ) and lower in urea content. Curding time was shortened and curd strength stronger in the lentisk group. In the second year of the project we tried to concentrate lentisk tannins by extracting them with ethanol 70%, diluted with glycerol and water, in order to produce a feed supplement that promotes milk protein. Goats were deterred by the extract but it appeared that a mere supplementation with 130 ml of glycerine increased milk protein (3.47 and 3.70%) but also milk urea contents. In the third year of the project lentisk tannins were served as infusion readily drunk by goats. Goats that drunk the lentisk infusion yielded milk with higher fat (4.62 vs. 4.19%,  $P < 0.02$ ) but not protein. It seems that tannins increase milk fat when given at small amounts (7 g/d) but much higher doses (100 g/d) are required to increase milk protein. Our results confirm that tannins can be used as feed supplements to improve milk composition in goats. From the scientific point of view, tannins seem to act not only in the rumen, but also at the level of productive epithelium cells in the mammary gland. Efforts must be directed to finding tannins that do not impair feed intake even when consumed at 4% of ingested DM.

## 1. מבוא

שווק חלב העזים בשוק המאורגן צמח מ- 2.9 מיליון ליטר בשנת 2000 למעל 14 מיליון ליטר בשנת 2018, צמיחה רציפה – שאומנם נעצרה ב-2015 - של 8% שאין כדוגמתה בחקלאות ישראל. משנת 2013 הוחל במדיניות של תשלום הלוקח בחשבון, בנוסף לעונתיות (תשלום פרמיום לחלב המיוצר בין

נובמבר לפברואר) וספירות חיידקים ותאים סומטים שהיו נהוגות קודם, גם תכולת החלבון (תחילה, 49, כיום 43 ש"ח ש"ח"ק"ג חלבון).

רוב החלבון המנוצל ע"י מעלי הגירה מתקבל ממיקרו-אורגניזמים (מיק"א). כמות חלבון מרבית מתקבלת כאשר אספקת החלבון והאנרגיה מספיקה ובתנאי שמתקיים סינכרון נכון של תסיסת פחממות ואספקת חנקן לכרס. מכאן, מחקרים רבים הראו שתכולת אנרגיה, תכולת פחממות פריקות ותערובת במנה מעלים את ריכוז החלבון (Pulina et al., 2008). שתן (אוריה) מסונזת מאמוניה בדופן הכרס ובכבד. עודף חנקן בכרס, יחסית לאנרגיה זמינה, גורם לריכוז גבוה של שתן בדם, בשתן ובחלב. זאת, על אף כי עיזים ממחזרות חלק מהשתן כמקור חנקן אל תוך הכרס. יש קשר חזק מאוד בין ריכוז גבוה של שתן בדם לזה שבחלב (Pazzola et al., 2011). נוכחות השתן בחלב לא רצויה כי הוא אינו מתגבן ורובו מבזבז במי הגבינה. בעיזים במרעה חורש, ריכוז השתן בחלב גבוה באביב, נמוך בקיץ ועולה שוב בסתיו, ז"א, גבוה כשעולה שיעור שיחי החורש במנה (Landau et al., 2013). אכילת אלת מסטיק מפחיתה את ריכוז השתן בדם (Amit et al., 2013). לאחרונה (Argov-Argaman et al., 2016) התברר כי תנובת החלב הייתה דומה בהזנה בהאבסה מלאה דיר (שחת אספסת) ובהזנה במרעה. אולם, ריכוז החלבון בחלב היה גבוה יותר אצל עזים שהוזנו במרעה. במילים אחרות, דיאטה המכילה טאנינים לא רק שלא הפחיתה את תנובת החלב אלא אף העשירה את החלב בחלבון. תוצאות אלה, מציגות מגמה הפוכה לעומת עבודות שהראו השפעה שלילית של טאנינים על זמינות החלבון (Silanikove et al., 1996) והעלאת התנובה כאשר העזים קיבלו פוליאיתילן-גליקול לניטרול השפעת הטאנינים (Gilboa et al., 2000) אך כל העבודות שבהן טענו להשפעה שלילית של טאנינים היו בעזים נמוכות תנובה שקיבלו תערובת בכמות מוגבלת. בעבר נחשבה העלווה של אלת מסטיק כמזון גרוע מאוד (Silanikove et al., 1996). התרומה הייחודית שלה כמקור לנוגדי חימצון (Ljubuncic et al., 2005), כתרופה נגד תולעי מעיים (Landau et al., 2010) וקוקסידיות (Markovic et al., 2012) שינו את תדמיתה. עזים צורכות כמות גדולה של עלוות אלת מסטיק גם כשניתנת להן שחת אספסת באופן חופשי (Landau et al., 2002). יודעים להשריש אותה והיא צמח הנוי העקרי בישראל, הודות לשטחים הגדולים שנשתלו לאורך כביש 6. באי כיוס שביוון קיים ענף גידול של אלת מסטיק לצרכי רפואה (Hagidimitriou, 2009). בפרויקט זה שימשה אלת המסטיק כמודל לספק טאנינים. השערתנו הייתה כי מתן טאנינים מועילה לעז (מרכיב מזון טבעי), למגדל (תשלום על החלבון), למחלבה (יעילות גיבון מוגברת) ולצרכן (חלב יותר בריא).

## 2. מטרת המחקר

מטרת העל היא להעלות את ריכוז החלבון בר-גיבון בחלב העזים מבלי להעלות את ריכוז השתנן בו. מאחר שידעים כי עזים במרעה מייצרות חלב עתיר חלבון, ניסינו להעתיק לעזים באחזקה ביתית מרכיבי מנה שמקורם במרעה: בשלב ראשון, אכילה של אלת מסטיק - הצמח הנפוץ ביותר בחורש הים תיכוני, בשלב שני של מיצוי אתנולי של אלת מסטיק מומס במים וגליצרול ובשלב שלישי, שתיה של אינפוזיה של אלת מסטיק.

