

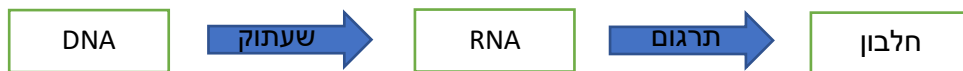
## חישוב ביולוגי

### תרגיל בית 1

מגישות: ארבל בראון 208649749 ומוריה ויצמן 206607459  
סמסטר ב' התשפ"ג

1.

- a. הדוגמא המרכזית של הביולוגיה המולקולרית- לפי עקרון זה, תעתוק החומר התורשתי מתרחש בכיוון אחד עיקרי- באמצעות שיעתוק מה-DNA ל-RNA, ומה-RNA לחלבון באמצעות תרגום. המידע הגנטי המוחזק ב-DNA נשאר זהה בין תא לתא. RNA משועתק ל-strand אחד על ידי המרת הנוקלאוטידים באופן הבא:  $A \rightarrow U$   $T \rightarrow A$   $C \leftrightarrow G$ . לאחר מכן הנוקלאוטידים יתורגמו לחומצת אמינו ואז לחלבון.



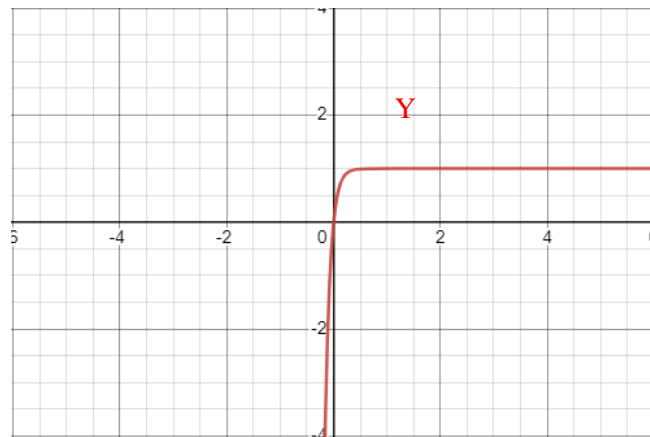
- תהליך דו שלבי עדיף מכיוון שבמהלך התהליך הדו שלבי יש בקרה בין השלבים, זה מאפשר לראות אם הייתה טעות בשיעתוק. אם תתגלה טעות התא יחסל את RNA ויתחיל את התהליך מחדש ובכך ימנע בזבז אנרגיה על תרגום של RNA לא טוב.
- b. מוטיבים הם דפוסים המופיעים יותר פעמים משניתן לצפות ברשת אקראית ולכן הם נמצאים בייצוג יתר מבחינה סטטיסטית.
- c. באוטו-רגולציה שלילית ידוע כי:  $\frac{\partial Y}{\partial t} = f(y) - \alpha Y$ . מכאן שקצב הייצור של החלבון תלוי בריכוז של החלבון עצמו, כלומר יש לו בקרה על עצמו. ראינו שכאשר הריכוז של Y קטן נוכל לומר ש:  $\frac{\partial Y}{\partial t} = \beta - \alpha Y$  ואם נניח שהפירוק זניח נקבל  $\frac{\partial Y}{\partial t} = \beta \rightarrow Y(t) = \beta \cdot t$  כלומר בהתחלה הגידול הוא לינארי, עד שמתחיל פירוק של החלבון שמאט את קצב הייצור. נקבל שזמן מחצית החיים של החלבון גדל ביחס הפוך לביתא, ולכן ביתא גדול גורר זמן מחצית החיים קטן, מה שמסביר את האצת התגובה באוטורגולציה שלילית. תפקיד אפשרי של סוג הבקרה הזה הוא לאפשר האצת התגובה של החלבון באופן יעיל. כמו כן תהליך זה מווסת את יצירת החלבונים.
- d. תהליך אוטו-רגולציה חיובית גם הוא נועד לווסת את כמות יצירת החלבונים אך בניגוד לתהליך השלילי ההשפעה שלו היא האטה של זמן תגובת החלבון. בסוג הבקרה הזה מתקיים  $\frac{dX}{dt} = \beta + \beta_1 X - \alpha X$  (אם מניחים פירוק בקירוב לינארי) כך, קצב ייצור החלבון עולה ביחס ישר לריכוז החלבון, כלומר ריכוז גבוה של חלבון יגרור ייצור בקצב גבוה. מפתרון המשוואה נוכל לקבל כי  $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\alpha - \beta_1}$  כאשר ללא בקרה אנחנו יודעים ש כי  $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\alpha}$ , כלומר כאן קיבלנו זמן ארוך יותר מהזמן ללא בקרה, וקיבלנו האטה בזמן התגובה. תפקיד אפשרי של אוטורגולציה חיובית הוא ייצוב המערכת על ידי האטת קצב התגובה וויסות של יצירת החלבונים.

