

תאים אלו יכולים להתמייין ולהפוך לכל תא בגוף.

1. **שטיפת עובריים**
שטיפת עובריים היא תהליך נפוץ בתעשיות הבקור. מתחילים בתהליך ההפריה של הבהמה בתוך גופה של מקבה, עד לשלב ראשוני של התפתחות העובר. בשלב זה, בו הביצית כבר מוכנית אך עוד לא נצמדה לדופן הרחם שוטפים את הביצית מהרחם. בשלב זה כבר קיימים תאי גזע בעובר וניתן להתחיל בהם את תהליך השכפול לרקמה.
2. **הפריה מבחנה**
עובר ניתן ליצור גם בתנאי מעבדה מוחדטים. 'עובר מבחנה' הוא עובר מזרע וביצית שהתחילו בתהליך ההפריה וקיימים גם בו תאי גזע עובריים.
3. **שימוש בתאי גזע מולטיפוטנטיים**
תאי גזע מולטיפוטנטיים הם תאי גזע לא ממוינים הקיימים גם בגוף שאינו גוף העובר למשל מזנכים מליים במח העצם או ברקמת שומן.
4. **תאים מחבל הטבור והשליה**
בחבל הטבור והשליה קיימים תאי גזע. ניתן להשתמש בתאים אלו כבסיס תאים אלו קיימים בכמות קטנה יחסית (שתחייב הליכים חוזרים ונשנים) ובאופן יחסי קשה להפיץ אותם
5. **שימוש בתאי גזע רקמתיים**
תאי גזע רקמתיים הם תאי גזע שכבר התמיינו ויכולים להפוך לתאי הרקמה. תאים כאלו קיימים גם ברקמת השריר (ומקראים 'תאי לוחין') אצל בעל החיים הבוגר וניתן לאסוף אותם בביופסיה פשוטה ולעשות בהם שימוש כדי ליצור רקמה בתנאי מעבדה. עם זאת, כיוון שתאי הגזע הללו התחלקו כבר מספר פעמים, הם יכולים להתחלק עוד מספר פעמים מוגבל ולכן פחות שימושיים ביחס לתאי גזע אחרים. אפשרות אחרת לאיסוף תאים כאלה היא מעוברים שהגיעו לשלב בו כבר ניתן לזהות את האיברים וכבר קיימים בהם תאי גזע מהסוג הזה.
6. **שימוש בתאים אחרים**
צורך יצירת בנאן תאים בסיסי לתהליך יצירת הרקמה ניתן להשתמש גם בתאים אחרים קיימים בגוף. באמצעות תהליך תכנות מחדש (reprogramming) ניתן לשנות את המבנה הגנטי של התא ולהחזיר אותו למצב של תא גזע פלורפוטנטיים. היתרון בתהליך זה שהוא יכול להתבסס על כל תא בגוף הבהמה, החסרון הוא שהוא דורש מאמץ טכנולוגי ולעיתים מלווה בהכנסת מולקולות רנא או חלבונים לתא.

לאחר איסוף הכמות הבסיסית של תאי גזע, הם מועברים למצע - צלחת גידול המכילה תמיסה ייעודית - מדיים. באופן טבעי, יודעי תא גזע להתמייין לתא מסוג מסוים על בסיס שמפריש הגוף בסביבתו. חומרים אלו מזינים את התא, ומשדרים לו לאיזה תא הוא צריך להתמייין. מטרת המדיים בו מונחים התאים הוא לחקות את התהליך הזה ולסמן לתאי הגזע להתמייין לרקמת השריר המבוקשת.

בתחילת הדרך, מדיים הגידול היה בדרך כלל מבוסס על סרום - דם בעלי החיים ללא החאים והחומרים הנעים בתוכו. לסרום נוספו חומצות אמינו, חלבונים שונים, חומרי

קיימות מספר דרכים לייצור, שכפול והנדסה של רקמות בעלי חיים. חלקים מהאמצעים המחקריים המוקדשים ליצירת רקמות כאלו מתמקדים במטרות שיהיו שימושיות לוגיפוס חיים, בעוד חלקים אחרים מנסים ליצור בשר לאכילה, רקמות זהות או דומות לאלו שאנחנו אוכלים ביום יום, שהם התוצר של תעשיית הבשר הקלאסית.