## 3. עיקרי הניסויים

### 3.1 שנה ראשונה: השפעת צריכת עלווה של אלת מסטיק על הרכב החלב

#### 3.1.1 חומרים ושיטות

**קבוצות טיפול:** בתאריך 9.5.2016 בוצע דיגום חלב. החלב נשלח לבדיקה במעבדה בקיסריה ובתאריך 25.5.2016 הופרדו 44 עיזים שאמיות ל-4 קבוצות על בסיס ימים בתחלובה ומספר המלטות. במשך כל הניסוי העזים נחלבו פעם ביום והקבוצות קיבלו תערובת של 1.2 ק"ג גליום לעז. מניין ימי תחלובה בתחילת הניסוי היה 117. 4 עזים יצאו מהניסוי מסיבות שונות. בוצעו 2 מחזורי בדיקה. העזים חולקו ל-4 טיפולים (n=10).

קבוצה 1- יצאו למרעה מדי יום במשך 4 שעות (Pasture – P).

קבוצה 2- קיבלו תוסף פוליאיתילן-גליקול 20 גר'יום לעז, ויצאו למרעה למשך 4 שעות (PPEG). במחזור השני דוזת ה-PEG הועלתה ל-33 גרם/יום.

קבוצה 3- נשארה בדיר וקיבלה מנת חציר בקיה 1.5 ק"ג/יום לעז (Hay-H).

קבוצה 4- נשארה בדיר וקיבלה מנת חציר בקיה ואלת מסטיק. הגשת האלה עלתה בהדרגה מ-1500 ל-3000 גרם אלת ליום לעז ובהתאם ירדה הגשת השחת מ-300 ל-100 גרם/יום (Hay-HPIS - Pistacia).

מלבד קבוצות H ו-HPIS, העזים שהו בקבוצה אחת שיצאו למרעה 4 שעות (נטו, לא כולל הליכה) ביום. דוזת הפא"ג ניתנה פרטנית באמצעות אקדח תילוע. אלת המסטיק ניתנה תוך יומיים אחרי האיסוף. תכולת הפנולים שלה נקבעה ב-HPLC (איור 1). קויימו שני מחזורי ניסוי: מחזור 1: 25.5 ל-8.6.2016 ומחזור 2: 12.7 ל-3.8.2016.

**שיטות לקביעת צריכה והרכב של המנה.** מאפיינים תזונתיים נקבעו בעזרת סריקה ב-NIRS של גללים שנאספו פעמיים – ועורבבו לדוגמה אחת – ביום האחרון של כל מחזור ניסוי מכל עז. התערובת ניתנה במכון החליבה בלבד והשארית נמדדה לכל עז וכך נקבעה הצריכה הפרטנית של תערובת. יש ברשותנו משוואות כיוול ב-Fecal NIRS המאפשרות קביעת % תערובת מסך המנה (Landau et al., 2008). ע"י חילוק % התערובת במנה לכמות שנאכלה, חולץ ערך צריכת חומר יבש לכל העזים שלא קיבלו פא"ג. בקבוצת PPEG, הפא"ג שימש

לקביעת fecal output (Landau et al., 2002a) והצריכה נקבעה בעזרת מקדם הנעכלות כמו כן ההרכב הבוטאני במרעה לפי (Glasser et al. (2008).

**בדיקות חלב.** התנובה נקבעה בכל עז באמצעות מערכת זיהוי OpiFlow™ System for sheep and goats (SCR, נתניה). דוגמאות חלב נאספו בדוגם והועברו למבחנות עם ברונופול ותכולות חלבון, שומן, לקטוז, סת"ס ושתנו נקבעו במעבדה של התאחדות מגדלי הבקר ב-Mid-IR spectroscopy לפי סטנדרט IDF (standard IDF 141C:2000).

**קביעת מאפייני גיבון:** מאפייני גיבון נעשתה ב-Optigraph (Ysebaert, Frepillon, France).

**סטטיסטיקה:** במתכונת של repeated measurements עם עז (טיפול) כמושא השונות, ימים בתחלבה כקו-ווריאט לאחר טרנספורמצית log עבור סת"ס.

### 3.1.2. תוצאות ודין (שנה 1)

**צריכת מזון והרכבו:** אלת המסטיק הכילה כ-20% טאנינים, מזה, 67% hydro-soluble tannins, בייחוד גאלאטים של חומצה קוינית (איור 1). אלת המסטיק הוותה כחצי מהמנה בקבוצת PIS, וכ-27% בקבוצות PPEG ו-P (איור 2). קבוצת PIS צרכה מעל 140 גרם טאנינים ליום, בהשוואה לכ-100 גר'יום ב-PPEG ו-P (איור 2). צריכת המזון ירדה מהתקופה הראשונה (מאי-יוני) לשניה (יולי-אוגוסט) כצפוי. בתקופה הראשונה, נמצא הבדל בצריכת חומר יבש: P>H>PIS>PPEG (טבלה 1) אולם ההבדל בין הקבוצות נעלם בתקופה 2. היציאה למרעה הייתה קשורה עם ריכוז NDF יותר גבוה במנה (39% בהשוואה ל-34%). ריכוז האנרגיה הגבוה ביותר היה ב-H והסדר היה H>PIS=P>PPEG. צריכת האנרגיה הייתה לפי הגבוהה ביותר ב-PPEG בתקופה הראשונה (מאי-יוני) אך הצריכה הייתה דומה בכל הקבוצות במחזור השני (כ-5.2 מגק"ליום).

