

זהר עמר, עוזי מרין ודוד אילוז

גיבון חלב כקריטריון כשרות להבחנה בין בעלי חיים טהורים לטמאים

בתורה הותרו לאכילה רק יונקים שיש להם סימני טהרה; מפריסי פרסה ומעלי גרה (ויקרא יא, ג-ז; דברים יד, ו-ח). אולם בתלמוד (בבלי עבודה זרה לה ע"ב) מובא תהליך גיבון חלב כסימן נוסף להבחנה בין בהמות וחיות טהורות לטמאות; לפי קריטריון זה רק חלב של יונקים טהורים מגבן ואילו חלב של טמאים אינו מגבן. בדיקה זו התקבלה על ידי הרמב"ם להלכה ועליה מבוססות הלכות שונות בשו"ע ובשאר הפוסקים.

לצורך בחינת מדד זה נבדק חלב של יונקים שונים בשתי שיטות. הראשונה, נעשתה מיד לאחר החליבה באמצעות האנזים רנין כפי שמקובל בשיטה המסורתית. השנייה נעשתה במעבדה במכשיר האופטיגרף (Optigraph), המאפשר קבלת בדיקות מהירות הקרשה וחוזק הגבן. הדיגום והאנליזות בוצעו בשתי חזרות בחלב היונקים השונים ומפרטים שונים.

תוצאות הבדיקה הראו על יצירת גבן בחלב של פרה, עז, כבשה, ג'מס, יחמור, אירופאי, אייל אדום, יעל וג'ירפה – המוגדרים כבעלי חיים טהורים. לעומת זאת, לא נוצר גבן מהיונקים הבאים המוגדרים כבעלי חיים טמאים: חלב סוסה, נאקה, אלפקה, ארנבון, קוף, כלבה, חזירה וחלב אם (אדם). המחקר חושף בין היתר את העובדה שלא ניתן לייצר גבינת גמלים בשיטה המסורתית הרגילה (בניגוד לפרסומים מסחריים שונים) והדבר מתאפשר רק על ידי ערבוב עם חלב בהמות טהורות או באמצעות תוספים אחרים, עובדה שכבר מופיעה במקורות הלכתיים קדומים. התוצאות של המחקר הללו איששו באופן חד משמעי את הקביעה שתהליך הגיבון הוא מדד אמין להבחנה בין יונקים טהורים לטמאים. תוצאות מחקר אלה מעידות שהציווי בתורה המבחין בין בעלי חיים אלה כנראה אינו שרירותי. למדד זה יש

* ברצוננו להודות מקרב לב לכל האנשים והגופים שסייעו בידינו במחקר זה ולא להשאיר את שאלתנו לחלוב ולכדוק את בעלי החיים השונים, ובלעדיהם לא היה יוצא מחקר זה לפועל (לפי סדר הא"ב): אלישבע אוירבך, פינת החי בנחלת יהודה, ראשון לציון; משה אמיתי, יער האיילים, מושב אודם שברמת הגולן; ד"ר משה בושמיץ, חוות מזור; דוד גבירול, נוה-צוף; יצחק דובו, מכון לחקר החי בקיבוץ להב; ד"ר יגאל הורוביץ, הספארי, המרכז הזואולוגי תל-אביב רמת-גן; ד"ר ארי זיבוטפסקי; ד"ר דני זיבוטפסקי; חוה ויעקב זליגר מקיבוץ חפץ חיים; ליאור לוי, חוות האיילים בגוש עציון; דותן מדרמון, מהמושב צפריה; קרן נגין מהישוב הושעיה; דורית סדובקי; גדי סימון מקבוצת יבנה; ניר רביד, חוות האיילים בגבעת עדה; אילן ויתיר שדה מחוות האלפאקות שבמצפה רימון; צוות הגן הבוטני בקיבוץ עין גדי ונשות נוה-צוף (חלמיש), שתרמו חלב-אם. תודה מיוחדת לגב' סולג' ברנשטיין, המעבדה לחקר החלב, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, על העזרה בכיצוע הגבנות החלב.

בד"ר 21, ניסן תשס"ט

זהר עמר, עוזי מרין ודוד אילוז

השלכה כלכלית בקרב מיליוני מאמינים (יהודים ומוסלמים) צורכי בשר "כשר". הוא מקנה לפוסקי ההלכה בימינו כלים נוספים לבחינת סוגיות סבוכות הקשורות בבחינת היתרם של בעלי חיים שקיים ספק לגבי כשרותם.

בהמה וחיה מותרות מהתורה על פי סימני כשרות הנזכרים בתורה ובמסורת חז"ל; מפרסת פרסה ושוסעת שסע, מעלת גרה, בעלת קרניים ומהלך סיכי הבשר שלה (בחלק האחורי) בצורת שתי וערב. שני התנאים הראשונים מובאים בתורה¹ ואילו שני התנאים האחרונים מובאים במסורת חז"ל.² משמעותם של סימנים אלה נדונה בהרחבה בספרות התורנית ודומה שעד כה הם היו הבסיס העיקרי לדיון בנושא כשרותם של בעלי חיים שונים.³ במאמר זה ברצוננו לדון בקריטריון הלכתי נוסף, שמאפשר הבחנה בין בהמה טהורה לטמאה.⁴

מדד הגיבון בהלכה

הגמרא במסכת עבודה זרה דנה באיסור חלב של עובדי כוכבים שאין ישראל רואה את תהליך החליבה:

חלב למאי ניחוש לה? אי משום איחלופי – טהור חיור, טמא ירוק, ואי משום איערובי ניקום, דאמר מר חלב טהור עומד, חלב טמא אינו עומד.⁵

הנחת היסוד היא שקיימים שני הבדלים משמעותיים בין חלב של בהמה טהורה לטמאה; גון חלב בהמה טהורה בהיר משל חלב בהמה טמאה, שגונו צהוב ("ירוק" בלשון חז"ל) וכן, שחלב בהמה טהורה מתגבן ואילו חלב בהמה טמאה אינו מתגבן. המדד האחרון נזכר גם אצל אסף הרופא, בחיבור הרפואי העברי הקדום ביותר שקיים בידינו כיום, אגב תיאור סגולותיו הרפואיות של חלב של בעלי חיים שונים: "חלב הבהמה, אשר אינה מפרסת פרסה וגרה אינה מעלה, כל חלבה לא יוציא חמאה ולא יעשה שומן".⁶

מסתבר שסימנים אלו הובאו ברי"ף (בנדפס יד ע"א) וקריטריון הגיבון נקבע להלכה בדברי הרמב"ם; חלב בהמה טמאה אינו נקפה ועומד כחלב הטהורה⁷ וחלב עכו"ם נאסר רק שמא ערבבו

1 ויקרא יא, ג-ז; דברים יד, ו-ח.

2 בבלי, חולין נט ע"א.

3 ראו למשל י"מ לוינגר, מזון כשר מן החי, ירושלים תשמ"ה, עמ' 23-29.

4 כמסגרת זו לא נתייחס לקריטריון ה'מסורת' שלפי רוב הפוסקים (רמב"ם, שו"ע ורמ"א) נדרש בעוף ולא בבהמה וחיה, כפי שהחמירו ברורות האחרונים מקצת מהפוסקים האשכנזים, ובראשם החזו"א (על פי חכמת אדם, כלל לו), ראו ר' אברהם ישעיהו קרליץ, ספר חזון איש ליורה דעה, בני ברק תשל"ג, סימן יא; הנ"ל, קובץ אגרות, בני ברק תשל"ו, א, סימן צט, ב, סימן פג. כנגד גישה זו ראו למשל, הרב יצחק אייזיק הלוי הרצוג, פסקים וכתבים, ד, ירושלים תש"ן, סימנים כ-כב; הרב משלם ראטה, קול מבשר, ירושלים תשט"ו, א, סימן ט; ר"ש הלוי ואזנר, שו"ת שבט הלוי, י, בני ברק תשס"ב, סימן קיד.

5 בבלי, עבודה זרה לה ע"ב.

6 ז' מונטנר, מבוא לספר אסף הרופא, ירושלים תשי"ח, עמ' 85.

7 רמב"ם, הלכות מאכלות אסורות ג, יב.

גיבון חלב כקריטריון כשרות להבחנה בין בעלי חיים טהורים לטמאים

בו חלב בהמה טמאה. לעומת זאת גבינת עכו"ם לכאורה מותרת משום שאין חלב בהמה טמאה מתגבן, אך נאסרה משום גזירה שמא העמידוה בקיבת נבלה.⁸ וכן לפי חלק מהגאונים הותרה חמאה של עכו"ם "שהרי לא גזרו על החמאה, וחלב הטמאה אינו עומד".⁹ גם בשו"ע התקבל כהנחה סמויה שקיים הבדל בין חלב בהמה טהורה לטמאה, ולפיכך גבינת עכו"ם אסורה רק משום החשש שמא העמידו אותה בקיבת נבלה.¹⁰ ולכן פסק הרמ"א שבמקרה שחשש זה פג יש מקום להתיר: "ואם ראה עשיית הגבינות ולא ראה החליבה, יש להתיר בדיעבד, כי אין לחשוש שמא עירב בו דבר טמא, מאחר שעשה גבינות מן החלב, כי דבר טמא אינו עומד".¹¹ על בסיס עיקרון זה פסק השו"ע שניתן להתיר חמאת עכו"ם במקום שהדבר מקובל.¹² הרב יעקב עמדין (1776-1698) קבע שמדובר בסימן מובהק ודאי שניתן לסמוך עליו: "ולפיכך המוצא בהמה במדבר ואינו מכירה, ואינו בקיא בסימניו או שחתוכין, יברוק בחלבה".¹³ לסיכום, כל הפוסקים קיבלו את דברי התלמוד בדבר ההבחנה בין חלב בהמה טהורה לטמאה. להלן ננסה לבחון את תקפותם של סימנים אלה לאור המציאות בימינו, אך תחילה נעמוד על תהליך גיבון החלב.

