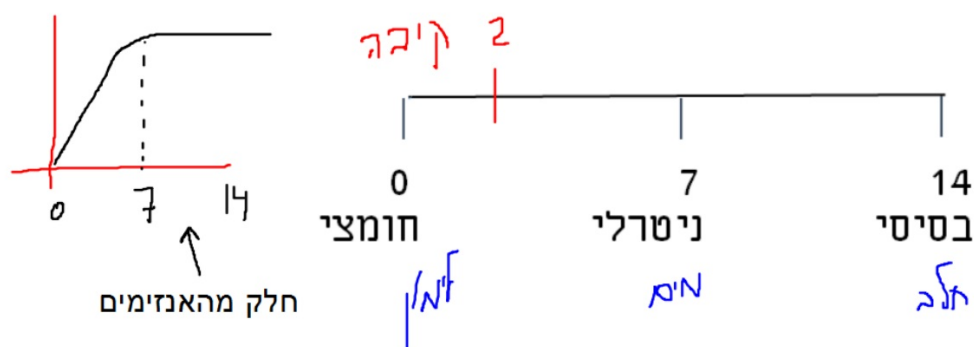


12.4.22

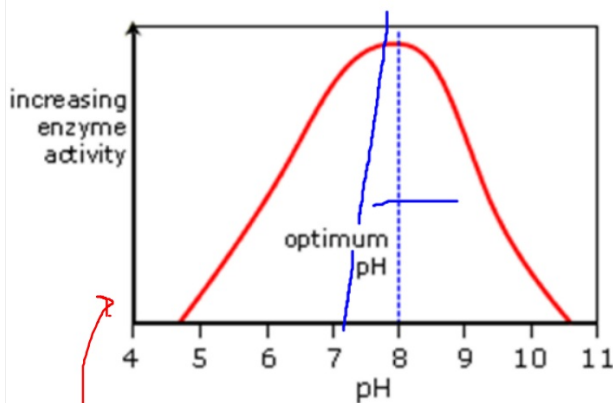
8.רגישות ל- pH חומצי - הציטופלסמה בתאים בד"כ ניטרלית, עם pH בסביבות 7. לכל אנזים יש רמה מיטבית (אופטימאלית) של pH, וקצב פעילותו יורד ככל שה- pH בסביבה מתרחק מרמה זו. כאשר מוסיפים לחלבון חומצה – מיץ לימון למשל, מקבלים **דנטורציה** דומה למה שקבלנו בחימום החלבון.



pH זו דרגת חומציות – בסיסיות, שנמדדת ביחידות של 0-14.

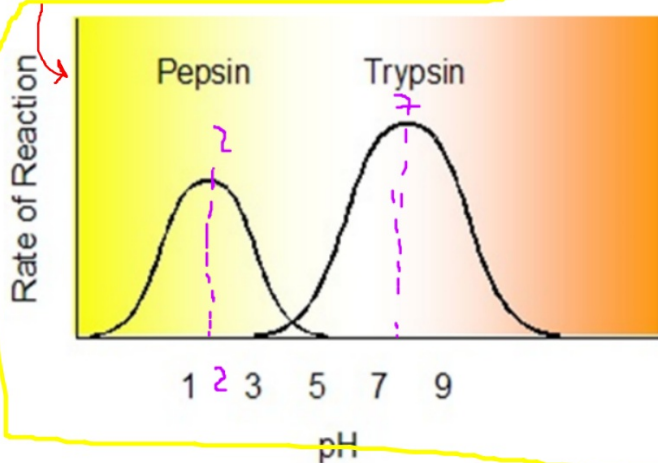


המשך השפעת PH על פעילות האנזים



קצב פעילות האנזים

- גרף 1 -
השפעת PH על קצב פעילות האנזים.
א. תאר את הגרף.
ב. הסבר את הגרף.

