



מאזנה

ניסוי 1

הנושא: דיפוזיה דרך קרום מלאכותי בררני השפעת טמפרטורות שונות על מהירות הדיפוזיה של יוד

הכיתה: י, יא / 3 י"ל

הזמן הנדרש: שני שיעורים

הידע הקודם הנדרש: דיפוזיה *

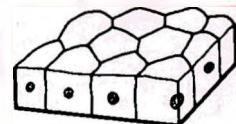
מערכת הניסוי בחלקים א ו-ב דומה, לכן מוצע להדגים את חלק א. במקרה זה רצוי לבצע לפני השיעור את סעיפים 1 ו-2.
חלק ב, בו נבדקת השפעת טמפרטורות שונות על מהירות הדיפוזיה של יוד, יבוצע על ידי התלמידים.

א. תמיסת היוד שצבעה חום צהבהב עוברת דיפוזיה דרך קרום שקית דיאליזה. כאשר מולקולות היוד באות במגע עם מולקולות העמילן, מתרחשת תגובה שבה משתנה הצבע לכחול כהה. בהיות מולקולות העמילן גדולות מאוד ואינן עוברות דרך הקרום, תתרחש התגובה רק בתמיסת העמילן. במערכת אחת התגובה תהיה בתוך השקית ובמערכת האחרת התגובה תהיה מחוץ לשקית.

ב. לחלק ב נבחרה תמיסת יוד מהולה מאוד (1:40) שכן בריכוז גבוה מהירות הדיפוזיה גדולה ולא ניתן יהיה להבחין בהשפעת טמפרטורות שונות.
אם מערכת אחת תקורר ל- 4°C – 8°C , לעומת המערכת האחרת שתושאר בטמפרטורת החדר, צפוי הבדל של מספר דקות בין שתיהן עד להופעת צבע.

ג. מידע נוסף על יוד ועמילן: יוד I_2 – מסתו המולרית 254 גרם/מול. העמילן שהוא רב-סוכר מורכב בעיקרו מעמילופקטין שמסתו המולרית כ- 10^6 גרם/מול ועמילוז כ- 5×10^5 גרם/מול.
לתלמיד ניתן לספק מידע רק על היחס בין המסות המולריות (שאלה 10).

* ניתן לבצע ניסוי זה לפני הדיון בכיתה בנושא דיפוזיה, ולהציגו לפני התלמידים כבעיית חקר פשוטה.



לחץ

ד. כדאי לדון עם התלמידים על יתרון השימוש במודל. במקרה זה המודל מאפשר בידוד ובדיקת גורם אחד, תוך התעלמות מגורמים אחרים, אינו דורש מכשור מדויק והתגובות ברורות לעין המסתכל.

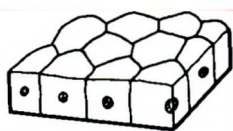
הניסוי מדגים קרום מלאכותי שבררנותו מאפשרת מעבר של חלקיקים עד גודל מסוים. בהשוואת קרום שקית הדיאליזה לקרום התא, חשוב להזכיר שמעבר חומרים דרך קרום התא אינו תלוי רק בגודל המולקולות אלא גם במסירותן בקרום השומני, במטען החשמלי ובנוכחות נשאים ספציפיים. **יתרה מזאת**, מעברם של רוב החומרים דרך קרום התא אינו מתרחש בדרך של דיפוזיה פשוטה, כפי שמודגם במודל (שאלה 16).

ניתן לשים-בשקית הדיאליזה תמיסת גלוקוז בריכוז 10% (אין צורך לדייק) ולהכניסה לכוס מים.

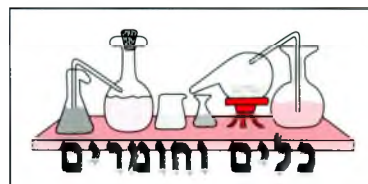
מיד לאחר הכנסת השקית (זמן 0) וכן לאחר מספר דקות יש לבדוק אם גלוקוז עבר דיפוזיה אל המים, על ידי שימוש בריאגנט בנדיקט או במקלונים לבדיקת גלוקוז.



ניתן לדון עם התלמידים בשאלה: עד מתי תימשך הדיפוזיה? או: מתי יושג שיווי משקל דינמי במערכת? במערכת המכילה גלוקוז בשקית הדיאליזה יושג שיווי משקל דינמי כאשר ריכוזי הגלוקוז ישתוו בשקית ומחוצה לה. לעומת זאת בתאים חיים הגלוקוז שחודר הופך לגלוקוז-פוספט, המנוצל בתהליכים שונים. כך נשמר מפל ריכוזים של הגלוקוז בין הסביבה החיצונית ובין הסביבה הפנימית, והדבר גורם להמשך כניסתו לתא (כניסת הגלוקוז מתבצעת בתהליך דיפוזיה מזורזת).



מאזנה

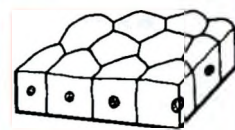


חלק א

- כתבן
- מבחנה
- טפי עם טפטף
- 2 כוסות של 100 מ"ל
- 2 משורות של 10 מ"ל או 2 פיפטות של 10 מ"ל
- 2 מגבות נייר
- 2 צינורות דיאליזה באורך 15 ס"מ כל אחד
- 4 חתיכות חוט רקמה באורך של כ-20 ס"מ כל אחת
- 70 מ"ל תמיסת עמילן **טרייה** בריכוז 1%.
- 70 מ"ל תמיסת I_2/KI מהולה 20:1

חלק ב

- כלי רחב שישמש כאמבט עבור כוס כימית אחת
- מד חום
- 2 כוסות של 100 מ"ל
- 2 משורות של 10 מ"ל או 2 פיפטות של 10 מ"ל
- 2 מגבות נייר
- 2 צינורות דיאליזה באורך 15 ס"מ כל אחד
- 4 חתיכות חוט רקמה באורך של כ-20 ס"מ כל אחת
- 4–5 קוביות קרח בצלחת
- 30 מ"ל תמיסת עמילן **טרייה** בריכוז 1%
- 150 מ"ל תמיסת I_2/KI מהולה 40:1 (שים לב לריכוז הנמוך) יש לסמנה "תמיסת יוד 40:1".
- רצוי להכין מראש כ-50 מ"ל מתמיסת היוד בכוס כשהיא מקוררת ל- $4^{\circ}C$ – $8^{\circ}C$ ולהגיש לה לתלמידים לפי דרישתם.

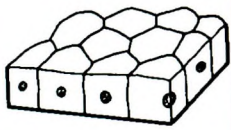


מאור

A large rectangular area with horizontal lines for writing. In the top right corner of this area, there are illustrations of a red pencil sharpener, a red pencil holder containing two pencils, and a single red pencil lying horizontally.

ולכשיו...





מינר

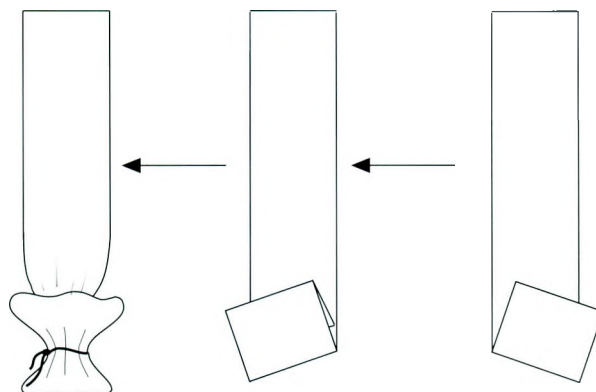
ניסוי 1

חלק א

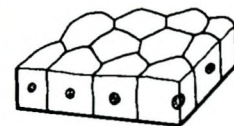
בניסוי זה תעקוב אחר שינויי צבע המתרחשים במערכות הניסוי.

1. א. מזוג כ-50 מ"ל תמיסת יוד לכוס כימית שאותה תסמן באות א.
ב. מזוג כ-50 מ"ל תמיסת עמילן לכוס כימית שאותה תסמן באות ב.

2. א. הרטב 2 צינורות דיאליזה במים, כדי לרכך אותם.
ב. קפל פעמיים את קצה הצינור כלפי מעלה, ואחר כך סובב את הקצה וקשור אותו היטב בעזרת חוט. היעזר בחברך כדי לקשור היטב. אם יש דליפת נוזל מקצה השקית, חזור וקשור את הקצה. דליפת נוזל תפגע בהצלחת הניסוי.
ראה איור:



3. א. מדוד במשורה או בפיפטה 10 מ"ל מתמיסת עמילן. היעזר בחברך בהעברת התמיסה לאחת משקיות הדיאליזה.
ב. קפל פעמיים את הקצה העליון של השקית. סובב את הקצה וקשור את פתח השקית בחוט. הקפד לקשור היטב. תוכל להיעזר בחברך.
ג. שטוף את צידה החיצוני של השקית במים, כדי להרחיק כל עקבות עמילן מצידה החיצוני. הנח את השקית המוכנה על מגבת נייר.
4. הכן לפי ההוראות הנ"ל (סעיפים 2 ו-3) שקית נוספת, אך מלא אותה ב-10 מ"ל תמיסת יוד. הנח גם אותה על מגבת נייר.
רשום בטבלה הנתונה בסעיף 5 את הצבע ההתחלתי בכל אחד מחלקי המערכת.



מאמר

5. טבלה לסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו:

שינויי צבע בשקיות דיאליזה ובתמיסות החיצוניות

מערכת א		מערכת ב	
שקית דיאליזה	כוס	שקית דיאליזה	כוס
עמילן	יוד	יוד	עמילן

6. א. הכנס שקית עם תמיסת עמילן לכוס א. הקפד שתהיה שקועה כולה בתוך הנוזל (אם יש צורך, הוסף עוד מתמיסת היוד).

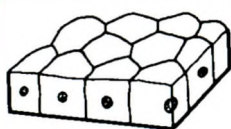
ב. הכנס שקית עם תמיסת יוד לכוס ב. הקפד שתהיה שקועה כולה בתוך הנוזל (אם יש צורך, הוסף עוד מתמיסת העמילן).

7. צפה בשינויים החלים בשקיות ובתמיסות שבכוסות א ו-ב ורשום את התוצאות בטבלה.

8. הצע הסבר אפשרי לשינוי הצבע של תמיסת העמילן בשקית ובכוס.

9. שים במבחנה מעט תמיסת עמילן והוסף מספר טיפות יוד. ערבב. הצבע הכחול שמופיע מעיד על תגובה בין יוד לעמילן. האם תגובה זו מסייעת לביסוס הסברך בסעיף 8?

10. הסבר כיצד מידע על גודלן של מולקולות עמילן ומולקולות יוד יסייע לך בביסוס הסברך? בקש את המידע מהמורה, והיעזר בו כדי להשלים את הסברך.

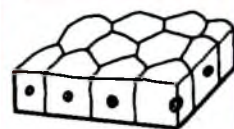


מיני

חלק ב

בחלק זה תבדוק השפעת טמפרטורות שונות על שינויי צבע המתרחשים בתוך שקית דיאליזה.

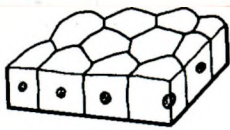
11. א. הרטב 2 צינורות דיאליזה במים, כדי לרכך אותם.
 ב. קפל פעמיים את קצה הצינור כלפי מעלה, ואחר כך סובב את הקצה וקשור אותו היטב בעזרת חוט. היעזר בחברך כדי לקשור היטב.
12. א. מדוד במשורה או בפיפטה 10 מ"ל מתמיסת עמילן, תוכל להיעזר בחברך להעברת התמיסה לאחת משקיות הדיאליזה.
 אם יש דליפת נוזל מקצה השקית, חזור וקשור את הקצה. דליפת נוזל תפגע בהצלחת הניסוי.
 ב. קשור את פתח השקית בחוט. הקפד לקשור היטב. תוכל להיעזר בחברך.
 ג. שטוף את צידה החיצוני של השקית במים, כדי להרחיק ממנה כל עקבות עמילן. הנח את השקית המוכנה על מגבת נייר.
 ד. חזור על הפעולות בסעיף 11 ו-12 והנח את השקית השנייה המוכנה על קוביות קרח.
13. א. סמן 2 כוסות כימיות בספרות 1 ו-2.
 ב. מזוג תמיסת יוד מהכלי המסומן "תמיסת יוד 40:1" לכוס 1, בנפח של כמחצית הכוס (כ-50 מ"ל). שים את הכוס באמבט קרח עד שתמיסת היוד תתקרר לטמפרטורת האמבט 4°C – 8°C (אם תקבל מהמורה תמיסת יוד מקוררת, הנח את הכוס בתוך אמבט קרח כדי שתמיסת היוד תישאר מקוררת).
 ג. לאחר שהשקית התקררה והטמפרטורה בכוס 1 הגיעה ל- 4°C – 8°C מדוד ורשום את הטמפרטורה המדויקת של התמיסה בכוס.
 ד. מזוג תמיסת יוד לכוס 2, מדוד ורשום את הטמפרטורה של התמיסה.
14. א. הכנס את השקית המקוררת לכוס 1 ואת השקית השנייה לכוס 2, ורשום את השעה המדויקת.
 ב. כאשר אחת השקיות שינתה צבעה לצבע כחול אחיד, הוצא את השקית והנח אותה על מגבת נייר.
 ג. רשום את הזמן שנדרש לשינוי הצבע.
 ד. התבונן בשקית השנייה עד שצבעה יהיה כצבע השקית הראשונה. רשום את הזמן הדרוש לאותו שינוי צבע של השקית השנייה.



לחיצה

15. מה ניתן להסיק לגבי השפעת טמפרטורות שונות על פרק הזמן הדרוש לשינוי הצבע של שקית העמילן?

16. א. במה דומה שקית הדיאליזה לקרום התא ובמה היא שונה ממנו?
 ב. במה שונה מעבר חומרים דרך קרום השקית לעומת מעברם דרך קרום התא?



מלכוכה

השוואת תהליך דיפוזיה דרך קרום מלאכותי לתהליך דיפוזיה דרך קרום תאי כרוב

ניסוי 2

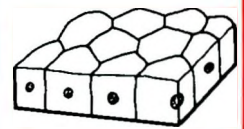
הנושא: השוואת תהליך דיפוזיה דרך קרום מלאכותי לתהליך דיפוזיה דרך קרום תאי כרוב

הכיתה: י, יא / 3 י"ל: מומלץ לבצע חלקים א ו-ג
הזמן הנדרש: יא, יב / 5 י"ל: מומלץ לבצע את כל חלקי הניסוי
 שני שיעורים לכיתה י, יא / 3 י"ל
 שלושה שיעורים לכיתה יא, יב / 5 י"ל
הידע הקודם הנדרש: דיפוזיה, חומצה, בסיס, אינדיקטור
 ל-5 י"ל: pH

בחלולית של תאי הכרוב הסגול מומסים אנתוציאנינים שצבעם סגול. האנתוציאנינים רגישים לשינויי pH וצבעם משתנה בהתאם, לפיכך הם יכולים לשמש כאינדיקטורים לחומציות/בסיסיות. בדרך כלל המיצוי הוא חומצי חלש (pH=5-6) וצבעו סגול. בניסוי זה יבדקו שינויי צבע בתנאי pH שונים, במיצוי ובתא השלם.