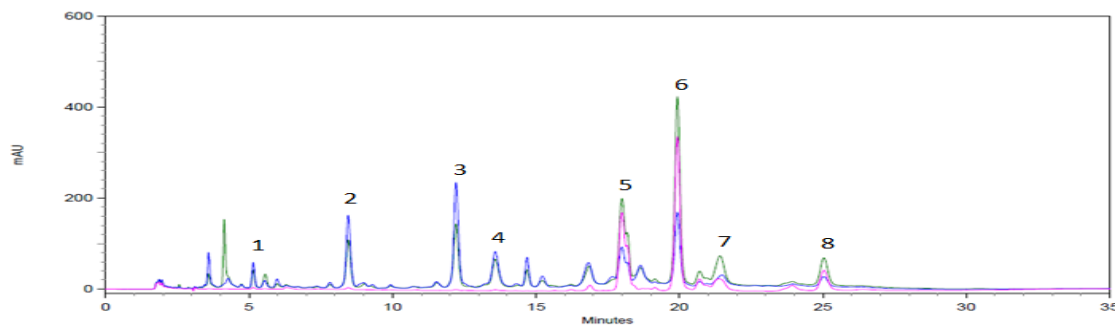
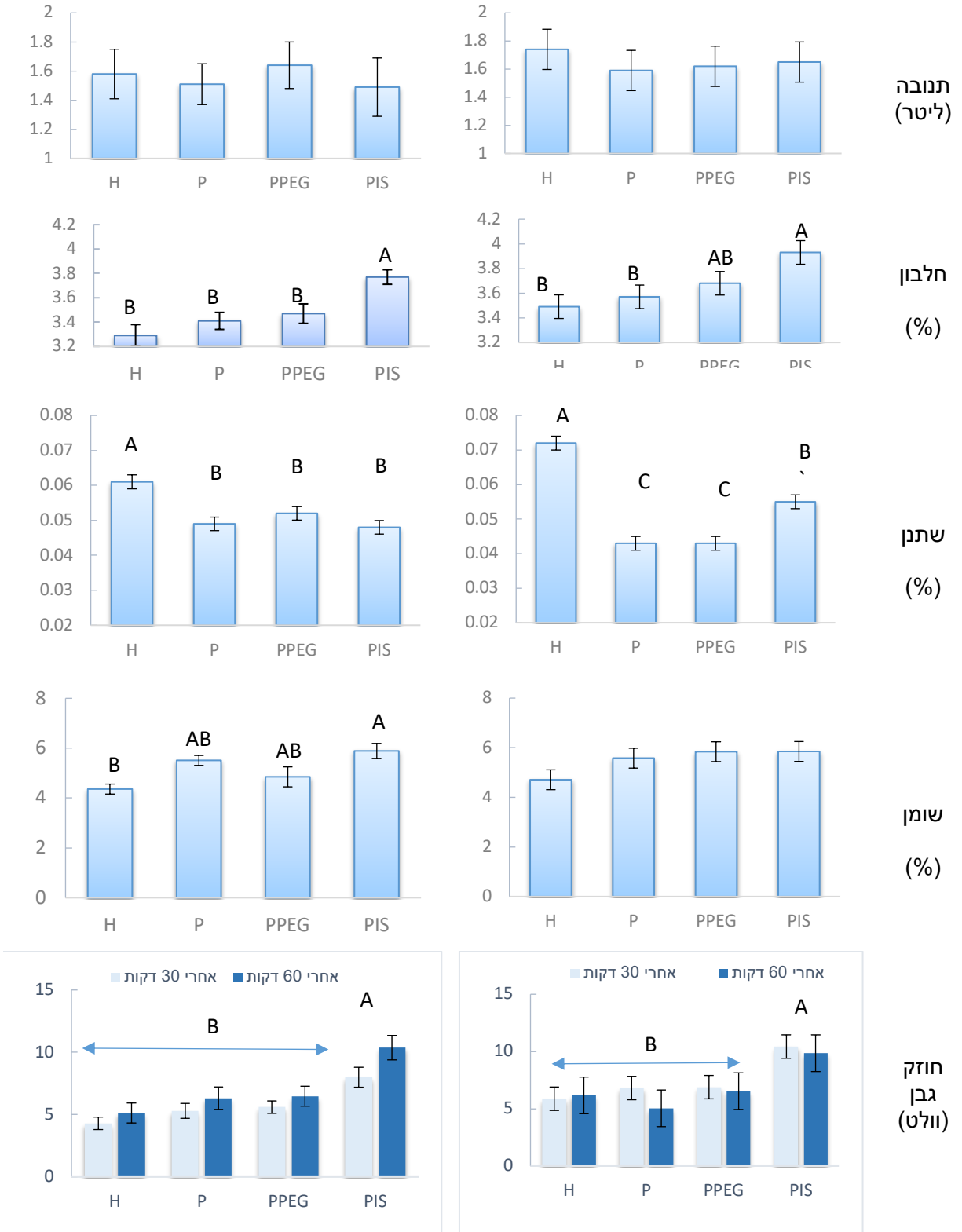


Figure 1. HPLC multi chromatogram of *Pistacia lentiscus* ethanolic extract.

Peak identification: 1-Gallic acid, 2-Catechin, 3-Chlorogenic acid, 4-unknown, 5- 3,5 Di-O-galloxyquinic acid, 6- 3,4,5 Tri-O-galloxyquinic acid, 7-Rutin, 8-Myricetin-3-O-rutinoside.

תקופה 2 (יולי-אוגוסט)

תקופה 1 (מאי-יוני)



איור 2: תנובת החלב, הרכבו וחוזק הגיבון בשתי תקופות הדיגום

חשוב לציין כי צריכת החלבון הייתה גבוהה יותר בקבוצה H בהשוואה ליתר הטיפולים וצריכת האנרגיה הייתה זהה בכל הטיפולים התקופה השנייה.

**תנובת חלב והרכבו:** לא נמצאו הבדלים בתנובת חלב (כ-1.6 ק"ג/יום) ביו הטיפולים. החלב מקבוצה PIS הכיל יותר חלבון מחלב של קבוצות H ו-P בתקופה הראשונה והיה עתיר חלבון מכל הקבוצות בתקופה 2 (הבדל של 0.45% בין PIS ו-H  $P < 0.01$ ). החלב של קבוצה H הכיל יותר שנתן ( $P < 0.01$ ). כתוצאה מכך, חוזק הגבן היה הגבוה ביותר בקבוצת PIS בשתי התקופות ( $P < 0.01$ ) והיה אף כפול בקבוצה PIS בהשוואה ל-H בתקופה השנייה. תכולת השומן לא נבדלה בין הקבוצות בתקופה הראשונה אך הייתה הגבוה ביותר ב-PIS בתקופה השנייה. תכולת הלקטוז לא נבדלה בין הקבוצות.

