

## כשרות מוצרים שנוצרו מהנדסה גנטית

הבהרת מושגים  
מה עושה ההנדסה הגנטית?  
מה מותר להנדס ומה אסור?  
מטרת ותוצאת ההנדסה הגנטית  
סיכום

### הבהרת מושגים

המונחים כלאיים, תערובת, הרכבה, הכלאה והנדסה גנטית מעורבבים אצל רוב בני האדם היום. לפני שניכנס לדון במוצרי ההנדסה הגנטית, ננסה להגדיר את המושגים השונים.

**זריעת כלאיים:** זריעת כלאיים נעשית היום, כשיש עניין שצמח אחד יעזור לשני. תופעת הסימביוזה (השותפות) ידועה בטבע. החזזית, הגדלה למשל על הסלעים מורכבת מפטרייה ומטחב; אם שני צמחים אלו נפגשים הם מפתחים את החזזית. זו גם הסיבה ששני צמחים אלו מתרבים על ידי מספר עצום של נבגים, כי הסיכוי שייפגשו שני נבגים באותו מקום הוא נמוך. בחקלאות ידוע שכדאי לזרוע בקיה עם שיבולת שועל, על מנת לקבל חציר טוב לבהמות. הבקיה מכילה הרבה חלבון, אבל גדלה על האדמה וקשה לקצור אותה; אם היא גדלה בין צמחי שיבולת שועל היא נתמכת בהם, ופעולת הקצירה נעשית בקלות רבה. החציר המורכב מבקיה ושיבולת שועל מכיל הרבה חלבונים הבאים מהבקיה והרבה סוכרים הבאים משיבולת השועל. להלכה זריעת הכלאיים אסורה אך התוצר מותר בהנאה ובאכילה, פרט לכלאי הכרם שאסורים בהנאה.

**תערובת:** בניגוד ליתר העניינים שנדון בהם במאמר זה רוב התערובות מותרות, פרט לתערובת איסור והיתר, כשהאיסור הוא איסור מצד עצמו. יחד עם זאת, לעתים קרובות מנסים להסתכל על עניינים אחרים כאילו היו תערובות, וכדלהלן. לתערובות יש דינים מוגדרים, מתי דבר בטל, ומה מותר ומה אסור. תערובת בשר בחלב אסורה גם בהנאה.

**הרכבה:** הרכבה נעשית בעיקר באילנות. כאשר עץ מסוים אינו גדל היטב באדמה משתמשים בעץ דומה שנקלט טוב יותר (כנה), וכעבור זמן מסוים מרכיבים עליו את עץ הפרי המבוקש (רוכב), ומקבלים צמח שחלקו הישן הוא ממין אחד וחלקו החדש הוא מין עץ אחר. על פי רוב חותכים בהמשך את ראש החלק הישן, כי מעוניינים

שישארו ענפים רק מהחלק החדש. העץ הקלאסי אצלנו שמשתמשים בו להרכבה הוא החושחש, מין תפוז בר, שגדל מצוין באקלים שלנו. עליו מרכיבים תפוז או כל פרי הדר אחר. הכנה והרכוב נשארים שני צמחים שונים. הדבר הוכח כאשר ארעו בארץ מקרים של קרה שבהם נפגעו קשה חלק גדול מגידולי ההדרים. במקרים רבים הרכוב מת והכנה לא ניזוקה, והחלק התחתון התחיל להוציא ענפים שהיו ענפי חושחש. היה צורך להרכיב את העצים מחדש. ישנם גם מקרים בהם משאירים ענפים מהכנה שגדלים לצד ענפי הרכוב. בזמנו גרנו בבית ערבי, בו גדל עץ שהניב שלושה מיני פירות: שקדים, משמשים ושיזיפים. בעל הבית נטע כנראה כנה של שקד והרכיב על ענף אחד שיזף ועל אחר משמש. הרכבת שני מינים אסורה, כשהגדרת המין בהלכה אינה בדיוק זו שבמדע. תוצר ההרכבה מותר באכילה.

לגבי האתרוג. באמת הרכוב הוא ממש אתרוג, אלא שיייתכן שביצירתו הפרי קיבל מזונות לגידולו מהכנה. ייתכן שזאת הסיבה שאתרוג מורכב אינו כשר לברכה, אך ייתכן שקיימים גם חששות אחרים.