תהליך העמדת (הגבנת) החלב

חלב הוא תמיסה המכילה מים, שומן, חלבון, סוכר ומינרלים שונים. המרכיב העיקרי שבחלב המשמש לייצור הגבינה הוא חלבון החלב – הקזאין. הקזאין בנוי מארבע תתי-יחידות, אלפא-, בטא-, גמא- וקפא-קזאין, הארוזות בצורה של מיצלות, הקשורות כצורות ומיוצבות כקולואיד בתמיסה המימית על ידי תערובות של מלחים, בעיקר סידן, זרחן ואשלגן. עיקרו של תהליך ייצור הגבינה הוא השקעת הקזאין, דהיינו, התלכדות הקזאין, התמצקותו והיפרדותו משאר רכיבי החלב. תהליך זה מכונה גם בשם הקרשת החלב, הקפאת חלב או גיבון. להלן נתאר את התהליך הביוכימי של הגבנה אנזימטית של חלב.

תהליך התגבנות החלב הינו מהלך ביוכימי מורכב. אנזים פרוטיאוליטי, בדרך כלל רנין, מוכנס לחלב ובנוכחות יוני סידן (Ca^{++}) הדרושים להשלמת הריאקציה האנזימטית וברמת חומציות נכונה, חותך האנזים קטעים מיחידות חלבון הקפא-קזאין, הנמצאות על פני השטח של מיצלת הקזאין ובזאת גורם לשינוי במטען החשמלי של החלבון. פעולה זו מערערת את יציבות החלבון בתמיסה המימית של החלב והוא משנה את מצבו בתמיסה ממצב של קולואיד מרחף למצב של

8 שם, יג-יד.

9 שם, טו.

10 שו"ע יו"ד סימן קטו, סעיף ב.

11 שם.

12 שם, סעיף ג.

13 ר' יעקב עמדין, בירת מגדל עז, למברג תרכ"א, בפרק על הברלת המינים הטהורים מן הטמאים [להלן: מגדל עז].

ג'ל. כאשר נמשך שלב זה ונחשפות קבוצות רבות של מטענים הגורמים לחלבון להיות במצב הידרופובי, מתחילה התלכדות משנית של המיצלות, שנוצרו בריאקציה הראשונה ונוצר שריג תלת ממדי של חלבון הנקרא גבן (curd, או coagulum), אשר כל עוד לא נגרמת הפרעה, הוא מחזיק את מולקולות המים בצורת הג'ל. כל הפרעה או ערבוב הג'ל גורמים מיידית להפרדת מי גבינה (sineresis) ובהמשך, בתוספת חימום, להיצמדות חלקיקי החלבון זה לזה ולקבלת גבן יציב, המשמש לאחר עיבוד ואחסון מתאימים לייצור הגבינה.

ראוי לציין שגיבון החלב הוא תהליך מורכב ומושפע מהרכב גורמים (הרכב החלב ובעיקר ריכוז החלבון, מידת הסטריליות שלו, בריאות בעל החיים, מועד החליבה ועוד), ואספקטים רבים בתחום זה עדיין לא ברורים לחלוטין. מכל מקום, הטכנולוגיה של ייצור גבינה הייתה ידועה כבר מתקופות קדומות ונלמדה מתוך הניסיון האנושי המצטבר.

גיבון החלב בעת העתיקה

תהליך הגיבון נעשה בעבר באמצעות חומר הנקרא רנט או לאב ('מסו' בלשון חז"ל).¹⁴ כאמור, החומר שאחראי לקיטוע מיצלות החלבון והפרדתן משאר התמיסה לגבינה הוא אנזימים כמו הרנין (בשמו המדעי – כימוזין, הנמצא בקיבות חיות צעירות היונקות חלב) או פפסין (הנמצא בכמות גדולה, בנוסף למעט רנין, בקיבות חיות מבוגרות), שהופקו מקיבות בני בקר או אנזימים בעלי תכונות דומות מצמחים מסוימים, כמו שרף (לטקס) תאנים.¹⁵ אנזים הרנין נמצא בריכוז גבוה בקיבת המיצים (Abomasum) של עגלים צעירים, טלאים וגדיים, ולצורך הגיבון היו משתמשים בהפרשות אלה או בחתיכות קרומי קיבה קטנים, לעתים מיובשים, אותם הוסיפו לחלב. אפשרות אחרת היא לייבש את 'עור הקיבה' ולהפכו למעין כלי, שלתוכו הוכנס חלב. מבחינה הלכתית, אין במלאכה זו בעיה של כשרות של עירוב חלב בבשר, כל עוד השתמשו בכמות קטנה של חומר, שלא העניקה טעם לחלב. הדבר נחשב להפרשה (והוא אכן הפרשה של תאים מיוחדים יוצרי האנזים, הממוקמים ברפנות הקיבה ומפרישים לתוכה) ולא כחלק מהבשר. לעומת זאת, קיים איסור להשתמש בעור קיבה של בהמה נבלה.¹⁶

14 ראו בראשית רבה ד, ז: "משל לאדם שהיה נתון בקערה, עד שלא תרד לתוכו טיפה אחת של מסו הוא מרפף, כיון שירד לתוכו טיפה אחת של מסו מיד הוא קופא ועומד".

15 ראו משנה, ערלה א, ז; רמב"ם, הלכות מאכלות אסורות ג, יד; ז' עמר וי' בוכמן, "הלכה ומעשה בחיבורו של רבי חיים ויטאל", סיני, קכה (תש"ס), עמ' רי; ש' צוקרמן-שטרק, "שיטה חדשה של הכנת גבינה", טבע וארץ, ז (תשכ"ה), עמ' 227-228. תיאור גיבון התאנים נזכר אצל אריסטו, ראו Aristotle, *Historia Animalium* (A.L. Peck trans.), I, London 1965, p. 229 [להלן: אריסטו].

16 ראו למשל, רמב"ם, הלכות מאכלות אסורות ג, יא; שו"ע יו"ד פז, יא. כיום מייצרים רנין באמצעות הנדסה גנטית, בתהליך של בידוד המידע ליצירת הרנין מרקמת עגל והחדרתו לתאי שמרים. תאים אלה מייצרים רנין הוזה לרנין המקורי, וכך מתאפשר ייצורה של גבינה 'צמחונית', ראו ד' רבינוביץ, "חומר מגבן המיוצר בהנדסה גנטית", מהדרין, ז (תשנ"ה), עמ' קכג-קל; א' גולדשמיט וא' מעוז, "הנדסה גנטית בצמחים – רקע מדעי והיבטים הלכתיים", אסיא, סה-סו (תשנ"ט), עמ' 54-55. יחד עם זאת, חשש זה אינו פג בימינו לחלוטין, שכן

גיבון חלב כקריטריון כשרות להבחנה בין בעלי חיים טהורים לטמאים

הטכניקה של גיבון אנזימטי (בנוסף לגיבון חומצי עלידי שינוי pH החלב) לא השתנתה באופן מהותי גם בטכנולוגיית המזון המודרנית, אם כי משתמשים בתחליפי רנין ממקור מיקרוביאלי, הוזהים לו לחלוטין, בתהליך יצירת הגבן מחלבון החלב. במקורות ההיסטוריים אין כמעט התייחסות לייצור גבינה מבעלי חיים שאינם טהורים. יתירה מזאת, כבר במאה הרביעית לפנה"ס כתב אריסטו בספרו 'היסטוריה של בעלי החיים' (*Historia animalium*, III 20), שהחלב אצל בעלי החיים חסרי שיניים חותכות בלסת העליונה והתחתונה כאחד מגבן, בעוד שאצל כפולי השיניים החותכות¹⁷ החלב אינו מגבן.¹⁸ בחלב סוסות ואתונות השתמשו רק כתוסף אותו ערבבו בחלב רגיל לצורך ייצור גבינה בפריגיה (חבל ארץ גדול באסיה הקטנה). למעשה, שאר בעלי החיים מניבים כמות מזערית של חלב שמספיקה בקושי לוולדותיהם, והוא אף אינו מתאים להגבנה.¹⁹ יוצא מהכלל הוא חלב נאקות, כנראה בגלל תנובת החלב הגדולה שאותה מייצרת הנאקה והשימוש שעשו בחלבה נוודי המדבר. גם בספרות המדעית כמעט שאין נתונים על הגבנת חלב לייצור גבינות מחיות טמאות.

ייצור חמאה

שומן החלב נמצא בתמיסה במצב של תרחיף (אמולסיה) של שומן במים. שומן החלב מופרש מרקמת העטין בצורת כדוריות שומן (fat globules) המצופות בממברנה (קרום) ייחודית (milk fat globule membrane). פוספוליפידים המסודרים בצורה מיוחדת בממברנה מעניקים לכדוריות השומן את תכונותיהן לצוף בתמיסה המימית של החלב. בתהליך ייצור החמאה, מתבצעת פגיעה מכאנית מכוונת בממברנות כדוריות השומן, הממברנות נקרעות וחושפות את כדוריות השומן, אשר ללא הממברנה מתלכדות אחת עם השנייה לטיפות שומן גדולות. קירור החלב תוך כדי שבירת הממברנות מביא להתמצקות השומן ולקבלת חמאה (שומן חלב במצב מוצק). כאמור, ההסבר לתהליך הגיבון עדיין אינו ברור לחלוטין, כמו גם ההסבר לחוסר האפשרות לייצר חמאה בצורה המקובלת מבעלי חיים טמאים. אף שלכאורה אין קשר בין התהליך של ייצור גבינה ליצירת חמאה (התהליך הכימי-פיסיקלי שונה), המקורות ההלכתיים עורכים ביניהם זיקה, כנראה על בסיס תצפיות או מידע קדום שעמד לפנייהם.