**טבלה 1:** מאפיינים של צריכת מזון ואיכותו בתקופות 1 (מאי-יוני) ו-2 (יולי-אוגוסט).

PPEG	PIS	P	H	תקופה	
a3100	ab2870	bc2520	c2200	1	צריכת חומר יבש
2200 a	a2440	2230 a	2230 a	2	
6.2 b	10.8 a	6.4 b	0 c	1	ריכוז טאנינים במנה
8.4 b	10.6 a	7.1 b	0 c	2	
88 b	144 a	98 b	0 c	1	כמות טאנינים במנה (ג'יום)
b119	a 141	b108	0 c	2	
22 c	49 a	30 b	0 d	1	אלת מסטיק במנה (% מח"י)
b32	a47	c26	0 d	2	
38.7 a	33.1 b	39.4 a	34.7 b	1	ריכוז NDF במנה (% מח"י)
38.2 a	32.9 b	39.9 a	37.6 a	2	
11.1 b	b10.9	c9.9	a14.1	1	ריכוז חלבון במנה (% מח"י)
11.1 b	11.7 b	9.9 c	13.5 a	2	
2.37 b	2.10 d	2.27 c	2.46 a	1	ריכוז א.מטבולית (מגק"ל/ק"ג ח"י)
ab2.36	bc2.22	c2.20	a2.39	2	
7.4 a	6.0 b	5.7 b	5.4 b	1	צריכת א.מטבולית (מגק"ל/ק"ג ח"י)
5.2 a	5.4 a	4.9 a	5.3 a	2	

אותיות זהות מראות על מספרים שאינם נבדלים סטטיסטית (0.05).

מכאן, מנה PIS הייתה קשורה לריכוז חלבון יותר גבוה ממנה H למרות תכולתה הנמוכה יותר בחלבון. זאת, אף על פי שתכולת האנרגיה הייתה זהה בשתי המנות: מכאן, אפקט PIS אינו נובע מאיזון ותזמון טוב יותר של פירוק חלבון וזמינות אנרגיה.

צריכת פא"ג – הקושר את הטאנינים במנה ומבטל את השפעתם - הייתה אמורה לבטל את ההשפעה המטיבה של המרעה. כצפוי (Landau et al., 2002b), הפא"ג גרם לעליית צריכה במרעה בתקופה 1 אולם השפעתו הייתה חולפת. הוא העלה מעט את ריכוז החלבון במנה אבל ההבדלים - אם בכלל - בין P ל-PPEG בתנובת החלב (Gilboa et al., 2000), תכולת חלבון, שתן (Decandia et al., 2000) וגיבון היו מזעריים. העלאת דוזת הפא"ג מ-20 ל-33 גרם לא שינתה את השפעת הפא"ג. מכאן, שתי השערות אפשריות. בהנחה שדוזת הפא"ג הייתה מתאימה, ייתכן שהיתרונות של אלת מסטיק אינן נובעים מפעילות טאנינים בלבד – קשירת חלבון שחומק מפירוק חיידקי כרס ושיפור סטטוס החלבון – אלה מגורמים אחרים, לא בהכרח במעי (למשל, הקטנת עקה חמצונית) ופעילות ישירה ברקמה היוצרת בעטין.

### 3.2. שנה שניה

השערתנו הבאה במחקר נבעה משיקולים מעשיים: גידול וקטיף של אלת מסטיק אינם מעשיים אבל מתן מיצוי המכיל 60% טאנינים כתוסף מזון יכול להוות תחליף לאכילת האלה.

#### 3.2.1. חומרים ושיטות

בעלי חיים וטיפולים: הניסוי בוצע ברמת הנדיב ב-12 עזים שאמיות בוגרות ( גיל  $5.39 \pm 1.18$  שנים) במתכונת של ריבוע לטיני. התכנון היה 12 עזים לטיפול ו-4 בתקופות של 13 יום כ"א. בכל תקופה 4 עזים הוקצו לכל טיפול. בתום כל תקופה תוכנן להעביר כל עז מטיפול לטיפול באופן מקרי. הניסוי תוכנן ל-42 יום + 6 ימי הרגלה (18 ביוני עד 31 ביולי). תוכנו ימי דיגום 0 (18.6), דיגום ביום 14 (3.7), דיגום ביום 28 (17.7), דיגום אחרון ביום 42 (31.7). הטיפולים היו ביקורת של שחת ותערובת, בלי (Control) או עם 110 או 220 גרם ליום של מיצוי באתנול 70% של אלת מסטיק המומס במים וגליצרול: ביקורת בכל – 0 ג',  $110 - \text{exPIS}^-$  ג',  $220 - \text{exPIS}^+$  ג' טאנינים ליום לעז. הזנה הבסיסית הייתה קבועה וכללה 1.54 ק"ג תערובת בכל יום לכל עיזי הניסוי, פרטנית במכון החליבה, 0.7 ק"ג בצהריים ו-0.84 ק"ג בבוקר (1.35 ק"ג תערובת אמבר לעזים חולבות, על בסיס חומר יבש); ובנוסף חולק 1 ק"ג ח"י שחת אספסת לראש באופן קבוצתי. המיצוי ניתן בהגמעה פרטנית בעזרת אקדח תילוע פעמיים ביום.

הכנת המיצוי: עלי אלת מסטיק יובשו בתנור ב-60 מעלות בתנור מאוורר. עשרה גרם עלים טחונים הודגרו עם אתנול 70% ב-35 מעלות ל-24 שעות, סוננו ויובשו תחת ואקום (Rotorvapor Hie-VAP; Hiedolph, Germany) לסילוק הכהל והמים. נקבע ריכוז הטאנינים בשיטת Folin-Ciocalteu והמיצוי המוצק נשמר במינסו 20 מעלות עד השימוש. מאחר שהמיצוי המוצק לא נמצא מסיס, הוכנס גליצרול כמסיס בעל פולריות בינונית: אופן המסת המיצוי ביחס - מיצוי מסטיק; גליצרין: מים 5ג': 3ג': 7ג', בהתאמה. המיצוי הכיל 60-70% טאנינים: מיצוי גבוה – 220 ג' מיצוי: 132 מ"ל גליצרין: 308 מ"ל מים (145 גר' טאנינים) לראש; מיצוי נמוך – 110 ג' מיצוי: 132 מ"ל גליצרין: 308 מ"ל מים (72 גר' טאנינים) לראש; ביקורת – 0 ג' מיצוי: 132 מ"ל גליצרין: 308 מ"ל מים לראש.