**הכלאה:** בהכלאה מפרים את הפרח הנקבי באבקנים שהם ממין אחר. כאן מתקבל מין שהוא ממש כלאיים. הכלאה בין עגבנייה ופלפל נותנת את הגמבה. עקרונית הכלאה בין שני מינים אינה אמורה לתת צאצאים פוריים, אך היום הצליחו במקרים רבים, בעיקר בצמחים, ליצור גם צאצאים פוריים. בכל מקרה, אם ההכלאה מצליחה ויש אפשרות לקבל צאצאים פוריים, נוצרת התפלגות, כמו בהכלאה של גזעים שונים, כך שבכל דור 50% מהצאצאים ידמו לתערובת, 25% ידמו להורה המוצא האחד ו-25% להורה המוצא השני. במקרה כזה, אנו מדברים על תכונה שאפשר להמשיך את הופעתה. תוצר של הכלאה מותר.

**הנדסה גנטית:** בהנדסה גנטית מכניסים לתוך תא מופרה של מין מסוים גנים של מין אחר. בשלב הראשון של המחקר נעשה הדבר בשכפול. באופן רגיל נמצאים בכל תא מתאי הגוף שתי מערכות של החומר התורשתי, אחד שנתקבל מצד הזכר ואחד שנתקבל מצד הנקבה. בתאי הזרע ובביציות נמצאת רק מערכת אחת, ושתי המערכות מתאחדות והופכות ליצור הנוולד. לכן יש לכל יצור חי מתכונות האב ומתכונות האם. על זה אומרת הגמרא: שלושה שותפין הם באדם, הקב"ה, אביו ואמו. האב והאם נותנים לנוולד את החומר התורשתי, והקב"ה מפגיש את החומר התורשתי ונותן לנוולד את תכונותיו בהתאם. בשכפול נלקח כל החומר התורשתי מצד אחד והצאצא הוא העתק מדויק של האם. זה היה השלב הראשון של ההנדסה הגנטית.

בשלבים מאוחרים הצליחו להשתיל תכונות רצויות מסוימות לתוך החומר התורשתי. בדרך זו מקבלים צאצאים לפי הזמנה. אפשר להזמין שהצאצא יהיה זכר או שתהיה נקבה. אפשר אולי להגדיל את רמת האינטליגנציה או לרפא מחלות תורשתיות.

## מה עושה ההנדסה הגנטית?

מטרת ההנדסה הגנטית היא, להכניס לצמח או לבעל החיים תכונה שלא הייתה בו. בצמחים על פי רוב מנסים להכניס תכונה שתיתן יכול טוב, בכמות או באיכות. הדוגמה המקובלת ביותר, היא להכניס תכונה שתמנע את נזקי האדמה במקרה שהצמח אינו מתאים לאדמה זו, או למנוע מהמזיקים או החרקים להזיק את היבול. אחת הפעולות שנעשות על ידי ההנדסה הגנטית היא להעביר תכונה שנעשית על ידי אנזים מסוים, הנוצר על ידי בעל החיים, לפטרייה (בקטריה) שתייצר את אותו אנזים. הדוגמה הקלאסית היא הרנין (Renin), האנזים הגורם להפיכת החלב לגבינה. האנזים הזה נוצר בקיבת העגל. היום מרבית הגבינה בעולם, מיוצרת על ידי פטריה שהונדסה כך שהיא עושה את אותה הפעולה - מייצרת רנין. ברור לכל בר בי רב שהפטרייה המחמיצה את החלב, אינה הפטרייה הראשונית שלא עשתה את הפעולה. מכאן שהיצור שעבר שינויים ע"י הנדסה גנטית, אינו היצור שהיה קיים לפני השינויים, כלומר ההנדסה הגנטית הפכה אותו ליצור אחר, בעל תכונות אחרות. איך פועלת ההנדסה הגנטית? ישנם בתוך התא כרומוזומים. אלו יצורים קטנטנים, הנראים רק במיקרוסקופים מיוחדים, בדמות סרטים, העשויים מחומצות גרעיניות. הם נושאים את החומר התורשתי. כל סרט כזה בנוי משתי שרשרות של החומצות הגרעיניות. לכל חומצה יש בן זוג. כשתא עומד להתחלק נפרדות שתי השרשרות וכל שרשרת משלימה את החסר, כך שבסוף התהליך יש חומר תורשתי בכמות כפולה בתא העומד להתחלק, וכשהתא מתחלק כל חלק לוקח את אותו החומר התורשתי. החומר התורשתי בנוי מסדר מסוים של החומצות. מעבר לנקודה בה נמצא החומר התורשתי ישנן חומצות, שכנראה שייכות לתכונה הבאה. אם ניקח את המקטע שנקרא לו X שבשתי הקצוות שלו תהיינה חומצות מסוימות, ונחליף אותו בקטע אחר, שנקרא לו Y שבשתי הקצוות שלו תהיינה אותן החומצות, ייתכן שהתא 'ייפול בפח' וייקח את הקטע הלא נכון. קיימות כמובן טכניקות שגורמות ש'טעויות' כאלו תקראנה.