כיום קיימת באירופה דרישה מחודשת לגבינה 'אמתית' המיוצרת מרנין מן החי וישנם כמה מפעלים המייצרים חומר זה למטרות תעשייתיות.

17 על המונח 'כפולי השיניים', ראו: אריסטו, מבחר מן החיבורים בביוגיה, ירושלים תשל"ד, עמ' 65, הערה 59. ראוי לציין שאין התייחסות ליונקים שיש להם ניבים או שיניים רק בקדמת הלסת העליונה, כמו האיל האדום ואיל המושק, אולי מפני שהם נחשבו לקבוצת מעלי הגרה, חסרי השיניים.

18 אריסטו, עמ' 229.

19 שם.

זהר עמר, עוזי מרין ודוד אילוז

מטרת המחקר

תהליך הגיבון ידוע בחלב פרה, כבש, עז וג'מוס, אך בחינתו בשאר בהמות וחיות טהורות והיעדרו ביונקים הטמאים פחות ידוע. מטרת המחקר הנה לבחון באופן מקיף יותר את תקפותו של מדד גיבון החלב, כאמצעי מבחין בין יונקים טהורים לטמאים ועד כמה ניתן לסמוך על מדד זה באופן מעשי. למדד מעין זה השלכה כלכלית בקרב מיליוני יהודים ומוסלמים צורכי בשר 'כשר'. לצורך בחינת מדד זה נבדק חלב יונקים שונים: פרה (*Bos taurus*), כבשה (*Ovis aries*), עז (*Capra aegagrus hircus*), ג'מוס (*Bubalus bubalis*), יחמור תת־מיין אירופאי (*Dama d. Giraffa*), אייל אדום (*Cervus elaphus*), יעל (*Capra ibex*) וג'ירף מרושת (*Giraffa camelopardalis reticulata*) – המוגדרים כבעלי חיים טהורים, וחלב סוסה (*Equus caballus*), אתון (*Equus asinus*), נאקה (*Camelus dromedarius*), אלפקה (*Lama pacos*), חזירה (*Sus scrofa domestica*), ארנבון (*Oryctolagus cuniculus*), קוף (*Macaca fascicularis*) וכלבה (*Canis familiaris*) – המוגדרים כבעלי חיים טמאים. כמו כן נבדק חלב אדם (*Homo sapiens*). תקפותו של מדד זה לא נבדקה במחקר זה על תהליך ייצור המאה.

חומרים ושיטות

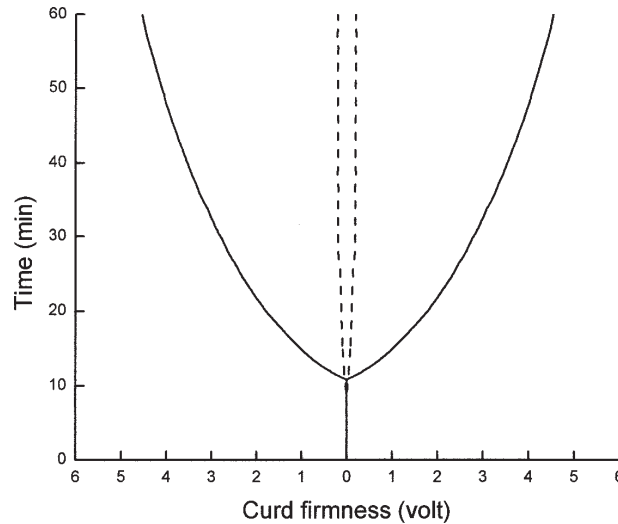
הדיגום והאנליזות בוצעו בשתי חזרות בחלב היונקים השונים ומפרטים שונים. החליבה נעשתה בצורה סטרילית ככל האפשר. נעשה שימוש בכפפות ובמבחנות סטריליות והדוגמאות אוחסנו מייד בצידנית עם קרח. כדי למנוע תקלות כמו ערבוב חלב או החלפה וכדומה, נחלבו כל בעלי החיים על ידי החוקרים עצמם או בפיקוחם האישי. הדוגמאות נבדקו באותו היום או למחרת בבוקר במכשיר לקביעת מהירות הגבנה במעבדה (Optigraph).

בשטח נעשתה בדיקה מיידית לכושר גיבון החלב באמצעות האנזים רנין, בדומה לשיטה המסורתית, אך בריכוז אנזים גבוה. למבחנה עם 3 מ"ל חלב הוספו 0.5 מ"ל תמיסת רנין בריכוז $10 \times$ מהריכוז המקובל להגבנת חלב בקר במשך כ-30 דקות (מדד המקובל בתעשיית הגבינות). בבדיקה זו התקבלה תוצאה מיידית לגיבון חיובי או שלילי. לעומת זאת, בדיקה מקיפה יותר נעשתה במעבדה לחקר החלב, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני. בשל מיעוט חלב שהתקבל מהקופה נעשתה במין זה רק בדיקה ידנית.

בדיקת מהירות הקרשה וחוזק הגבן

בדיקות מהירות הקרשה וחוזק הגבן בוצעו במכשיר האופטיגרף (Optigraph, Ysebaert, Frepillon, France) (איור 1). דוגמת חלב של 10 מ"ל הוכנסה לכאר במכשיר, הטמפרטורה נקבעה ל-30 מ"צ. ברגע שהדוגמה הגיעה לטמפרטורה שנקבעה, הוספו לדוגמה 0.5 מ"ל תמיסת אנזים הקרשה – Fromase 15 TL (Gist-Brocades nv, Delft, The Netherlands) להשגת מהירות הקרשה של כ-600 שניות. חוזק הגבן נקבע לפי עוצמת העברת האור הנקראת בוולטים.

גיבון חלב כקריטריון כשרות להבחנה בין בעלי חיים טהורים לטמאים



איור 1: תוצאות לדוגמה של גיבון חלב פרה (קו רציף) לעומת סוסה (קו מקווקו) כפי שמתקבלות מבדיקות מהירות הקרשה וחוזק הגבן באמצעות מכשיר האופטיגרף

תיאור פעולות מכשיר האופטיגרף

מכשיר האופטיגרף מודד את עוצמת קרן אור באורך גל באינפרא אדום הקרוב (Near infra-red) העוברת דרך סנטימטר אחד של דוגמת חלב, הנמצאת בתא זכוכית קוורץ. קריאת המתח בוולטים מטופלת בצורה מתמטית לקבלת ציור בדומה לגביע שמפניה. קטע הקו הישר מתחתית העקומה ועד התחלת 'פתיחת' דפנות הגביע הוא הזמן העובר עד לנקודת ההקרשה (התחלת ההגבנה). ברגע שהחלב מתחיל להתגבן, נפתחת העקומה והרווח בין שתי העקומות ('דפנות הגביע') מתאר את חוזק הגבן. חלב המתגבן בצורה טובה, יוצר ציור של 'גביע שמפניה' טיפוסי, עם ערכים שרירותיים לחלוטין של וולטים, שנקראים בכל מספר שניות ומייצרים עקומה רציפה²⁰ (ראו איור 1, בעמ' 81 ו-83).

I.V.I. Kübarsepp, M. Henno, O. Kärt and T. Tupasela, "A Comparison of the Methods for 20 Determination of the Rennet Coagulation Properties of Milk", *Acta Agriculturae Scandinavica*, G. Leitner, O. Krifucks, U. Merin, Y. Lavi and N. Silanikove, "Interactions ;55 (2005), pp. 145-148 between Bacteria Type, Proteolysis of Casein and Physico-chemical Properties of Bovine Milk", *International Dairy Journal*, 16 (2006), pp. 648-654