א. בניסוי התלמידים צריכים להכין שקית דיאליזה, אשר בתוכה מיצוי כרוב, ולהכניסה לתמיסת בסיס. אם השקית קשורה היטב, התמיסה מסביבה צריכה להישאר שקופה. אך אם יש אפילו דליפה קטנה מקצה השקית, גם תמיסת הבסיס נצבעת. במקרה זה, ניתן להוציא את השקית, לשטוף אותה היטב במים ולבצע קשירה נוספת. אם בכל זאת יש דליפה יש להסביר זאת לתלמידים, ולהורות להם להתעלם מצביעת התמיסה ולהתרכז בשינויים המתרחשים בתוך השקית.

ב. הצבע של מיצוי הכרוב שבשקית הדיאליזה הנתונה בתמיסה הבסיסית משתנה מסגול ← לכחול ← לירוק ← לצהוב. הצבע של תוכן שקית הדיאליזה הנתונה בתמיסה החומצית משתנה מסגול לוורוד ואחר כך לאדום. למרות שהדיפוזיה של החומצה ממשיכה להתרחש, אין לכך ביטוי בשינוי צבע האינדיקטור. המשך הניסוי (סעיפים 5-6) תומך בהסבר שבתחומי pH החומציים, צבעם של האנתוציאנינים אינו משתנה גם כשה- pH הולך ויורד.



אחורה

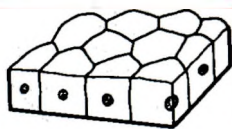
- ג. בחלק א, סעיף 2 ו נדרשים התלמידים להכין טבלה ולרשום בה את תוצאות הניסוי. דרישה זו מיועדת לתלמידי 5 י"ל.
לתלמידי 3 י"ל ניתן להציג טבלה מוכנה. להלן דוגמה לטבלה המתאימה לרישום תוצאות הניסוי.
אם מתקבלים צבעים שונים באזורים שונים של השקית ניתן לרשום זאת בטבלה.

שינויי צבע מיצוי הכרוב בשקיות הטבולות בחומצה או בסיס

צבע המיצוי בשקית הטבולה		זמן מתחילת הניסוי, בדקות
בבסיס (NaOH)	בחומצה (HCl)	
		0
		2

המשך את הטבלה עד ל-16 דקות.

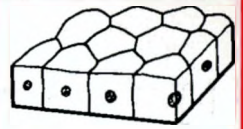
- ד. דיפוזיה של יוני החומצה והבסיס אל תוך השקית גורמת לשינוי pH בתמיסה וכתוצאה מכך חל שינוי בצבע האנתוציאנינים (שאלה 3).
יש להדגיש שהאנתוציאנינים אינם עוברים דיפוזיה מן השקית החוצה, ניתן לראות זאת על פי השקית שהושמה במים.
המבחנה המכילה מים היא בקרה הבודקת הסבר חלופי על פיו במשך הזמן חל שינוי בצבע המיצוי, שינוי אשר אינו קשור לנוכחות חומצה או בסיס (שאלה 4).
ה. במיצוי שבדקנו במעבדה התקבלו צבעים שונים בהוספת נפחים של חומצה ובסיס כמפורט בטבלה בחלק ב. רצוי **לבדוק מראש** את מספר הטיפות של החומצה והבסיס שיש להוסיף למיצוי שהוכן, כיוון שיש שינויים במידת החומציות ההתחלתית של מיצוי הכרוב, וכן יש השפעה לגודל הטיפות.
ו. בחלק ב של הניסוי מוסיפים התלמידים לאינדיקטור כמויות שונות של חומצה ובסיס ועוקבים אחר שינויי הצבע. תוצאות ניסוי זה מאששות את ההסבר שהוצע בחלק א, על פיו ההבדלים בצבע נובעים מריכוזים שונים של חומצה או של בסיס שחדרו בדיפוזיה אל השקית (שאלה 8).



מחזור

השוואת תהליך דיפוזיה דרך קרום מלאכותי לתהליך דיפוזיה דרך קרום תאי כרוב

- ז. רגישות האנתוציאנינים לעומת רגישות נייר pH (שאלה 9 א): בדיקת ה-pH מראה שבתחומים החומציים עדיף השימוש בנייר ה-pH על פני השימוש באנתוציאנינים כאינדיקטור. בתחום החומצי רגישותם של האנתוציאנינים נמוכה. אך יתכן שבתחום הבסיסי – האנתוציאנינים אפילו רגישים יותר מאשר נייר ה-pH, המצוי במעבדה. במיוחד בולט הדבר כאשר משתמשים בגלילי נייר pH.
- הערכת ה-pH על פי צבע האנתוציאנינים שמוצה מעלי כרוב היא סובייקטיבית, כיוון שהמערכת אינה מכילת. למדידה בנייר pH יש יתרון כיוון שיש סקלת צבעים להשוואה (שאלה 9 ב). במקרים בהם גם לתמיסה הנבדקת יש צבע כלשהו, קיימת בעיה במדידת ה-pH על פי צבעם של אנתוציאנינים אלה.
- מוטב להשתמש במקלונים לבדיקת pH המבוססים על שינויי צבע של 4 אינדיקטורים בו זמנית. הם מדויקים ואמינים יותר.
- אם ברשותך מכשיר pH – מטר תוכל לבדוק ולהשוות בין שיטות המדידה.
- ח. כדי לבדוק אם התהליך שבו צפו התלמידים הוא הפיך, מוצע שהתלמיד יוציא שקית מתמיסת החומצה ויעבירה לתמיסת בסיס, וכן יוציא שקית מתמיסת הבסיס ויעבירה לחומצה. יש לעקוב אחר השינויים במשך 10 דקות נוספות עד להפיכות מלאה.
- ניתן גם להציע שתלמידים יוסיפו למבחנות החומצה כמות מסוימת של בסיס וההפך, ויבחינו בשינויי הצבע ההפיכים עם שינויי ה-pH (שאלה 10). פעולות אלו מדגימות את תהליך הסתירה שבין חומצה לבסיס.
- ט. בהסתכלות מיקרוסקופית בתאי אפידרמיס של כרוב ניתן להבחין באנתוציאנינים המומסים בחלולית התא. רצוי להסב את תשומת לבם של התלמידים לכך שהחלולית תופסת את רוב נפח התא וקשה להבחין בציטופלסמה (סעיף 11).
- י. שינויי הצבע כתוצאה מדיפוזיה של החומצה והבסיס דרך קרום התא (שאלה 14 א, ב) דומים במידה רבה לשינויים שהודגמו בחלק א של הניסוי. יש להניח שריכוזי החומצה והבסיס הגבוהים פוגעים בבררנות קרום התא, אך לא גרמו, כנראה, נזק לשקית הדיאליזה.



למורה

יא. יש פרחים (לדוגמה ממשפחת הזיפניים) בהם משתנה צבעו של הפרח לאחר הפרייתו (או עם הזדקנותו). פרחים אלו מכילים אנתוציאנינים. יש להניח שגם אם הסיבה לשינוי הצבע היא שינויי pH, שינויים אלו אינם מתרחשים כפי שמודגם בחלק ג של הניסוי (שאלה 15 א), לפיכך יש להיזהר מהסקת מסקנות לגבי הפרח השלם. צבעם של אנתוציאנינים עשוי להשתנות גם עקב תהליכים המתרחשים בתא עצמו. כמו כן חשיפה לחמצן, או נוכחות מתכות המתקשרות למולקולות האנתוציאנינים עשויות להשפיע על צבעם. ההשערה לגבי היתרון האקולוגי של שינוי צבע הפרח לאחר הפרייתו, היא שהחרקים המאביקים מבקרים רק בפרחים שעדיין לא הופרו (שאלה 15 ב).

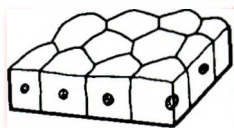
לקריאה נוספת: מאיר, א.מ. (1979), צבעי פרחים, **עלון למורי הביולוגיה**, 69, 1–10.



אפשר לשלב בניסוי זה הסתכלות מיקרוסקופית בעלה כותרת של מרגנית השדה.

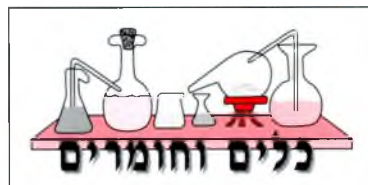
בהתבוננות בעלה כותרת ניתן לראות בשולי העלה שלפוחיות זעירות שצבען אדום. הוספת טיפת חומצה למתקן המיקרוסקופי (על ידי הנחת טיפה בשולי הזכוכית המכסה והחזקת פיסת נייר סינון בקצה השני) תגרום לשינוי צבע השלפוחיות. באותו אופן ניתן להוסיף טיפת בסיס ולעקוב אחר שינויי הצבע.

בתום השיעור ניתן להמליץ לתלמידים ללמוד על תכונות מיצוי הכרוב הסגול בבית. ניתן לבדוק תמיסות ביתיות – חומציות ובסיסיות כגון: מיצי הדורים וחומץ, אמונית, אבקת סודה לשתייה, תרסיס לניקוי תנורים (המכיל בסיס). יש לנהוג זהירות בשימוש בחומרים מסוכנים.



מיקרו

השוואת תהליך דיפוזיה דרך קרום מלאכותי לתהליך דיפוזיה דרך קרום תאי כרוב

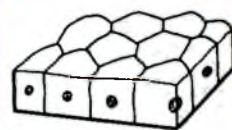


חלק א

- כתבן
- 3 מבחנות גדולות (קוטר 22–25 מ"מ, אורך 150 או 175 מ"מ)
- כוס של 400 מ"ל
- פיפטה של 10 מ"ל
- 2 מגבות נייר
- 3 צינורות דיאליזה באורך 20 ס"מ כל אחד
- 6 חתיכות חוט רקמה לקשירת צינורות הדיאליזה, באורך של כ-20 ס"מ כל אחת
- מים מזוקקים בבקבוק פלסטי
- 50 מ"ל תמיסת NaOH בריכוז 0.1M בבקבוק
- 50 מ"ל תמיסת HCl בריכוז 0.1M בבקבוק
- 70 מ"ל מיצוי כרוב בכלי המאפשר הכנסת פיפטה של 10 מ"ל (הכנת מיצוי הכרוב: הרתח 300 גרם כרוב סגול קצוץ ב-750 מ"ל מים מזוקקים במשך מספר דקות, סנן דרך גוזה)

חלק ב

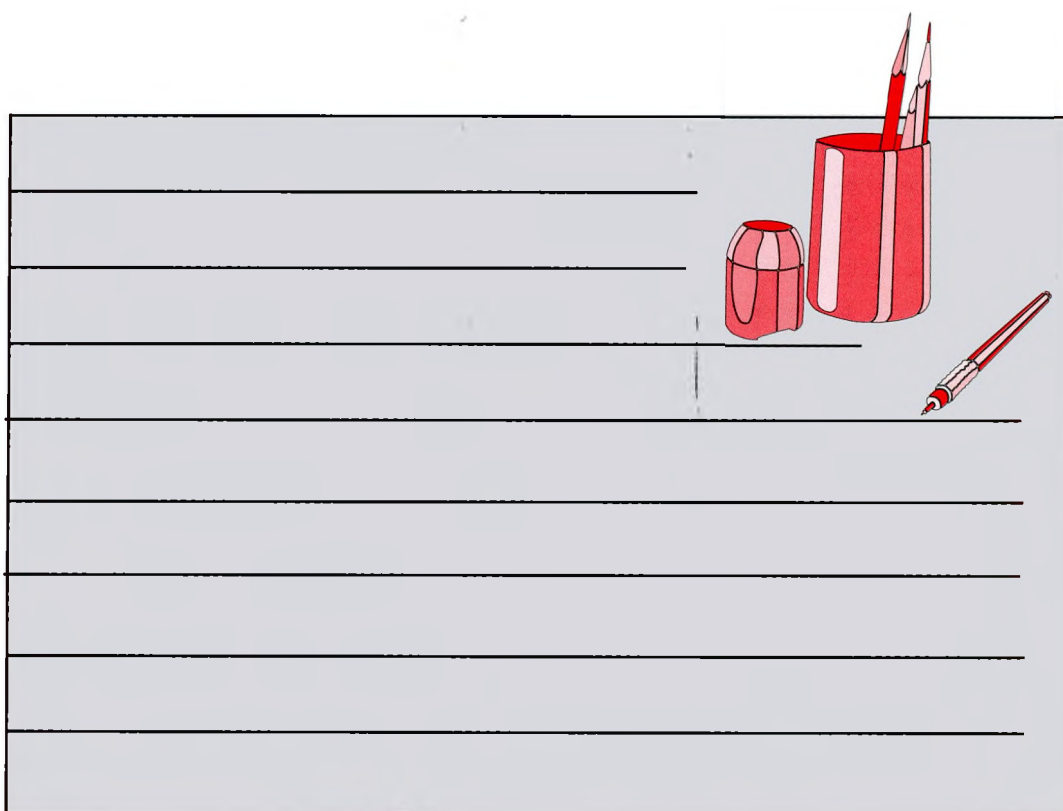
- 11 מבחנות קטנות (אין חשיבות לגודל המדויק)
- כן למבחנות
- פיפטה של 5 מ"ל
- נייר pH בתחום 1–11 או 0–14, (רצוי מקלוניס לבדיקת pH)
- 2 פיפטות פסטר עם טפטף
- 40 מ"ל מיצוי כרוב



אלורה

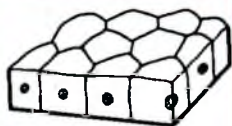
חלק ג

- מיקרוסקופ
- ציוד לעבודה במיקרוסקופ
- עלה כרוב סגול טרי
- תמיסת NaOH בבקבוק (מחלק א)
- תמיסת HCl בבקבוק (מחלק א)
- 2 פיפטות פסטר עם טפטף



ולכשיו...





מיצוי

ניסוי 2

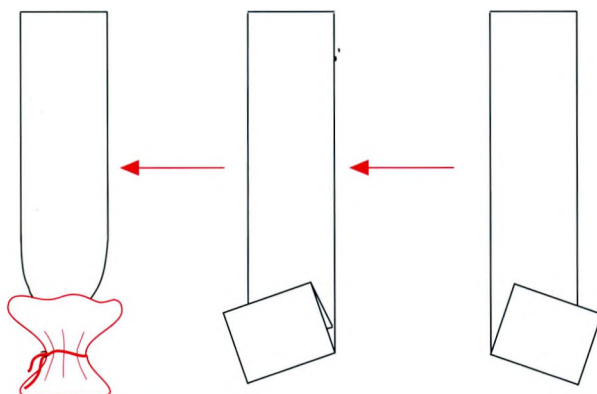
חלק א

בחלק זה תעקוב אחר השפעת חומצה ובסיס על שינויי צבע של מיצוי כרוב הנתון בתוך שקית דיאליזה.