כאן נתמקד בסוג השני של המאמצים - ייצור רקמות ראויות למאכל אדם. על בסיס תאים של בעלי חיים. בשונה מנסיונות לייצר "חומר בשרי" שהתוצר שלו פועל יכול להיות רק בשר טחון (המבורגר) אנתנו מתמקדים בנסיון לייצר רקמות שלמות (סטייק). בשטות הראשונות יכול השלב הראשון של המוצרים נשמונים אחוזים של חומר סינתטי, דמוי בשר, הדומה למוצרים הקיימים היום בשוק, ועשרים אחוזים של בשר מתורבת. לעומתו, בשיטה שנסקור היחס בין סוגי החומרים הפוך כבר בשלב הראשוני: עשרים אחוזים של חומר סינתטי ושמונים אחוזי בשר.

תהליך הייצור של בשר מתורבת הוא תהליך שמטרתו ייצור רקמת בשר הזהה לזה הנצרך באמצעות שחיטה מן החי. תחילת תהליך הייצור היא באיסוף של תאי גזע. תאים אלו, המתקיימים בגוף במספר צורות בגופם של בעלי חיים, ואף ניתנים להכפוא מתוך רקמה חייה, הם תאים לא ממוינים, היכולים להשתכפל בצורות שונות ועל בסיסם נבנית רקמה. את תאי הגזע מעמידים בתמיסה של חומרי הזנה, המעודדים את התאים 'להתעורר' ולהתחיל להשתכפל בצורה מסוימת, על בסיס מבנה חומרי הזנה. את התאים המשתכפלים מצבים על 'יפגוס' תלת ממדי, שאופיו וצורתו מעודדים גם הם את גדילת הרקמה באופי מסוים, ועליו היא מבשילה לרקמה הניתנת לצריכה ולשימוש.

החומר אותו אנחנו מכנים 'בשרי' הוא רקמת שריר של חלקים מסוימים בגוף הבהמה. תאי שריר הם התאים האחראיים על תנועת הגוף ועל חלק ניכר מיצירת ושמור חום הגוף. ככל החלקים בגוף, נוצרת רקמת השריר מתאי גזע. תאי הגזע הם תאים שעדיין לא התמיינו לרקמה מסוימת ובמהלך התפתחות העובר הם הופכים, בתהליך של שכפול ומיון, לתאים המתקיימים בגוף. בנוסף, תאי גזע קיימים בגוף כדי לאפשר לו להיפא מפציעות חמורות ועוד. תאי הגזע המוכרים ביותר הם תאי גזע עובריים (טוטיפוטנטיים ופלורפוטנטיים) המתקיימים בעובר ובשליה. תאים אלו משתכפלים וכלל שכפול החלקים ומתמיינים עד שנוצרים מהם רקמות הגוף השונות. לצדם, קיימים תאי גזע מולטיפוטנטיים, תאי גזע בוגרים הקיימים בגוף היכולים גם הם להתמייין לתאים שונים ותאי גזע רקמתיים היכולים להתמייין לתאי הרקמה.

על מנת ליצור רקמת שריר, יש צורך בכמות בסיסית של תאי גזע שיתמיינו לבסוף לרקמה המבוקשת. קיימות מספר דרכים לאיסוף ויצירת התאים הללו, עם יתרונות וחסרונות שונים.

א. **שימוש בתאי גזע עובריים פלורפוטנטיים**: מספר שיטות לאיסוף הכמות הבסיסית של תאים לתחילת תהליך יצור הרקמה מתבססות על שימוש בתאי גזע עובריים.