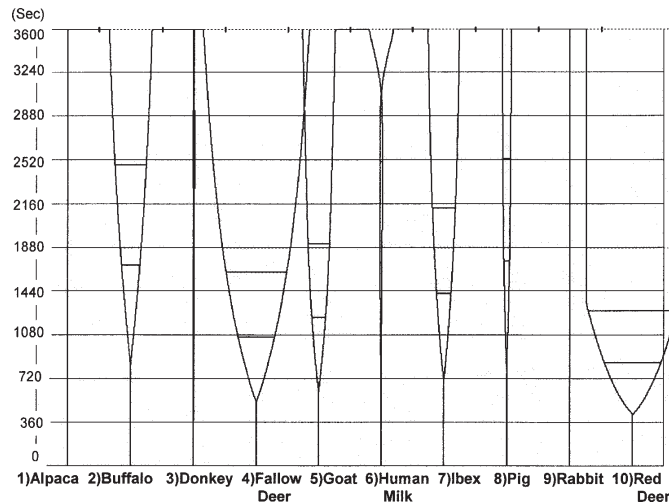
זהר עמר, עוזי מרין ודוד אילוז

תוצאות

בדוגמאות החלב בהן ביצענו את הקריאה במכשיר האופטיגרף, הראו כל הדוגמאות מהחיות הכשרות יצירת מודל של גביע שמפניה, ממבנה מאוד קשיח – כמו זה של חלב איל, ועד מבנה קלסי של חלב פרה וחלב עזים. איור 1 מראה את התמונה המתקבלת ממכשיר האופטיגרף, בו נראות שתי עקומות מייצגות. בעקומה הראשונה (קו רציף) נראה חלב בקר, המתגבן לאחר כ-11 דקות מהוספת האנזים (זמן 0). מתקבלת פתיחה רחבה של שתי זרועות העקומה והיא מייצגת את כל החיות שחלבן מתגבן. לעומת זאת, העקומה השנייה (קו מקווקו) התגבנה מהר יותר, כ-8 דקות, אולם התפתחות הגבן הייתה חלשה (לפי המרחק בין שתי זרועות העקומה). חלב אשר לא מתגבן, אינו נותן קריאה כלשהי או קריאה מאוד נמוכה, והמכשיר משרטט קו ישר או כמעט ישר (תלוי בקנה המידה). כך למשל, לעומת חלב הבקר, חלב הסוסה נותן ערך A30 של 0.19 וולט (ערך נמוך ביותר) והחלב לא היה מגובן (איור 1). יתרה מכך, בחלב הסוסה אחרי פתיחה התחלתית, המרחק בין הזרועות מתקצר, דבר המראה על התגבנות לא תקינה. בהסתכלות על החלב בתא המכשיר, מסתבר כי לא נוצר גבן והחלב נשאר נוזלי, להבדיל מחלב בעלי חיים היוצרים הגבנה. בחלק מבעלי החיים כמו חזיר וגם בחלב אם, מתרחש לכאורה תהליך חלקי של גיבון, אך בסופו של דבר לא נוצרת קרישה יציבה המתאימה לגבינה (אלא פתיגי גבן), והחלב נותר ברובו נוזלי. נראה שלכך מכוונים דברי הריטב"א: "מה שאמרו טמא אינו עומד, לאו דאינו עומד כלל דהא חזינן דקאי, אלא שרובו אינו עומד ורובו נעשה נסיובי"²¹. ייתכן שמבנה הגבן הקשה דוגמת חלב האייל והיחמור, מקורו בריכוזי חלבון ושומן גבוהים, שכנראה נמצאו בחלב. גם בבדיקה הידנית ניתן לזהות ההבדל ברמת הגיבון בין מיני חלב היונקים הטורפים; כללית ניתן לציין, שחלב הבהמות המבויתות הוא בעל רמת קשיות נמוכה מזה של חיות הבר. הקרובים ביותר ברמת קשיותם לחיות הבר הם הכבש והג'מוס וזאת מפאת ריכוז גבוה יותר של מוצקים בחלבן.

21 חידושי הריטב"א, מהדורת זכרון יעקב, ישראל תשס"ב, לעבודה זרה לה ע"ב.

גיבון חלב כקריטריון כשרות להבחנה בין בעלי חיים טהורים לטמאים



איור 2: תוצאות של בדיקת גיבון של חלב יונקים שונים כפי שהן מתקבלות בצורה גרפית; העקומות המאופיינות בשתי זרועות היוצרות מעין צורת גביע הן של בעלי חיים טהורים, בעוד שהעקומות המאופיינות בקו ישר או צר ביותר הן של בעלי חיים טמאים. הערכים בציר האנכי מראים את הזמן בשניות עד לתחילת הגיבון (או תהליך של הפתחת גבן שאינו מוצק במקרה של חלק מבעלי החיים הטמאים).

לסיכום, ניתוח הנתונים מראה באופן ברור, שחלב מכל היונקים הטהורים שנבדקו יוצר גבן בעוד שחלב מהיונקים הטמאים אינו מגבן. התוצאות שהתקבלו ממכשיר האופטיגרף זהות לחלוטין לבדיקה הידנית שנערכה בשטח מייד לאחר החליבה.

סימן גוון החלב

כאמור, המחקר מראה שכל בעלי החיים בעלי הקרניים (בהמות וחיות), שיש להם סימני הטהרה שמופיעים בתורה (מעלה גרה, מפריס פרסה ושוסע שסע) מגבנים ואילו בעלי חיים שחסרים להם חלק או כל הסימנים אינם מגבנים. תוצאות אלו עולות בקנה אחד עם הקריטריון הנזכר בתלמוד ואשר התקבל להלכה ללא כל עוררין בקרב הראשונים והאחרונים. זאת, בניגוד לקריטריון השני הנזכר בתלמוד, לפיו ניתן להבחין בין חלב טהור לטמא בהתאם לגוון; החלב הטהור לבן והטמא צהוב.²² מסתבר שקריטריון זה לא הובא להלכה אצל הרמב"ם ושאר הפוסקים. דומה שהסיבה לכך נובעת מכך שמדובר בסימן יחסי, שלעתים קשה להבחנה,²³ שהרי גם חלב של

²² בבלי, עבודה זרה לה ע"ב.

²³ על ההבחנה החדה שהייתה לחז"ל בין הגוונים השונים, באופן שרוב בני אדם בימינו אינם מסוגלים לתפוס ככלל, ראו בעניין הבחנה בין גווני צבע הלבן במשנה כנגעים א, א או בעניין גווני הדם כנגדה כ ע"א.

בהמות טמאות כשל סוס ואתון, נראה בגוון לבן.²⁴ לעומת זאת, ליאק (*Bos grunniens*) ישנם כל סימני הטהרה,²⁵ ולפי הדיווחים הגוון של החלב שלו הוא צהוב.²⁶ יתירה מזאת, גוון של כל חלב עשוי להשתנות באותו מין בעל חיים, בשל שינויים שחלים בהרכב החלב.²⁷ נראה שבשל הבעייתיות הזאת נמנעו הפוסקים המאוחרים לסמוך על סימן בדיקת הגוון ולהסתמך רק על סימן הגיבון שהוא אינדיקטור מעשי שניתן לקבל ממנו תוצאות ברורות ומוחלטות.²⁸

מסקנות ודיון

סוגיית הגמל

כידוע הגמל הוא בעל חיים טמא (ויקרא יא, ד; דברים יד, ז) ולפיכך גם חלבו טמא. אולם לענייננו, מעניינת היא בחינת חלבו בהקשר לתהליך הגיבון. הגמל הוא עד היום בארצות רבות הבהמה החשובה לאדם באזורי מדבר, וזאת הודות לעמידותו הרבה בתנאי חום ויובש קיצוניים. שימושו של הגמל מגוונים; לרכיבה, למשא, לייצור חלב, בשר, לצמר ולעור. בתנאי מרעה טובים מסוגלת הנאקה להניב 3000 ליטר חלב ויותר לשנה עם תכולה של 4.5%-4.7 שומן בתקופת חליבה של 16-17 חודשים.²⁹ במקומות רבים בעולם שבהם היוו הגמלים את עיקר העדר של הנוודים כגון מרכז אסיה, סין וכו', נעשה גם שימוש בחלב לייצור מוצר נוזלי מוחמץ (מוזכרים שמות רבים כגון: שובט, איראן, קאטיק, אירקית ועוד, תלוי באזור ובארץ המוצא) ולייצור רכוז חלבון מהחלב, בצורת קוביות יבשות, לאחר הוצאת המים.³⁰

במדינות ערב מייחסים לחלב הנאקות תכונות בריאות הגורמות למיעוט מחלות ולתוחלת חיים ארוכה. ישנם מחקרים הטוענים שהשימוש בחלב הנאקה מסייע בטיפול במחלות שונות כגון סכרת, מחלות מעיים כרוניות, פסוריאזיס, אולקוס, דלקות ועוד. בשל נתונים אלה הושקע בעולם רבות בתחום המחקרי והכלכלי כדי לשפר את תנובת החלב ולפתח מוצרים שונים ממנו. כך למשל פותח לאחרונה באוסטרליה שוקולד על בסיס חלב גמלים, דבר שיוצר בעיות כשרות

- 24 גם בבדיקת מיני חלב שונים של יונקים טהורים וטמאים באמצעות ספקטרופוטומטר (Spectrophotometer), היה קשה לאשש מדר זה.
- 25 ז' עמר, "כשרות בקר היאק", תהודת כשרות, 27 (תשס"ד), עמ' 17-18.
- 26 S. K. Dong, R. J. Long, M. Y. Kang, "Milking and Milk Processing: Traditional Technologies in the Yak Farming System of the Qinghai-Tibetan Plateau, China", *International Journal of Dairy Technology*, Vol. 56 Issue 2 (May 2003), p. 86
- 27 גורמים משפיעים שונים הם למשל: מרכיבי המזון, מחלות, מועד הפרשת החלב; החל משלב ההמלטה ועד לשיא תנובת החלב וסיום ההפרשה, תכונות פיסיולוגיות של בעל החיים, כגון הפרשת חומרים הצובעים את החלב, לדוגמה – ריבופלבין, ויטמין הנמצא בחלב בקר, שצבעו וצבע מוצריו כמו חמאה ואבקת חלב, צהבהבים. לעומת זאת, יש חוסר בריבופלבין בחלב עזים, שצבעו וצבע מוצריו לבן יותר.
- 28 הרב יעקב עמדין ערך הבחנה בין גיבון חלב שהוא "סימן מוחלט ודאי" ובין סימן של גוון החלב שאינו עומד בפני עצמו, ראו מגדל עז, בפרק על הבדלת המינים הטהורים מן הטמאים.
- 29 החי והצומח של ארץ-ישראל (ע' אלון, עורך ראשי), 12, תל אביב 1988, עמ' 242.
- 30 R. Yagil, "Camels and Camel Milk", *Animal Production and Health Paper*, 26 (1982), pp. 1-69

גיבון חלב כקריטריון כשרות להבחנה בין בעלי חיים טהורים לטמאים

קשות.³¹ בארץ הוקמה בנגב חוות גמלים על ידי פרופ' ראובן יגיל, שפעלה מספר שנים. במסגרת מחקריו הוא הצליח לפתח 'גלידה' מחלב גמלים.³² לעומת זאת, הניסיונות לייצר גבינת גמלים נכשלו. גם חוקרים שונים בעולם, שניסו לייצר גבינת גמלים, לא הצליחו לייצרה כמו גבינה מחלב בקר, כבשים ועזים וכל הפרסומים השונים בדבר שיווק 'גבינת גמלים' מתייחסים כנראה יותר לחלב נאקות עצמו, אותו משווקים במספר ארצות כגון מאוריטניה ואיחוד הנסיכויות (UAE). בספרות מתוארים ניסויים מעטים באופטיגרא, בעיקר בחלב בקר, אולם גם בחלב נאקות. ממצאי מחקר הראו כי באמת קיים הבדל משמעותי בצורת התפתחות עקומת ההתגבנות (כוס השמפניה) בין חלב בקר לחלב נאקות.³³ למרות זאת, טענו חוקרים אלה שחלב נאקות מתגבן בסופו של דבר.