אפשר גם להרבות במעבדה את הקטע המבוקש באופן מלאכותי. במקרה זה אין בין הקטע הראשוני והמשני שום הבדל. ההבדל היחידי הוא, שלקטע שהוכן במעבדה אין שום קשר לתא הראשוני ממנו נלקח החומר התורשתי. הוא פשוט כפיל. אפשר אפילו לדאוג לכך שהקטע הראשוני בכלל לא יהיה משותף בהמשך התהליך.

בדרך זו מיוצר הרנין הבקטריאלי. הרנין הוא כאמור אנזים הגורם לחלב להחמיץ במהירות גדולה; בטבע הוא נמצא בחלב הקרוש שבתוך קיבת העגל, לכן בספרות ההלכה הוא נקרא 'קיבה'. תאי קיבת העגל מכילים כמובן גם חומרים אחרים. במדע הצליחו לבודד את הקטע שבו נמצאת התכונה להחמצת החלב ולעשיית הגבינה.

קטע זה יוצר במעבדה בכמות גדולה וחלק ממנו הושתל בפטרייה. הפטרייה הזו מסוגלת עכשיו, בנוסף לפעולות חייה הרגילים, להחמיץ את החלב. עכשיו לוקחים את הפטרייה 'המתוקנת' הזו ומרבים אותה. היא מתחלקת ויוצרת כמויות גדולות של הפטרייה המתוקנת. זו מועברת למחלבה, מוכנסת לחלב ויוצרת את הגבינה. בגבינה אין 'קיבה', אך הפעילות המגבנת מתקיימת.

## מה מותר להנדס ומה אסור?

עקרונית עמדת היהדות היא שאל לנו לשנות את הבריאה. בבריאת העולם נזכר שש פעמים 'וירא... כי טוב'. בכל המקרים בהם מתוארת יצירה של צומח וחי, ביום השלישי, בחמישי ובשישי מופיעות המילים הללו סמוכות למילה למינהו. הבריאה היא טובה ואין היא זקוקה לתיקון על ידי האדם.

בתורה נאסרו הכלאיים: 'בהמתך לא תרביע כלאים, שדך לא תזרע כלאים, ובגד כלאים שעטנז לא יעלה עליך'. נאסרו הכלאיים בהרבעת בעלי חיים, בזריעה המשותפת וגם ההכלאה וההרכבה בצמחים. בכלאי הכרם, בניגוד לכלאיים האחרים, נאסר גם הנוצר מהכלאיים.

האם ההנדסה הגנטית היא כלאיים או לא? הסברא הפשוטה אומרת שמה שלא אסרה התורה אינו אסור. אולם כנראה שנחלקו הדעות בעניין זה, ובכל אופן אין בכוונתי להיכנס לשאלה זו.

נשאלתי לאחרונה: למה בצמחים שעברו הנדסה גנטית, נטיית הפוסקים להקל, בעוד בבעלי חיים, שעברו תהליך זה, הנטייה להחמיר? בבריאת העולם הותרו לאדם כל הצמחים, לעומת זאת בבעלי חיים ישנן הגבלות. אם ההנדסה הגנטית עשתה את בעל החיים טהור או להיפך - מה הוא בעצם בעל החיים? אם מדובר בעוף, הרי עוף טהור נאכל רק במסורת. השאלה היא: האם על העוף החדש תחול המסורת?

