



בעיה 4

חלק א

השאלות בחלק זה ממוספרות במספרים 25-30. מספר הנקודות לכל שאלה מופיע לימינה. ענה על כל השאלות במחברת.

חלב אֵם הוא מזונם הראשון של כל בעלי-החיים השייכים למחלקת היונקים (ובכללם האדם). החלב הוא תערובת של מים, חלבונים, פחמימות, שומנים, יוני סידן ויונים אחרים. בקיבתם של בעלי-חיים בוגרים, השייכים למחלקת היונקים, יש כמות גדולה יחסית של חומצה המסייעת בקרישת החלב. קרישת החלב מסייעת לעיכול יעיל של חלבוני החלב. יש יונקים, כמו עגלים, אשר בתקופה שבה הם יונקים חלב אֵם כמות החומצה המופרשת בקיבתם קטנה יחסית, ומופרש בה האנזים רנין המסייע בקרישת החלב. הרנין אינו מופרש אצל יונקים בוגרים. **האנזים רנין** מזרז את פירוקו של אחד מחלבוני החלב – קזאין. תוצרי הפירוק של החלבון קזאין מתרכבים עם יוני הסידן המצויים בחלב. התרכובת הנוצרת היא בלתי מסיסה ושוקעת בצורת גושים. לתופעה זו קוראים "קרישת חלב" (או "התגבנות" – יצירת גבינה, ואכן האנזים רנין משמש ליצירת גבינה).

בניסוי זה תבדוק השפעה של גורמים שונים על קרישת חלב.

- א. רשום על מבחנה את שמך וכן "רנין מורתח", והעבר לתוכה 0.5 מ"ל רנין.
- ב. על שולחן המורה הוכן אמבט מים רותחים. הכנס את המבחנה לאמבט למשך 2 דקות.
- ג. לאחר ההרתחה, היעזר באטב להוצאת המבחנה מהאמבט והחזר אותה לכן המבחנות.
- ד. סמן 4 מבחנות בספרות 4-1. העבר 1 מ"ל חלב טרי לכל אחת מ-4 המבחנות 4-1.
- ה. קבל מהלבורנט כוס ובה מים חמים, והכן על שולחןך אמבט מים בטמפרטורה של 35°C (שמור על טווח טמפרטורות של 33°C - 38°C).
- ו. העבר לאמבט המים את המבחנות 4-1. המתן כ-2 דקות.
- ז. בזמן ההמתנה, רשום על כל אחת מ-4 פיפטות פסטר שם של אחד החומרים: מים, חומצה, רנין, רנין מורתח (שם אחד לכל פיפטה).
- ח. הוסף לכל אחת מהמבחנות 4-1 את החומר המתאים בעזרת פיפטת הפסטר המתאימה, על-פי הרשום בטבלה שלהלן.
רשום את השעה. טלטל קלות את המבחנות, והחזר אותן לאמבט.



ט. כדי לעקוב אחר קרישת החלב, הוצא מדי פעם מהאמבט כל אחת מהמבחנות, הטה אותה מעט באלכסון (היזהר לבל יישפך החלב) וגלגל אותה מעט מצד לצד. רשום את הזמן שבו ניתן להבחין בהיווצרות גושים קטנים של חלב קרוש על דופן המבחנה לאחר טלטולה. תופעה זו מעידה על תחילת קרישת החלב (ייתכן גם שהחלב ייקרש כגוש אחד). אם במבחנות מסוימות לא הייתה התחלה של קרישת חלב לאחר 5 דקות, רשום "אין קרישה".

השפעת טיפולים שונים על הזמן הדרוש לקרישת חלב בטמפרטורה של 35°C

מספר המבחנה	חלב (1 מ"ל)	הטיפול (4 טיפות)
1	+	מים
2	+	חומצה
3	+	רנין
4	+	רנין מורתח

ענה על שאלות 25-30.

