



בשר מבוסס תאים

מבוא

אספקת מזון בכמות מספקת ובאיכות טובה מעסיקה את העולם כולו מאז ומעולם. על המזון להיות בעל ערכים תזונתיים וערב לחיך. בין המזונות המרכזיים בתזונתו של האדם ישנו בשר בעלי חיים. בשל צרכים שונים,¹ הולכת ומתפתחת בשנים האחרונות מגמה של ייצור בשר שמבוסס על בעלי חיים, אך עיקר גידולו אינו כחלק מבעלי חיים. די בכמות קטנה של בעלי חיים על מנת לייצר מהם כמות רבה של מזון. לאחרונה פורסם מחקר של פרופ' שולמית לבנברג ונוספים² על פיתוח שיטה שתסייע לתאי השריר להתפתח בצורה מסוימת לכדי מבנה שדומה לרקמת שריר. במחקר זה הוכנו מעין 'פיגומים' מבוססי סויה,³ שעל גביהם תאי השריר יתפתחו.

כמה מאמרים נתפרסמו כבר בעבר על מעמדו ההלכתי של בשר זה, לדוגמה מאמריהם של הרב צבי רייזמן שליט"א, מחבר הספר 'רץ כצבי', שעסק בסוגיה זו,⁴ ותגובתם של הרב יהודה בצלאל שפיץ ושל הרה"ג יעקב אריאל שליט"א. טענות רבות נשמעו בעד הגדרתו של הבשר כמאכל סתמי, שאינו בשר.⁵ בין הטענות שנשמעו: (1) התא הראשוני שממנו מייצרים את הבשר הוא מיקרוסקופי ולא נאסר באכילה. (2) הדבר דומה ליצירת בשר על ידי נס. (3) החומרים שמוסיפים לתאים נחשבים כמעמיד, ועוד. מאידך גיסא, הטענות שכנגד הן שמדובר בתהליך טבעי שנעשה מחוץ לבעלי החיים, וכי לא ניתן להתייחס לחומרים המוספים כמעמיד, ועוד.

מטרת מאמר זה היא לבחון את התהליך באופן מפורט ככל הנצרך, כפי שפורסם במאמר שהוזכר, ולדון בהשלכות ההלכתיות לכך. לדעת מחבר המאמר, מדובר למעשה ברקמה לכל דבר שממשיכה להתפתח מחוץ לגוף בעל החיים והיא נחשבת כבשר לכל דבר, כפי שסובר הרה"ג יעקב אריאל שליט"א.

1. בין הצרכים ניתן למצוא עלייה ניכרת בגודל האוכלוסייה, ברמת החיים, ועוד. ראה סקירות שונות באתר FAO (ארגון המזון והחקלאות של האו"ם) תחת הכותרת: *The future of food and agriculture*.
2. Ben-Arye, T. Shandalov, Y. Ben-Shaul, S. et al. Textured soy protein scaffolds enable the generation of three-dimensional bovine skeletal muscle tissue for cell-based meat. *Nat Food* 1, 210–220 (2020). להלן: Ben-Arye, Textured.
3. החוקרים השתמשו בסויה מכיוון שהיא ראויה למאכל אדם.
4. הרב צבי רייזמן, 'בשר מתאי גזע', תחומין לד, עמ' 99-112.
5. ראה מאמרו של הרב רייזמן, וכך נטו ב'צהר לאתיקה', 'בשר מתאי גזע'. לדעתם, המוצר הסופי אינו בשר, 'בשל תהליכי הייצור והעיבוד שהוא עובר, ומשום שלא מתקיימים בו היסודות הבסיסיים ביותר של החיים', ועוד.

א. רקע מדעי

בשר מבוסס תאים - (CBM) cell based meat - הוא רקמת בשר שמבוססת על תאי גזע, שממשיכים להתפתח (להתחלק) גם לאחר הוצאתם מבעל החיים. עיקרו של התהליך הוא הנדסת רקמות, תחום שהולך ומתפתח בשנים האחרונות, ומטרתו היא ליצור רקמה שמבוססת על תאים של האדם עצמו שעוברים תהליך של התרבות מחוץ לאדם, ולאחר מכן מוחזרים לאדם.⁶