השפעת הגליצרין: מתכונת הניסוי אף אפשרה לאמוד את השפעת הגליצרין (132 מ"ל) על תנובת החלב והרכבו, מכיוון שכל עז עברה תקופת הסתגלות למנות של שחת ותערובת (nonglyc) וקיבלה אח"כ בנוסף גליצרין (glyc) כשהשתייה לקבוצת ביקורת: קבוצת glyc הייתה מורכבת מ-10 עזים שקיבלו מנת גליצרין בלבד – 4 בסבב ראשון ו-6 בסבב שני וקבוצת glyc חס הייתה מורכבת מכל 12 העזים שהיו תחת טיפול חציר במשך 6 ימים, ללא גליצרין. טרם הניסוי. חלק מהעזים התקשו בהגמעה של המיצוי באקדח תילוע. אחרי שההגמה גרמה לחירור הפארינקס בעז אחת, הניסוי הופסק אחרי שתי תקופות מטעמים של רווחת בעלי חיים.

#### בדיקות חלב. כמו בשנה א'

בדיקות דם: בסוף כל תקופה נדגם דם ורידי לקביעת אנזימי כבד (ALT, AST), בילירובין, שתנן, כולסטרול וכלל טריגליצרידים.

סטטיסטיקה: תכנון: במתכונת של ריבוע לטיני עם עז, תקופה וטיפול כגורמים קבועים, ימים בתחלובה כקו-ווריאט ולאחר טרנספורמציה log עבור סת"ס. בפועל, מבלן שונות חד כיווני מכיוון שלא כל העזים עברו את כל הטיפולים.



### 3.2.2 תוצאות ודין (שנה 2)

השפעת המיצוי על תנובת חלב והרכבו: שגרת ההגמעה הייתה קשה לחלק מהעזים, ללא תלות בטיפול: נראה שהחומר נדבק לשערות הפנים והיה מר מאוד (איור 3). לכן, כדי לשמור על רווחת בעלי החיים, רק שני מחזורים בוצעו, אך לא נמצאו חריגות בבדיקות הדם. המיצוי לא השפיע על תנובת החלב, תכולת החלבון, השומן והסת"ס. לעומת זאת, ריכוז הלקטוז בחלב נטה להיות יותר גבוה בעזים שקיבלו 110 ג' מיצוי וריכוז השתן בחלב היה נמוך ב-0.011% בקבוצת המיצוי הגבוה (איור 4). מדדי הדם וביחוד אנזימי הכבד לא היו שונים בין הטיפולים.

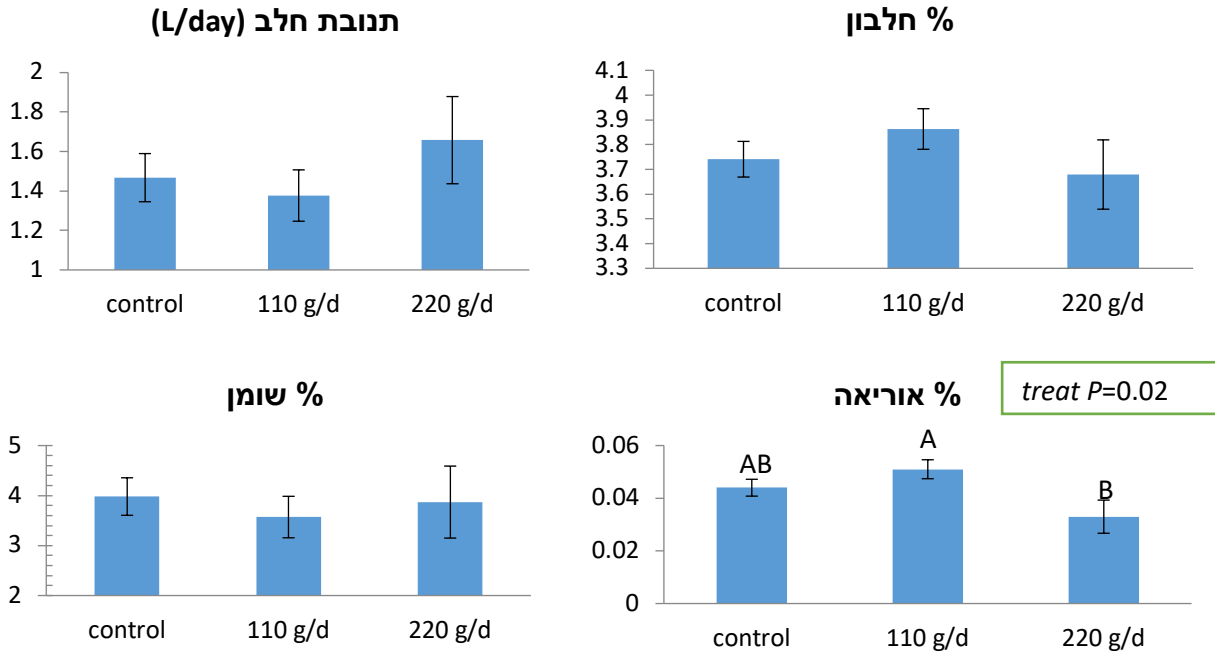
השפעת גליצרין על תנובת החלב והרכבו: הגמעת גליצרין הייתה קלה והעזים שתו אותו ברצון. הטיפול לא השפיע על התנובה אך העלה את שיעור החלבון (מ-3.47 ל-3.70%) אך גם את השתן בחלב (מ-0.038 ל-0.053%). ריכוז השומן בחלב פחת בקבוצה שקיבלה גליצרול אך שיעור חומצת אומגה-3 בו היה יותר גבוה (איור 5).