2.

a.  $Y(t) = \frac{\beta}{\alpha}(1 - e^{-\alpha t}) + Y_0 e^{-\alpha t}$  ← נציב את הנתונים:

$$Y(t) = \frac{10}{10}(1 - e^{-10t}) + 0 \cdot e^{-\alpha t}$$

$$Y(t) = 1 - e^{-10t}$$



$$Y_{ss} = \frac{\beta}{\alpha} \rightarrow Y_{ss} = \frac{10}{10} = 1 \text{ במצב יציב, כלומר}$$

$$Y\left(\frac{t_1}{2}\right) = \frac{1}{2} Y_{ss} \text{ נחשב את זמן מחצית החיים:}$$

$$Y(t_{0.5}) = \frac{1}{2} \cdot 1 \rightarrow \frac{1}{2} = 1 - e^{-10 \cdot \frac{t_1}{2}} \rightarrow e^{-10 \cdot \frac{t_1}{2}} = \frac{1}{2} \rightarrow -10 \frac{t_1}{2} = \ln\left(\frac{1}{2}\right) \rightarrow t_{\frac{1}{2}} = 0.0693$$

$$X(t) = \frac{\beta}{\alpha}(1 - e^{-\alpha t}) + X_0 e^{-\alpha t} \quad \text{b.}$$

$$X(t) = \frac{5}{1}(1 - e^{-1 \cdot t}) + 0 \cdot e^{-1 \cdot t} \text{ נציב:}$$