CBM מבוסס על תאי גזע שנלקחים מרקמת שריר של בעלי חיים.⁷ יתרונם של תאי הגזע הוא שיכולת החלוקה שלהם גבוהה ביחס לסוגי התאים שקיימים בגוף, וכן שאין להם מנגנון שגורם למותם של התאים. התא הוא יצור חי שזקוק לחמצן, אנרגיה ומזון באופן רציף על מנת להתפתח. בגוף, התא מקבל את מזונו בעיקר דרך מערכת הדם. תא ללא אספקת רכיבי הזנה דרך הדם - מת. המטרה היא ליצור מצב שבו תאי השריר שנלקחו ימשיכו לבצע את תהליך החלוקה גם כשהם אינם מקבלים הזנה מבעל החיים. דבר זה נעשה על ידי יצירת 'מערכת תומכת' שכוללת חומרי הזנה מתאימים כגון גלוקוז, נוזל סרום שנלקח מעובר של בקר ומטרתו היא לספק הורמונים, פקטורי גידול, ועוד.⁸ מטרתם היא לדמות לתאים את תנאי הגידול הטבעיים שלהם. בנוסף לתנאי הגידול יש צורך ליצור מעין מבנה בסיסי ('פיגום' - scaffold) שעל גביו יתפתחו התאים וייצרו את צורת הרקמה המבוקשת. ישנם אתגרים רבים עד לייצור מסחרי של בשר זה. אחד האתגרים שיש לפתור הוא ייצור מבנה שידמה רקמת שריר וכן טיפוח טעמה של הרקמה.

ב. שיטת העבודה במחקר בקצרה

במחקר זה נלקחו כמה סוגים של תאי גזע מבקר בן שנה, בגיל שבו חלוקת התאים והגדילה של בעל החיים נעשית בצורה נמרצת. תאים אלו עורבבו בארבעה תמהילים שונים.⁹ התמהיל (בצורת נוזל) הונח (נזרע) על גבי ה'פיגומים'. ב'פיגומים' אלו היו נקבים בקוטר של 200-600 מיקרומטר (מיקרו מטר = 10^{-6} מטר) שנועדו לזריעת התאים. הפיגומים חולקו לריבועים שרוחבם ואורכם הוא 6 מ"מ, והונחו בתוך צלחות גידול. תוצאות הניסוי הן: התאים התפתחו כראוי על 'הפיגומים', וכיסו מהם שטח נרחב בצפיפות מתאימה;¹⁰ הרקמה נטעמה על ידי שני מתנדבים, והם ציינו כי היא ראויה למאכל. חשוב לציין כי בתחום זה, של ייצור בשר מבוסס תאים, עוסקות כמה חברות, וייתכן הבדל בשיטות העבודה בין החברות השונות. יש לבחון כל שיטה לגופה, אם כי תאי הגזע מהווים את השיטה העיקרית לפיתוח בשר זה.

6. ישנן שיטות להשלמת עצמות, תיקון שרירי לב, ועוד.

7. שיטה זו מבוססת על טכניקת הנדסת רקמות.

8. ר' Ben-Arye, Textured, עמ' 218, Cell culture protocols, בין החומרים יש זרזי גדול וצמיחה, אנטיביוטיקה ועוד.

9. Cell seeding on TSP scaffolds: Four different cell combinations

10. Ben-Arye, Textured, עמ' 211.



ג. דיון הלכתי

כאמור בסקירה, התהליך של חלוקת התאים וגידול הרקמה הוא טבעי, אלא שהוא נעשה מחוץ לבעל החיים. מטרת המחקרים היא ליצור המשכיות בתהליך חלוקה זה, ושהרקמה תיווצר במבנה הרצוי. כלומר אין הדבר דומה כלל ל'בשר מן השמים' או 'לבשר שנוצר על ידי ספר יצירה' שיצירתו היא בדרכים שאינן טבעיות. מדובר ברקמת בשר לכל דבר שהמשיכה להתפתח באופן שמשמר את תנאי מחייתה גם לאחר הוצאתה מבעל החיים. אין חולק שפעולה זו היא מורכבת ביותר מבחינה מעשית, אך מהותו של התהליך היא המשך מצב טבעי. אם כן השאלה שצריכה להתברר היא אם רקמת בשר שנלקחה מבעל חיים והמשיכה להתפתח מחוצה לו, נשארת מוגדרת כבשר.