בניסויים שנערכו בתוניס לייצור גבינות מחלב נאקות מודגש כי קשה לייצר גבינה מחלב זה³⁴ או שהדבר כמעט בלתי אפשרי.³⁵ בעבודות אלו מצוין, כי למרות זאת, התאמות שונות כגון הוספת מלחי קלציום פוספט ובמיוחד הארכת זמן ההגבנה ומשך ההמתנה והוספת מי גבינה של חלב נאקות,³⁶ עזרו בקבלת גבינה רכה וקשה, אך הגבינה הייתה שונה בתכונותיה מגבינה מחלב פרות, כבשים ועזים. יתרה מכך, החוקרים מציינים כי על ידי הוספת חלב בקר או חלב אחר לחלב נאקות ניתן לשפר את איכות חלב הנאקות לייצור גבינות.³⁷ ככל מקרה, נראה שפרסומים אלה טעונים בדיקה נוספת, ונחוץ מחקר מדעי נוסף, עם ידע מוקדם על מקור החלב ואיכותו, לפני שניתן יהיה להסיק מסקנות מדויקות על אפשרות ייצור גבינה מחלב נאקות.

בבדיקות של המחקר הנוכחי, שנעשו במעבדה לחלב במינהל המחקר החקלאי, נראה שתהליך ההקרשה בחלב נאקות אינו קורה ברציפות וכנראה אינו מסתיים. החלק הראשון של חשיפת המערכת ההידרופובית (כפי שהוסבר במבוא) אכן מתרחש ומופיעים תלכידים קטנים, אולם תהליך יצירת הגבן מהמיצלות לא נמשך. למרות שבחלב נאקות נראה מעין יצירת מבנה של גבן (האופטיגרא מראה התחלה של התפתחות גביע), הגבן לא נוצר והחלב נותר במרקם נוזלי. יתרה

31 'א' בן אבי, "שוקולד מחלב גמלים", תהודת כשרות, 39 (תשס"ו), עמ' 32-34.

32 P. Golan, "Camel Milk Can Help Prevent African Famine" in: *The Jewish News Weekly of Northern California* (September 10, 1999)

33 Z. Farah, and M.R. Bachmann, "Rennet Coagulation of Camel Milk", *Milchwissenschaft*, 42 (1987), pp. 689-692

34 M. Kamoun, "Le lait de dromadaire: production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. "CIHEAM", *Options Méditerranéennes*, (1995), pp. 81-103

35 M. Kamoun and J.P. Ramet, "Conservation et transformation du lait de dromadaire", *Options Méditerranéennes – Série Séminaires*, 6 (1989), pp. 229-231; M.A. Mohamed, M. Larsson-Raznikiewicz and M.H. Mohamud, "Hard Cheese from Camel Milk", *Milchwissenschaft*, 45 (1990), pp. 716-718 [להלן מוחמד ואחרים].

36 שם, מוחמד ואחרים.

37 Kamoun, 1995; J.P. Ramet, "Production de fromage à partir de lait de chamelle en Tunisie", Rome 1987, pp. 1-33; J.P. Ramet, "The Technology of Making Cheese from Camel Milk (Camelus dromedarius)", *Animal Production and Health Paper*, vol. 113 (2001)

זהר עמר, עוזי מרין ודוד אילוז

מזאת, הניסויים שנעשו במעבדה לחלב בשנים קודמות,³⁸ לא הצליחו לשחזר יצירת גבן מחלב נאקות אפילו בעזרת אנזימים פרוטאוליטיים שונים כגון רנין, טריפסין ופפסין. כאמור, לאור דברים אלו אנו סבורים שיש לקבל את הפרסומים הנזכרים לעיל בספקנות רבה. ההצלחה לכאורה לייצר גבינה מחלב נאקות, כמופיע בכל מיני פרסומים מדעיים ומסחריים, מושגת לפי עדותם על ידי ערבוב חלב מעמיד של בהמות טהורות (פרה, עז או כבש) בחלב הנאקות.³⁹ תופעה זו הייתה קיימת בעולם העתיק ועדויות לכך נמצאות בספרות ההלכה. זה היסוד לאיסור גבינה או חמאה של עכו"ם כאשר יש חשש שמא הוא עורבב עם חלב טמא. הדוגמה השכיחה ביותר בספרות ההלכה שמתייחסת לכך היא חלב גמלים.⁴⁰ הרדב"ז (מאה שש-עשרה) כתב בעניין זה כך:

עוד דע כי העידו לי עדים כשרים הבאים בארץ תימן שראו חמאה מחלב גמלים, ואין זה כנגד קבלת רז"ל שהם לא אמרו חלב טמאה אינו עומד, אלא לענין נקפה ונעשה קשה כעין גבינה וכיוצא בה, אבל אפשר שהיא נקפה קצת ומתעבה, הלכך מכאן לימא שלא נתערב שם חלב בהמה טמאה ונסתבך עם שאר החלב ונתחבר עמה ולא תצא ע"י רחיצה.⁴¹

ר' יעקב פראג', מגדולי חכמי מצרים (1660-1730 לערך), מציין שבימיו היו הערבים נוהגים לערבב חלב נאקות עם חלב בקר, צאן וג'מוסים כדי לייצר חמאה לבנה, ולכן משום הספק הוא התיר לקנות מהם רק את חמאת הבקר הצהובה.⁴² מסתבר שערבוב חלב נאקות עם חלב טהור נעשה גם בצפון אפריקה כפי שהעיד ר' חיים בן עטר (1696-1743):

חדשים מקרוב באו הגויים שבזמנינו נתחכמו לעשות הרכבה באומנות אשר נתחכמו אליה, ומערבין חלב גמל בחלב טהור ועושים ממנו חמאה, הגם כי בפני עצמו אינו נקפא. בדרך ההרכבה זו עושים חמאה משניהם יחד כאשר העידו על זה עדים נאמנים את אשר ראו עיניהם ככל הדברים האלה... ולפי עדות זו נראה לי ברור לאסור החמאה והגם דאמרו חז"ל חלב טמא אינו וכו' לא בחנו חז"ל אלא בחלב טמא בלא הרכבת טהור.⁴³

גם הרב יעקב חיים סופר (תר"ל-תרצ"ט) מחכמי ירושלים העיר שאירע פעם שקנו חמאה מן הגויים וראו שהיא משונה בכך שאינה קרושה כמו חמאת בהמה טהורה וכאשר חקרו את הדבר הסתבר שהיא מעורבת בחלב נאקות.⁴⁴

38 במחלקה למדעי המזון, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני.

39 Kamoun, 1995; Ramet, 1987; 2001

40 כיום לא חוששים לכך, לא רק בשל האיסור החוקי שבכך, אלא מכיוון שהחלב הטמא יקר עשרות מונים מהכשר, ראו הרב ז' וייטמן, "חלב נוכרים בימינו", תחומין, כב (תשס"ב), עמ' 460, הערה 21.

41 ר' דוד אבן זמרא, שו"ת הרדב"ז, ורשה תרמ"ב, ו, תשובה שני אלפים רצא.

42 ר' יעקב פראג', שו"ת מהרי"ף, ירושלים תשנ"ט, סימן ה.

43 ר' חיים בן עטר, פרי תואר, בתוך: ספר פירות גנוסר, ירושלים תשנ"א, יו"ד סימן קטו סע"ג.

44 ר' יעקב חיים סופר, כף החיים, ירושלים תשכ"ט, יו"ד קטו, ג, ס"ק מא.

גיבון חלב כקריטריון כשרות להבחנה בין בעלי חיים טהורים לטמאים

מכל מקום, אף שבסופו של דבר אין חלב הנאקה מתגבן, ראוי להתייחס לעובדה שמתרחש בו בכל זאת תהליך ראשוני של גיבון (שלא קיים למשל בחלב סוסים) וזה רומז כנראה על מעמד מיוחד בקרב היונקים. הגמל נחשב למעלה גרה, אם כי הוא בעל שלושה מדורים בקיבה ולא ארבעה (חסרה אצלו קיבת העלעלים) כמו אצל מעלי הגרה המובהקים, ואולי זאת הסיבה שהוא נזכר כדוגמה יוצאת דופן בתורה (ויקרא יא, ד; דברים יד, ז).⁴⁵ תוצאת האופטיגורף של חלב האלפקה (שאף היא ממשפחת הגמליים) מראה קו ישר בדומה לזה של הגמל.

חלב סוסה

במקומות שונים בעולם, בעיקר בברית המועצות לשעבר, השתמשו בחלב סוסות. עד היום המשקה המסורתי של המונגולים נקרא קומיס או אֵיראג, המופק מחלב סוסות מותסס, שמכיל כ-2%–3% אלכוהול. חלב סוסות ואף גבינה המופקת ממנו נזכרו בספרות הקלסית בשם *hippoi* או *hippaci*⁴⁶ בהקשר לסקיטים⁴⁷ או לנוודים שבקרבת חצי האי קרים.⁴⁸ אולם כבר וייליאם מרוברוק, שביקר במונגוליה במחצית המאה השלוש-עשרה, העיר שלא מדובר בגבינה 'אמתית', שכן בעלי חיים שאין להם רנט בדופן קיבה (של היונקים הצעירים), חלבם אינו מגבן. לדבריו חלב הסוסה (קומיס) עובר מעין תהליך החבצה, כלומר טלטול בחוזקה עד שהמוצקים שוקעים בתחתית הכלי, בדומה לשמרי יין. המשקעים מיובשים בשמש וכך מתקבלת 'גבינה'.⁴⁹ כבר אריסטו העיר שייצור גבינה מחלב סוסות ואתונות מתאפשר רק על ידי ערבוב עם חלב פרה,⁵⁰ בדומה לייצור 'גבינת' גמלים (ראו לעיל). בכדיקות שערכנו התרחש רק השלב הראשוני בתהליך הגיבון, אך בסופו של דבר לא נוצר גבן.