אחרי שמצאנו דרך למצות את הטאנינים לתוך מיצוי מוצק מרוכז, התברר שהוא נדחה ע"י העזים. תופעה זו הייתה ידועה לנו מעבודה קודמת בצפירות (איור 1). יתכן כי הניסיון לרכז את הטאנינים גורם לעפיצות רבה מדי אפילו לעזים וכי עדיף להשתמש בעלווה יבשה של צמחים עתירי טאנינים. אין הסכמה בין חוקרים לגבי ההשפעה המועילה של עלווה כזו על הרכב החלב: בניגוד אלינו, (Hoste et al. (2005 לא מצאו עליה בחלבון החלב עזים כשהאכילו סנפואן (קטנית של אזורים ממוזגים) בעל ריכוז של 2.5% טאנינים. בין הטאנינים התעשתיים בארץ, פסולת רימונים, עלוות בננה טרם נבדקו להשפעתם על חלבון בחלב.

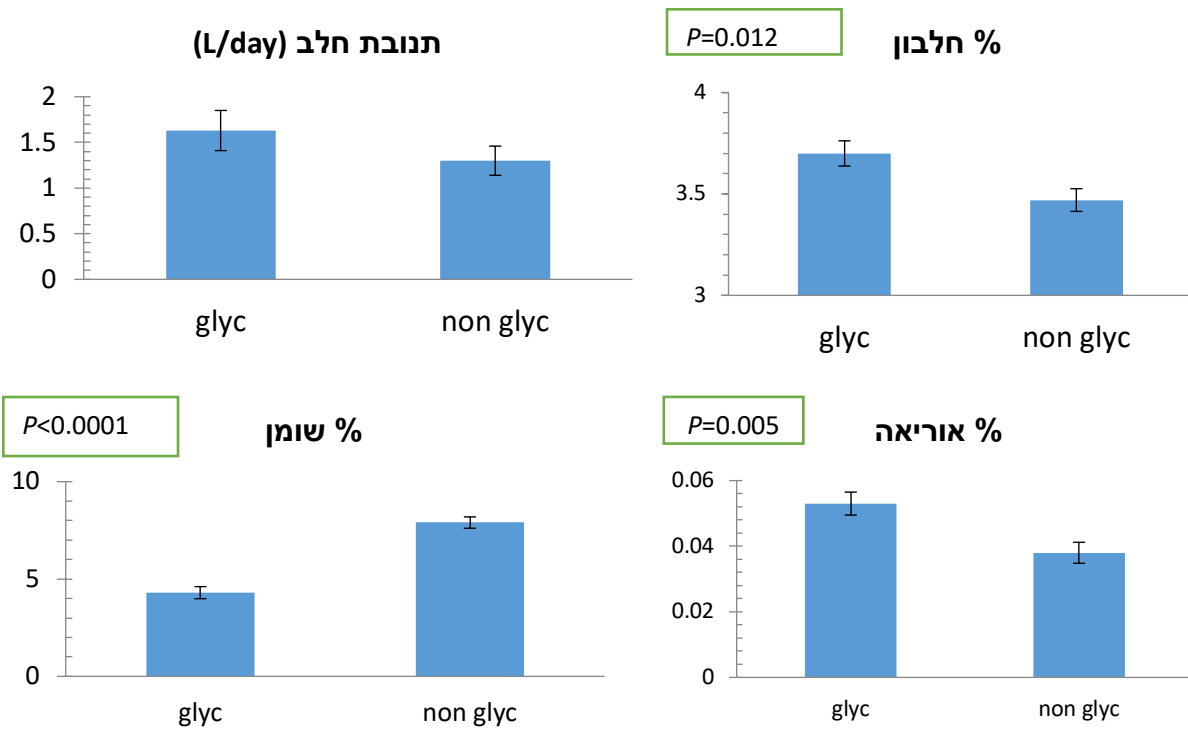


**איור 3:** הידבקות של מיצוי אתאנולי של אלת מסטיק

הממצא שגליצרין העלה את חלבון החלב מעניין ופותח אשנב ליישום: הממצא אומת בבקר ע"י Bajramaj et al. (2017). ההסבר אפשרי היא שגליצרין נוסף למנה הרגילה בלי להפחית pH וצריכת ח"י והוא מקור טוב לגלוקוניאוגנזה. המחיר של גליצרין בדרגת כשרות בעולם ירד מ-1600 ל-700 יורו לטון מ-1995 ל-2017 (<http://www.hbint.com/datas/media/590204fd077a6e381ef1a252/sample-quarterly->) ([glycerine.pdf](#)). נראה שעליה בתעשיית הביודיזל תגרום לירידת מחיר הגליצרין בעתיד. הפחתת ריכוז השומן ע"י מתן גליצרין תואם את רצון התעשייה בישראל. אם כן, מדובר כנראה במנגנון המעלה את ייצור החלבון ע"י אספקת חומר אורגני פריק בכרס.