1. בשר שתפח

לענ"ד ניתן לדמות דין זה לדין בשר שתפח. במשנה¹¹ הובא: 'בשר העגל שנתפח ובשר זקנה שנתמעט משתערין בכמות שהן', דהיינו בשר של בעל חיים צעיר מתמלא במים בשעת הבישול (נתפח), ואילו בשר של בעל חיים מבוגר מתכווץ בשעת הבישול (נתמעט). חז"ל דנו בשיעור של הבשר במקרה שבו בשר העגל היה פחות משיעור קבלת טומאה לפני הבישול והתנפח לכדי שיעור קבלת טומאה בשל הבישול, וכן בשר של בהמה מבוגרת שהיה בשיעור קבלת טומאה לפני הבישול והתכווץ לפחות מכשיעור לאחר הבישול. במשנה נאמר שהדין הוא: 'משתערין בכמות שהן'. נחלקו התנאים בגמרא במנחות¹² מהו הסבר דברי המשנה ב'כמות שהן' - האם כמו שהם היו לפני הבישול, כדעת ריש לקיש, או כפי שהם כעת לאחר הבישול, כדעת רבי יוחנן. בהמשך, הגמרא מבארת שמחלוקתם נסובה סביב השאלה אם איסורים נדחים אם לאו. מה הדין במקרה של בשר שהיה בו כשיעור, והוא הצטמק וחזר ותפח? לדעה שיש דחייה באיסורים, כשהוא הצטמק בטל ממנו שם האיסור, ועכשיו הוא תפח בשל המים ואין כאן איסור. לעומת זאת לדעה שאיסורים אינם נדחים, כעת הוא בשיעור האסור, ומתייחסים אליו כאל איסור, אף שהמים גרמו לו לתפוח.

לכל הדעות, במקרה שבו הבשר היה בשיעור האסור והוא הצטמק, וכעת אין בו שיעור אסור, הבשר אינו מקבל טומאה. מאידך גיסא, כשבתחילה לא היה בו כשיעור וכעת, בשל הבישול, יש בו שיעור, הבשר מקבל טומאה מדרבנן, וכך פוסק הרמב"ם¹³ - שבשר שתפח איסורו הוא מדרבנן. כן פוסק הרמב"ם כדעת רבי יוחנן בגמרא במנחות, שיש להתייחס למצב הנוכחי של הבשר. אי לכך, בשר שהמשיך להתפתח מחוץ לבעל החיים, הוא חלק אינטגרלי מהבשר עצמו, ודינו ממשיך להיות כדין הבשר.

2. אבר מן החי

אחת הטענות שנשמעו היא שכיוון שמדובר בתאים מיקרוסקופיים, לא חל עליהם איסור

11. עוקצין פ"ב מ"ח.

12. מנחות נד ע"א.

13. רמב"ם, הל' טומאת אוכלין פ"ד ה"ט; ראה שם, הל' שאר אבות הטומאה פ"ד הי"ג.

של אבר מן החי - בשר הפורש מן החי.¹⁴ איסור אכילת אבר מן החי הוא גם בפחות מכזית, אף שאומנם חיוב המלקות הוא רק מכזית. דין זה נזכר רק בטור (יו"ד סי' סב) ולא הוזכר ב'שלחן ערוך'. הט"ז (לשו"ע שם) כותב שאין צורך להזכיר דין זה בפני עצמו, כיוון שזה פשיטא, שהרי גם חצי שיעור אסור מהתורה. לכן גם אם הכמות שמוציאים בכל פעם מבעל החיים היא קטנה והיא פחותה מכזית, עדיין חל עליה שם איסור של אבר מן החי.

במקרה זה 'זורעים' את התאים על ה'פיגום' שאורכו 6 מ"מ, רוחבו 6 מ"מ וגובהו 1 מ"מ, שה"כ 36 מ"מ. שיעור זה הוא קטן מכזית ובכל זאת, מכיוון שהוא ניתן לראיה בעין, חל עליו שם איסור אבר מן החי מהתורה.¹⁵ התאים שנזרעים מצויים בתוך נוזל שמכיל רבבות תאים. יוצקים את הנוזל על גבי הפיגום, התאים נכנסים לתוך החורים, שקוטרם כאמור נע בין 200 ל-600 מיקרומטר, והם מתפתחים בחורים אלו. אם נדון כל תא בפני עצמו, הרי שהתאים מיקרוסקופיים, ולא ניתן להבחין בהם. אלא שמכיוון שמדובר בסופו של דבר בנוזל שמצויים בו כל התאים, יש לדון את כל התאים כיחידה אחת הנראית לעין, וגם אם הם נזרעים על שטח קטן, יש בו לכל הפחות דין חצי שיעור שאסור מהתורה.