חלב אתון

גם חלב אתון אינו מגבן, ועל רקע זה ניתן להבין את אחד ממאמרי חז"ל, המזכיר זיוף של בושם האפרסמון (=קטף) היקר, שצבעו היה לבן כשל חלב. את הפסוק "וכחש בעמיתו... ונשבע על שקר" (ויקרא ה, כא-כב) דרשו חז"ל על המערב "חלב חמור בקטף".⁵¹ מאחר ששרף הקטף הוא בעל תכונות גיבון, נהגו לבדוק בתקופה הרומית את טהרתו של בושם האפרסמון באמצעות

45 הגמל גם אינו מפריס פרסה אף על פי שיש לו שסע. מבחינה מדעית הגמל שייך למשפחה נפרדת הנקראת גמליים (שם מדעי: Camelidae), משפחה יחידה בתת-סדרת בעלי כרית.

46 G. Plinius, *Naturalis Historia* (W.H.S. Jones trans.), London 1989 (LCL XXIV 131 (p. 93); R. T. Gunther (trans.), *The Greek Herbal of Dioscorides*, New York 1959, II 80 (p. 111)

47 Hippocrates, *On Airs, Waters, and Places* (W.H.S. Jones trans.), XVIII (I, pp. 120-121)

48 Strabo, *Geography* (H. L. Jones trans.), London 1961, VII 4, 6 (III, p. 243)

49 From *The Mission of Friar William of Rubrick, His journey to the court of the Great Khan Mongke* (1253-1255), Chapter IV: How they Make Comos, in: <http://www.iras.ucalgary.ca/~volk/sylvia/Kumiss.htm>

50 אריסטו, עמ' 229.

51 ספרא ויקרא, דבורא דחובא, פרשתא כב ז; תוספתא, בבא בתרא ה, ו.

הוספת טיפת נטף לחלב ובדיקת גיבונו.⁵² לכן נהגו הרמאים להתחכם ולזייפו בחלב האתון שאינו מגבן.

האייל האדום והיחמור

בשנים האחרונות ייבאו לארץ כמה יזמים איילים אדומים (*Cervus elaphus*) לצורך גידולם לבשר. למין איילים זה ישנם כל סימני הטהרה, מעלי גרה ומפריסי פרסה, ולכאורה לא הייתה כל סיבה לא להעניק להם הכשר. אולם בשנים האחרונות פורסמו כמה פסקי הלכה בטענה שהאייל האדום אינו כשר,⁵³ משום שבחלק הקדמי של הלסת העליונה שלו יש שן (או ניב) המהווה לכאורה סימן טומאה. כנגד זאת, היו שטענו שהיעדר שיניים הוא רק סימן חיצוני ובמקרה של בעל חיים שהוא ספק מעלה גרה, אולם אם ברור לכתחילה שמדובר בבעל חיים מעלה גרה, אין מציאות השיניים בקדמת הלסת העליונה מהווה סימן פוסל. למעשה, לכתחילה ניתן להסתפק רק בסימני הטהרה שנתנה התורה ורק אם לא ניתן לבדקם, נדרשים לסימנים שהעניקו חז"ל (שיניים ומהלך הבשר בשתי וערב).⁵⁴ לפי זה האייל האדמוני טהור, מפני שיש לו סימני הטהרה שכתובים בתורה, מפריס פרסה ושוסע שסע, מעלה גרה וקרניו מפצילות.⁵⁵ טענה נוספת היא, שהסימן של ניבים כסימן טומאה הובא בתלמוד ובהלכה רק בהקשר לגמל, שנחשב ליחיד במינו בסימן זה מבין מעלי הגרה,⁵⁶ ולפיכך האייל האדום הוא טהור.⁵⁷ דומה שבכל מערכת השיקולים שעומדת כיום בפני הפוסקים להיתר או לאיסור, יהיה צורך להתייחס גם לתוצאות הבדיקה המוכיחות שחלב האייל האדום מתגבן בקצב מהיר וברמת קשיות גבוהה ביותר.

מין דומה לאייל האדמוני הוא היחמור מתת-מין אירופאי (*Dama d. dama*). במין זה לא שכיחה התופעה של שיניים בקדמת הלסת, והוא מגלה נטייה בולטת לביות. היחמור האירופאי נאכל בעבר בקהילות ישראל באירופה ונשחט ונמכר לאכילה כיום בניו-יורק תחת הכשר

52 ראו פליניוס XII 123; דיוסקורידס I 18.

53 הרב שלום משאש, "דין האיילים אם הם כשרים לאכילה", אור התורה, סיון תשס"ג, עמ' תקנח-תקסא; הרב שלמה עמאר, "כשרות האיל האדום האוסטרלי", עטרת שלמה, ירושלים תשס"ד, עמ' קיג-קלה; הנ"ל, "כשרותו של האיל האדום", תחומין, כה (תשס"ה), עמ' 299-314.

54 המאירי לחולין נט ע"א.

55 הרמב"ם, הלכות מאכלות אסורות א, י.

56 בבלי, חולין נט ע"א; הרמב"ם, הלכות מאכלות אסורות פא, ג. אצל הגמל הניבים גדולים וכולטים והם מצויים במקביל לשיניים החותכות התחתונות, בעוד שאצל האייל האדום השן היא פנימית, קטנה, ובפרטים הבוגרים נראית כשן טוחנת, ואין שן שמקבילה לה שתוכל להשתמש בה לחיתוך.

57 ראו תשובת הרב דוד טהרני, דעת כשרות, עלון מדריך הכשרות של בד"ץ יורה דעה שבפיקוח הרב שלמה מחפור, בני ברק תשס"ד, עמ' כו-לה; הרב ד"ר י"מ לוינגר, "על שיניים וניבים בבהמה ובחיה טהורים", תהורת כשרות, 28-29 (תשס"ד), עמ' 26-27; הרב י"פ אדלר, מסורת וסימני טהרה, ירושלים תשס"ה, עמ' רעז-רפט; הרב א"ב מאדאר, ויען שמואל, ח, תשס"ה, עמ' שכז-שמד וסמך על פסק ההיתר הרב מאיר מאוז, שם, עמ' שמד-שמו; ושוב הנושא עלה לדיון במאמרים אחדים בקובץ ויען שמואל, ט, תשס"ו, במאמרים של הרב שלמה עמאר (סימן יד), הרב א' מאדאר (סימן נו) והרב ד' טהרני (סימן נז); א' זיבוטפסקי וד' זיבוטפסקי, "קבל ניבי כמרבית תשורה" – דיון בכשרות האיל האדום", המעין, מח/ב (תשס"ח), עמ' 15-25.

גיבון חלב כקריטריון כשרות להבחנה בין בעלי חיים טהורים לטמאים

ה־OU. בדיקת החלב של היחמור העלתה שהוא מגבן, עם מאפיינים דומים לתוצאות שהתקבלו מהאייל האדום.



איור 3: עופר של יחמור יונק חלב, מתוך חותם ממגידו, ראשית המאה העשירית לפנה"ס

ג'ירף

על פי מסורות הזיהוי הקדומות ביותר (תרגום השבעים ורס"ג) ה"זמר" הנזכר בתורה כרשימת היונקים הטהורים (דברים יד, ה) הוא הג'ירף. ניתוח שנערך בספארי (המרכז הזואולוגי תל-אביב רמת-גן) בשתי ג'ירפות על ידי צוות רבנים וחוקרים בשנים תשס"ב-תשס"ג הוכיח מעל לכל ספק שלג'ירף יש כל סימני הטהרה, ואין הוא שונה במרבית איבריו משאר הבהמות והחיות הכשרות, לבד מגודל האיברים שאינו פרופורציונלי.⁵⁸ גיבון חלב הג'ירף מחזק אפוא את כשרותו. מחקרים הראו שהג'ירפה הייתה חלק מהפאונה של מצרים העתיקה והיא נעלמה משטח כנראה רק בתקופת השושלת המצרית הקדומה (באמצע האלף השלישי לפנה"ס). לאחר מכן, במהלך השושלת השמונה-עשרה (תקופת הברונזה המאוחרת) היא הובאה למצרים מאזור חבש או לוב. ריבוי ממצאים של עצמות, כתובות סלע, איורים על קברים ועוד במצרים העתיקה מעידים על חשיבותה בנופי החי במצרים. יש אף הסבורים שהיא בויתה שם בתקופות מסוימות.⁵⁹ ייתכן שמין זה היה מוכר בארץ-ישראל בתקופת המקרא והובא דרך מצרים, כבעל חיים אקזוטי, נדיר, שגודל בגני חיות ממלכתיים.⁶⁰ עדויות לכך ישנן מארץ-ישראל בתקופה הביזנטית.⁶¹ מכל

58 ראו ז' עמר, א' זיבוטפסקי וד' זיבוטפסקי, "כשרות הג'ירף לאכילה – דר"ח ניתוח", תחומין, כג (תשס"ג), עמ' 499-491 [להלן: עמר ואחרים, ג'ירף].