המיצוי הוכן על ידי חיתוך עלי כרוב סגול ובישולם במים במשך מספר דקות. לאחר סינון התערובת דרך גזה מתקבל המיצוי.

1. א. הרטב שלוש חתיכות של צינור דיאליזה.

קפל פעמיים את הקצה של אחד מצינורות הדיאליזה, סובב את הקצה וקשור בחוזה על ידי חוט. היעזר בחברך. ראה איור:



ב. העבר בעזרת פיפטה 20 מ"ל ממיצוי הכרוב לתוך שקית הדיאליזה. תוכל להיעזר בחברך. הדק את הקצה הפתוח של השקית, סובב את הקצה וקשור שוב בחוזה. שטוף היטב את הצד החיצוני של השקית במים כדי להרחיק שאריות של התמיסה. הנח את השקית על מגבת נייר.

ג. הכן 2 שקיות נוספות ומלא גם אותן במיצוי כרוב.

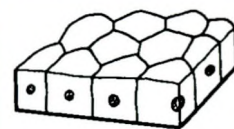
2. א. קח שלוש מבחנות גדולות, רשום "חומצה" על מבחנה אחת, "בסיס" על המבחנה השנייה ו"מים" על המבחנה השלישית. הצב את המבחנות בכוס כימית גדולה.

ב. שים בכל מבחנה אחת מן השקיות שהכנת בסעיף 1. השתדל להשאיר קצה חוט מחוץ למבחנה כדי שתוכל בהמשך הניסוי, להוציא את השקית מהמבחנה מבלי לגעת בתמיסה.

ג. הכנס תמיסת HCl למבחנה שעליה רשום "חומצה" כך שתכסה את כל



השקית (היזהר ממגע עם החומצה). רשום במחברתך את זמן הכנסת התמיסה.



לחץ



- ד. הכנס תמיסת NaOH למבחנה שעליה רשום "בסיס" כך שתכסה את כל השקית (היזהר ממגע עם הבסיס). רשום במחברתך את זמן הכנסת התמיסה.
- ה. הכנס מים למבחנה השלישית כך שיכסו את השקית. רשום במחברתך את זמן הכנסת המים.
- ו. הכן טבלה לרישום התוצאות. רשום בטבלה את השינויים המתרחשים בכל אחת מהשקיות בכל 2 דקות במשך 16 דקות.

3. הצע הסבר אפשרי לתוצאות הניסוי.

4. מה תפקידה של המבחנה המכילה מים (המבחנה השלישית) במערך הניסוי שביצעת?

חלק ב

בחלק זה תבדוק השפעת כמויות שונות של חומצה ובסיס על צבעו של מיצוי כרוב.

5. א. סמן 11 מבחנות בספרות 1–11, הכנס לכל מבחנה 3 מ"ל מיצוי כרוב.

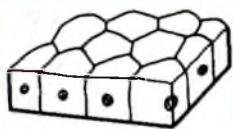
ב. סמן על פיפטות פסטר "חומצה" ו"בסיס".

הוסף בעזרת **פיפטת פסטר** מתמיסת החומצה או הבסיס לכל מבחנה על פי הטבלה שלהלן:



השפעת כמויות שונות של חומצה ובסיס על מיצוי כרוב

מספר מבחנה	כמות מיצוי כרוב, במ"ל	חומצה (HCl) מספר טיפות	בסיס (NaOH) מספר טיפות	צבע	pH
1	3	16	—		
2	3	6	—		
3	3	2	—		
4	3	1	—		
5	3	—	—		
6	3	—	1		
7	3	—	2		
8	3	—	3		
9	3	—	4		



ניסוי

השפעת כמויות שונות של חומצה ובסיס על מיצוי כרוב (המשך)

מספר מבחנה	כמות מיצוי כרוב, במ"ל	מספר טיפות חומצה (HCl)	מספר טיפות בסיס (NaOH)	צבע	pH
10	3	—	8		
11	3	—	14		

ג. ערבב תוך ניעור המבחנה בזהירות, צפה בשינויי צבע ורשום תצפיותיך בטבלה.

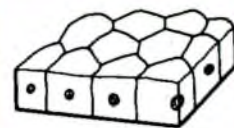
6. הכנס פיסת נייר pH (או מקלון לבדיקת pH) לכל אחת מהמבחנות, וקבע את ה-pH במבחנות. רשום את התוצאות במקום המתאים בטבלה.

7. הסבר מדוע, לדעתך, מתקבלים שינויי צבע עם הוספת כמויות שונות של חומצה או בסיס.

8. האם תוצאות חלק ב של הניסוי מאששות או מפריכות את ההסבר שהצעת בחלק א של הניסוי? נמק תשובתך.

9. א. השווה בין שתי השיטות שהשתמשת בהן לבדיקת ה-pH. מהי מסקנתך?
 ב. האם תוכל להעריך את מידת החומציות או הבסיסיות של תמיסה, על פי צבעו של מיצוי כרוב סגול שהוסף אליה? הסתמך בתשובתך על תוצאות הניסוי.

10. א. האם, לדעתך, השינויים שחלו בשקיות בחלק א של הניסוי הם הפיכים? נמק.
 ב. הצע דרך לבדוק את תשובתך לסעיף א, וקבל את אישור המורה לביצוע הצעתך.
 ג. בצע את הצעתך, וסכם את תוצאות בדיקתך. מה מסקנתך?



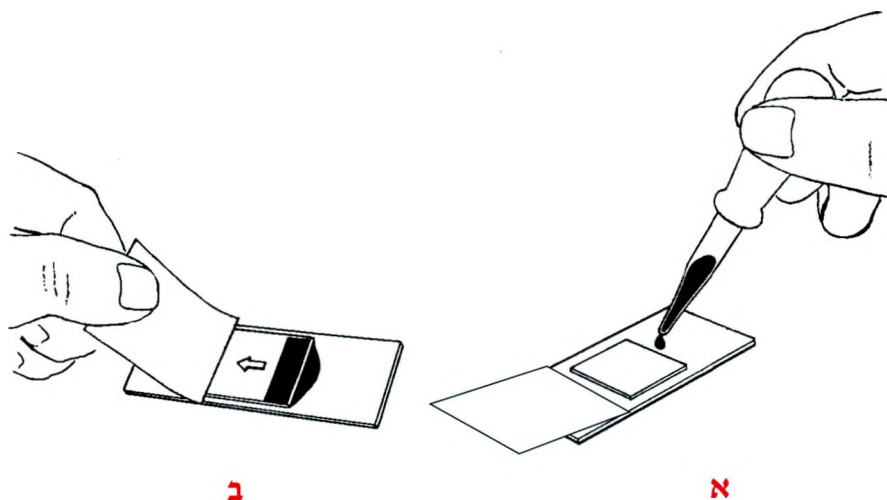
חלק ג

בחלק זה תבדוק באמצעות מיקרוסקופ את השפעת חומצה ובסיס על צבעם של תאי אפידרמיס בכרוב.

11. א. קח עלה טרי של כרוב סגול, הסר חתיכת אפידרמיס על ידי שבירת העלה ומשיכת האפידרמיס בעזרת מלקט.
הנח את האפידרמיס על גבי זכוכית נושאת שעליה טיפת מים וכסה בזכוכית מכסה.
ב. בדוק במיקרוסקופ את התכשיר שהכנת. התבונן בתאים הסגולים אשר בתכשיר.
ג. צייר 2–3 תאים סגולים.



12. שים פיסת נייר סינון מצידה האחד של הזכוכית המכסה. מצידה האחר של הזכוכית המכסה טפטף בעזרת טפי טיפות של בסיס NaOH עד שתבחין בשינויים בצבע.
ראה איור:

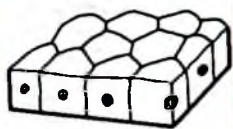


בדוק את התכשיר במיקרוסקופ, התבונן בשינויים המתרחשים ותאר אותם.

13. החלף את התמיסה לתמיסת חומצה HCl באופן הזה:

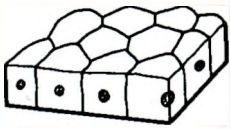
היעזר בנייר סינון חדש המונח מצידה האחד של הזכוכית המכסה כדי לספוג את תמיסת הבסיס וטפטף בעזרת טפי טיפות של חומצה עד שתבחין בשינויים בצבע.
בדוק שנית את התכשיר במיקרוסקופ ותאר את השינויים שחלו בו.





מאבן

14. א. סכם את השינויים המתרחשים בצבע התאים בהשפעת הבסיס והחומצה.
 ב. על סמך תוצאות הניסוי שביצעת בחלקים א ו-ב, הצע הסבר לתופעה שצפית בה.
15. יש פרחים שעלי הכותרת שלהם משנים את צבעם במהלך הפריחה מאדום-סגול לצבע כחול (לדוגמה: צמחים ממשפחת הזיפניים).
 א. האם תוכל להציע הסבר אפשרי לתופעת טבע זו על סמך ממצאי חקירתך?
 ב. מה עשוי להיות היתרון האקולוגי של שינוי צבע הפרח במהלך הפריחה?



אזורה

ניסוי 3

הנושא: חדירותו הבררנית של קרום התא

הכיתה: י, יא, יב / 3 י"ל

הזמן הנדרש: שני שיעורים

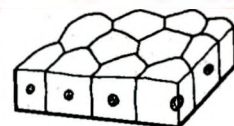
הידע הקודם הנדרש: מבנה תא צמחי ובררנות קרום התא

בניסוי זה נבדקת חדירותם הבררנית של קרומי תאים חיים לגבי כניסת חומרים לתא ויציאתם ממנו.

א. לאחר השריית גלד בצל טרי בתמיסת הצבע אוונס כחול, אפשר להבחין כי רק התאים אשר בשולי הגלד נצבעו בכחול. אלה היו תאים שקרומיהם נפגעו מהחיתוך. שאר אזורי הגלד נשארו כקודם. הגלד המורתח רך למגע, ושכבת התאים החיצונית נראית צבועה בכחול (שאלה 4 א).

ב. בבדיקה המיקרוסקופית של 2 התכשירים (סעיף 5) אפשר להבחין כי תאי גלד הבצל הטרי אינם צבועים, ואילו התאים המורתחים נצבעים בכחול. הסבר אפשרי לתופעה זו הוא כי הרתחה הורסת את המבנה המאורגן של קרומי התא, והקרומים איבדו את תכונת הבררנות שלהם. הצבע אוונס כחול, אשר אינו נכנס לתא דרך קרום תא חי, יכול להיכנס לתא דרך קרום פגוע (שאלה 6) וגם לחדור לתוך הגרעין. התלמיד עשוי להציע הסבר אחר: אוונס כחול חודר לכל התאים ומאבד את צבעו באחד התהליכים המתרחשים בתא חי. בתאים מתים צבעו אינו משתנה.

ג. בהסתכלות מיקרוסקופית בתאי אפידרמיס של כרוב סגול אפשר להבחין בדפנות התאים ובחלולית (ואקואולה) המלאה באנתוציאנינים (סעיף 7). תאים אשר נפגעו בשעת הכנת התכשיר, נראים חסרי צבע. בין תאי האפידרמיס אפשר להבחין בתאי סגירה של פיוניות, אך התלמיד מתבקש להתעלם מהם.



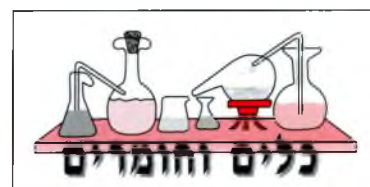
לאורה

ד. תאי אפידרמיס של כרוב סגול, אשר הורתחו (סעיף 9) או טופלו בדטרגנט (סעיף 8) נראים חסרי צבע.

הסבר אפשרי לתופעה זו הוא, שבשני האופנים (הרתחה או טיפול בדטרגנט) נפגעים קרומי התא. ההרתחה, כאמור, גורמת להרס מבנה הקרום, והוספת הדטרגנט פוגעת במרכיב השומני של הקרומים (שאלה 10 ב).

פגיעה זו גרמה לכך שהאנתוציאנים עברו את קרום החלולית וקרום התא.

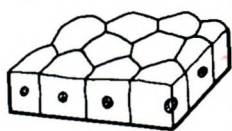
ו. בחלק א נבדקה חדירות הברנית של קרומי התאים כלפי חומרים הנכנסים אליו. בחלק ב נבדקה אותה תופעה לגבי חומרים היוצאים מהתא. בשני המקרים הודגם כי החדירות הברנית היא תכונתו של תא חי.



- מיקרוסקופ
- ציוד לעבודה מיקרוסקופית
- זכוכית נושאת עם שקע
- מבער בונזן
- ציוד להכנת אמבט מים
- כתבן
- משורה של 50 מ"ל
- אטב
- 2 כוסות כימיות בנפח 100 מ"ל
- כ-100 מ"ל מים מזוקקים בבקבוק פלסטי
- כ-10 מ"ל תמיסת אוונס כחול בריכוז 0.25%
- כלי קטן ובו מעט דטרגנט בריכוז 12% ופיפטת פסטר
- 3 מגבות נייר
- גלד בצל
- עלה כרוב סגול

ורכשיו...





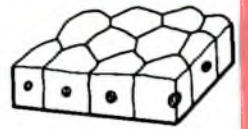
חלוק

ניסוי 3

חלק א

בחלק זה תשווה בין גלד בצל טרי ובין גלד בצל מורתח, אשר נצבעו בצבע כחול.

1. א. סמן 2 כוסות כימיות בספרות 1, 2.
ב. חתוך פיסה קטנה של גלד בצל (כ-1 סמ"ר) והכנס לכוס 1. הוסף לכוס 50 מ"ל מי ברז.
ג. הרתח את המים שבכוס 1 במשך 5 דקות לפחות.
ד. **כבה** את הלהבה. עטוף את הכוס ב-2-3 מגבות נייר ושפוך **בזהירות** לכיור את הנוזל שבכוס. היזהר לבל תפיל את גלד הבצל.
2. לכוס 2 הכנס פיסת גלד בצל דומה בגודלה לזו שהכנסת לכוס 1.
3. א. טפטף על גלדי הבצל אשר בשתי הכוסות את תמיסת הצבע אוונס כחול עד לכיסוי הגלדים והמתן 10 דקות.
ב. בזמן ההמתנה תוכל להכין תכשיר כנדרש בסעיף 7 א.
ג. לאחר 10 דקות, שפוך את עודף הנוזל הכחול.
ד. שטוף פעמיים את גלדי הבצל במים מזוקקים.
4. א. התבונן בשתי פיסות הבצל ורשום את ההבדלים ביניהן.
ב. סמן את הספרות 1 ו-2 על זכוכיות נושאות (בהתאם לכוסות).
הכן תכשירים מיקרוסקופיים מאפידרמיס תחתון של גלדי הבצל אשר בכוסות.
5. א. בדוק את התכשיר המיקרוסקופי 2 וצייר במחברתך 2-3 תאים.
ב. בדוק את התכשיר המיקרוסקופי 1 וצייר במחברתך 2-3 תאים.
6. הצע הסבר אפשרי להבדל שבין התאים בתכשיר 1 ו-2.