## החומר המהונדס מבחינה הלכתית

ברור שאי אפשר להשתמש בכללים המקובלים בדיני תערובות להכרעה בדין ההנדסה הגנטית. אי אפשר למשל לומר שהשינוי בתא המהונדס הוא פחות מאחד לשישים, כי הפעולה של השינוי יכולה להיות הרבה יותר גדולה. ניקח דוגמא אבסורדית: השינוי בחומר התא המהונדס הוא רק אחד למיליון, והשינוי שהוא יעשה בגוף האדם עשוי להיות שרגל אחת תתקצר בשני ס"מ. שני ס"מ בטלים בשישים ביחס לאורך הגוף, אבל בוודאי אי אפשר להתעלם משינוי כזה ולומר שהוא בטל. ניקח את הדוגמא דלעיל: פטרייה ששונתה והיום מייצרת גֵּינִין שונה ביותר מאחד לשישים, לפחות לגבינו, המעוניינים בתהליך, מהפטרייה הראשונית.

אם נהנדס דג שאין לו קשקשים, שיגדלו לו קשקשים, השינוי בחומר הגנטי יהיה קטן מאוד, בעוד המשמעות ההלכתית גדולה לאין ערוך.

בין החוקרים ישנו ויכוח האם בעל החיים המהונדס הוא יצור חדש. למשל, תרנגול שעל ידי שינוי גנטי הושתלה בו אצבע חמישית - האם זה תרנגול קצת משונה, או האם זה יצור חדש הדומה לתרנגול?

### מטרת ותוצאת ההנדסה הגנטית

לדעתי צריך להתייחס לשתי הנקודות האמורות. ברור שהטיפול ההנדסי נעשה לצורך. אם ההנדסה נעשתה לצורך מניעה, למשל שלא ייווצר חומר מסוים, הרי יתר הפעולות נשארו כשהיו, רק המצב נשאר ונשמר ע"י מניעת יצור אותו חומר. אפשר להשוות את זה לשימור הטריות במזון. במידה וחומר מוסף, נניח על ידי יצרן נוכרי, לתערובת, בשיעור הפחות מכדי נתינת טעם, ואינו מעמיד אלא רק שומר על הטריות, הרי אפשר להתעלם ממנו ולומר שהחומר המקורי לא השתנה כלל. זה מתאים לכל השינויים המונעים את המחלות או הדוחות את המזיקים. פעולה זו נעשית בזרעים שונים, כגון סויה ועוד. אולם אם השינוי הגנטי נעשה לצורך תהליך חיובי, כמו שהזכרנו את יצירת האנזים ליצירת הגבינה, הרי זה דומה לתערובת של דבר המעמיד, ממנו אי אפשר להתעלם.

ההנדסה הגנטית מעוניינת לגרום לתוצאה. יש הבדל אם התוצאה נראית או לא. אם מדובר בבקטריות, אין אנו רואים במקום שינוי. לעומת זאת ביצירת קשקשים על פני דג נראה דג חדש. זה נראה וניכר לכל.

ההנדסה הגנטית לא נידונה כמובן ע"י הפוסקים הראשונים. השאלה היא למה אפשר לדמות אותה, בעיקר אם מדובר שנוסף לבעל החיים הכשר גן מיצור שאינו כשר. כפי שכבר אמרתי, הוויכוח העיקרי הוא בשאלה האם מותר ליצור יצורים בהנדסה גנטית? אם הנטייה היא לאיסור, אפשר לשאול מתי מותר, האם לצורך טיפול רפואי, או עבור שינוי חיובי שרוצים להשיג? ומהו התוצר? האם התוצר הוא מין חדש - או אותו מין עצמו בצורה מתוקנת? גם בין המדענים התשובה אינה אחידה.