3. מעמיד

מעמיד הוא רכיב שמוסיפים אותו לחומרי הגלם במהלך הכנת המזון. רכיב זה גורם לחומרי הגלם לעבור תהליך שבסופו נוצר מהם מזון. הדוגמה המוכרת היא תהליך הכנת הגבינה. האנזים¹⁶ רנין / כימוזין (rennin / chymosin),¹⁷ שנמצא באופן טבעי בתוך קיבת בעלי חיים, גורם לפירוק המעטפת של כדורי החלבון המצויים בחלב. האנזים 'חותך' את המעטפת, וכך כדורי החלבון 'נפגשים' זה עם זה ויוצרים את הגבינה. להלכה,¹⁸ אם הרכיב שגורם לתהליך - מקורו הוא באיסור, והוא היחיד שגורם לכך, אזי המאכל אסור, גם אם שיעורו הוא כל שהוא. אך אם ישנם שני מרכיבים הגורמים לייצור המזון, ואחד מהם הוא מותר, אזי מדובר ב'זה וזה גורם', והמזון מותר באכילה. דיני מעמיד נידונים במקרה שבו יש חומר גלם שלא מתבצע בו שום תהליך משמעותי, ובא האנזים ויוצר בו תהליך. אז נשאלת השאלה אם מדובר במעמיד אחד שאסור, או בכמה מעמידים שאחד הוא היתר ואחד הוא איסור. בנידון דידן, התאים נלקחים מבעל החיים בעודו בחיים, והם ימשיכו

14. חולין קכא ע"ב.

15. בנוסף לכך יש לדון: הרי ברור הוא שאדם מכניס לגופו בכל יום יצורים רבים שהוא לא רואה או מרגיש אותם, ובשר שלא נראה בעין אינו אסור באכילה, ולא נדרש מהאדם להסתובב עם מיקרוסקופ לפיו. מאידך גיסא, אם באופן מודע אדם חותך חלק מבהמה בעודה בחיים ואוכל חלק זה, גם אם לא ניתן לראות אותו בעין, ייתכן שזה נכנס לגדר של חצי שיעור אסור מהתורה, וצ"ע.

16. אנזים הינו חלבון המזרז תהליכים ביצורים חיים. רנין הינו אנזים פרוטאוליטי - בעל יכולת לחתוך חלבון אחר.

17. רנט - מינוח מקובל נוסף. רנט הינה תערובת אנזימים פרוטאוליטיים המופקים בקיבה. הרנין הינו האנזים העיקרי בהם.

18. שו"ע, יו"ד סי' פז סעי' יא.



להתחלק כל עוד הם יקבלו די חמצן ואנרגיה, סביבה תומכת וכו', כך שהתהליך קיים.¹⁹ התפקיד של 'המערכת התומכת' היא לשמר את מצב חיותם של התאים ולגרום להם להמשיך להתחלק. הסביבה התומכת אינה יכולה להיות מוגדרת כמעמיד, משום שכאמור אינה יוצרת את התהליך, אלא רק משמרת תהליך קיים.

4. 'פנים חדשות באו לכאן'

יש הסוברים שמכיוון שהתפתחות הרקמה נעשתה מחוץ לבעל החיים ונתמכה על ידי אמצעים שונים, יש בכך משום דין 'פנים חדשות באו לכאן'. דין זה עוסק במקרה שבו חפץ או אוכל מסוים עברו שינוי מהותי עד שלא ניתן להכיר את החפץ או האוכל המקורי, והוא נחשב כ'פנים חדשות באו לכאן', דהיינו נחשב כחפץ²⁰ או אוכל חדש, שבטלו ממנו דיניו הקודמים. יש לכך השלכה למשל בדיני טומאה וטהרה: זרע טמא שנזרע באדמה, ויצאו ממנו גידולים חדשים, הגידולים החדשים טהורים מצד עצמם, אלא שחכמים גזרו עליהם שיהיו אסורים בהנאה.²¹ הרדב"ז²² מבאר שאפרוח שנולד נחשב כ'פנים חדשות', כיוון שהביצה נפסדת לגמרי ונוצר יצור חדש. בתשובתו המפורסמת המתירה את הג'לטין כותב האגרות משה²³ שבשל כל התהליכים הנעשים בעצמות - טחינה, בישול, הוספת חומרים וכו' - הג'לטין נחשב כ'פנים חדשות', לא חל עליו שם בשר והוא נחשב כסתמי. הצד השווה בכל אלו הוא שהחפץ הקודם כבר אינו קיים; הזרע נזרע באדמה, השורשון והנצרון לקחו את כל האנרגיה הטמונה בו, והוא עצמו כבר אינו קיים. הביצה כבר לא קיימת, והעורות שמהם יצרו את הג'לטין כבר אינם קיימים בצורתם המקורית. אולם התהליך שבו אנו עוסקים אינו כזה, אלא להיפך: המטרה היא לקחת תאים חיים, לשמר אותם במצבם הנוכחי ככל האפשר, ולאפשר להם להמשיך ולהתפתח, כך שבוודאי אין כאן פנים חדשות אלא אותם פנים שממשיכות ומתפתחות.