חלק ב

חלק ב

בחלק זה תבדוק את השפעת ההרתחה והוספת דטרגנט על תאי האפידרמיס של כרוב סגול.

7. א. הכן תכשיר מיקרוסקופי מאפידרמיס של עלה כרוב סגול.
- ב. בדוק את התכשיר במיקרוסקופ וצייר במחברתך 2–3 תאים (בחר בתאים אשר תוכנם סגול והתעלם מטיפוס תאים אחר המצוי ברקמה).

8. א. הרם את הזכוכית המכסה והוסף טיפת דטרגנט לרקמת האפידרמיס. המתן כ-5 דקות. (בינתיים, תוכל לבצע את סעיף 9 א.)
- ב. האם הינך מבחין בשינוי שחל ברקמה אשר טבולה בדטרגנט?
- ג. בדוק את התכשיר במיקרוסקופ ותאר את מצב התאים (התייחס לכל האברונים שזיהית).

9. א. בזכוכית נושאת עם שקע הכן תכשיר נוסף מאפידרמיס עלה כרוב אדום. מלא מים מזוקקים בשקע, אך אל תכסה בזכוכית מכסה. החזק את זכוכית השקע באמצעות אטב והעבר אותה **בזהירות** מעל להבת מבער.  כשתבחין ברתחת הנוזל אשר בשקע, הרחק את האטב מהלהבה, והנח את התכשיר על השולחן עד שיתקרר.
- ב. האם הינך מבחין בשינוי שחל בתאים המורתחים?
- ג. הוסף טיפת מים לרקמה אשר בשקע הזכוכית, כסה בזכוכית מכסה ובדוק התכשיר במיקרוסקופ. תאר את מצב התאים (התייחס לכל האברונים שזיהית).

10. הרתחה וטיפול בדטרגנט גרמו לשינויים ברקמות הצמחיות שבדקת.

א. בתאי צמח מספר אברונים, ביניהם:

דופן התא

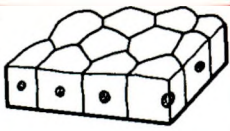
קרום התא

קרום החלולית (קרום הואקואולה)

קרום הגרעין

על פי תוצאות הניסוי (בחלקים א ו-ב) באילו מהאברונים הנ"ל חל שינוי בזמן הרתחה והוספת דטרגנט? נמק.

ב. הסבר מדוע כל אחד מהטיפולים גרם לשינוי.



מאזנה

ניסוי 4

הנושא: השפעת טמפרטורות שונות על חדירות הקרום בתאי סלק

הכיתה: י, יא / 3 י"ל

הזמן הנדרש: שיעור אחד

הידע הקודם הנדרש: תכונות קרום התא, דיפוזיה

ניסוי זה הוא ניסוי מגלה שבמהלכו התלמידים יגיעו למסקנה בדבר השפעת טמפרטורה גבוהה על חדירות קרום תאי סלק.

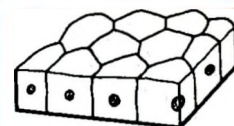
א. בתחילת הניסוי (שאלה 3) אנו מניחים שמקורם של האנתוציאנינים בתאי הסלק החיצוניים שנפגעו במהלך הכנת הגלילים.

לאחר 4–5 שטיפות יש להניח שרוב האנתוציאנינים כבר יצאו מן התאים החתוכים, ומי השטיפה יהיו חסרי צבע או בעלי צבע בהיר מאוד.

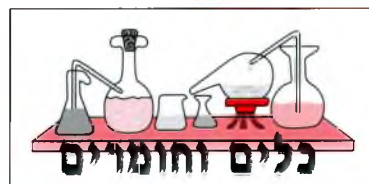
ב. השריית גלילי סלק בנוזל בו הטמפרטורה גבוהה, גורמת ליציאת חומרים שונים מהתאים השלמים, ביניהם גם האנתוציאנינים. תופעה זו היא תוצאה של: א. פגיעה בקרום התאים. ב. האצת קצב הדיפוזיה מהתאים (שאלה 8).

ג. מטרת הניסוי היא בדיקת השפעת טמפרטורות שונות על קרומי התאים השלמים, ולכן יש לשטוף בתחילת הניסוי את גלילי הסלק במים (שאלה 9). אם התלמיד מתקשה בתשובה לשאלה זו, חזור והזכר לו את התוצאות בסעיף 3.

ד. הרס הקרומים בטמפרטורה של 80°C הוא בלתי הפיך, ולכן גם אם נעביר את הגלילים לטמפרטורת החדר, תימשך הדיפוזיה של האנתוציאנינים מתוך התאים (שאלות 11, 13). הבקרה בחלק זה של הניסוי היא השריית חוזרת של גליל 1 בטמפרטורת החדר (שאלה 13 ג).



חלוקה



- ציוד להכנת אמבט מים
- שעון בעל מחוג דקות
- כתבן
- מלקט
- כן למבחנות
- 2 מבחנות רגילות
- פיפטה של 5 מ"ל
- כלי ובו מי ברז המאפשר הכנסת פיפטה של 5 מ"ל
- מגבת נייר
- כוס ובה 2 גלילי סלק בתוך 20 מ"ל מים (יוכן בידי הלבורנט)

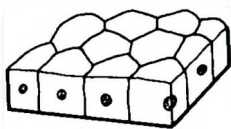
אופן הכנת הגלילים:

יש להכין את גלילי הסלק **ביום הניסוי**.

הכן את הגלילים בעזרת מנקב פקקים. אורך הגליל 3 ס"מ וקוטרו 7–10 ס"מ.
אם אין מנקב פקקים מתאים ניתן להכין כפיסים בעזרת סכין או במכשיר להכנת צ'יפס.
הכפיסים צריכים להיות שווים בגודלם וללא חתכים. הממדים הרצויים הם אורך 3 ס"מ ובסיס של 1 X 1 ס"מ.

אין לשטוף את הגלילים לפני הכנסתם לכוסות.

הכנס לכל כוס 2 גלילי סלק והוסף 20 מ"ל מי ברז.

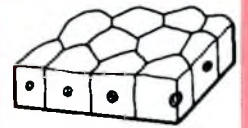


ניסוי 4

ניסוי 4

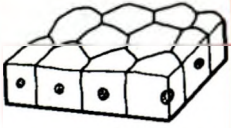
בניסוי זה תבדוק השפעת טמפרטורות שונות על רקמת סלק.

1. לפניך כוס ובה 20 מ"ל מי ברז, ושני גלילי סלק שווים בגודלם.
2. צפה בנוזל שבכוס ותאר את צבעו.
3. א. מהו, לדעתך, מקורו של צבע הנוזל? נמק תשובתך.
ב. שפוך את הנוזל לכיור, שטוף את הגלילים כחמש פעמים במי ברז.
ג. הוסף שוב מי ברז בכמות דומה לזו שהייתה בתחילת הניסוי והמתן 3 דקות.
ד. בדוק את צבעו של הנוזל.
ה. האם תוצאת בדיקה זו תומכת בהסברך בסעיף 3 א? אם כן – הסבר כיצד.
אם תוצאת הבדיקה אינה תואמת את הסברך, הצע הסבר אחר.
4. א. סמן שתי מבחנות בספרות 1 ו-2.
ב. הכנס לכל אחת מהן 5 מ"ל מי ברז.
ג. קבל מהלבורנט כוס ובה מים רותחים. הכן בזהירות אמבט מים בטמפרטורה של $100^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$. הקפד שטמפרטורת המים באמבט לא תרד מתחת ל- 80°C .
ד. הכנס את מבחנה 2 לאמבט המים החמים. מדוד ורשום את טמפרטורת המים החמים שבאמבט.
ה. השאר את מבחנה 1 בטמפרטורת החדר. מדוד ורשום את טמפרטורת המים במבחנה 1.
5. העבר לכל אחת משתי המבחנות גליל סלק מאלה שבהם צפית בסעיף 3. המתן 3 דקות.
6. בתום 3 דקות הוצא את מבחנה 2 מהאמבט.
7. הוצא בעזרת מלקט את גלילי הסלק ממבחנות 1 ו-2 והנח אותם על מגבת נייר, רשום ליד כל גליל את מספרו (1 או 2).
השווה את צבע הנוזל במבחנות 1 ו-2. רשום את תצפיותיך.
8. הסבר מדוע קיים הבדל בין צבען של התמיסות במבחנות 1 ו-2.



ניסוי

9. בתחילת הניסוי (סעיף 3) נשטפו הגלילים במים. הסבר את חשיבות השטיפה לפני ביצוע הטיפול שבסעיף 5.
10. בסעיף 4 ב הוספת לכל מבחנה 5 מ"ל מי ברז. האם חשוב להוסיף כמות מדויקת של מים לכל מבחנה? נמק.
11. מהו השינוי הצפוי בצבע התמיסה אם תעביר גליל סלק, אשר היה בטמפרטורה של -80°C , לאמבט בטמפרטורת החדר? נמק.
12. שטוף את המבחנות במים והכנס שוב 5 מ"ל מי ברז לכל אחת מהן. הכנס שוב את הגלילים למבחנות לפי הסימון המתאים, והשאר אותן בטמפרטורת החדר.
13. א. לאחר 3 דקות הוצא את הגלילים והשווה שוב את צבעי התמיסות.
 ב. רשום תצפיותך.
 ג. הגליל שהיה במבחנה 1 בטמפרטורת החדר, הוכנס שוב למבחנה באותה טמפרטורה. מה מטרת טיפול זה?
 ד. האם התוצאות תואמת את תשובתך לשאלה 11? הסבר.



חלוקה

ניסוי 5

הנושא: השפעת טמפרטורות שונות על חדירות הקרום בתאי סלק

הכיתה: יא, יב / 5 י"ל
 הזמן הנדרש: שני שיעורים לביצוע הניסוי ושיעור אחד לדיון
 הידע הקודם הנדרש: תכונות קרום התא, דיפוזיה

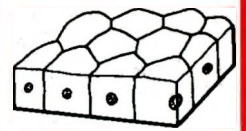
בניסוי נבדקת השפעת טמפרטורות שונות על חדירות הקרום בתאי סלק ועל דיפוזיה של האנתוציאנינים מתאי הסלק.

א. המשתנה התלוי בניסוי נקבע על ידי הסתכלות בצבע התמיסות והשוואתן. התלמיד יבחר את אופן הדיווח: תיאור מילולי או דירוג יחסי (+, -, ++, +). מומלצת דרך הערכה אחרת: הכנת סדרת מיהולים של מיצוי סלק ושימוש בה כמערכת ייחוס להערכת ריכוז האנתוציאנינים במבחנות הטיפול (ראה הוראות הכנה בעמוד 31). התלמידים יעריכו את ריכוזי התמיסות במבחנות הבדיקה על ידי השוואתן לצבע התמיסות במבחנות הייחוס.

אם קיים במעבדה מכשיר ספקטרופוטומטר, ניתן לקרוא בו את עוצמת הצבע של התמיסות במבחנות הטיפול על ידי מדידת הבליעה באורך גל 540nm.

ב. מטרת השטיפה של קוביות הסלק לפני הטיפולים השונים היא להרחיק את האנתוציאנינים מהתאים החתוכים. אם יופיע צבע בנוזל לאחר הטיפולים השונים, יש להניח שמקורו בתאים השלמים (שאלה 5).

ג. בנוזל שבו שהה הסלק בטמפרטורת החדר, אין דיפוזיה של אנתוציאנינים מן התאים ולכן הנוזל שקוף. לעתים צבעו של הנוזל בהיר מאוד בשל דיפוזיה מעטה או שעדיין נמשכת יציאת צבע מהתאים החתוכים (שאלה 8). כדי שנוכל לוודא, אם אכן הנוזל שקוף או ורוד בהיר, כדאי להשוות את הצבע במבחנות הטיפול לצבעה של מבחנת בקרה המכילה מים (בקרת צבע – בלנק).



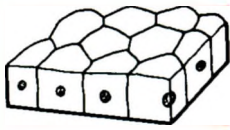
חזקה

- ד. על פי השוואת תוצאות הניסוי במבחנות 2 ו-3 יתכן שהתלמיד יסיק שככל שהטמפרטורה גבוהה יותר כך יגבר קצב הדיפוזיה של האנתוציאנינים מן התא (מסקנה כוללת מדי).
- בחלק א נבדקת גם השפעת אתנול על חדירות קרום התא. העובדה שאתנול בטמפרטורת החדר גורם לדליפה חזקה ביותר של אנתוציאנינים מן התא, מעידה על כך שניתן לפגוע בבררנות הקרום על ידי הוספת חומרים שונים. מכאן יש להסיק שדיפוזיה של האנתוציאנינים מן התא מושפעת ממצבו של קרום התא ולא רק מהטמפרטורה (שאלה 9).
- ה. בחלק ב של הניסוי בודק התלמיד את השפעתם של שינויי טמפרטורה על בררנות הקרום. בטמפרטורה גבוהה כמות האנתוציאנינים הדולפת מהתא גדולה. לאחר העברת קוביות הסלק לטמפרטורה נמוכה ממשיכה דליפת האנתוציאנינים. כלומר, מתברר, שהטמפרטורה הגבוהה לא רק מזרזת את תהליך הדיפוזיה, אלא פוגעת באופן בלתי הפיך בבררנות קרומי התאים. מובן, שאילו הטמפרטורה הגבוהה הייתה רק מזרזת את תהליך הדיפוזיה, היה פוחת תהליך הדיפוזיה לאחר העברת קוביות הסלק לטמפרטורה נמוכה (שאלה 20 ב).
- ו. אם בחלק א הסיק התלמיד שככל שהטמפרטורה נמוכה כך מועטה יציאת האנתוציאנינים מתאי הסלק, בחלק ב הוא ייווכח שטיפול בטמפרטורה נמוכה מאוד (הקפאה), עשוי אף הוא לפגוע בקרום. במהלך ההקפאה נוצרים גבישי קרח הפוגעים בשלמות הקרום (שאלה 21).

ניתן להוסיף דטרגנט, הפוגע בקרום השומני, אשר יגרום לדליפה חזקה של אנתוציאנינים מן התאים.

ניתן להשתמש בנוזל לשטיפת כלים, לבדוק את ריכוז החומר הפעיל שבו ולמהול אותו לריכוז 12%.





