



בעיה 6

חלק א

השאלות בחלק זה ממוספרות במספרים 41-46. 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 את השפעת האנזים רנין על קרישת חלב, וכן תבדוק השפעה של יונים שונים על תהליך הקרישה.

- רשום על מבחנה את שמך וכן "רנין מורתח", והעבר לתוכה 0.5 מ"ל רנין.
- על שולחן המורה הוכן אמבט מים רותחים. הכנס את המבחנה לאמבט למשך 2 דקות.
- לאחר ההרתחה, היעזר באטב להוצאת המבחנה מהאמבט והחזר אותה לכן המבחנות.
- סמן 6 מבחנות בספרות 1-6. העבר 1 מ"ל חלב טרי לכל אחת מ-6 המבחנות 1-6.
- רשום על כל אחת מ-3 פיפטות פסטר, שם של אחד החומרים: מים, אוקסלט, סידן (שם אחד לכל פיפטה). הוסף לכל אחת מהמבחנות 1-6, בעזרת הפיפטות המתאימות, את החומרים על-פי הרשום בטבלה שלפניך חוץ מרנין. את האנזים רנין תוסיף מאוחר יותר.

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

מספר המבחנה	1 מ"ל חלב	4 טיפות תמיסת יוני אוקסלט	4 טיפות תמיסת יוני סידן	מספר טיפות מים	4 טיפות תמיסת רנין	
1	+	—	—	8	—	
2	+	—	—	4	+	
3	+	+	—	0	+	
4	+	—	+	0	+	
5	+	—	+	4	—	
6	+	—	—	4	+	רנין מורתח



ו. קבל מהלבורנט כוס ובה מים חמים, והכן על שולחןך אמבט מים בטמפרטורה של 35°C (שמור על טווח טמפרטורות של 33°C - 38°C). הכנס את 6 המבחנות לאמבט המים, והשהה בו את המבחנות למשך כ-2 דקות.

ז. רשום "רנין" על פיפטת פסטר אחת, ורשום "רנין מורתח" על פיפטת פסטר אחרת. הוסף בעזרת הפיטה המתאימה, 4 טיפות רנין לכל אחת מהמבחנות 2, 3, 4. הוסף בעזרת הפיטה המתאימה, 4 טיפות מתמיסת הרנין שהורתחה למבחנה 6. רשום את השעה, טלטל קלות את המבחנות, והחזר אותן לאמבט.

ח. 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 7 דקות, רשום "אין קרישה".

ט. החזר את המבחנות לכן המבחנות, חוץ ממבחנה 3. אם הטמפרטורה באמבט ירדה מתחת ל- 35°C הוסף מים חמים. למבחנה 3 הוסף 8 טיפות תמיסת יוני סידן, טלטל אותה קלות, ומדוד את הזמן שעובר עד לקרישת החלב בה. רשום לעצמך את התוצאה (לא בטבלה). בשאלה 46 תתבקש להתייחס לתוצאה זו.

ענה על שאלות 41-46.

- | | | |
|-----|-------------|---|
| 41. | (10 נקודות) | העתק למחברתך את הטבלה. רשום בטבלה בעמודה האחרונה את תוצאות הבדיקה שביצעת בסעיף ח. תן לעמודה זו כותרת מתאימה. |
| 42. | (12 נקודות) | רנין הוא אנזים. אילו תוצאות בניסוי שביצעת תומכות בעובדה זו? נמק. |
| 43. | (8 נקודות) | תאר על-פי תוצאות הניסוי את ההשפעה של יוני סידן ושל יוני אוקסלט על קרישת חלב בעזרת רנין. |
| 44. | (16 נקודות) | הסבר את החשיבות של הבדיקה במבחנה 1, ואת החשיבות של הבדיקה במבחנה 5. |
| 45. | (12 נקודות) | אילו היית מכניס את המבחנות לאמבט שהטמפרטורה בו היא 20°C (במקום 35°C), האם היית מצפה במבחנות 1, 2, 4 לתוצאות שונות מאלה שקיבלת? נמק את תשובתך בנפרד לכל אחת משלוש המבחנות. |
| 46. | (12 נקודות) | יוני אוקסלט קושרים יוני סידן ומתקבלת תרכובת שאיננה מתפרקת ליונים (משקע לא מסיס).
על סמך מידע זה והמידע על תהליך קרישת החלב שבתחילת הבחינה (עמוד 2), הסבר את התוצאות שהתקבלו במבחנות 3 ו-4 ואת התוצאה שהתקבלה במבחנה 3 לאחר הוספת 8 טיפות תמיסת יוני סידן (סעיף ט). |

מסור לבוחן את השאלון שבידך (חלק א של בעיה 6) עם המחברת,
וקבל ממנו את שאלון 043005 (חלק ב של בעיה 6) עם מחברת נוספת.



