

הקדמה לשיעור בביוטכנולוגיה

אני מניח שיהיה קשה למי שלא עושה תואר במדעי החיים לנחות ישר לתוך סוגיה מדעית- אחת הסוגיות המדעיות החמות ביותר היום. לכן אני אתן הקדמה קצרה, שבתקווה תנהיר את העקרונות.

כל היצורים החיים שאנחנו מכירים (מבנ"א ועד חיידקים) מתקיימים בזכות החלבונים, כשלכל חלבון מבנה מיוחד שמקנה לו יכולת לבצע פעולה מסויימת. מה שמשותף לכל החלבונים בכל היצורים (כמעט) ללא יוצא מן הכלל הוא שהם בנויים מרצפים שונים של 20 חומצות אמינו (להלן ח"א) זהות- כל רצף ייתן חלבון שונה, כשפגיעה בח"א אחת מתוך כל החלבון (מאות ח"א) יכולה להשבית את התפקוד של החלבון.

הדרך לבקר את ייצור החלבונים בצורה מדוייקת, היא ע"י שימוש בספר הוראות מדוייק, והוא קרוי דנ"א (או DNA). לנו יש טריליונים של תאים, תלוי בגודל של הבנ"א, וההבדלים בין התאים מצד אחד והשיתוף פעולה ביניהם מצד שני נותן את החיים המורכבים שאנחנו מכירים אותם בתור הגוף המדהים שלנו. בכל תא בכל יצור חי יש לפחות עותק אחד של דנ"א ממנו הוא שואב את המידע איך לבנות חלבון א' כשצריך אותו, ואת חלבון ב' כשצריך אותו וכו'. לבנ"א ולמעט כל החיות יש בכל תא שני עותקים של ספר ההוראות- אחד מהאימא ואחד מהאבא (לדוג' הספר של האבא אומר שהעיניים תהיינה בצבע ירוק והספר של האימא אומר שהעיניים תהיינה בצבע חום, ובסופו של דבר הגוף מחליט לאיזה מהם להקשיב).

עפ"י האבולוציה, כל המינים בעולם (בנ"א, חיות, צמחים, פטריות וחיידקים) תכליתם לשרוד במשך הזמן, ולצורך כך הם צריכים להשתנות בצורה דינמית ע"מ להתאים לכל התנאים שיעלו במהלך הזמן (יותר קר, פחות גשם, פחות שמש, יותר חמצן וכדומה). מצד שני אם הדנ"א של היצורים החיים היה משתנה כל הזמן, התאים לא היו מצליחים לתפקד (תנסו להכין עוגה כשמעדכנים ומשנים לכם את המתכון כל דקה). לכן, נוצרה איזושהי פשרה שיצור בפני עצמו לא אמור לשנות את הדנ"א שלו (אלא אם כן קורית מוטציה) אבל כשהוא מעביר את המידע הזה הלאה לצאצאים, יש מנגנון מדהים שמשנה את הדנ"א בצורה אקראית אך מבוקרת (כלומר, כל אזור בדנ"א יכול לעבור "החלפות", אבל זה לא שמוחקים מחדש וממציאים עוד מרכיבים למתכון, אלא מערבים בצורה מדוייקת בין המתכונים של האבא לבין המתכונים של האימא- 4.5 כוסות קמח שרשום אצל האבא במקום 5 כוסות קמח שרשום אצל האימא).

הביולוגיה מגדירה מין, בצורה גסה, לפי הדנ"א שלו- לכל מין אורך דנ"א שונה עם חלבונים שונים. הבעיה היא שלכאורה יש הבדלים אפילו ברמה של בין הורים לילדים, אז איך אפשר לקרוא לכולם בשם מין אחד? לכן ההגדרה הביולוגית של "מין" היא כל היצורים שיכולים להתרבות ביניהם (כמובן ברמת הזכר והנקבה) ולהעמיד צאצאים פוריים (כלומר, שהצאצאים בעצמם יכולים ליצור צאצאים). איך יוצרים יצורים שהם כלאיים ולא פוריים?