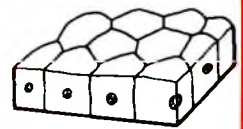
חלוקה



- ציוד להכנת 3 אמבטי מים
- סכין
- סרגל
- כתבן
- מלקט
- 2 כנים למבחנות
- 15 מבחנות
- 2 פיפטות של 1 או 2 מ"ל
- כוס כימית קטנה
- מגבות נייר
- כ-30 מ"ל מים מזוקקים בבקבוק
- 2 מ"ל אתנול במבחנה, מסומן "אתנול", לסגור בפקק או פרפילם
- 1/2 סלק קטן
- קוביית סלק קפואה (יש להקפיא את הקוביות כמחצית השעה, או יותר, לפני ביצוע חלק ב) דרך ההכנה:
- 1. חתוך מהסלק גוף מלבני (0.5 ס"מ x 0.5 ס"מ x 4–5 ס"מ). חתוך לקוביות שאורך צלען 0.5 ס"מ (ראה איור בסעיף 3 – לתלמיד).
- 2. טלטל היטב את הקוביות במים במשך 5 דקות.
- 3. הכן מבחנות כמספר קבוצות התלמידים וסמן ט.
- 4. לכל מבחנה הוסף 2 מ"ל מים וקוביית סלק אחת.
- 5. הכנס את המבחנות להקפאה למשך 25 דקות.
- 6. במהלך הניסוי (חלק ב) יש לחלק את המבחנות כשהן קפואות לבקשת התלמידים.

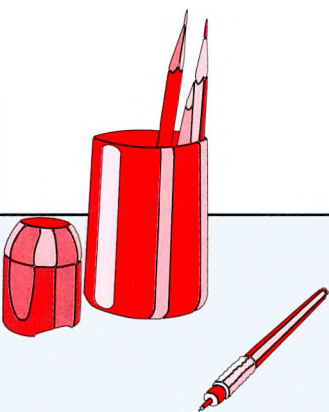
הכנת מיצוי סלק (עיין הערה א למורה):

- א. גרר כ-150 גרם סלק בעזרת מגררת, העבר לכוס כימית והוסף 100 מ"ל מים.
- ב. השרה כמחצית השעה וערבב מדי פעם.
- ג. סנן דרך משפך עם 4 שכבות גזה. ריכוז מיצוי זה ייחשב כ-100%.



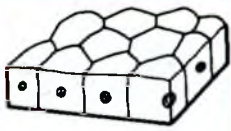
חלוקה

ד. הכן סדרה של 11–12 מיהולים כפולים במים ורשום על המבחנה את הריכוז היחסי. מספר המיהולים הדרוש תלוי בצבעו של הסלק ממנו הוכן המיצוי. מספר תלמידים יכולים להשתמש באותה סדרת מיהולים.



ולכשיו...





ניסוי 5

ניסוי 5

חלק א

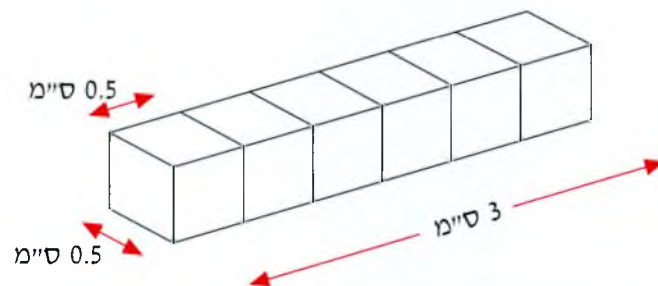
תאי הסלק מכילים אנתוציאנינים שצבעם סגול. בניסוי זה תבדוק את השפעתם של טיפולים שונים על צבע הנוזל שבו מושרות קוביות סלק.

1. הכן אמבט מים בטמפרטורת החדר (טמפרטורה של מי ברז). מדוד ורשום את הטמפרטורה באמבט זה. הכן אמבט אחר בטמפרטורה של 60°C (טווח 65°C – 55°C).

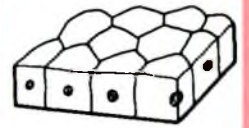


2. א. על שולחן מבחנה ובה 2 מ"ל אתנול (כזהל) סמן אותה בספרה 1. האתנול הוא חומר נדיף, לכן אל תסיר את כיסוי המבחנה.
ב. סמן 5 מבחנות בספרות מ-2 עד 6.
ג. למבחנות 2 ו-3 הכנס 2 מ"ל מים.

3. על שולחן שורש מעובה של סלק.
א. פרוס מהסלק פרוסה בעובי של 0.5 ס"מ, וחיתוך ממנה גוף שרוחבו 0.5 ס"מ ואורכו 3 ס"מ (ראה איור). שים לב שהחתכים בכל פאות הגוף יהיו טריים.



- ב. חתוך מהגוף המלבני שלוש קוביות שאורך צלען 0.5 ס"מ כל אחת.
- ג. הכנס את הקוביות לכוסית ובה כ-10 מ"ל מים, טלטל אותן במים בערך במשך 5 דקות.
- ד. שים לב!! בהמשך תיקח את הקוביות בעזרת מלקט היזהר שחודי המלקט לא יפצעו את הקוביות.
- ה. לכל אחת מהמבחנות 1, 2, 3, העבר בעזרת המלקט, קובייה אחת.

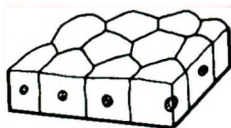


לחץ

4. ודא שמי האמבט בטמפרטורה הדרושה (טווח 55°C – 65°C), רשום את השעה והכנס את מבחנה 3 לאמבט זה למשך 10 דקות. הכנס מיד מבחנות 1 ו-2 לאמבט בטמפרטורת החדר. בזמן ההמתנה ענה על השאלות 5 ו-6.
5. מדוע חשוב לבצע את הפעולה של טלטול הקוביות במים? (סעיף 3 ג)
6. מדוע חשוב שלא ל"פצוע" את הקוביות במלקט בזמן העבודה, הרי הן כבר חתוכות בסכין?
7. בתום 10 דקות הוצא את כל המבחנות מהאמבטים.
 - א. ערבב את תוכן מבחנה 1, העבר את הנוזל (ללא קוביית הסלק) למבחנה 4.
 - ב. חזור על הוראות סעיף א לגבי מבחנות 2 ו-3 והעבר את הנוזל שבהן למבחנות 5 ו-6 בהתאמה.
8. צפה בצבע התמיסות במבחנות 4–6 וסכם את מערך הניסוי ותוצאותיו בטבלה.
9. הצע הסבר לתוצאות הניסוי.



10. תכנן ניסוי שיבחן את ההסבר שהצעת (או חלק ממנו).
 - א. מהי ההשערה שאותה תבדוק בניסוי המוצע?
 - ב. מהו המשתנה התלוי?
 - ג. כיצד תבדוק את המשתנה התלוי?
 - ד. מהו המשתנה הבלתי תלוי?
 - ה. כיצד תשנה את המשתנה הבלתי תלוי?
 - ו. מהי הבקרה בניסוי שתכננת?
 - ז. ציין שלושה גורמים קבועים בניסוי המתוכנן והסבר את חשיבותם במערך הניסוי.



מחיצ

חלק ב

בחלק זה של הניסוי תבדוק את השפעת שינויי טמפרטורה על חדירות הקרום של תאי שורש מעובה של סלק.

עוצמת הצבע של תמיסה שבה הייתה קוביית סלק תשמש כמדד ליציאת אנתוציאנים מתאי סלק.

לפני שתתחיל בביצוע הניסוי עיין בטבלה שלהלן המפרטת את שלבי הניסוי.

בכל טיפול בניסוי שני שלבים. כל שלב ימשך 10 דקות, ובין שלב לשלב תישטף קוביית הסלק. עוצמת הצבע של התמיסה תיבדק לאחר כל שלב.

טמפרטורת הטיפול		מספר הטיפול
שלב ב	שלב א	
טמפרטורת החדר	טמפרטורת החדר	1
טמפרטורת החדר	40°C	2
טמפרטורת החדר	60°C	3
60°C	60°C	4
טמפרטורת החדר	הקפאה*	5

* שלב א בטיפול 5 הוכן על ידי הלבורנט.

11. א. חתוך מהסלק 2 גופים מלבניים כפי שהכנת בחלק א (0.5 ס"מ x 0.5 ס"מ x 2–3 ס"מ).

הקפד שהחתכים בכל הפאות יהיו טריים.

ב. חתוך מגופים מלבניים אלו 6 קוביות באורך 0.5 ס"מ כל אחת.

להעברת הקוביות השתמש במלקט, הזהר לא ל"פצוע" את הקוביות בחודי המלקט.

ג. העבר 4 קוביות לכלי עם 10 מ"ל מים, השרה אותן במים במשך כ-10 דקות.

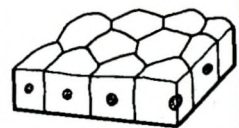
שטוף את הקוביות החתוכות על ידי טלטולן במים מידי פעם.

בזמן שהקוביות במים, בצע סעיפים 12 ו-13 א–ב.

12. א. שטוף היטב את המבחנות מחלק א.

ב. הכן שלוש סדרות של מבחנות:

— 4 מבחנות טיפול, סמןן 1, 2 וכו' (ט מסמן "טיפול")



מבחנות

- 5 מבחנות לתוצאות שלב א, סמנן א1, א2 וכו'
- 5 מבחנות לתוצאות שלב ב, סמנן ב1, ב2 וכו'.
- ג. הכנס לכל אחת מארבע מבחנות הטיפול 2 מ"ל מים.

שלב א

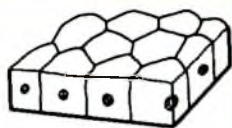
13. א. הכן 3 אמבטים: אחד בטמפרטורת החדר. מדוד ורשום את הטמפרטורה באמבט זה. אמבט שני ב- 40°C (טווח 35°C – 45°C). אמבט שלישי ב- 60°C (טווח 55°C – 65°C). ב. הכנס את מבחנות הטיפול לאמבטים, לפי הפירוט הבא: מבחנה 1ט לאמבט בטמפרטורת החדר. מבחנה 2ט לאמבט 40°C . מבחנות 3ט ו-4ט לאמבט 60°C . ג. שפוך את הנוזל בו שהו קוביות הסלק ושטוף את הקוביות פעם נוספת במעט מים. ד. הכנס לכל אחת ממבחנות הטיפול אשר באמבטים השונים קובייה אחת של סלק למשך 10 דקות. רשום את השעה. מדוד מדי פעם את הטמפרטורה באמבטים, והוסף מים חמים לפי הצורך. מבחנה 5ט הוכנה על ידי הלבורנט ונמצאת בהקפאה. בזמן ההמתנה ענה על שאלה 14.

14. מהן התוצאות הצפויות בטיפולים 3 ו-4 לאחר שלב ב בניסוי?

15. בתום 10 דקות הוצא את המבחנות מהאמבטים ושים בכך המבחנות.

בקש מהלבורנט את מבחנה 5ט שהייתה בהקפאה.

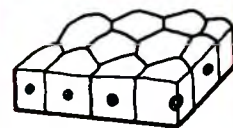
- א. טלטל היטב את מבחנה 1ט לערבוב התוכן, והעבר את הנוזל (ללא הקובייה) למבחנה א1 החזר את מבחנה 1ט לכך.
- ב. טפל באותה דרך בשאר מבחנות הטיפול, העבר מכל אחת מהן את הנוזל למבחנה המתאימה (בעלת אותו מספר) מסדרה א, ושמור על הקוביות במבחנות הטיפול. אם הנוזל במבחנה 5ט טרם הפשיר, זרז את הפשרתו על ידי שטיפת דפנות המבחנה במי ברז.
- ג. שטוף את הקוביות בדרך הזאת: הכנס לכל אחת ממבחנות הטיפול 1 מ"ל מים, נער מעט את המבחנות, ושפוך את המים לכיור או לכלי הפסולת. הקפד שכל קובייה תישאר במבחנה המתאימה.



ניסוי

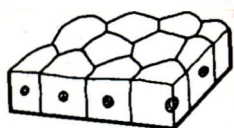
שלב ב

16. א. הכנס לכל אחת ממבחנות הטיפול 2 מ"ל מים.
ב. הכנס מבחנות ט1, ט2, ט3, ט5 לאמבט בטמפרטורת החדר.
הכנס מבחנה ט4 לאמבט 60°C .
ג. רשום את שעת הכנסת המבחנות לאמבטים השונים. השאר את המבחנות באמבטים למשך 10 דקות.
בינתיים ענה על שאלה 17.
17. בסעיפים 15 ו-16 נתבקשת לבצע מספר פעולות:
א. העברת הנוזל (2 מ"ל) ממבחנות הטיפול למבחנות סדרה א.
ב. שטיפת הקוביות ב-1 מ"ל מים.
ג. הכנסת 2 מ"ל מים לקוביות השטופות.
באיזו מהפעולות היה צורך להקפיד על נפח מדויק של נוזל, ובאיזו – הנפח המדויק אינו כה חשוב? נמק.
18. בתום 10 דקות העבר את הנוזל (לאחר שערבבת את תוכן המבחנה) מכל אחת ממבחנות הטיפול למבחנה המתאימה (בעלת אותו מספר) מסדרה ב.
19. א. התבונן בתמיסות שבמבחנות א1–א5 ובמבחנות ב1–ב5 והשווה את צבען. היעזר ברקע לבן לצורך השוואת הצבעים.
(אם הלבורנט הכין סדרת מיהולים של מיצוי סלק, השווה את צבע התמיסות במבחנות הבדיקה לצבע התמיסות במבחנות הייחוס וקבע את הריכוז היחסי של התמיסה בכל אחת ממבחנות הבדיקה).
ב. סכם בטבלה את מערך הניסוי ותוצאותיו.
20. א. בניסוי שביצעת שני שלבים, איזה מידע מספק לך כל אחד משלבי טיפול מספר 1?
ב. הסבר את השפעת הטמפרטורה על קרום התא בטיפולים 2 ו-3. בסס תשובתך על התוצאות בשני שלבי הניסוי.
21. תלמיד שביצע טיפולים 1–4 הסיק: ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר יציאת הצבע מהתאים רבה יותר.
האם תוצאות טיפול 5 תומכות במסקנה זו? נמק על סמך תוצאות הניסוי.



ניסוי

22. האם דרך קביעת המשתנה התלוי, בניסוי זה נראית לך מתאימה?
אם כן – נמק תשובתך. אם לא – נמק והצע דרך אחרת למדידה.



לאורה

ניסוי 6

הנושא: השפעת טמפרטורות שונות על חדירות הקרום בתאי גזר

הכיתה: יא, יב / 5 י"ל

הזמן הנדרש: שיעור אחד או שניים

הידע הקודם הנדרש: תכונות קרום התא, דיפוזיה

בניסוי נבדקת השפעת טמפרטורות שונות על חדירות קרום תאי הגזר. כאשר נפגע הקרום יוצאים מן התא חומרים שונים וביניהם גלוקוז ויוני כלור. יציאת גלוקוז נבדקת בעזרת מקלוניס לבדיקת גלוקוז. יציאת יוני כלור (Cl^-) נבדקת על פי יצירת משקע לבן בתגובתם עם יוני כסף (Ag^+).