שים לב שאתה מקבל את חלק ב של בעיה 6!

עבור לעבוד באמצעות גיליון אלקטרוני.

ב ה צ ל ח ה !



שאלון מס. 043005

בעיה 6

חלק ב

עבודה באמצעות גיליון אלקטרוני

השאלות בחלק זה ממוספרות במספרים 76-89. מספר הנקודות לכל שאלה מופיע לימינה.

החלב הוא תערובת של מים, חלבונים, פחמימות, שומנים, יוני סידן ויונים אחרים. יש יונקים כמו עגלים, אשר בתקופה שבה הם יונקים חלב אָם, מופרש בקיבתם האנוזים רנין המסייע בקרישת החלב.

האנוזים רנין מזרז את פירוקו של אחד מחלבוני החלב – קזאין. תוצרי הפירוק של החלבון קזאין מתרכבים עם יוני סידן המצויים בחלב. התרכובת הנוצרת היא בלתי מסיסה ושוקעת בצורת גושים. לתופעה זו קוראים "קרישת חלב". אחת השיטות לייצור גבינות היא הוספת רנין לחלב עד לקרישתו.

בטבלאות בקובץ Tables 6 יש תוצאות של ניסויים על קרישת חלב באמצעות רנין. לרשותך נספח הוראות לעבודה בגיליון אלקטרוני. תוכל להיעזר בו במהלך עבודתך.

א. טען את תוכנת הגיליון האלקטרוני.

ב. טען את קובץ Tables 6. בקובץ זה שתי טבלאות. בטבלה 1 מוצגות תוצאות של בדיקת חלב מפרות שונות. דגימות של חלב נלקחו מעשר פרות, ובכל דגימה נמדד ריכוז של יוני הסידן בחלב. בנוסף הוסיפו כמות קבועה של רנין לכל דגימת חלב, ונמדד הזמן שעבר עד לקרישת החלב.

ג. הקלד את כותרת הטבלה ואת כותרות העמודות על-פי הטבלה שלפניך.

1	טבלה 1	A	B	C	D
2	ריכוז יוני הסידן והזמן שעבר עד לקרישה בעזרת רנין				
3	בדגימות חלב מפרות שונות				
4	מספר הדגימה	ריכוז יוני הסידן בחלב (יחידות שרירותיות)	הזמן שעבר עד לקרישה (שניות)		
5	א	50	230		
6	ב	60	213		
7	ג	80	174		
8	ד	45	240		
9	ה	20	663		
10	ו	40	280		
11	ז	25	470		
12	ח	22	498		
13	ט	70	200		
14	י	30	350		



ענה על שאלות 76-89 במחברת, אלא אם כן רשום אחרת.

76. (7 נקודות) כדי לבדוק את הקשר בין ריכוז יוני הסידן בחלב לבין הזמן הדרוש לקרישת החלב בעזרת רנין, יש למיין את הטבלה לפי אחד המשתנים. סמן את כל הטבלה ומיין את הנתונים לפי סדר עולה של ריכוז יוני הסידן בחלב.

ד. הוסף לכותרת הטבלה שהתקבלה לאחר המיון את חמש הספרות האחרונות של מספר תעודת הזהות שלך.
לדוגמה בעל תעודת זהות שמספרה 005457019 יוסיף לכותרת הטבלה 57019.

77. (12 נקודות) הצג (על צג המחשב) את הקשר בין ריכוז יוני הסידן לבין הזמן הדרוש לקרישת החלב בעזרת רנין בהצגה גרפית מתאימה. תן כותרת מתאימה. הוסף לכותרת ההצגה הגרפית את חמש הספרות האחרונות של תעודת הזהות שלך. מספר זה יהיה שם חדש לקובץ.

ה. רשום את כותרת ההצגה הגרפית ואת שם הקובץ גם במחברתך.

ו. שמור בתקליטון שלך את הקובץ (הכולל את הטבלה לאחר המיון ואת ההצגה הגרפית) בשם שנתת בסעיף הקודם.