**איור 4:** תנובת חלב והרכבו בעזים לא קיבלו או קיבלו מיצוי אתאנולי של אלת מסטיק בשתי דוזות שונות (ממוצע ו-ש.ת.)



**איור 5:** תנובת חלב והרכבו בעזים שקיבלו או לא קיבלו או הגמעה של 132 מ"ל גליצרין (ממוצע ו-ש.ת.)

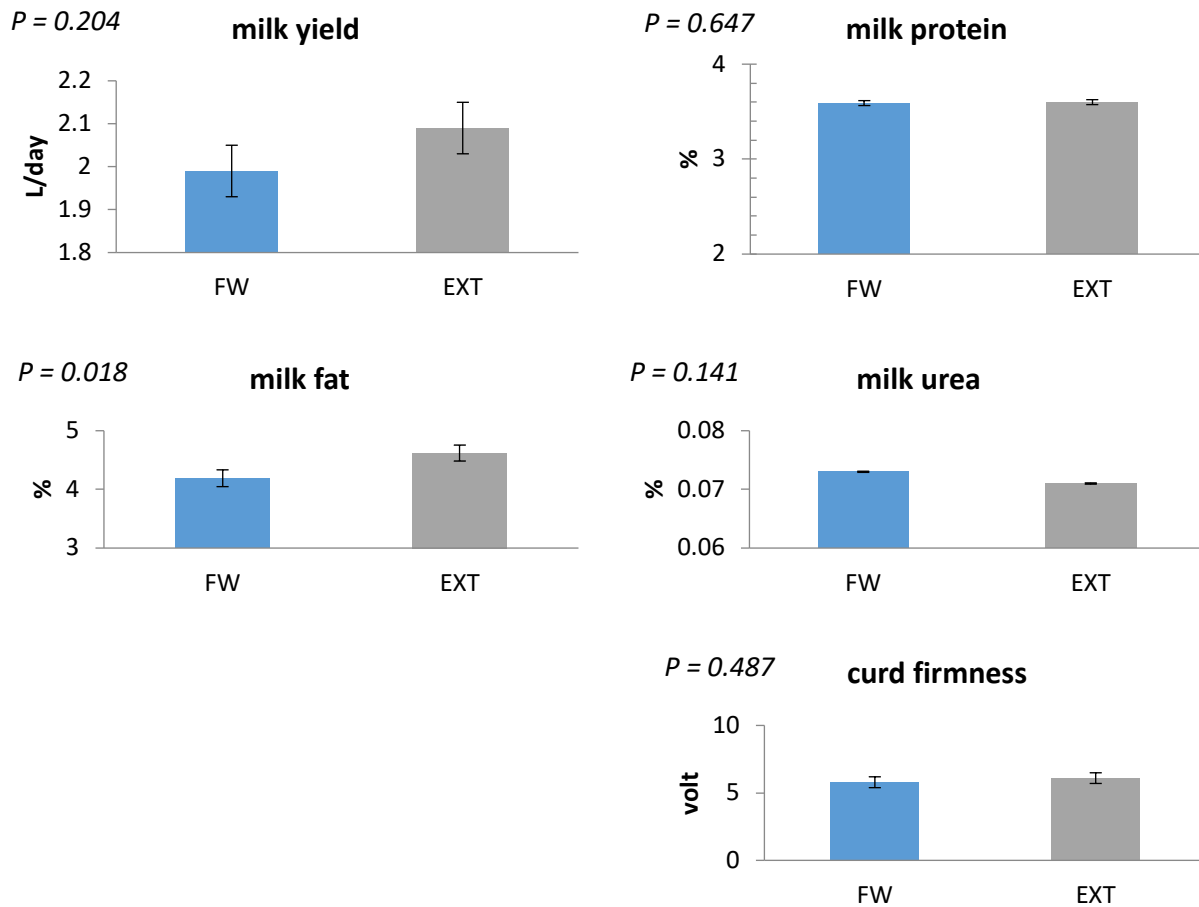
### 3.3.3 שנה שלישית

כמסקנה מהקושי של העזים לצרוך טאנינים מרוכזים בצורת מיצוי אתאנולי בשנה השנייה, ניסינו לבדוק אם מיצוי במים של אלת מסטיק נוח לעיזים ומשפר איכות חלב.

#### 3.3.1 חומרים ושיטות

אלת מסטיק נקטפה מידי יום והוכנה כחליטה ע"י הדגרת 5 ק"ג עלים בחביות בנפח 30 ליטר עם מים והדגרה בתנור ב-60 מעלות ללילה. החליטה הועברה לחביות פלסטיק והועברה בגרביטציה לשתייה חופשית בשקתות. עשרים וארבע עזים חולקו לשתי קבוצות שקיבלו או לא, לסירוגין (בשתי תקופות של 3 שבועות). קביעת התנובה והרכב החלב היו כמו בשנים א' ו-ב'. הניתוח הסטטיסטי לעשה במתכונת של switch-over, עם עז, סדר (רצף חליטה-מי ברז או הפוך) וטיפול (חליטה או מי ברז). נרשמה צריכת המים הרבוצתית. נקבע ריכוז הטאנינים בגללים בתום כל תקופה. קביעת סך הפוליפנולים בחליטה היה ב-Folin Ciocalteu כמו בשנה א'.

#### 3.3.2 תוצאות ודין



איור 6: תנובת חלב והרכבו בעזים בעיזים שקיבלו מי ברז (freshwater-FW) או חליטת אלת מסטיק (EXT).

העזים שותו בממוצע 97 ליטריום לקבוצה, 84 גרם פנולים לקבוצה וכ-7 גרם ליום. לא נרשם הבדל בתנובות החלב, תכולת החלבון ותכונות הגיבון (איור 6) אולם תכולת השומן הועלתה מ-4.19 ל-4.62% כתגובה לשתיית החליטה. לא נמצאו פנולים בגללים, ז"א, ייתכן כרובם נספגו לדם. אנו מסיקים שהטאנינים נצרכו בקלות כאשר ניתנו בצורת חליטה ובכמות קטנה אבל, בניגוד לתוצאות שנה א', לא הושפעו ריכוז החלבון ואופן הגיבון. בניגוד, גם ריכוזי טאנינים נמוכים העלו את שומן החלב. העלאת תכולת השומן נובעת לרוב מהזנה יותר סיבית וזה לא היה המקרה כאן. לכן, ייתכן שהתגובה לטאנינים הייתה ישר ברקמת העטין, השערה שנתמכת ע"י היעלמות הטאנינים מהגללים.