כרגע אני סבור, שהכל תלוי בשאלה האם אפשר להתעלם מהתוצאה של ההנדסה הגנטית? האם היא עושה ממין אחד של החומר החי מין אחר? אם הצמח נשאר צמח, הרי צמחים לא נאסרו, גם אם הושתלו בהם תכונות זרות. אם בעל חיים הופך לבעל חיים אחר, יש לדון עד כמה הוא שונה מבעל החיים שהיה קודם. אם הושתלו בעוף גנים, ייתכן שנצטרך לומר, שעוף חדש זה אין לו מסורת. אם הושתלו סימני טהרה, יש להניח שהיצור החדש אינו טהור, כיוון שהחומר העיקרי שלו אינו טהור, כמו עגל שנולד מנאקה (נקבת הגמל). באופן טבעי אין כלליים בין מינים השונים זה מזה.

אם ההנדסה הגנטית לא שינתה את מבנה היצור, ואינה מפעילה משהו אקטיבי, סביר לומר שהיא לא עשתה מהיצור האחד יצור אחר.

בזמנו העלה הרב שמעון אפרתי את השאלה האם בקטריות הם בעלי חיים או צמחים? השיב לו פרופ' זאב לב: אם תגדיר לי מה הוא בעל חיים אוכל לענות לך.

כל אותם פירות עליהם אנו מברכים בורא פרי האדמה, הם בוודאי צמחים. ההגדרה של צמח היא שהוא קבוע וגדל באדמה, הוא ירוק ועל ידי הכלורופיל הירוק הוא מייצר סוכרים בעזרת פוטוסינתזה. לעומתו בעל חיים הוא יצור שאינו גדל באדמה וצריך לחפש את מזונו, ולכן הוא נע ממקום למקום. לדעת הגרש"ז איערבך אם עגבנייה תגדל על עץ יצטרכו לברך עליה בורא פרי העץ, כיוון שזה יצור חדש. אם יצור הולך, אי אפשר לומר שהוא צמח, ולכן בוודאי אם לא רואים בו תכונת צמח אפשר להתעלם מהצמח שבו. הוא נשאר בעל חיים עם תכונת צמח מסוימת. אם הוא גדל מהאדמה הוא נשאר צמח גם אם יש בו תכונות של בעל חיים. אם תכונות אלו לא ניכרות בו, אפשר להתעלם מהן.

הפטריות, שאליהן הביולוגים משייכים גם את הבקטריות, הם צמחים שלפעמים קבועים במקומם ולפעמים נעים (בדרך כלל הם אינם נעים באופן פעיל), אך אינם מייצרים את הסוכרים בעצמם, הם מעין יצורי ביניים. הביולוגים משייכים אותם לצמחים, כיוון שדופן התאים שלהם דומה לזו של הצמחים ולא של בעלי החיים. להגדירן בבירור קשה. קשה לאסור אותן, שכן הן נמצאות בכל מקום. אנו נושמים אותן. אנו אוכלים אותן, ואין אפשרות לראותן. (ס"מ מעוקב בשר המכיל 10,000 בקטריות נקרא נקי מבקטריות, אלא אם כן הן בקטריות מסוכנות). בהקשר זה כדאי להעיר שגם בטבע הבקטריות משתנות, לכן סביר שאין כל איסור בבקטריות ששונות מברייתן ע"י האדם.

## סיכום

שינויים הנובעים מהנדסה גנטית מתחלקים לשתי קבוצות: שינויים שגורמים לחיזוק תכונות ואינם משנים דבר עקרוני בגוף הצמח או בעל החיים, ושינויים המשנים תכונה עקרונית. שינויים המשנים דברים עקרוניים יוצרים יצור בעל תכונות חדשות, וקשה להתעלם מהעובדה הזו - צמח נעשה לצמח אחר ובעל החיים הופך לבעל חיים אחר. בצמחים השינוי לא גורם לאיסור, כי כל צמח מותר באכילה, אין צמחים אסורים מצד עצמם. אך בעל חיים כשר עלול להפוך לבעל חיים אחר, ויש לברר האם הוא נשאר בקטגוריה שבה היה קודם לכן - או לא. הדבר חשוב בבעלי חיים הנאכלים רק במסורת, או באלו ששונות התכונות המגדירות את האיסור וההיתר (כגון: יצירת או הריסת קשקשים בדגים).