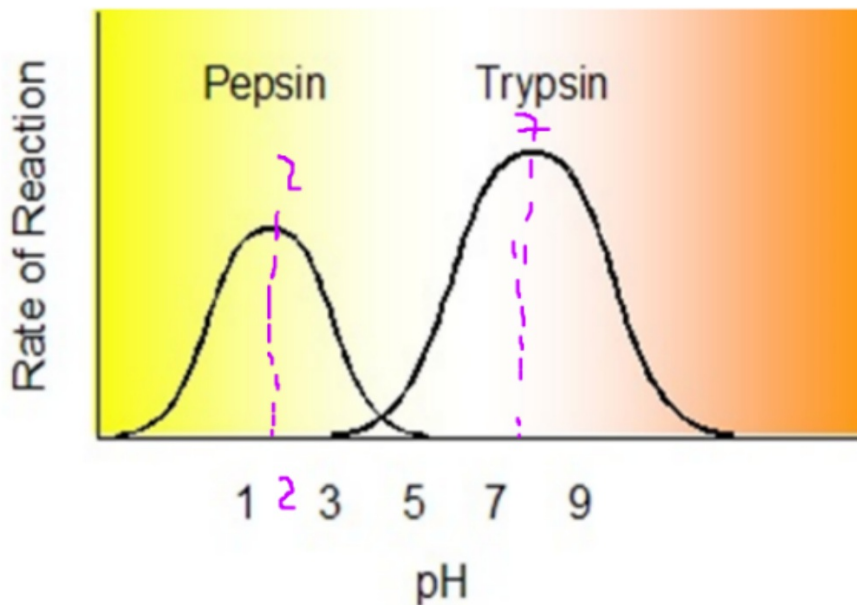


קצב פעילות האנזים

- גרף 2 -
השפעת PH על קצב פעילות האנזים פפסין והאנזים טריפסין.
א. תאר את הגרף.
ב. הסבר את הגרף.

גרף 3





א. תאר את הגרף.
ב. הסבר את הגרף.

ציר X - דרגת חומציות
ציר Y - קצב פעילות האנזים

פפסין - הגורם המשפיע - מה שנמצא בציר X. כלומר השפעת החומציות. =
המשתנה הבלתי תלוי = גורם א-ביוטי.
הגורם המושפע - קצב פעילות האנזים - תהליך ביולוגי - גורם מושפע - גורם
ביוטי.
טריפסין -
הסבר - שניהם אנזימים מפרקי חלבונים.

איזה משפט מתאר מה קורה למולקולת האנזים לאחר שחרור התוצר?

☐ עם שחרור התוצר מתפרק האנזים, ומולקולת אנזים חדשה תופסת את מקומו.

☐ עם שחרור התוצר משתנה מבנה האנזים, ומולקולת סובסטרט נוספת אינה יכולה להיקשר אליו.

☐ התוצר נשאר קשור לאנזים עד שהתוצר מנוצל לפעילות תאית אחרת.

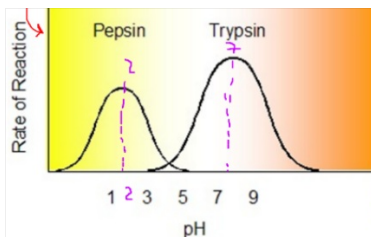
☐ עם שחרור התוצר, האנזים יכול לקשור מולקולת סובסטרט נוספת ולזרז תגובות חוזרות של הפיכת סובסטרט לתוצר. לאחר שחרור התוצר, האנזים (לקטאז) נקשר למולקולת סובסטר <choicehint/

פפסין (Pepsin מיוונית עתיקה $\rho\upsilon\sigma\acute{\iota}\nu$ - עיכול)
הוא אנזים פרוטאוליטי המופרש ב**קִיבָּה** והוא אחד מאנזימי העיכול העיקריים במערכת העיכול של האדם ובעלי חיים רבים אחרים.

טריפסין, סרין פרוטאז הנמצא במערכת העיכול, שם הוא מפרק חלבונים. האנזים משמש למספר תהליכים ביוטכנולוגיים. טריפסין מופרש ל**מעיים** שם הוא מפרק חלבונים לפפטידים קטנים יותר או ל**חומצות אמינו**. האנזים חשוב לקליטת חלבון במזון. טריפסין מזרז את פירוק הקשרים הפפטידים. ה-**pH** האופטימלי לפעולת הטרפסין הוא בסביבות 8 וטמפרטורת הפעולה האופטימלית בסביבות 37°C.

תשובה נכונה:

פפסין - האנזים עובד במיטבו כאשר מגיע לשיא - רמת חומציות 2, ולכן ניתן להסיק שזהו אנזים מותאם לקיבה שם החומציות גבוהה מאוד.
טריפסין - יש אנזימים אשר עובדים ברמה 7 8 בצורה הכי טובה, כאשר רמת החומציות ניטרלית, אך לאחר מכן כאשר מגיעים לבסיסיות האנזימים הללו לא פועלים ויש דנטורציה.
טריפסין לא פועל בקיבה.



גרף 1

א. תיאור גרף -

עד $\text{pH} = 4.5$ אין פעילות של האנזים. פעילות האנזים עולה עד 7 בערך למקסימום. לאחר מכן מ-7 עד 10.5 פעילות האנזים יורדת.