#### 4. דיון כללי

בעבר, הושם דגש על טאנינים כגורעי חלבון מהעזים: אכן, עזים הצורכות טאנינים בכמות גבוהה הפרישו יותר חלבון בגללים (Silanikove et al., 1996). לטאנינים ייחסו תכונות שליליות בלבד. הראנו שלא כך הדבר ויש בהם תרומה תזונתית. מטרתנו הראשונית הייתה העלאת ריכוז החלבון בר גיבון בחלב עזים. מטרה זו הושגה ע"י אביסת עלווה של אלת מסטיק: העזים צרכו כ-100 גרם פנולים, רובם מסוג hydro-soluble. אולם מיצוי אתנולי של אותה כמות פנולים לא נצרך ע"י העזים. מיצוי מיימי איפשר צריכה יותר נמוכה של פנולים אך העזים צרכוהו ברצון רב. מכאן, פנולים במנה עשויים להעלות את תכולת החלבון וחוזק הגבן ולהוריד שתן בלתי רצוי בחלב אך יש להשקיע מאמץ בנושא צורת ההגשה והמינון. (Buccioni et al. (2015) מצאו בכבשים שטאניני קווברצ'ו וערמון (52 ג'יום) לא משפיעים על התנובה ותכולת החלבון אבל מעלים קזאין ומשפרים גיבון. מכאן, שדרוש מחקר לקביעת השפעת פנולים מסחריים (תעשיית הקפה, בננות, קליפות רימונים) על חלבון החלב וגיבון. אמנם אין כעת רצון בתעשייה להעלות את ריכוז השומן בחלב ואין תשלום עבורו, אבל השומן נכלל בגבן. הניסויים בשנים א' וג' הראו שניתן להעלות ריכוז שומן גם בעזרת פנולים בכמות מזערית. ממצא זה מרמז כי תוספים הניתנים בכמות קטנה יכולים להשפיע על הרכב החלב, כנראה ברמה של מטבוליזם בתאי העטין. מתן פנולים במים היא שיטה חדשה השווה אף היא מחקר נוסף. לבסוף, התגובה לגליצרול היא אפיק נוסף – אך צפוי יותר – להעלאת חלבון בחלב: הירידה בשומן החלב רומזת על תסיסה פרופיונית בכרס המדכאת ייצור שומן, כפי שהראו (Fischer et al. (2013) בבקר. תוספת כ-100 גרם גליצרול למנות עזים עשויה להעלות את התנובה או את ריכוז החלבון, תוך הורדת השומן.

## סיכום עם שאלות מנחות

<p><b>מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה:</b> השערתנו הייתה כי ניתן להעשיר את חלב העזים בחלבון ולשפר את תכונות הגיבון שלו. הוכחנו כי אכילת מסטיק אכן גורמת לשתי תופעות אלה, לפי התוכנית. לא הצלחנו להשתמש המיצי אתנולי של אלת מסטיק לאותה מטרה אך מיצי מיימי (חליטה) גורם להעלאת תכולת השומן. השימוש בגליצרין להגברת חלבון החלב – שלא היה בתוכנית – מהווה ממצא יישומי.</p>
<p><b>אלו מטרות המחקר הושגו בעבודת המחקר בנוכחית:</b> הראנו שטאנינים במנה אינם בהכרח שליליים. הראנו כן שמאותו צמח ניתן להפיק מוצר בריא ומועיל (עלווה, חליטה) או מוצר שאינו מקובל על העזים ואף פוגע בהן (מיצי אתנולי). בניגוד למקובל, הוכח כי טאנינים במנת עזים מעלים את ריכוז החלבון באופן משמעותי מאוד (כ-0.5%) ואת תכונות הגיבון. הוכח כי תהליך זה מתרחש יחד עם הורדת ריכוז שתנן בחלב. הראנו גם כי טאנינים בכמות קטנה עשויים להעלות את תכולת השומן בחלב.</p>
<p><b>עיקרי התוצאות:</b> בניגוד למקובל, דיאטה עתירת טאנינים (מעל 10%) לא מפחיתה את צריכת המזון בעזים אחרי הסתגלות. היא גורמת להפחתת ריכוז השתנן בחלב ולחלב טוב יותר (לא רק חלבון יותר גבוה) גם מבחינת התעשייה. ייתכן שהטאנינים אינם האישות הכימית היחידה הקשורה לתהליך חיובי זה. נמצא שגליצרין מעלה את ריכוז החלבון בחלב אך מוריד את השומן ושתיית חליטת אלת מסטיק מעלה את השומן בחלב.</p>
<p><b>מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח? לא הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח בגלל התכונות השליליות של המיצי אך הושלמו לבסוף. הממצא כי גליצרין מעלה חלבון בחלב שווה מחקר נוסף. גידול אלת מסטיק כתוסף מזון ראוי להיבדק.</b></p>
<p><b>בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר?</b></p> <p>ריכוז טאניני האלה למיצי קביל לעזים – לא צלח. אם רוצים לגדל אלת מסטיק כתוסף מזון, דרוש מחקר אגרונומי: בחירת צמח אם, יצירת cv, טיפולי דישון והשקייה.</p> <p>ניתן לפרבם בלי הגבלה: כבר פורסמו מאמר ותקציר:</p> <p>Hadaya, O., Landau, S.Y., Glasser, T.A., Muklada, H., Dvash, L., Mesilati-Stahy, R., Argov-Argaman, N. (2017). Milk composition in Damascus, Mamber and F1 Alpine crossbred goats under grazing or confinement management. <i>Small Rumin. Res.</i> 153: 31-40.</p> <p>Hadaia, O., Argov-Argaman, N., Glasser, T., Muklada, H., Dvash, L., Shemesh, M., Landau, S.Y. (2017). Increasing protein contents and curding ability of goat milk by feeding <i>Pistacia lentiscus</i>. Proc. 29<sup>th</sup> Conference on Cattle, 21-23 November 2017. Jerusalem.</p> <p>Hadaya, O., Landau, S.Y., Glasser, T.A., Muklada, H., Dvash, L., Mesilati-Stahy, R., Argov-Argaman, N. (2017). Milk composition in Damascus, Mamber and F1 Alpine crossbred goats under grazing or confinement management. <i>Small Rumin. Res.</i> 153: 31-40.</p> <p>Landau, S.Y. (2018). Increasing protein contents in small ruminant milk by nutritional means. Proc. 30<sup>th</sup> Conference on Cattle, 10-12 December 2018. Jerusalem (Israel).</p>
<p>ספרות (שמורה אצל המחבר)</p>