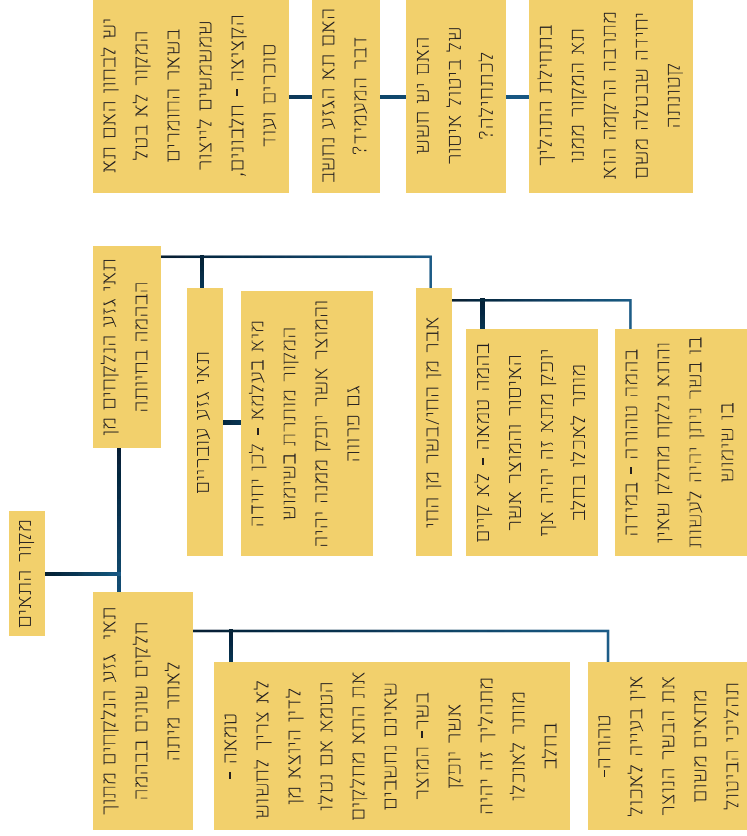
פרק שלישי - הדיון ההלכתי הראשוני בסוגיית בשר מתורבת

הרב צבי רייזמן: מעמד בשר מלאכותי

בשנת תשע"ד פרסם הרב צבי רייזמן את המאמר ההלכתי הראשון העוסק בענייני בשר מתורבת (בשר מתאי גזעי, תחומין לג, תשע"ד), מאמר שנחשב פורץ דרך בראשונותיו וברחוב היריעה שלו:

להלן תרשים המסכם את עיקרי הטענות של הרב רייזמן:¹²

האם בשר שנוצר במעבדה מעמדו כבשר שנוצר בדרך נס?



12 את הדיון בדיון בשר שנוצר בדרך נס, נרחיב להלן סביב מאמרו של הרב ד"ר חנוך קאהן.

הנה (שתלוקם הגדול מופק מזגנים וצמחים אחרים), ויטמינים והורמונים, תומרים אלו יעזרו להגדיר את סוג הקומה (מתוך גופו של בעל החיים שממנו נלקחו תאי הגזע בלבד) אלה יתמיינו תאי הגזע, הסרום יהווה חמישה עד עשרה אחוזים מכלל החומר, והוא נשטף בסוף התהליך.

אחד האתגרים המרכזיים איתם התמודדה התעשייה היום, הן מסיבות הלכתיות¹¹ והן מסיבות טבעוניות, הוא החלפת הסרום בחומר צמחי או סינתטי, האתגר המרכזי היה בתחילת שלב ההתרבות של התאים, ועם הזמן פותחו מספר שיטות תחליפיות.

במצע גדלים התאים בצורה זו מימדית. מרבית השכפולים של התאים נעשים בשלב זה (גם אם הגדילה המשמעותית בנפח נשעית על הפיגוס) - עד לגודל של פי מאה מהכמות המקורית.

לאחר שלבי ההשתכפלות והמיון הראשוניים המותרשים במצע הדו-מימדי, מועברים התאים לפיגוס תלת מימדי. מרבית הגדילה הפיזית של החומר תעשה על הפיגוס, אך גדילה זו מוגבלת בגודל הפיגוס ובכמות האפשרית של שכפולים שהתאים מסוגלים לבצע. היתרון בצורה התלת מימדית הוא שהתאים מעודדים אחד את הגדילה וההתרבות של השני. הפיגוס עשוי מחומרים טבעיים או צמחיים (כגון סויה). כרגע משתמשים גם בפיגוס מתפרק, בעיקר לצורך יצירת רקמות שימשיות לתעשייה הרפואית.

11 הדיונים הראשונים שנוגעו לבשר מתורבת עסקו בהרחבה במעמדו של הסרום, ולכן הרחבנו בתיאור שלב זה כאן.