חשוב מאד לרשום מספרים שמופיעים בגרף (אם מופיעים).

ב. הסבר הגרף -

ב- pH חומצי פעילות האנזים מאד נמוכה. רוב האנזימים עוברים דנטורציה בסביבה חומצית, והמבנה המרחבי שלהם קורס. שיא פעילות האנזים ב- $\text{pH} = 7$, שזו סביבה ניטרלית, שבה רוב תהליכי התא מתבצעים. כאשר עוברים ל- pH בסיסי במקרה זה פעילות האנזים יורדת. אנזימים אחרים מסוגלים לפעול גם בסביבה בסיסית.

גרף 2

א. תיאור גרף -

פפסין - עליה מ- $\text{pH} = 0$ עד מקסימום ב- 2, וירידה ל- 5.
טריפסין - עליה מ- $\text{pH} = 3$ עד מקסימום ב- (או 7), וירידה ל- 10.

ב. הסבר לגרף -

הפפסין הוא אנזים שמפרק חלבונים והפעילות שלו מתרחשת בקיבה. הטריפסין גם מפרק חלבונים, אבל פעילותו מתרחשת במעי הדק - מופרש בתריסריון.

מה גורמת החומציות בקיבה?

כיב קיבה - אולקוס

פצע שנגרם ברירית של הקיבה.
הגורם העיקרי הוא חיידק, שנקרא "הליקובקטר פילורי".
הפצע בקיבה גורם לכאבים.
פרס נובל הוענק ב- 2005 לשני מדענים - וורן ומרשל, שגילו את החיידק ומה שהוא גורם. עד אז חשבו, שכיב קיבה נגרם כתוצאה מלחץ. כלומר, מחלה פסיכו-סומטית, שגורמת להפרשת יתר של חומצה בקיבה, וגורמת לפצעים.
כיום יש בדיקה קלה לנוכחות החיידק בקיבה על ידי נשיפה.
הטיפול הוא באמצעות אנטיביוטיקה.

<https://telem.openu.ac.il/courses/c20237/Hpylori-g.htm>

מה גורמת החומציות בקיבה?

ככל הנראה, החומציות הגבוהה בקיבה פוגעת בחיידקים, שנכנסים עם המזון. החיידקים גורמים לפירוק וקילקול המזון. החומציות עלולה לפגוע גם בחיידקים טובים, וגם בתאים של הגוף, שמכילים חלבונים. החומצה מופרשת רק כאשר המזון מגיע לקיבה. המזון מתערבב עם החומצה. פנימה לדופן הקיבה יש שכבה רירית, שמגינה על תאי הקיבה. המזון נשאר בקיבה 3-4 שעות, ולאחר מכן עובר לתרסריון.

ניטרול חומציות

האנזימים בתרסריון ובמעיים פועלים בסביבה **ניטרלית**. הגיע מזון מהקיבה עם חומצה. התרסריון מפריש חומר בסיסי. הבסיס מנטרל את החומצה. מתרחש תהליך של סתירה כימית:
חומצה + בסיס → מלח + מים.

9. עיכוב תחרותי ועיכוב לא תחרותי

עיכוב תחרותי - המעכב התחרותי דומה במבנהו לסובסטרט, אך למעשה אינו סובסטרט של האנזים, ולכן האנזים אינו מסוגל לשנותו. המעכב התחרותי מתחרה עם הסובסטרט על אתרי הקישור של האנזים. הוא מעכב, מכיוון שהוא נשאר קשור לאתר הפעיל ומונע קשירה של מולקולות הסובסטרט אליו. ככל שריכוז מולקולות הסובסטרט גבוה יותר, גדול יותר הסיכוי שמספר רב שלהן יתקשר לאתרים הפעילים של מולקולות האנזים, והן ידחקו את המולקולות של החומר המעכב. מתקיימת תחרות על האתרים הפעילים.

דוגמא לעיכוב תחרותי היא של פעילות ההמוגלובין. ההמוגלובין הוא נשא ולא אנזים, אך יש לו אתר פעיל, שאליו נקשר חמצן. אם מגיע CO - פחמן חד חמצני הוא נקשר להמוגלובין כמו מעכב תחרותי.