59 D. Huyge, "Giraffes in Ancient Egypt", *Nekhen News*, 10 (1998), pp. 9-10; C. A. Spinage, *The Book of the Giraffe*, Boston 1968, p. 36; D. J. Osborn & J. Osbornova, *The Mammals of Ancient Egypt*, Warminster 1998, pp. 149-150

60 אין בידינו עדויות לגני חיות מלכותיים בארץ-ישראל בתקופת המקרא כפי שהיו במצרים העתיקה, אך רמזים לכך ניתן לראות ביבוא בעלי חיים אקזוטיים בימי שלמה: "קפים ותכיים" (מל"א י, כב) ולמלך זה גם מייחסים הקמת גן בוטני (קהלת ב, ו).

61 סיכום המקורות, ראו עמר ואחרים, ג'ירף, עמ' 492-493.

זהר עמר, עוזי מרין ודוד אילוז

מקום, אין ספק שמדובר בבעל חיים שלא היה שכיח במצרים וארץ-ישראל ולכן על פי הזיהוי עם ה"זמר" הוא מופיע בסוף רשימת החיות הטהורות.⁶² זיהוי זה מסתבר גם לפי השיטה הרואה בכל אחת משבע החיות הטהורות ייצוג לקבוצה טקסונומית ייחודית.⁶³

ארנבון

לצורך המחקר חלבנו גם נקבה של ארנבון, שמשקלה כשני ק"ג, ובאופן מפתיע הצלחנו לקבל כמות של 13 מ"ל תוך דקות ספורות. החלב שהתקבל היה צמיג מאוד ועל פי נתונים בספרות הוא מכיל ממוצע 15% שומן.⁶⁴ החלב שנבדק לא עבר תהליך גיבון, והדבר מוכיח שאין לגורם השומן משמעות בתהליך זה ולכל היותר הוא עשוי לגרום אצל בעלי חיים טהורים להתמצקות גבוהה של החלב, כמו באייל האדום והיחמור. אגב, כבר אריסטו העיר בקשר לארנבת, שהיא יוצאת דופן בכך שיש בקיבתה רנט, כמו לכל מעלי-הגרה,⁶⁵ אם כי הוא אינו מזכיר במפורש את האפשרות להשתמש בו לגבן גבינה.

חזיר

לעומת הארנבון, מנקבת חזיר שמשקלה מגיע ל-200 ק"ג והיא מניקה שגר גדול, כמות החלב המתקבלת באמצעות חליבה ידנית היא קטנה מאוד. זאת כנראה הסיבה שאין כמעט בספרות התייחסות לייצור מוצרי מזון מחלב חזירים. יתרה מזאת, בארצות אירופה שבהן החזיר שכיח לא חששו לערבוב חלב חזירים עם חלב בהמה טהורה,⁶⁶ וזה כנראה היסוד להיתר גבינת גויים במידה והיהודי מפקח על תהליך הייצור, אף על פי שהוא לא ראה את תהליך החליבה.⁶⁷ חלב חזירה (בדומה לחלב אדם, ראו להלן) עובר כנראה תהליך ראשוני של גיבון, אם כי בסופו של דבר אינו מתקיים. אגב כך נעיר, שבשל הדמיון של רקמות החזיר לאדם, נערכים בימינו מחקרים וניסיונות בטיפולים רפואיים רבים ובמהלכם מושתלים רקמות או איברים (רקמות עור בנפגעי כוויות, לבלב וכליה והשתלות לב, מסתמי לב וכבד) של חזיר בגוף האדם, שמפתחים תגובות דחיה נמוכות ביחס לרקמות של בעלי חיים אחרים. יחד עם זאת, בשל הקרבה ביניהם,

62 ז' עמר, ר' בוכניק וג' בר-עוז, "זיהוי החיות הטהורות שבמקרא לאור מחקר הארכיאוזואולוגיה", קתדרה (התקבל במערכת).

63 מ' כסלו, "בחינת הזיהויים של עשרת מעלי-הגרה הטהורים על-פי הטקסונומיה", סיני, קבה (תש"ס), עמ' רכה.

64 M.E. Coates, M.E. Gregory and S.Y. Thompson, "The Composition of Rabbit's Milk", *British Journal of Nutrition*, 18 (1964), pp. 583-586

65 אריסטו, עמ' 229.

66 לדעת הרשב"א מדובר בדבר שהיה מאוס גם בקרב הגויים, ראו חידושי הרשב"א, ירושלים תשמ"ח, לחולין לה ע"א.

67 הרמ"א על שו"ע יו"ד קטו, ב. מאותה סיבה לא חששו גם לערבוב של חלבם, כפי שמעיד ר' שמעון דוראן, במאה השש-עשרה באלג'יריה: "ואולם לא חיישינן מכלבתא וחזירתא, דלא שכיחי אינשי באלו המקומות לחלבם כלל". שו"ת תשב"ץ, ד, למברג תרנ"א, סימן לב.

גיבון חלב כקריטריון כשרות להבחנה בין בעלי חיים טהורים לטמאים

נגיפים שעד כה סברו כי הינם נחלתם הכלעדית של החזירים, מצליחים על פי מחקרים חדשים לפרוץ את מחסום המינים ולהדביק בני אדם.⁶⁸

חלב אם

על פי ההלכה, חלב האדם מותר באכילה אף על פי שבשר האדם אסור באכילה.⁶⁹ ייתכן שהמעמד ההלכתי המיוחד שהוקנה לחלב האדם, בא לידי ביטוי בתהליך הגיבון. בחינת הקרשת חלב-אם נתנה תוצאות לא ברורות (התהפכות זרועות העקומה וקבלת תוצאה שלילית), וגם צורת מבנה העקומה המתקבלת שונה לחלוטין מחלב יונקים טהורים. תוצאות הבדיקה הראו אפוא על תהליך של התמצקות חלקית של החלב, אך בסופו של דבר לא התרחש למעשה גיבון. תוצאות דומות נצפו כאמור גם בבדיקת חלב החזירה.

טבלה 1: תוצאות גיבון בחלב של יונקים טמאים וטהורים כפי שנבדקו בשתי השיטות, גיבון על ידי הוספת אנזים ועל ידי מכשיר האופטיגרף

שם היונק	גיבון חיובי/שלילי	טמא/טהור	הערות לגבי תהליך הגיבון
פרה (<i>Bos taurus</i>)	חיובי	טהור	
גימוס (<i>Bubalus bubalis</i>)	חיובי	טהור	
כבשה (<i>Ovis aries</i>)	חיובי	טהור	
עז (<i>Capra aegagrus hircus</i>)	חיובי	טהור	
אייל אדום (<i>Cervus elaphus</i>)	חיובי	טהור	גבן נוקשה ומהיר
יחמור אירופאי (<i>Dama d. dama</i>)	חיובי	טהור	גבן הדומה במאפייניו לאייל האדום
יעל (<i>Capra ibex</i>)	חיובי	טהור	
גירף מרושת (<i>Giraffa camelopardalis reticulata</i>)	חיובי	טהור	גבן נוקשה ומהיר
חלב אם (<i>Homo sapiens</i>)	שלילי	מעמד ביניים	התחלה של תהליך גיבון
כלבה (<i>Canis familiaris</i>)	שלילי	טמא	
אתון (<i>Equus asinus</i>)	שלילי	טמא	
נאקה (<i>Camelus dromedaries</i>)	שלילי	טמא	
אלפקה (<i>Lama pacos</i>)	שלילי	טמא	
חזירה (<i>Sus scrofa domestica</i>)	שלילי	טמא	מאפיינים הדומים לחלב אם
סוסה (<i>Equus caballus</i>)	שלילי	טמא	
ארנבונת (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	שלילי	טמא	
קופה (<i>Macaca fascicularis</i>)	שלילי	טמא	

68 על הדמיון בין איברי האדם לחזיר עמדו כבר חז"ל, ראו: בבלי, תענית כא ע"ב, ובתרגום: "אמר לו לר' יהודה: יש דבר בחזירים. גזר תענית. ושאלו: שמא נאמר שר' יהודה סבר שמכה משולחת (=פוגעת) במין אחד, משולחת בכל המינים? לא, שונה המקרה של החזירים, שדומים מעיהם למעי בני אדם".

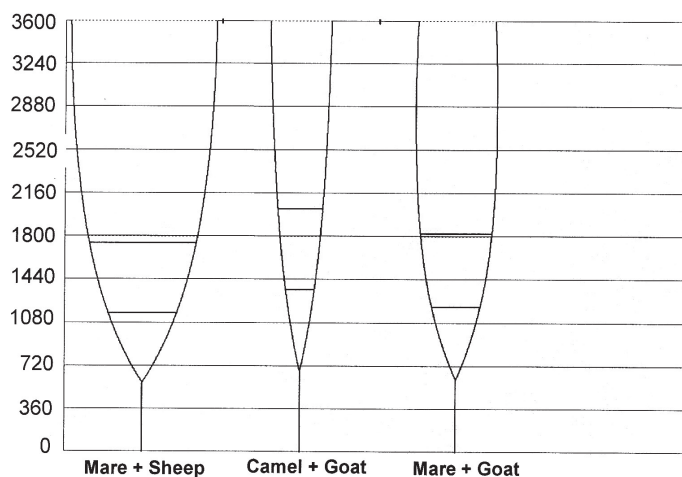
69 רמב"ם, מאכלות אסורות, ג, ב וכן בפירוש למשנה בבכורות א, ב ובבבלי, קדושין ס ע"א.