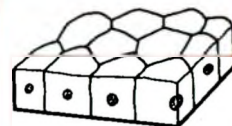
א. בניסוי אנו מעוניינים לבדוק יציאת גלוקוז דרך קרום התאים השלמים. כדי לשטוף את הסוכר מן התאים החתוכים (סעיף 1 ד) יש להשהות את פרוסות הגזר במים. בהמשך הניסוי אנו מניחים שאם נמצא סוכר בתמיסה, סוכר זה יצא מן התאים השלמים (שאלה 5 ג).

ב. זמן השפעת הטמפרטורה על פרוסות הגזר הוגבל ל-2 דקות בכל טמפרטורה. הדיפוזיה של הסוכר מן התאים נבדקת בטמפרטורת החדר (סעיף 3) לאחר שהקרום הושפע במידה זו או אחרת על ידי הטמפרטורות השונות. לכן בשאלות 6 ו-8 נדרש התלמיד להסיק שבניסוי זה נבדקה רק השפעת הטמפרטורה על קרום התא ולא השפעתה על מהירות הדיפוזיה.

ג. הבקרה בניסוי היא בקרה פנימית, כלומר נערכת השוואה בין פרוסות הגזר ששהו בטמפרטורות שונות. נוסף על כך מבחנה 1 היא מבחנת בקרה (מבחנת ייחוס – בלנק). מבדיקתה יתברר שהרטבת המקלון במים אינה גורמת לשינוי צבעו של הריבוע הוורוד (שאלה 5).

ד. כתוצאה מהחימום נהרסו קרומי התאים, לכן צפוי שבנוסף לסוכר יצאו מהתאים גם יונים. בהמשך הניסוי התלמיד בודק נוכחות יוני כלור בתמיסה המעידים על דיפוזיה של יוני כלור מן התאים (סעיף 10).

ה. המשתנה התלוי בניסוי הוא חדירות קרום התא. מדידת משתנה זה מתבצעת על פי ריכוז הגלוקוז בתמיסה שבה שהו פרוסות הגזר. המשתנה התלוי נבדק גם בדרך מידה אחרת: ריכוז יוני כלור בתמיסה שבה שהו פרוסות הגזר. בדיון ניתן לחזור ולהדגיש את ההבדל שבין



חלוקה

המשתנה התלוי ודרך מדידתו. מדידת משתנה תלוי בשתי דרכים (ריכוז גלוקוז וריכוז יוני כלור) תורמת לביסוס המסקנות מהניסוי.

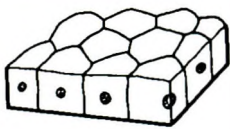
1. השיטה למדידת ריכוז יוני כלור אינה רגישה לריכוזים נמוכים, לכן מתקבל משקע או עכירות רק לאחר שהדיסקיות שהו בטמפרטורות גבוהות. כמו כן לא תמיד נמצא הבדל הדרגתי בין עכירות התמיסות במבחנות השונות. למרות זאת ביצוע בדיקה זו מסב את תשומת לב התלמיד לכך שבמקרה של הרס הקרום, עשויים לצאת מן התא מספר חומרים. פרט להכרת שיטת זיהוי ליוני כלור התלמיד יוכל להעריך את מידת רגישותה של השיטה.



- ציוד לאמבט מים כולל 2 כוסות כימיות בנפח של 250–500 מ"ל
- סכין חד
- מנקב פקקים בקוטר 0.7–1.0 ס"מ
- מלקט
- כתבן
- כן למבחנות
- 6 מבחנות רגילות
- משורה של 100 מ"ל
- פיפטה של 5 או 10 מ"ל
- צלחת פלסטיק (לשימוש חד פעמי)
- ריבוע נייר מילימטרי בגודל 2X2 ס"מ
- 5 מקלוניס לבדיקת גלוקוז
- 500 מ"ל מים מזוקקים בבקבוק פלסטי
- 10 מ"ל תמיסת NaCl בריכוז 1M בבקבוק עם טפי
- 10 מ"ל תמיסת AgNO_3 בריכוז 0.1M בבקבוק עם טפי
- גזר גדול

ואכשיו...





מניסוי

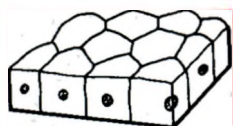
ניסוי 6

בניסוי זה תבדוק את השפעת שינויי טמפרטורה על פרוסות גזר.



1. א. הכן מספר גלילים מן הגזר בעזרת מקדח פקקים.
 ב. חתוך מן הגלילים 25 פרוסות בעובי 3 מ"מ כל אחת. היעזר בנייר מילימטרי ודייק בחיתוך ככל האפשר. אל תשתמש בפרוסות פגועות או חצויות.
 ג. מזוג 200 מ"ל מים מזוקקים לכוס כימית גדולה, סמן אותה ב"א".
 ד. הכנס את פרוסות הגזר לכוס א והמתן 5 דקות. בינתיים בצע סעיפים ה, ו.
 ה. הכן 5 מבחנות מסומנות בספרות 1–5.
 ו. הכן כוס נוספת, סמן אותה ב"ב" ומזוג לתוכה 100 מ"ל מים מזוקקים.
2. א. כעבור 5 הדקות הוצא בעזרת מלקט 5 פרוסות מכוס א. נער את עודף המים מן הפרוסות והכנס אותן לכוס ב למשך 2 דקות בדיוק. בתום 2 דקות הוצא את הפרוסות והעבר אותן למבחנה 2. מדוד ורשום את טמפרטורת המים שבה שהו הפרוסות.
 ב. חמם את המים בכוס ב ל- 40°C העבר בעזרת מלקט 5 פרוסות מכוס א לכוס ב. הוצא את הפרוסות כעבור 2 דקות בדיוק. נער אותן מעודף המים והכנס אותן למבחנה 3.
 ג. חמם את המים בכוס ב ל- 50°C . חזור על הוראות סעיף ב לגבי 5 פרוסות נוספות והכנס אותן למבחנה 4.
 ד. חמם את המים בכוס ב ל- 60°C . חזור על הוראות סעיף ב לגבי 5 פרוסות נוספות והכנס אותן למבחנה 5.
3. לאחר שסיימת את הטיפול בכל הפרוסות, הכנס 2 מ"ל מים מזוקקים למבחנות 1–5, המתן 5 דקות. בתום 5 דקות בדוק את ריכוז הגלוקוז בתמיסה בעזרת מקלון לבדיקת גלוקוז. רשום את הצבע המתקבל בריבוע הוורוד לאחר 10 שניות.
 קבע את ריכוז הגלוקוז על פי המקרא הרשום על הקופסה או על פי המקרא הזה:
 ורוד — אין גלוקוז (—)
 סגול בהיר — ריכוז נמוך (+)
 סגול כהה — ריכוז בינוני (++)
 כחול — ריכוז גבוה (+++)
אל תזרוק את תוכן המבחנות
4. סכם את מערך הניסוי ותוצאותיו בטבלה מתאימה.

- 42



לחור

ניסוי 7

הנושא: השפעת גודל שטח פני הרקמה על דיפוזיה

הכיתה: י, יא / 3 י"ל
 הזמן הנדרש: אחד או שני שיעורים
 הידע הקודם הנדרש: דיפוזיה

בניסוי זה ניתן למדוד בשיטה "חצי כמותית" את הסוכר שיוצא בדיפוזיה משטח פני הגזר החתוך. ככל ששטח פני הרקמה גדול יותר – כמות הסוכר היוצאת רבה יותר.

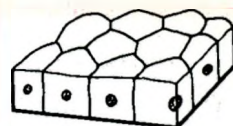
א. בשאלה 3 ג מתבקש התלמיד להכין טבלה לרישום תוצאות. אם התלמידים מתקשים בכך, ניתן לתת להם טבלה מוכנה.

ב. קיים קושי מסוים בהגדרת המשתנה הבלתי תלוי שהוא שטח פני הרקמה הבא במגע עם המים. מידת החיתוך של הגזר היא **דרך השינוי** של המשתנה הבלתי תלוי (שאלה 4). כדאי להדגיש שכמות הגזר אשר בשני הכלים שווה (פחות או יותר).

ג. טיפול 3 הוא בקרה (ייחוס). מהבדיקה יתברר שהרטבת המקלון במים אינה גורמת לשינוי הצבע של הריבוע הוורוד (שאלה 6).

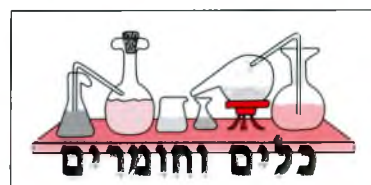
ד. שאלה 8 מאפשרת לדון בהבדל בין כמות הסוכר ובין ריכוז הסוכר בתמיסה. אם נוסיף לכוס 20 מ"ל מים (במקום 5 מ"ל) כמות הסוכר היוצאת מן התאים לא תשתנה, אך ריכוזו בתמיסה יקטן.

ה. מתוצאת הניסוי הנוסף בסעיף 9 ניתן להסיק שבפרק הזמן הנבדק גלוקוז אינו יוצא חופשית מתאים שלמים, שקרומם לא נפגע. מסקנה אפשרית אחרת היא שכמות הגלוקוז היוצאת מתאים שלמים היא קטנה ואינה ניתנת למדידה בשיטה זו. לפיכך יש לייחס את נוכחות הסוכר בתמיסות (סעיף 3) לדיפוזיה מהתאים הפגועים. יש להניח שחומרים נוספים יצאו מהתאים, אך בניסוי זה לא נבדקה נוכחותם בתמיסה.

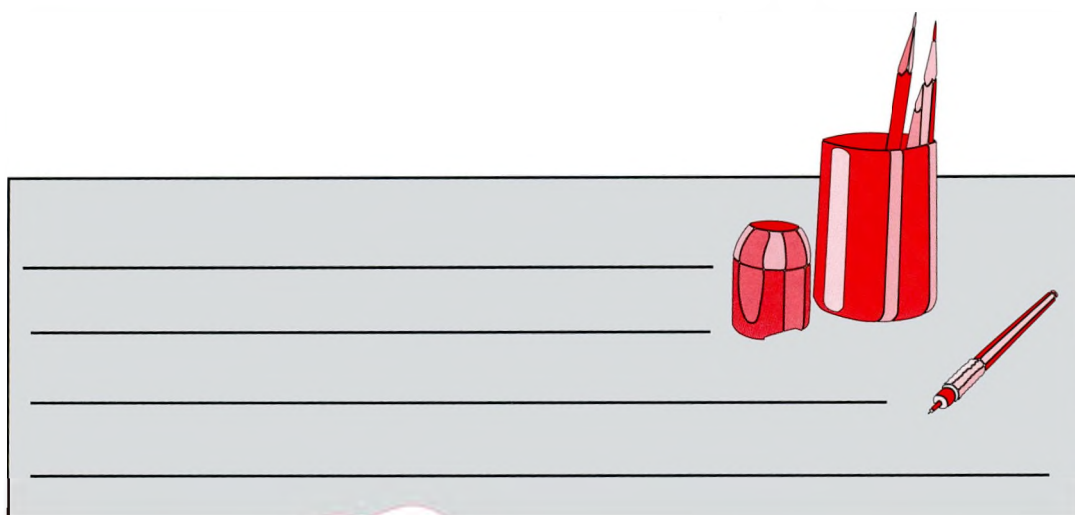


לאורה

ג. אם נחמם את הגזר (שאלה 10), תפגע בררנות קרומי התאים השלמים, והסוכר ייצא גם מתאים אלו. (אם נותר זמן, ניתן לבצע סעיף זה.)

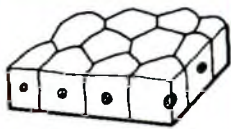


- סכין
- כתבן
- פיפטה של 5 מ"ל או 10 מ"ל
- 3 כוסות כימיות של 50 מ"ל או 100 מ"ל (אפשר להשתמש בכוסות לשימוש חד פעמי)
- מים מזוקקים בבקבוק פלסטי
- 4 מקלוניים לבדיקת גלוקוז (כדי לחסוך ניתן לגזור כל מקלון לאורכו)
- 2 מגבות נייר
- 1 גזר ל-3 קבוצות תלמידים



וצלליו...



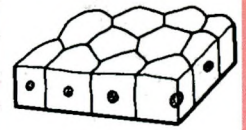


ניסוי

ניסוי 7

בניסוי זה תבדוק את השפעת חיתוך גזר על כמות הגלוקוז היוצאת ממנו.

1. א. קלוף גזר ושטוף אותו היטב במים.
 ב. חתוך חתיכה באורך של 3 ס"מ, חצה אותה לאורכה לשניים.
 ג. קצץ חלק אחד לחתיכות קטנות והעבר את החומר הקצוץ לכוס כימית קטנה. סמן כוס זו בספרה 1.
 ד. את החלק הבלתי חתוך הכנס לכוס אחרת וסמן אותה בספרה 2.
 ה. קח כוס שלישית, ריקה, וסמן אותה בספרה 3.
 2. הוסף לכל אחת משלוש הכוסות 5 מ"ל מים מזוקקים והמתן 4 דקות. מדי פעם בפעם טלטל את התמיסות בכוסות.
 3. א. טבול **בנוזל** אשר **בכל** כוס את הקצה הוורוד של המקלון הבודק נוכחות גלוקוז בתמיסה ומאפשר קביעת ריכוזו היחסי, הוצא אותו מיד.
 ב. רשום את הצבע המופיע בריבוע הוורוד ב-10 השניות הראשונות לאחר הוצאת המקלון מן הנוזל.
 ג. הכן טבלה ובה תרשום את תכולת כל כוס וכן הצבע שהתקבל ב-3 המקלונים.
 ד. הוסף לטבלה את ריכוז הגלוקוז על פי המקרא הרשום על הקופסה או על פי המקרא הבא:
- | | |
|-------------|-------------------|
| ורוד — | אין גלוקוז (-) |
| סגול בהיר — | ריכוז נמוך (+) |
| סגול כהה — | ריכוז בינוני (++) |
| כחול — | ריכוז גבוה (+++) |
4. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי זה, הסבר כיצד שיניית אותו.
 5. הצע הסבר להבדל בין תוצאות בדיקת הנוזל בכוס 1 ו-2.
 6. מה תפקידה של הבדיקה בכוס 3?
 7. אילו גורמים נשארו קבועים במהלך הניסוי?

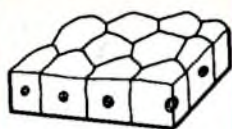


האזנה

8. אילו הוספנו לכל כוס 20 מ"ל מים מזוקקים (במקום 5 מ"ל), האם היה שינוי בצבע המקלון הבדוק את ריכוז הגלוקוז?