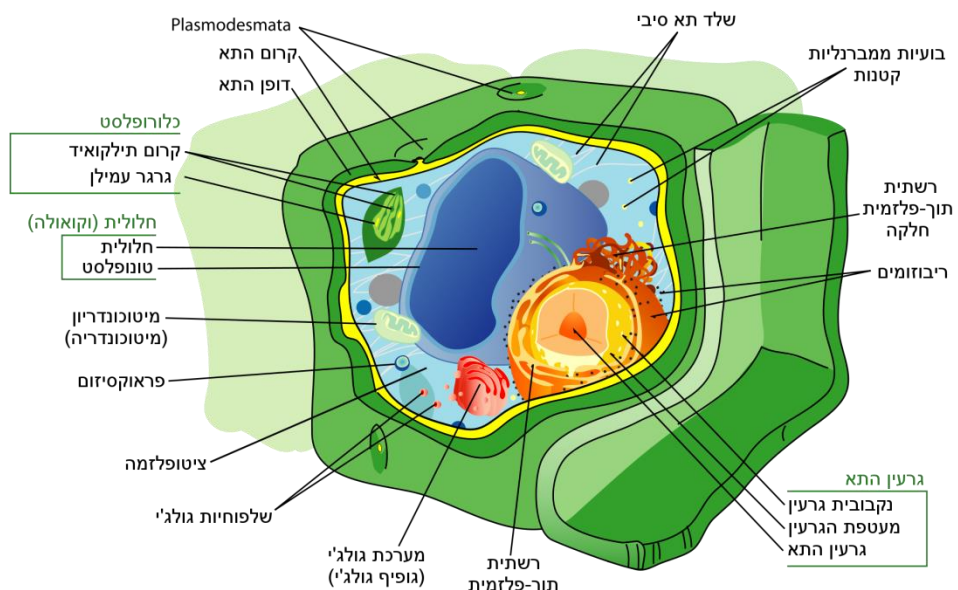
בגלל הצורך הנ"ל בלבקר את השינויים שעובר הדנ"א בצורה מאוד מדוקדקת, היצורים השונים יודעים לשמור על עצמם בכך שהם לא יערבבו דנ"א ליצור צאצא ביחד עם כל אחד- רק עם כאלה שהדנ"א שלהם מתאים בצורה יחסית טובה (שהאורך בסה"כ שווה, שהרצפים בסה"כ שווים, והכרומוזומים, החלקים אליהם הדנ"א מתחלק [הפרקים בספר המתכונים] בסה"כ שווים). לפעמים ההתאמה היא חלקית, ואז הבקרה לוקה בחסר, כי מצד אחד שני ההורים יוכלו לייצר צאצא מביניהם, אבל הוא לא יצליח להתרבות. לדוג' לסוס 32 זוגות כרומוזומים (סט כרומוזומים מכל הורה), ולחמור 31 זוגות כרומוזומים. לפרד, שהוא תוצאת ההכלאה בין חמור לסוסה, סט אחד של 31 כרומוזומים וסט אחד של 32 כרומוזומים. בגלל שהם לא שווים במספר, הם לא יכולים לעבור התחלקות והגוף של הפרד לא מאפשר ניסיון להתרבות בגלל הבקרה המדוקדקת הזאת של הדנ"א. דרך אגב, לפי ההגדרה הביולוגית, כרוב, ברוקולי, כרובית, קולרבי ועוד מוגדרים אותו מין- לעומת חסה שנמצאת "שנות אור" במרחק ביולוגי מהם מה שלא נכון מבחינה הלכתית שהתייחסה לממדים הרבה יותר מוחשיים (נתייחס לזה בשיעור).

הנדסה גנטית היא בעצם החדרה של דנ"א זר או שינוי בדנ"א המקורי בכדי לשנות תכונות ביצור אותו רוצים לשנות. לדוג', החדירו לתירס גן שמייצר רעלן נגד חרק ובכך הגנו עליו מפני החרק המסויים הזה, כשהגן נלקח מדנ"א של חיידק. בצורה כזו, עקפנו את מנגנון הבקרה הטבעי שיש לתירס להגן מפני דנ"א זר (בחיים לא היינו מקבלים את אותה תוצאה בצורה טבעית). טכנולוגיה זו היא נושא רגיש להלכה כפליים- קודם כל, מדובר בנושא רגיש לכל עולם המדע בגלל שנתח מסיבי של (אם לא רוב) המחקר במדעי החיים משתמש בטכנולוגיה זו, ורק על ידה יש לנו הרבה מסקנות ושימושים בעולם הרפואה, חקלאות, אקולוגיה ועוד. נוסף על כך, ההלכה מאוד רגישה לנושאים שנולדים במהלך הדורות, בגלל שאין הרבה מקורות להסתמך עליהם לצורך הדיון הדחוף בעניינים גלובליים.

במהלך השיעור אנסה לתת קודם כל ניסיון להבין את גדר איסורי כלאיים (לא נתייחס לכל סוגי הכלאיים אלא יותר לעיקרון, למרות שכן נגיע למסקנה לחילוק בין שני סוגי כלאיים), ואח"כ אנסה להסביר איך אני מבין את ההתלבטות ההלכתית בנוגע להנדסה גנטית, עם קינוח בשאלה פילוסופית שלדעתי מאוד חשובה בכלל בחיים.



נספח תמונות- 1) דוגמא למבנה של חלבון (למעלה)- ככה נראה חלבון מתפקד כשאזור מסויים שלו (לדוגמא האזור הצהוב מימין) אחראי לפעולה הספציפית שהוא עושה, כמו פירוק עמילן לסוכרים פשוטים; 2) מבנה סכמטי של תא צמחי (למטה)- הירוק מסביב זה הדפנות שלו, הכתום זה הגרעין (שם נמצא הדנ"א), השאר פחות חשוב לענייננו.



המשך נספח תמונות: 3) מבנה הדנ"א- התמונה מצד שמאל זה המבנה שאנשים מכירים (מסרטים ועוד) של גרם מדרגות מסתלסל, כשאורך מסויים של גרם המדרגות הוא יכול להיות גן (לדוגמא הגן שאחראי לצבע עיניים)- זה המבנה הפתוח שמופיע כשרוצים להשתמש בדנ"א בשביל ליצור חלבונים (כמו ספר מתכונים פתוח) והתמונה מצד ימין זה כשהדנ"א דחוס למבנה שקוראים לו כרומוזום (למעלה)- זה המבנה הסגור שמופיע כשהתא רוצה להתחלק וליצור שני תאים חדשים במקומו (כמו כשאורחים את כל הספרים בתוך ארגז בשביל לעבור מקום)- כל התמונות באמצע הן שלבי ביניים באריזה ובפתיחה.

4) תהליך סכמטי של לקיחת דנ"א מחיידק והחדרה לתא צמחי (למטה)- מבודדים את הדנ"א הרצוי מתא החיידק (מצד שמאל למעלה) ועורכים אותו איך שרוצים (מצד שמאל למטה), מחדירים אותו לתא צמחי (באמצע למטה) ומגדלים את התא ה"טרנסגני" (=שהחדירו לו גן מבחוץ) במצע גידול מיוחד (אמצע למעלה) עד שהוא גדל מספיק שיהיה אפשר להעביר אותו לעציץ (מצד ימין)