זהר עמר, עוזי מרין ודוד אילון

ערבוב של חלב יונקים טמאים בחלב טהורים

במסגרת המחקר ערכנו ניסוי של ערבוב חלב של יונקים טהורים עם יונקים טמאים, שכפי שהראנו לעיל היה תופעה שכיחה בעבר (בעיקר עם חלב גמלים).⁷⁰ הניסוי כלל ערבוב חלב עז וסוסה, עז ונאקה וכבש וסוסה. ערבוב החלב אכן מתאפשר ולא ניתן להבחין ביניהם. אולם כאשר מוסיפים לתמהיל חומר מגבן, ניתן להבחין היטב ביניהם; החלק של החלב הטהור מתגבן ובדרך כלל שוקע בתחתית הכלי, ואילו מעליו ניתן להבחין בשכבת החלב הטמא שנותר נוזלי. דברים אלה תואמים את דברי הרמב"ם:

חלב בהמה טמאה אינו נקפה ועומד כחלב הטהורה. ואם נתערב חלב טמאה בחלב בהמה טהורה כשתעמיד אותו יעמוד חלב הטהורה ויצא חלב הטמאה עם הקום של גבינה. ומפני זה יתן הרין שכל חלב הנמצא ביד גוי אסור, שמא ערב בו חלב בהמה טמאה. וגבינת הגויים מותרת, שאין חלב בהמה טמאה מתגבן.⁷¹



איור מס' 3: תוצאות בדיקת גיבון של חלב יונקים טהורים מהול בחלב יונקים טמאים (50%). מימין לשמאל: חלב סוסה עם עז, חלב נאקה בעז וחלב סוסה בכבשה. הערכים בציר האנכי מראים את הזמן בשניות עד לתחילת הגיבון ורוחב הגביע מראה על חוזק הגבן

70 דומה שהחשש לערבוב עם חלב יונק טמא פג בימינו, הן מפני שאינו שכיח (בעיקר בשל הפיקוח של הרשויות במדינות המתקנות), והן מפני שחלב זה הוא נדיר ויקר יותר ולא משתלם לערבבו עם חלב טהור וזול. כבר ר' שלמה ב"ר שמעון דוראן, כתב שחלב הגמלים בזמנו הוא יקר וניתן רק לחשובים וכן רבים נמנעו לחלוב אתונות וסוסות בטענה שהדבר מזיק לבהמתם (שו"ת הרשב"ש, ירושלים תשנ"ח, סימן תקנד) ונכדו הוסיף על כך שהדבר נחשב למעשה גנאי ולכן אין חשש לערבוב עם חלב טמאה (שו"ת התשב"ץ, ד, למברג תרנ"א, סימן לב).

71 רמב"ם, מאכלות אסורות, ג, יב-יג.

גיבון חלב כקריטריון כשרות להבחנה בין בעלי חיים טהורים לטמאים

יחד עם זאת, ראוי לציין שגם לאחר תהליך הגיבון, קשה לעשות הפרדה מוחלטת בין שני מיני החלב, ולכן מובנת דעת החוששים לאיסור (בעניין החמאה), כפי שהביאה הרמב"ם בהמשך דבריו: "ומקצת הגאונים אסרוה מפני צחצוחי חלב שישאר בה".⁷²

סיכום

תוצאות המחקר איששו באופן חד משמעי את הקביעה, שתהליך הגיבון הוא מדד אמין להבחנה בין יונקים טהורים לטמאים. שיטת הבחנה אחרת בין חלב טהור לטמא התקבלה לאחרונה ממחקר אחר, שהראתה שאנשים בעלי אלרגיות לחלב פרה פיתחו אלרגיות גם לחלב של שאר בעלי החיים הכשרים, בעוד שהם אינם אלרגיים לבעלי חיים שאינם טהורים.⁷³ מחקר נוסף המתאר ממצאים המבדילים בין בעלי חיים טהורים לטמאים נעשה באמצעות בדיקת השפעת תמצית מנוזל שרירים (דם אדם כמו של בעלי חיים מכיל רעלנים וחומרים שונים) על התפתחות של צמחים. מחקר זה נערך במסגרת ניסוי כללי יותר, בו בדקו השפעה של חומרי רפואה צמחיים שונים (phytopharmacology) וזואו־פרמקולוגיים על תאים סרטניים בדם. בניסוי זה בדקו הוספת תמצית נוזל שרירים טרי מבעלי חיים שונים למצע גידול בו הנביטו זרעים של הצמח תורמוס תרבותי (*Lupinus albus*) ומצאו, שהתוספת מבעלי חיים טהורים מקבוצות שונות (בקר, כבש, עז ועופות כמו תרנגול ותרגול הודו) אינה רעילה לגדילת שורש הצמח ואינה מעכבת את גדילתו ביחס למצע גידול רגיל, בעוד שתוספת תמצית הנוזל מבעלי חיים טמאים (כלב, שועל, חתול, סוס, עופות דורסים) מעכבת באופן משמעותי את גדילתו.⁷⁴

ההסבר להבדל בין חלב של יונקים טהורים וטמאים עדיין לא ברור, וכנראה קיים קשר ישיר בין שני סימני הטהרה; העלאת גרה והעמדת חלב. מסתבר שרק בקרב מעלי גרה מובהקים (ארבעה מדורים בקיבה) קיימת אפשרות לגיבון, בעוד שאצל אוכלי צמחים שאינם מעלי גרה, הדבר אינו אפשרי. כפי שציינו, תהליך גיבון החלב מורכב ומושפע מגורמים שונים ועדיין לא נחקרו היבטים רבים הקשורים למקור החלב, כפי שנדון בעבודה הנוכחית. דומה שההסבר המדעי לקשר בין קיומו של תהליך גיבון החלב ביונקים טהורים והיעדרו בטמאים קשור להרכב החלבוני, כנראה לקבוצה מסוימת של חומצות-אמינו הקיימת בקפא־קזאין. מכל מקום, בדיקות גנטיות של חלבוני חלב; קפא־קזאין ובטא־קזאין (ושילוב ביניהם) שנעשו על בעלי חיים שונים נראית

72 שם, טו.

73 Y. Katz and G. Zadik-Mnuchin, "Individuals with Cow's Milk Allergy are Sensitized to Milk from Deer and Ibx, but Not to Milk from Pork. Is there a Kosher Epitope?", *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* (2004), p. 256; Y/ Katz, M.R. Goldberg, G. Zadik-Mnuhim, M. Leshno and E. Heyman, "Cross-Sensitization between Milk Proteins: Reactivity to a 'Kosher' Epitope?", *The Mosaic of Autoimmunity*, 10 (2008), pp. 85-88

74 I.D. Macht, "An Experimental Pharmacological Appreciation of Leviticus XI and Deuteronomy XIV", *Bulletin of the History of Medicine*, 27 (1953), pp. 444-450

קרבה ברורה בין כל בעלי החיים הטהורים ומנגד שוני רב בין קבוצות בעלי החיים הטמאים.⁷⁵ הסרה של מקטע מסויים מהרצף של חומצות האמינו של הקפא-קזאין בעזרת אנזים הגבנה, גורם לחוסר יציבות אנרגטי, שמוביל להגבנה וליצירת הקריש. ייתכן שהדבר קשור גם לאנזימים המצויים בקיבת המיצים של היונקים (היונקים הצעירים ניזונים רק מחלב אם ואצל כולם רק קיבה זו פעילה) ועדיין לא ברור מה הקשר לאופן היווצרות החלב. התופעה אפוא ידועה אך הסברה עדיין מחכה לפתרון. כבר אריסטו העיר שרנט נמצא אצל כל מעלי הגרה, והטוב ביותר לגיבון הוא רנט של האייל. יוצא הדופן בקרב בעלי החיים כפולי שיניים חותכות בקדמת הלסת (שכולם טמאים, שאינם מעלי-גרה) שהוא מזכיר כבעלת רנט היא הארנבת, שאכן נחשבת מבחינה הלכתית כ'מעלת גרה' (ויקרא יא, ו; דברים יד, ז).⁷⁶ מכל מקום, כל תוצאות המחקרים שהוזכרו לעיל מעידות שהציווי בתורה המבחין בין בעלי חיים טהורים לטמאים כנראה אינו שרירותי. בחינת העמדת החלב כקריטריון המבחין בין חלב בהמה טהורה לטמאה התקבל להלכה בקרב כל הפוסקים. דומה, שברקע הדברים יש כאן גם היבט אמוני יסודי; הפוסקים קיבלו את הסימנים שנתנו חז"ל כאמיתה שאין לערער אחריה, כך שלא ייתכן שנקבעו להלכה סימנים שאנו עשויים להיכשל בהם במאכלות אסורות. בחינה זו קיבלה גם אישוש חד-משמעי לאור בדיקות מדעיות והיא משמיטה כל ניסיון, שיטען שהמציאות שבה דנו הפוסקים בעבר השתנתה ואינה ידועה לנו. לפיכך, אנו סבורים שיש לקבל את הקריטריון של העמדת החלב, כסימן מרכזי נוסף לבחינת כשרותן של בהמות. סוגיה זו היא דוגמה לחשיבות מחקר תורני המעניק לפני פוסקי הדור כלים נוספים לבחינת סוגיות סבוכות הקשורות למשל בבחינת היתרם של בעלי החיים הטהורים ושיליתם של הטמאים.

J. Gatesy, C. Hayashi, M.A. Cronin and P. Arctander, "Evidence from Milk Casein Genes that Cetaceans are Close Relatives of Hippopotamid Artiodactyls", *Molecular Biology and Evolution*, 13 (1996), pp. 954-963

76 אריסטו, עמ' 229. ראו גם ר' יצחק אייזיק הרצוג, פסקים וכתבים, ד, סימן כד, עה. הרנט של הארנבת וסגולותיו הרפואיות נזכר גם אצל דיוסקורידס II 85, ובהמשך מוזכרים גם מיצי הקיבה של בעלי חיים נוספים, שאינם מוגדרים כנראה כרנט אמיתי.