9. א. שפוך את המים מכוס 1 (היזהר שלא לאבד חתיכות גזר).
 ב. שטוף במים מזוקקים את חתיכות הגזר. שפוך את המים וחזור על השטיפות 4 פעמים.
 ג. לאחר 4 שטיפות הוסף 5 מ"ל מים מזוקקים והמתן 4 דקות.
 ד. בדוק בעזרת המקלון את ריכוז הגלוקוז בכלי ורשום את הצבע המופיע בריבוע הוורוד ב-10 השניות הראשונות לאחר הוצאת המקלון מן הנוזל.
 רשום את ריכוז הגלוקוז על פי המקרא הרשום על הקופסה (או בשאלה 3).
 ה. הסבר את הסיבה להבדל בתוצאות בין הבדיקה הראשונה בכוס 1 ובין הבדיקה השנייה (לאחר מספר שטיפות).

10. אם נחמם את הנוזל בכוסות 1 ו-2, האם תשפיע פעולה זו על תוצאות הבדיקה? הסבר תשובתך.



מורה

ניסוי 8

הנושא: השפעת היחס בין שטח פני קוביית אגר לנפחה על דיפוזיה

הכיתה: י, יא / 3 י"ל

הזמן הנדרש: שיעור אחד

הידע הקודם הנדרש: דיפוזיה, בסיס, אינדיקטור

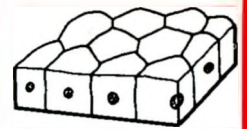
בניסוי זה יכירו התלמידים את תהליך הדיפוזיה של NaOH לתוך קוביית אגר הספוגה באינדיקטור פנול פתלאין. כאשר הבסיס עובר דיפוזיה, משתנה ה-pH ובהתאם משתנה צבעו של האינדיקטור. מטרת הניסוי היא להדגים שככל שהיחס שטח פנים/נפח גדול יותר, הזמן הדרוש להשלמת הדיפוזיה לכל נפח הקובייה – קצר יותר. קצב תהליך הדיפוזיה המוגדר ככמות המולקולות החודרות דרך יחידת שטח פנים ליחידת זמן, שווה בקוביות השונות.

א. יש להקפיד בזמן ביצוע הניסוי, שהתלמידים לא יפגעו בשלמות קוביות האגר. כדאי שהמורה יבדוק מראש מהו פרק הזמן האופטימלי להשריית הקוביות בבסיס. אם התלמיד ימתין זמן רב מדי כל הקוביות תיצבענה באותה מידה ואז אין משמעות לניסוי. ייתכן הבדל בזמן ההשריה האופטימלי בעונות השנה השונות. כאשר מוציאים את הקוביות מהבסיס (סעיף 4), יש לחתוך ולמדוד אותן בזריזות, כי הדיפוזיה של הבסיס ממשיכה גם כאשר הקוביות אינן טבולות בו.

ב. עיבוד תוצאות הניסוי (סעיפים 7, 9) מורכב, לכן מוצע להסתפק במעבדה בתאור מילולי של התוצאות ולהשלים את הדיון בכיתה.

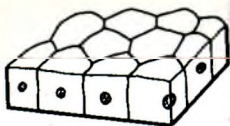
ג. כצפוי, ככל שהקובייה גדולה יותר כך גדל נפח החלק הצבוע. מעובדה זו לא ניתן להסיק מסקנות בדבר יעילות התהליך שכן לכל קובייה **נפח שונה**. לפיכך יש לחשב את **אחוז הנפח הצבוע** בכל אחת מהקוביות.

ד. בשאלה 9 הוצעו שני עקומים שהם קלים יחסית להבנה. ניתן לאחד את ציר ה-X בשני העקומים ולהוסיף ציר Y מצד ימין של מערכת הצירים. ניתן להציע לשרטט עקום שלישי שיתאר את הגודל היחסי של הנפח הצבוע (באחוזים) כתלות ביחס שטח פנים/נפח.



מורה

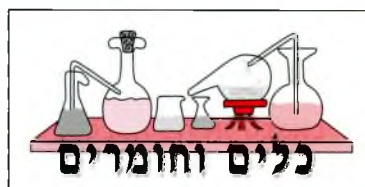
- ה. מתוצאות הניסוי מתברר שככל שגדל יחס שטח פנים/נפח כך גדל אחוז הנפח הצבוע. המסקנה היא שככל שהקובייה קטנה יותר, כך גדלה יעילות הדיפוזיה המתבטאת באחוז הנפח הצבוע (שאלה 10).
- כמות הבסיס העוברת דרך יחידת שטח בזמן נתון (קצב הדיפוזיה) אינה שונה בין קובייה קטנה לגדולה, אך בקובייה גדולה יותר, יידרש יותר זמן להשלמת הדיפוזיה לנפח כל הקובייה. לשם הסבר נוסף ניתן להיעזר בחישוב הזה:
- נניח שדרך שטח פנים של 1 סמ"ר עוברות X מולקולות ביחידת זמן (קצב הדיפוזיה). בקובייה 1 ששטח פניה הוא 6 סמ"ר עוברות 6X מולקולות ביחידת זמן. לקובייה 1 נפח של 1 סמ"ק ולכן 6X המולקולות מתפזרות בנפח של 1 סמ"ק. בקובייה 2, ששטח פניה הוא 24 סמ"ר עוברות 24X מולקולות ביחידת זמן. לקובייה זו נפח של 8 סמ"ק, ולכן 24X המולקולות מתפזרות בנפח של 8 סמ"ק. דהיינו 3X מולקולות לכל 1 סמ"ק. בקובייה 3 רק 2X מולקולות מתפזרות בנפח של 1 סמ"ק.
- ו. הקובייה מהווה מודל לתא חי רק בהתייחסות לחדירת חומרים שונים לתוך נפח התא דרך שטח פניו (שאלה 11).
- ז. בדיון על משמעות תוצאות הניסוי (שאלה 12), אפשר להתייחס ליתרון של תאים קטנים, אשר בהם היחס שטח פנים/נפח הוא גדול יותר מאשר בתאים גדולים. בתא גדול הדיפוזיה של מזון וחמצן דרך שטח הפנים לא תספק את כל צורכי "נפח" התא, ביחידת זמן נתונה, לפיכך יש יתרון לתא בעל נפח קטן.
- ליחס שטח פנים/נפח משמעות גם במשק החום ובמשק המים של יצורים חיים. ביצורים רב תאיים גדולים בעיית אספקת מזון וחמצן לכל התאים נפתרת בעזרת מערכת הובלה.
- ניתן להזכיר את שטח הפנים הגדול של נאדיות הריאה, זימים ומוריגי המעיים.
- ח. לסיכום הניסוי רצוי לדון בהיגדים שלהלן:
- רשום נכון/לא נכון ונמק תשובתך.
1. קובייה גדולה יותר סופגת יותר חומר מקובייה קטנה. (נכון, ניתן לאמת על פי תוצאות הניסוי)
 2. ככל שהקובייה קטנה, קצב חדירת החומר מהתמיסה מהיר יותר. (לא נכון)
 3. ככל שהקובייה קטנה, היא סופגת יותר חומר ביחס לנפחה. (נכון, ניתן לאמת על פי תוצאות הניסוי)



חוריה

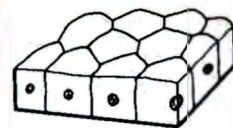
השפעת היחס בין שטח פני קוביית אגר לנפחה על דיפוזיה

אם התלמידים יודעים להשתמש בגיליון אלקטרוני, אפשר להיעזר בו בעיבוד התוצאות.
בעניין הקשר בין היחס שטח פנים/נפח בתא צמחי ובין עמידותו ליובש ראה: **צומח וצמחים** (1979), 8, האוניברסיטה הפתוחה, תל-אביב, עמ' 3, 21.



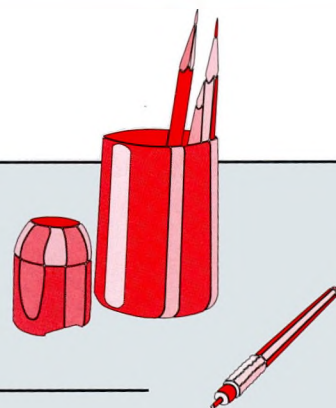
- סכין או סקלפל
- סרגל
- כתבן
- כן למבחנות
- 2 מבחנות
- 100 מ"ל תמיסת NaOH בריכוז 1% בכוס כימית של 100 מ"ל
- טפי עם טפטף
- 5 מ"ל תמיסת פנול פתלאין בבקבוק עם טפי*
- מים מזוקקים בבקבוק פלסטי
- כפית פלסטיק
- 2 מגבות נייר
- 3 קוביות אגר + פנול פתלאין בנפחים של 1 סמ"ק, 8 סמ"ק, 27 סמ"ק
- אופן הכנת הקוביות:
- א. הכן תמיסה של אגר רגיל בריכוז 3% (המס 30 גרם אגר רגיל ב-200 מ"ל מים קרים. הרתח 800 מ"ל מים והעבר אותם לאט לאגר המומס, תוך כדי ערבוב, עד שכל האגר ימס).
- ב. הכן תמיסת פנול פתלאין על ידי המסת כ-1/2 כפית פנול פתלאין במעט אלכוהול.
- ג. הוסיף את תמיסת הפנול פתלאין לאגר בעודו חם וערבב היטב.
- ד. הכן 3 כלים שטוחים, מלבניים ובעלי דפנות ישרות, וסמן בהם גובה של 1 ס"מ, 2 ס"מ, ו-3 ס"מ. (ניתן להשתמש בתבניות מנייר אלומיניום).
- ה. שפוך את האגר בעודו חם לכל אחד משלושת הכלים בהתאם לגובה המסומן וקרר.
- ו. לאחר שהאגר התקרר ונקרש, הכן מהאגר הנמצא בכלים קוביות בעלות אורך צלע 1 ס"מ, 2 ס"מ ו-3 ס"מ.

* הוראות ההכנה בנספח: ציוד והכנת תמיסות



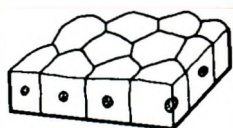
לחור

A large rectangular area with horizontal lines for writing, intended for a student's response.



ולכשיו...





מבחנה אחת

ניסוי 8

בניסוי זה תשווה את מידת החדירות של בסיס לקוביות אגר בגדלים שונים.



1. א. העבר בעזרת הטפי כ-20 טיפות מתמיסת הבסיס NaOH, למבחנה אחת, שעליה תכתוב "בסיס".

ב. למבחנה שנייה, שעליה תכתוב "מים", טפטף מבקבוק המים המזוקקים כמות דומה של מים.

ג. טפטף לכל אחת משתי המבחנות 2 טיפות אינדיקטור פנול פתלאין. בדוק ורשום את הצבע המתקבל בכל אחת מהתמיסות.

החומר אגר מופק מאצות. חומר זה הוא נוזלי בחימום וקרוש חלקית בטמפרטורת החדר. במצבו החצי-מוצק, מפעפעים דרכו חומרים שונים במהירות גדולה למדי.

2. על שולחן תמצא 3 קוביות אגר בגדלים שונים.

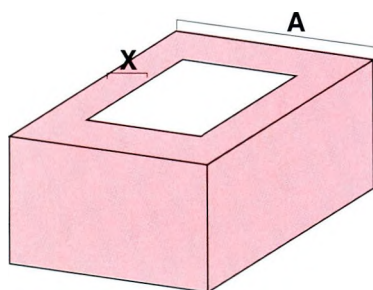


הכנס בזירות, בעזרת כפית, את הקובייה הקטנה לתוך כוס כימית ובה תמיסת בסיס NaOH. רשום את זמן התחלת הניסוי.

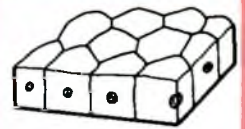
3. הפוך את הקובייה בכל דקה בעזרת הכפית. דאג שתהיה מכוסה בתמיסה.

4. לאחר 5 דקות הוצא את הקובייה מהתמיסה והנח על מגבת נייר. חתוך את הקובייה לשניים והבחן במסגרת הצבועה בסגול.

5. בעזרת סרגל מדוד את צלע הקובייה (A) ואת רוחב קטע המסגרת הצבועה (X). אם הקובייה נצבעה כולה, רשום $X=A/2$.



היעזר באיור הבא:



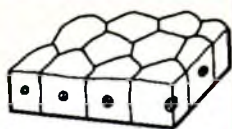
מדידות

6. חזור על הניסוי בקובייה השניה (על פי סעיפים 2–5), ולאחר מכן בקובייה השלישית.

7. סכם את התוצאות בטבלה שלהלן:

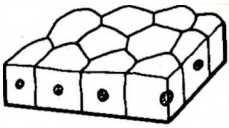
מדידות	מספר הקובייה	1	2	3
צלע הקובייה (A), בס"מ				
רוחב הקטע הצבוע (X), בס"מ				

חישובים	מספר הקובייה	1	2	3
שטח הפנים של הקובייה ($6A^2$), בסמ"ר				
נפח הקובייה (A^3), בסמ"ק				
יחס שטח פנים/נפח של הקובייה ($6/A$), ב" סמ"מ				
רוחב הקטע הבלתי צבוע ($A-2X$), בס"מ				
נפח החלק הבלתי צבוע $(A-2X)^3$, בסמ"ק				
נפח החלק הצבוע $A^3 - (A-2X)^3$, בסמ"ק				
הנפח הצבוע, באחוזים				
$\left(\frac{\text{נפח החלק הצבוע} \times 100}{\text{נפח הקובייה}} \right)$				



מינימום

8. כאשר הכינו את קוביות האגר, הוסיפו לתמיסת האגר את האינדיקטור פנול פתלאין.
 - א. על סמך הבדיקה שביצעת בסעיף 1, הסבר מדוע נצבעו הקוביות בצבע סגול?
 - ב. הסבר את הסיבה להבדלים שמצאת בנפח החלק הצבוע בקוביות השונות.
9.
 - א. שרטט עקום בו תבטא את יחס שטח פנים/נפח כתלות בגודל צלע הקובייה.
 - ב. שרטט עקום בו תבטא את אחוז הנפח הצבוע (כעבור 5 דקות) כתלות בגודל צלע הקובייה.
 - ג. השווה בין שני העקומים ששרטטת. איזו מסקנה ניתן להסיק מהשוואה זו?
10. מה ניתן להסיק מתוצאות הניסוי לגבי הקשר בין היחס שטח פנים/נפח ובין התהליך הגורם לצביעת הקוביות?
11. בניסוי זה קוביית האגר מהווה מודל לתא החי. איזה תהליך דומה מתרחש בתא החי?
12. העיקרון שלמדת בניסוי זה בא לידי ביטוי בתא הבודד וגם ביצור הרב תאי. הבא דוגמאות מתאימות.



מורה

ניסוי 9

הנושא: השפעת מפל הריכוזים על מהירות תהליך האוסמוזה בשקית דיאליזה

הכיתה: יא, יב / 5 י"ל
הזמן הנדרש: שני שיעורים
הידע הקודם הנדרש: דיפוזיה, אוסמוזה, מיהול תמיסות

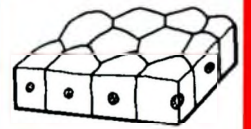
בניסוי זה תיבדק השפעת ריכוז תמיסת סוכרוז על קצב האוסמוזה.