עיכוב תחרותי

מעכב תחרותי



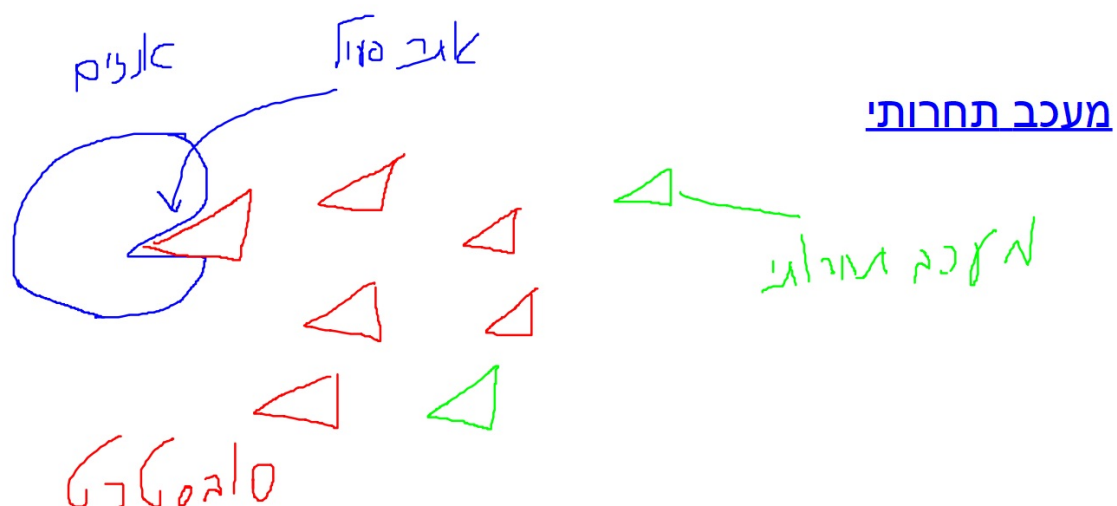
הקישור של הסובסטרט לאנזים - הפיך. נקשר, עושה את הפעולה ומשתחרר. הקישור של המעכב התחרותי לאנזים - בלתי הפיך. נקשר, לא עוזב את האנזים ומנטרל אותו.

עיכוב לא תחרותי



המעכב הלא תחרותי נקשר לאנזים במקום שונה מאשר האתר הפעיל, ומוציא אותו מכלל פעולה.

הפחמן החד חמצני מתחרה עם החמצן על הקישור
להמוגלובין, ולכן משמש כמעכב תחרותי. כאשר הפחמן החד
חמצני נקשר להמוגלובין, הוא לא עוזב אותו, ולכן ההמוגלובין
מעוכב, ויוצא מכלל פעולה. אם חלק גדול מההמוגלובין בגוף
ייקשר לפחמן חד חמצני, האדם לא ייקבל חמצן לתאים,
ובמיוחד למוח, ועלול למות.



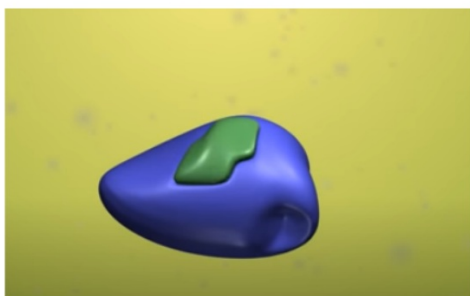
לאנזים יש אתר פעיל. הסובסטרט נקשר לאנזים באתר הפעיל, ומתבצע התהליך. למעכב התחרותי יש צורה דומה לצורה של הסובסטרט, ולכן הוא מסוגל להיקשר במקומו לאתר הפעיל. לאחר שהמעכב התחרותי נקשר לאתר הפעיל, הוא לא עוזב אותו, והאנזים מעוכב.

עיכוב לא תחרותי - חומר שאינו דומה בהכרח לסובסטרט של האנזים. חומר המסוגל להתקשר לאנזים אך לא לאתר הפעיל שלו. המעכב נקשר לאתר אחר כלשהו באנזים. קשירה זו משנה את המבנה המרחבי של האנזים, והוא מאבד את כושרו לשנות את הסובסטרט. נגרמת הפרעה לפעילות האנזים. הוספת כמות סובסטרט לא תשפיע כלל על העיכוב. המעכב "מפריע מהצד", ללא קשר לכמות הסובסטרט שנמצאת בסביבה. כאשר אנזים מעוכב ע"י מעכב לא תחרותי, אין דרך פשוטה לבטל את העיכוב. אם מעכב לא תחרותי מגיע לתא חי ומעכב פעילות אנזים חיוני, התא עלול למות.



מעכב תחרותי ומעכב לא תחרותי

<https://www.youtube.com/watch?v=sByPvdzUNsU>



מומלץ לראות את הסרטון.