5. סרום

כאמור בסקירה, הסרום מהווה חלק מהותי מהמצע שעליו מגדלים את הרקמה. הסרום הוא נוזל שניתן להפיק אותו מהדם, ובמקרה זה הוא הופק מדם של עובר בקר. דם העובר אסור ככל דם אחר, ואפילו דם השליל, שניתר בשחיטת אימו ואין צורך לשחטו, אסור גם כן ככל דם אחר.²⁴ אומנם ישנה חלוקה בחומרת האיסור: דם שהנפש

19. כפי שהשערות והציפורניים של האדם ממשיכים להתפתח גם אחרי מותו של האדם.
20. ראה למשל ר"י מיגאש סי' נא, שדן במקרה שהרקיבו חלק מקירות הבית, והוחלפו על ידי השוכר, שיש לבית דין פנים חדשות, ועוד.
21. ראה רמב"ם, הל' תרומות פי"א הכ"א; וכך כותב בשו"ת הרי"ד, סי' קיא, שכיוון שנזרעו הזרעים והשרישו בקרקע הם בטלו, 'פקע האיסור מעליהם מדין תורה, מפני שאין כאן אוכל הראשון ופנים חדשות באו לכאן'.
22. שו"ת רדב"ז ב, סי' תרצט.
23. שו"ת אג"מ, יו"ד ב סי' כז.
24. שו"ע, יו"ד סי' סו סעי' א.

יוצאת בו אסור בכרת, ודם הבלוע באיברים הוא דם שאסור בלאו; רק דם שלא פירש מהאיברים ולא נצרר, אלא נשאר בלוע באיבר, מותר בהנאה. הסרום הוא לכל הפחות דם שפרש והוא אסור באכילה. תפקידו הוא לשמש מצע שעל גביו גדלה הרקמה. מכיוון שמדובר באיסור אכילה ולא באיסור הנאה, אם הוא אינו נבלע ברקמה אלא רק רכיבים ממנו מסייעים לרקמה לבצע את התהליך - ייתכן שיש יותר מקום להקל בעניין.

סיכום ומסקנות

אין חולק על כך שרקמה שניטלת מבעל חיים, בין מדובר ברקמה שלמה ובין מדובר בתאים שמעורבים בנוזל, מוגדרת כאבר מן החי ואין לאכלה אם היא נלקחה מבעל החיים בעודו בחייו, ללא שחיטתו כהלכה. על מנת להגדיר רקמה זו כמאכל סתמי (פרווה), יש להעביר אותה תהליכי שינוי ועיבוד משמעותיים, לפחות כפי שנעשה בייצור ג'לטין (וגם אז הדבר נתון במחלוקת). כפי שהובהר במאמר, המטרה המרכזית ברקמה זו היא המשך המצב ההתחלתי שלה, ובשל כך יש להגדירה כבשר לכל דבר. כמו כן יש לוודא כי כל המרכיבים שניתן לייצר עימם את רקמת הבשר גם הם כשרים, ובייחוד לתת את הדעת לנוזל הסרום שמהווה חלק מהותי מהמצע שעליו גדלה הרקמה.

שתי הערות בשולי הדברים

א. עדיין לא פורסמו הערכים התזונתיים של בשר זה, ועל מנת שבשר זה אכן יהיה תחליף לבשר רגיל מן החי, יש לוודא שערכיו התזונתיים והנעכלות שלו יתאימו לאדם.
ב. **טענות אתיות בפסיקת ההלכה:** בדף העמדה שהוצא מטעם 'צהר לחקיקה' ועוסק בתאי גזע, הועלתה הטענה שמכיוון שיש צער בעלי חיים בגידול נוכחי של בעלי החיים, יש להקל גם בצדדי ההיתר ולהגדיר את הבשר כסתמי.
בלא להיכנס לשאלה אם אכן יש צער בעלי חיים במשקים חקלאיים,²⁵ יש לזכור כי הדיון בשאלת הבשר צריך לעסוק בראש ובראשונה בשאלה ההלכתית עצמה - מה מעמדה של הרקמה, בלא כל קשר להשלכות מעמד זה, ורק כשמגדירים את מעמדה ניתן לדון גם כן בשיקולים נוספים.²⁶



25. ראה הרחבה בחוברת 'על בשר ומוסר' בהוצאת המכון.
26. כפי שהיתר הפסד מרובה הוזכר לא מעט פעמים בהלכה, אך הוא נלקח בחשבון רק אחרי שהוגדר האיסור, ואז נכלל בחשבון גם היתר הפסד מרובה.