25. (8 נקודות) העתק למחברתך את הטבלה. רשום בטבלה בעמודה האחרונה את תוצאות הבדיקה שביצעת בסעיף ט. תן לעמודה זו כותרת מתאימה.
26. (10 נקודות) איזה מבין הטיפולים שגרמו לקרישת החלב דומה למצב הקיים בקיבתם של עגלים יונקים, ואיזה מהטיפולים דומה למצב הקיים בקיבתם של בוגרים?
27. (12 נקודות) הסבר את חשיבות הבדיקה במבחנה 1.
28. (16 נקודות) אילו היית מכניס את המבחנות לאמבט שהטמפרטורה בו היא 20°C (במקום 35°C), האם היית מצפה לתוצאות שונות מאלה שקיבלת במבחנות 1-4? נמק את תשובתך בנוגע לכל אחת מ-4 המבחנות.
29. (12 נקודות) טיפולים שונים גורמים לדנטורציה (שינוי המבנה המרחבי) של חלבונים. זהה בניסוי שערכת שני מקרים של דנטורציה. הסבר את תשובתך.
30. (12 נקודות) אם לאחר קרישת החלב במבחנה 3 תוסיף לה עוד כמות קטנה של חלב, האם כעבור זמן-מה ייקרש החלב שהוספת? נמק.

שפוך לכלי הפסולת את שארית החלב ואת תכולת המבחנות.

מסור לבוחן את השאלון שבידך (חלק א של בעיה 4) עם המחברת, וקבל ממנו את שאלון 043005 (חלק ב של בעיה 4) עם מחברת נוספת.

שים לב שאתה מקבל את חלק ב של בעיה 4!



בעיה 4

חלק ב

- השאלות בחלק זה ממוספרות במספרים 46-59. מספר הנקודות לכל שאלה מופיע לימינה. ענה על כל השאלות במחברת.
- בניסוי זה תבדוק את ההשפעה של חימום מוקדם של האנזים רנין ל- 60°C על קרישת חלב.
- סמן 5 מבחנות בספרות: 0, 2, 4, 6, 8.
 - קבל מהלבורנט חלב טרי וכן מים חמים. הכן אמבט בטמפרטורה של 60°C - 62°C . אמבט זה ישמש לחימום מוקדם של האנזים רנין.
 - רשום "רנין מחומם" על מבחנה, והכנס אליה 1 מ"ל תמיסת רנין.
 - בעזרת פיפטת הפסטר המסומנת "רנין", טפטף 4 טיפות מתמיסת הרנין למבחנה 0.
 - החזר למבחנה המסומנת "רנין מחומם" את עודפי תמיסת הרנין שבפיפטה, והשאֵר את הפיפטה בתוך המבחנה.
 - בדוק שנית את טמפרטורת המים החמים (60°C - 62°C), העבר לאמבט את המבחנה המסומנת "רנין מחומם", ורשום את השעה.
 - לאחר 2 דקות, העבר 4 טיפות מהרנין המחומם למבחנה 2. החזר למבחנה המסומנת "רנין מחומם" את עודפי תמיסת הרנין, והשאֵר את הפיפטה בתוך המבחנה באמבט המים החמים.
 - חזור על הפעולה של הוצאת 4 טיפות רנין מחומם כעבור 4 דקות, 6 דקות, 8 דקות, והעבר אותן למבחנות 4, 6, 8 בהתאמה.
 - הנח את המבחנה המסומנת "רנין מחומם" בכך המבחנות. לא תזדקק יותר לאמבט של 60°C . הוסף מי ברז למים החמים שבו והכן אמבט מים בטמפרטורה של 35°C (שמור על טווח טמפרטורות של 33°C - 38°C). אמבט זה ישמש להחזקת המבחנות שבהן תיבדק פעילות האנזים שחיממת חימום מוקדם בזמנים שונים.
 - מלא בחלב מבחנה עד כמחצית מנפחה.
 - העבר לאמבט שבטמפרטורה של 35°C את 5 המבחנות 0, 2, 4, 6, 8 ואת המבחנה המכילה חלב. המתן כ-3 דקות.
 - בזמן ההמתנה, תוכל לתכנן את הטבלה הנדרשת על-פי שאלה 46 שלהלן.
 - למבחנה 0 הוסף 1 מ"ל מהחלב המחומם באמבט (35°C). רשום את השעה, טלטל קלות את המבחנה והחזר אותה לאמבט.



יד. כדי לעקוב אחר קרישת החלב, הוצא מדי פעם מהאמבט את המבחנה הנבדקת, הטה אותה מעט באלכסון (היזהר לבל יישפך החלב) וגלגל אותה מעט מצד לצד.
רשום את הזמן שבו ניתן להבחין בהיווצרות גושים קטנים של חלב קרוש על דופן המבחנה לאחר טלטולה (ייתכן גם שהחלב ייקרש כגוש אחד). לאחר קרישת החלב הנח את המבחנה בכך המבחנות.