10. קו- אנזימים וקו- פקטורים

קו אנזימים - אנזימים רבים אינם מסוגלים לזרז ריאקציות ללא סיוע מחומרים מיוחדים, שהם מולקולות קטנות מאד בהשוואה לאנזים. נוכחות החומרים האלה חיונית לתיפקודו התקין של האנזים. הקואנזימים הם חומרים אורגניים לא חלבוניים. הם עשויים להתקשר לאנזים בקשר רופף או להימצא בקרבה הדוקה אליו, אך אינם מהווים חלק ממולקולת האנזים. בהיעדרו של הקואנזים, האנזים אינו מסוגל לזרז את התהליך.

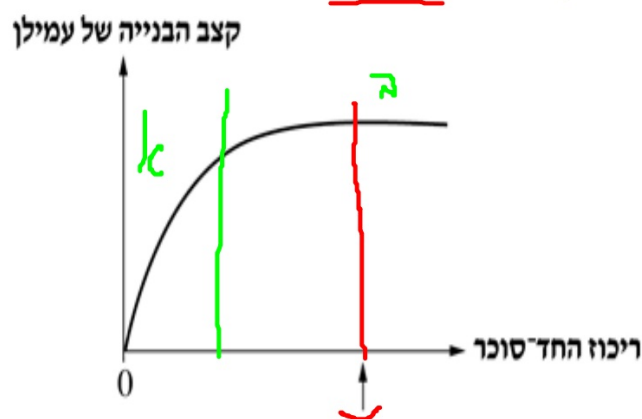
בגוף האדם, הויטמינים המסיסים במים הם ברובם קואנזימים של אנזימים המזרזים ריאקציות מרכזיות בתהליכי חילוף חומרים בתא. אם בגוף האדם או בגופם של בעלי חיים יהיה חסר ויטמין מסוים, הרי שפעולת האנזים, שהויטמין "עוזר לו" - לא תהייה תקינה. האדם עלול לסבול ממחלה מסויימת כתוצאה מחוסר בויטמין.

"תינוקות רמדיה" לא קיבלו ויטמין B12 וכתוצאה מכך חלו או מתו.

קופקטורים - ממלאים תפקיד דומה לזה של הקואנזימים, אך אלה הם בד"כ יונים מתכתיים, כלומר חומרים **אנאורגניים**. יון המגנזיום Mg^{2+} הוא קופקטור של כמה אנזימים המשתתפים במטבוליזם של פחמימות. יונים של נחושת Cu^{2+} וסידן Ca^{2+} , גם הם קופקטורים של אנזימים. בהיעדר הקופקטורים, האנזימים אינם פעילים, ומכאן ברורה חשיבותם של המינרלים והויטמינים בתזונתנו.

סיום נושא האנזימים.

בגרף שלפניך מתואר הקשר בין הריכוז של חד־סוכר לבין קצב הבנייה (סינתזה) של עמילן על ידי אנזים A.



החץ בגרף מסמן ריכוז מסוים של חד־סוכר. בריכוז זה, איזה חומר יש להוסיף למערכת כדי

לגרום לעלייה בקצב הבנייה של העמילן?

1. חד־סוכר. 1 - לא נכון. בכל מקרה יש עלייה של חד סוכר.
2. עמילן. 2 - לא נכון. התהליך יוצר עמילן.
3. אנזים A. 3 - נכון. מוסיפים עוד אנזים לתהליך בחלק שבו כל מולקולות האנזים תפוסות.
4. מים. 4 - לא נכון. מים לא משפיעים על התהליך.

3. המשפטים א-ד שלפניך משווים בין אנזימים לבין נוגדנים. מהו המשפט הנכון?

א. האנזימים מזרזים תהליכים של חילוף חומרים בתא, ואילו הנוגדנים מעכבים אותם.

ב. גם האנזימים וגם הנוגדנים פועלים רק מחוץ לתאים.

ג. גם האנזימים וגם הנוגדנים הם חלבונים הנקשרים באופן ייחודי לחומרים.

ד. ב-DNA מצוי מידע ליצירת אנזימים, ולא מצוי מידע ליצירת נוגדנים.

א - לא נכון. נוגדנים לא מעכבים תהליכים.

ב - לא נכון. נוגדנים פועלים מחוץ לתא, ואנזימים פועלים בתוך התא וגם מחוץ לתא.

ג - נכון. ספציפיות. קישור ספציפי.

ד - לא נכון. נוגדן זה חלבון. המידע ליצירת נוגדנים גם נמצא ב-DNA.