78. (7 נקודות) על סמך המידע הנתון בתחילת חלק ב (עמוד 2) ותוצאות הבדיקות, הסבר את הקשר בין ריכוז יוני הסידן בחלב לבין הזמן הדרוש לקרישת החלב בעזרת רנין.

79. (10 נקודות) איזה גורם (חוץ משינוי ריכוז יוני הסידן) יכול לזרז את קצב קרישת החלב כאשר ריכוז יוני הסידן הוא 80 יחידות שרירותיות? הסבר את תשובתך.

כדי לייצר גבינות בעזרת האנזים רנין משתמשים בחלב מפוסטר. כדי לפסטר חלב אפשר לחמם אותו ב- 60°C במשך 30 דקות. חוקרים רצו לבדוק מהו סדר הפעולות המומלץ:
(1) הוספת רנין לחלב ופסטור החלב והרנין יחד.
או
(2) פסטור החלב, קירורו לטמפרטורת החדר והוספת רנין.

כדי לענות על שאלה זאת ביצעו את הניסוי הבא:
תמיסת רנין הועברה לאמבט בטמפרטורה של 60°C .
8 מבחנות המכילות 2 מ"ל חלב הוכנו בטמפרטורת החדר (25°C).
בכל כמה דקות הוציאו 4 טיפות רנין ששהה בטמפרטורה של 60°C והעבירו למבחנה המכילה חלב בטמפרטורת החדר. בדקו את הזמן שעבר עד לקרישת החלב בטמפרטורה זו.
תוצאות הניסוי מובאות בקובץ Tables 6 בטבלה 2 (שורות 35-45 בגיליון).



ז. הקלד את כותרת הטבלה ואת כותרות העמודות על-פי הטבלה שלפניך.

	A	B	C
35	טבלה 2		
36	השפעת משך שהיית האנזים ב-60 מ"צ עד לקרישת החלב		
37	משך שהיית האנזים ב-60 מ"צ (דקות)	הזמן שעבר עד לקרישת החלב (דקות)	
38	0	2	
39	2	4	
40	5	7	
41	10	12	
42	15	17	
43	18	21	
44	25	30	
45	30	55	
46			
47	מ"צ = מעלות צלסיוס		

(5 נקודות) 80. באיזו הצגה גרפית תבחר כדי להציג את תוצאות הניסוי? נמק.

(10 נקודות) 81. הצג את התוצאות בהצגה גרפית מתאימה. תן כותרת מתאימה. הוסף לכותרת ההצגה הגרפית את חמש הספרות האחרונות של תעודת הזהות שלך.

ח. שמור שוב את הקובץ, הכולל את טבלה 1 לאחר המיון ואת ההצגות הגרפיות של טבלה 1 וטבלה 2 בתקליטון שלך.

(3 נקודות) 82. באיזו טמפרטורה התרחשה הפעילות האנזימטית?

(10 נקודות) 83. הסבר את תוצאות הניסוי.

(5 נקודות) 84. באיזו דרך להכנת גבינה מחלב מפוסטר תמליץ לחוקרים לבחור? נמק 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 85-89.

(4 נקודות) 85. למה הכוונה במונח "pH מיטבי" של אנזים?

(7 נקודות) 86. מהו הבסיס הביולוגי להשפעה של דרגת ה-pH על אנזים?



87. (6 נקודות) מה הם שני המשתנים הבלתי תלויים בניסוי?
88. (3 נקודות) מהו המשתנה התלוי בניסוי?
89. (6 נקודות) מנה שני גורמים שחשוב לשמור אותם קבועים בניסוי, והסבר מדוע חשוב לשמור אותם קבועים.
ט. בדוק אם נשמר בתקליטון הקובץ ששמו מורכב מחמש הספרות האחרונות של מספר תעודת הזהות שלך. הקובץ כולל את טבלה 1 הממוינת, את ההצגה הגרפית שלה ואת ההצגה הגרפית של טבלה 2.
י. הדפס את הקובץ וצרף אותו למחברת הבחינה.

בסיום עבודתך:

- א. בדוק את התדפיסים.
ב. רשום על התקליטון את מספר תעודת הזהות שלך.
מסור לבוחן את שאלון חלק ב של בעיה זו (בעיה 6) עם המחברת, וצרף אליהם את תדפיס הקבצים ואת התקליטון.

ב ה צ ל ח ה !