טו. בצע את הבדיקה של קרישת החלב גם במבחנה 2, על-פי סעיפים יג-יד.

טז. הוסף 1 מ"ל מהחלב המחומם לכל אחת מהמבחנות 4, 6, 8. רשום את השעה, טלטל קלות את המבחנות, והחזר אותן לאמבט.

יז. בצע את הבדיקה של קרישת החלב במבחנות 4, 6, 8.

אם במבחנות מסוימות לא הייתה קרישת חלב במשך 12 דקות, רשום "אין קרישה".

ענה על שאלות 46-54.

- | | | |
|-------------|-----|---|
| (15 נקודות) | .46 | סכם בטבלה את מערך הניסוי ואת תוצאותיו. |
| (5 נקודות) | .47 | באיזו הצגה גרפית תבחר כדי להציג את תוצאות הניסוי? נמק. |
| (12 נקודות) | .48 | לרשותך נייר מילימטרי. הצג את תוצאות הניסוי במבחנות 0, 2, 4, 6, 8 בדרך גרפית מתאימה. (אם בחלק מהמבחנות לא נקרש החלב, אין צורך להציג תוצאה זו בהצגה הגרפית). |
| (5 נקודות) | .49 | תאר במילים את תוצאות הניסוי. |
| (10 נקודות) | .50 | הסבר את תוצאות הניסוי. התייחס לתוצאות בכל המבחנות. |
| (5 נקודות) | .51 | קבע כמה זמן צפוי לעבור עד לקרישת החלב, אם גִּשְׁהוּ את תמיסת הרנין ב-60°C במשך 5 דקות (שאר הגורמים בניסוי אינם משתנים). הסבר כיצד קבעת את תשובתך. |
| (5 נקודות) | .52 | הסבר מדוע היה צורך להשהות את החלב ואת האנזים, כל אחד בנפרד, בטמפרטורה של 35°C (סעיף יא) לפני שערבבו אותם. |
| (8 נקודות) | .53 | כיצד ישפיע כל אחד משני הטיפולים שלפניך (א-ב) על הזמן הדרוש לקרישת חלב ב-35°C?
א. הגדלה הדרגתית של ריכוז האנזים רנין (לא מחומם).
ב. השהיית האנזים רנין ב-70°C למשך 4 דקות.
נמק את תשובתך בנוגע לכל אחד מהטיפולים א ו-ב. |



54. (4 נקודות) כדי לייצר גבינות בעזרת האנזים רנין, משתמשים בחלב מפוסטר. כדי לפסטר חלב, אפשר לחמם אותו ב- 60°C במשך 30 דקות. חוקרים רצו לבדוק את השאלה: האם, כדי לייצר גבינה, רצוי להוסיף רנין לחלב לא מפוסטר ולפסטר את החלב והרנין יחד או רצוי לפסטר את החלב, לקררו, ולאחר מכן להוסיף רנין? המלץ לחוקרים על הדרך הרצויה. נמק את המלצתך על סמך תוצאות הניסוי.

בעבר הופק רנין רק מקיבות של עגלים. בימינו, בעזרת הנדסה גנטית, מפיקים רנין גם מחיידקים ומפטריות. תכנן ניסוי שיבדוק אם ה-pH המיטבי (אופטימלי) של האנזים שמופק מעגלים זהה ל-pH המיטבי של האנזים שמופק מחיידקים. תאר את הניסוי המתוכנן באמצעות תשובות לשאלות 55-59.

55. (4 נקודות) למה הכוונה במונח "pH מיטבי" של אנזים?
56. (7 נקודות) מהו הבסיס הביולוגי להשפעה של דרגת ה-pH על אנזים?
57. (6 נקודות) מה הם שני המשתנים הבלתי תלויים בניסוי?
58. (3 נקודות) מהו המשתנה התלוי בניסוי?
59. (6 נקודות) מנה שני גורמים שחשוב לשמור אותם קבועים בניסוי, והסבר מדוע חשוב לשמור אותם קבועים.

מסור לבוחן את שאלון חלק ב של בעיה זו (בעיה 4) עם המחברת, וצרף אליהם את הנייר המילימטרי שעליו הצגת את תוצאות הניסוי.

ב ה צ ל ח ה !