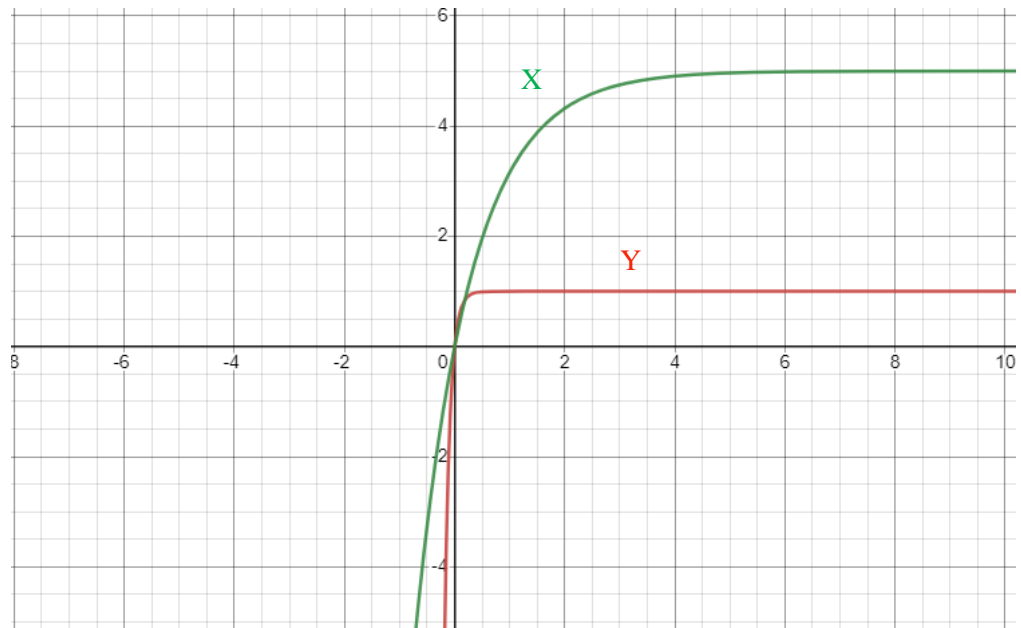
$$X(t) = (5 - 5e^{-1 \cdot t})$$

$$X_{ss} = \frac{\beta}{\alpha} \rightarrow X_{ss} = \frac{5}{1} = 5$$

$$X\left(\frac{t_1}{2}\right) = \frac{1}{2} \cdot 5 \rightarrow \frac{5}{2} = 5 - 5e^{-\frac{t_1}{2}} \rightarrow 5e^{-\frac{t_1}{2}} = \frac{5}{2} \rightarrow -\frac{t_1}{2} = \ln\left(\frac{1}{2}\right) \rightarrow t_{\frac{1}{2}} = 0.693$$

ניתן לראות את התוצאות האלו גם בגרף- הגרף הירוק שמתאים לחלבון X שואף ל-5, וניתן לראות גם שהגרף מגיע לגובה של מחצית מהערך הסופי בזמן 0.7 בקירוב.

בנוסף נוכל להשוות לחלבון Y המוצג בגרף האדום, ששואף ל-1 וזמן מחצית החיים שלו קטן בהרבה, הוא מגיע לערך הרצוי מהר יותר.



.c

נתון  $Z_{ss} = Y_{ss} = 1$  אבל  $t_{\frac{1}{2Z}} < t_{\frac{1}{2Z}}$  כלומר, על מנת להגיע למצב יציב מהר יותר נצטרך לבזבז יותר אנרגיה ולכן היעילות האנרגטית פחות טובה בגן  $Z$  לעומת גן  $Y$ .

3.

נתונה הבקרה הבאה-  $X \rightarrow Y \rightarrow Z$ . חלבון X נמצא בתוך התא בתחילה בצורתו הלא אקטיבית. בזמן  $t=0$ , מופיע סיגנל  $S_X$  אשר מפעיל את חלבון X כפונקציית מדרגה.

$$a. \text{ נחשב את זמן התגובה של } Y: t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\alpha} = \frac{\ln 2}{1} = 0.69$$

לא צריך להוסיף את זמן התגובה של X כיוון שנתון ש-X עולה כפונקציית מדרגה, כלומר בזמן 0.

$$b. \text{ נציב במשוואת ריכוז החלבון: (נניח } Y_0 = 0) Y(t) = \frac{\beta}{\alpha}(1 - e^{-\alpha t})$$

$$Y(t) = \frac{3}{1}(1 - e^{-t}) = 3 - 3 \cdot e^{-t}$$

$$\text{נתון } \beta_z = 6, \alpha_z = 3, K_{yz} = 0.3$$

c. Z מתחיל להגיב בזמן שבו Y מגיע ל- $K_{yz}$

נציב במשוואת ריכוז החלבון של Y:

$$Y(\tau) = 3(1 - e^{-\tau}) = 0.3$$

$$0.9 = e^{-\tau}$$

$$\tau = 0.105$$

d. נחשב אז זמן מחצית החיים של Z מתחילת התגובה של Z:

$$t_{\frac{1}{2}Z} - t_{0Z} = \frac{\ln 2}{\alpha} = \frac{\ln 2}{3} = 0.231$$

נוסיף לתוצאה את הזמן שעבר מ- $t=0$  ועד לתחילת הפעולה של Z, כלומר את  $\tau$ :

$$t_{\frac{1}{2}Z} = 0.231 + 0.105 = 0.336$$