א. בחלק א של הניסוי מוצע להציג לפני התלמידים מערכת לדוגמה על שולחן המורה. התלמיד אשר הכיר בניסויים קודמים את קרום הדיאליזה, ינסה להבין את מבנה המערכת, ויציע ניסוי הקשור באוסמוזה, וניתן לבדיקה במערכת זו. ניתן להציג לפני התלמידים את המערכת בשיעור ואת חלק א של הניסוי יכינו התלמידים כשיעורי בית.

ב. בניסוי זה מודדים התלמידים את מהירות עליית הנוזל בפיפטה הנתונה בשקית דיאליזה. הצלחת הניסוי תלויה בקשירה נכונה של השקית בשני קצותיה. בקצה התחתון יש לקפל את השקית שני קיפולים כלפי מעלה, לסובב את הקצה ואחר כך לקשור היטב על החלק המקופל (ראה איור בניסוי 1, חלק א). רצוי שהתלמידים ייעזרו זה בזה כדי לקשור קשר חזק. בקצה העליון הקשירה בעייתית יותר בגלל נוכחות הפיפטה וכן בשל האפשרות של נוכחות אוויר בשקית. יש לקשור את הקשר השני כך שלא יהיה אוויר בשקית. כדי להדק את השקית אל הפיפטה רצוי להוסיף קשר שלישי במרחק של כ-0.5 ס"מ מתחת לקשר השני. כאשר מכניסים את השקית לתוך הכוס המתאימה, יש חשיבות לגובה פני המים בכוס יחסית לשקית, ולכן יש להמתין כמה דקות עד שהמערכת מתייצבת ולאחר מכן אין להזיז את הכוס, את המעמד או את הפיפטה (סעיף 4).

ג. בניסוי זה נבדקות שתי השערות (ניסוי רב גורמי):

1. ככל שהריכוז ההתחלתי של התמיסה בשקית גדול, כך גדולה מהירות תהליך האוסמוזה.
2. מהירות תהליך האוסמוזה פוחתת עם חלוף הזמן.



מורה

לפיכך המשתנה התלוי בניסוי הוא מהירות תהליך האוסמוזה, אשר נמדד על פי גובה הנוזל בפיפטה בפרקי זמן שונים (שאלה 6).
אם הנוזל בפיפטה מגיע בזמן 0 לחלק המכיל של הפיפטה, ניתן למדוד את **נפח** הנוזל ביחידות מ"ל.

ד. המשתנים הבלתי תלויים בניסוי: זמן וריכוז תמיסת הסוכרוז. יתכנו שני תיאורים גרפיים (שאלה 7 א):

1. ציר ה-Y – גובה מצטבר (או נפח מצטבר) של עמוד הנוזל, ציר ה-X – זמן. באותה מערכת צירים ישורטטו העקומים המתאימים לשני הריכוזים שנבדקו.
2. דיאגרמת עמודות שבה ציר ה-Y הוא הגובה המצטבר של עמוד הנוזל (או נפח מצטבר) במשך הניסוי וציר ה-X – ריכוז התמיסה. אין לבטא קשר זה בגרף רציף שכן בניסוי נבדקו רק שני ריכוזים.

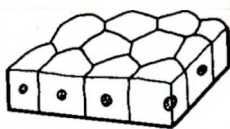
ייתכן שיהיו תלמידים שימדדו בסעיף 5 ב את **הפרש הגבהים** (או הנפחים) בין כל סימן. אם משרטטים גרף שבו ציר ה-Y הוא **תוספת** גובה במ"מ (או נפח) ביחידת זמן (2 דקות), שיפוע הקו מבטא את **השינוי** במהירות התהליך. אם מתקבל קו ישר מקביל לציר ה-X (פחות או יותר), משמעותו מהירות קבועה של תהליך. כיוון שהבנת גרף זה קשה יותר, עדיף שרטוט גרף המתאר גובה (או נפח) מצטבר.

ה. במשך הזמן מהירות התהליך פוחתת (שאלה 9). הפרש הריכוזים בין התמיסה החיצונית והתמיסה שבשקית הולך וקטן, כלומר הלחץ האוסמוטי בשקית הולך וקטן והלחץ ההידרוסטטי של עמוד הנוזל הולך וגדל.

ו. אילו היה הצינור ארוך מאוד – התהליך היה נפסק בזמן מסוים כאשר הלחץ ההידרוסטטי ישתווה ללחץ האוסמוטי (שאלה 10).

רצוי להתייחס לטעות רווחת בקרב התלמידים: "התהליך נמשך עד להשוואת ריכוזים" כמובן שלא תהיה כאן השוואת ריכוזים, אלא בשלב מסוים תהיה השוואת **לחצים** בין שני חלקי המערכת ואז ייפסק השינוי נטו (אם כי תנועת מולקולות המים נמשכת לשני הכיוונים).

ז. אם רוצים להביא לירידת עמוד הנוזל בפיפטה (שאלה 11), ניתן להוסיף סוכרוז בכמות גדולה למים ואז ישתנה כיוון תנועת המים.



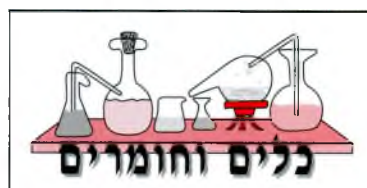
לאורה

ח. בהשוואת המודל לתא חי (שאלה 12) יש להתייחס לקרום התא, הסביבה התוך תאית (מוהל התא) והנוזל החוץ תאי. המערכת המוצגת בניסוי דומה מצד אחד לתא חסר דופן. מצד אחר, השפעת הלחץ ההידרוסטטי של עמוד הנוזל מקבילה להשפעת לחץ הדופן בתא צמחי.

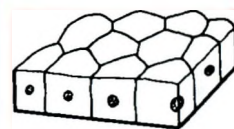
כדאי להדגים מערכת נוספת שבה יש בתוך השקית תמיסת עמילן 1%. העמילן הוא תערובת של מאקרומולקולות. רובו עמילופקטין שהוא פולימר המכיל כ- 6×10^5 יחידות גלוקוז ומיעוטו עמילוז המכיל כ-3000 יחידות גלוקוז.



עמילן אינו מסיס במים בטמפרטורת החדר, אך הרתחתו מאפשרת קבלת תמיסה. בתמיסת עמילן שריכוזה 1% מספר המולקולות ליחידת נפח קטן מאוד יחסית לתמיסת סוכרוז בריכוז 0.6M. ריכוזה המולרי של תמיסת העמילן נמוך מאוד, כלומר לחצה האוסמוטי אפסי ואין עלייה של נוזל בפיטה. יש לשים לב שהסבר זה מתייחס למודל של שקית דיאליזה. בתא נמצא העמילן בגרגרים בצורה בלתי מסיסה, ואינו משפיע על הלחץ האוסמוטי.



- מעמד מתכת בעל מאחז ל-2 ביורטות
- מספריים
- כתבן
- סרגל
- 2 כוסות של 600 מ"ל
- 2 פיפטות של 1 מ"ל
- משפך קטן
- משורה של 50 מ"ל או 100 מ"ל
- בקבוק (ארלנמאייר) של 100 או 200 מ"ל
- 2 צינורות דיאליזה באורך 20 ס"מ כל אחד

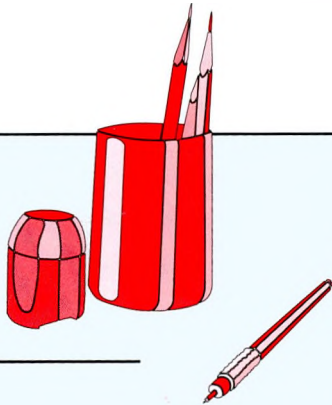


מורה

- 4 חתיכות חוט רקמה באורך של כ-20 ס"מ כל אחת
- מים מזוקקים בבקבוק פלסטי
- 150 מ"ל תמיסת סוכרוז בריכוז 0.6M (ניתן להכין תמיסת סוכרוז בריכוז 20%)
- הכן מערכת להדגמה כמו באיור שבחלק א לתלמיד. היעזר בהוראות ההכנה בחלק ב סעיף 3. ניתן למלא את השקית במי ברז.

לפי בקשת המורה:

- 50 מ"ל תמיסת עמילן טרייה בריכוז 1%



וזהו...





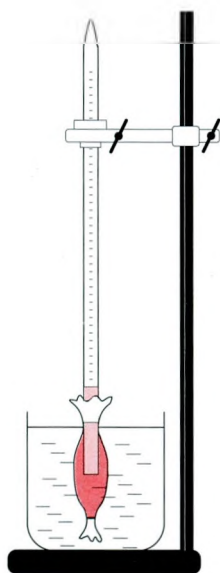
מיני

ניסוי 9

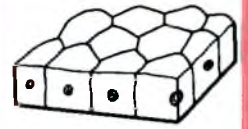
חלק א

בחלק זה תכיר מערכת המאפשרת מדידה של תהליך אוסמוזה דרך קרום דיאליזה.

לפניך שקית דיאליזה שקרומה בררני. הפיטה המכילת אשר בשקית מאפשרת מעקב אחר שינוי בנפח הנוזל. התבונן באיור:



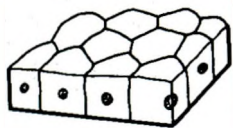
1. מערכת זו מאפשרת לחקור את תהליך האוסמוזה. הצע ניסוי שיבדוק השפעת גורם כלשהו על מהירות התהליך.
 - א. מהי ההשערה אותה תבדוק בניסוי המוצע?
 - ב. מהו המשתנה התלוי בניסוי?
 - ג. כיצד תמדוד את המשתנה התלוי?
 - ד. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי?
 - ה. כיצד תשנה את המשתנה הבלתי תלוי?
 - ו. ציין שלושה גורמים קבועים בניסוי המתוכנן. הסבר מדוע חשוב שגורמים אלו יישארו קבועים במהלך הניסוי.



חלק ב

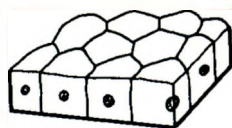
בחלק זה תבדוק את ההשפעה של ריכוז תמיסת הסוכרוז בשקית דיאליזה על המהירות של עליית הנוזל בפיפטה.

2. א. לצורך ביצוע הניסוי תזדקק לתמיסת סוכרוז בריכוז 0.3M.
על שולחן תמיסת סוכרוז בריכוז 0.6M. הסבר כיצד תכין 40 מ"ל של תמיסת סוכרוז בריכוז 0.3M.
ב. בצע את המיחול המבוקש לאחר אישור המורה.
3. א. הרטב את הצד החיצוני של צינור הדיאליזה, קפל את קצה הצינור כלפי מעלה בשני קיפולים. סובב את הקצה ואחר כך קשור היטב על החלק המקופל. היעזר בחברך כדי לקשור היטב. קשירה חזקה תסייע להצלחת הניסוי.
ב. סמן "0.3" על הקצה המחודד של פיפטה משוננת של 1 מ"ל.
ג. מלא את שקית הדיאליזה כמעט עד סופה בתמיסת סוכרוז בריכוז 0.3M בעזרת משפך קטן.
ד. הכנס את הפיפטה לתוך שקית דיאליזה כשהקצה החד כלפי מעלה. הפיפטה צריכה לטבול בתוך התמיסה.
ה. קשור היטב בעזרת חוט את קצה השקית כשהפיפטה נתונה בתוכה.
היעזר בחברך בשעת הקשירה והקפד שלא יהיה אוויר בשקית. אם לאחר הקשירה התברר שבועת אוויר נלכדה בשקית, קשור קשר נוסף מתחת לקשר הראשון, ומתחת לבועת האוויר. אי הקפדה על קשירה טובה של השקית תפגע בהצלחת הניסוי.
שטוף את השקית במים (היעזר בבקבוק המים המזוקקים).
ו. שים את הפיפטה בין זרועות המאחז (על פי האיור שבחלק א).
4. א. חזור על הוראות סעיף 3 א-ו, אלא שהפעם תמיסת הסוכרוז בשקית תהיה בריכוז 0.6M.
ב. מלא בשתי הכוסות מי ברז. הכנס את השקיות עם הפיפטות לתוך המים כך שרוב השקית תהיה במים.
ג. השתדל שמידת השקיעה של שתי שקיות הדיאליזה במים תהיה דומה ככל האפשר בשתי המערכות.
ד. חכה עד שהנוזל יתחיל לעלות בפיפטות, רשום מיד את השעה וסמן בעזרת כתבן את הגובה ההתחלתי של הנוזל בפיפטות.
משלב זה ואילך אל תזיז את המערכות.



ניסוי

5. א. סמן את גובה הנוזל בפיפטות מדי 2 דקות במשך 20 דקות.
 ב. בתום 20 דקות, מדוד בעזרת סרגל את גובה הנוזל בכל אחד מפרקי הזמן.
 ג. הכן טבלה ורשום בה את תוצאות הניסוי.
6. מהו המשתנה התלוי בניסוי שביצעת? הסבר את דרך מדידתו.
7. א. שרטט שני עקומים המתארים את תוצאות הניסוי על מערכת צירים אחת.
 ב. בחן את השיפועים של שני העקומים, מה תוכל להסיק מהם על מהירות התהליך בשתי המערכות? הסבר תשובתך.
8. הסבר מהי הבקרה בניסוי שביצעת.
9. אם תבצע את הניסוי במשך זמן רב, האם ימשך התהליך של עליית הנוזל בפיפטות במהירות קבועה? הסבר.
10. אם תבצע את הניסוי במערכת דומה עם צינור ארוך ביותר, האם תמשך עליית הנוזל בהתאם לאורך הצינור או שתיפסק בשלב כלשהו? נמק.
11. א. כיצד ניתן לגרום לירידת הנוזל בצינור (בלי לפתוח את השקית)? רשום הצעתך וקבל את אישור המורה.
 ב. אם עדיין עומד זמן לרשותך, בצע את הצעתך, ורשום את תוצאות הניסוי.
12. א. המערכת בה עבדת היא **מודל** המדגים תא חי. השווה בין חלקי המערכת ובין תא חי.
 ב. מה ההבדל בין מעבר מולקולות דרך שקית הדיאליזה ובין מעברן דרך קרום התא?



אדמה

ניסוי 10

הנושא: השפעת ריכוז התמיסה החיצונית על אוסמוזה בתפוח אדמה

הכיתה: י, יא / 3 י"ל
 הזמן הנדרש: שיעור אחד*
 הידע הקודם הנדרש: אוסמוזה, לחץ טורגור

בניסוי זה נבדקת השפעת ריכוז תמיסה חיצונית על תהליך אוסמוזה בגלילי תפוח אדמה. על סמך תוצאות הניסוי התלמיד מתבקש לדרג את התמיסות לפי ריכוזן.

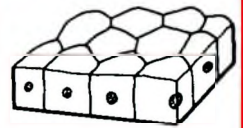
א. התלמיד מקבל מהלבורנט נתונים על משקל גלילי תפוח האדמה לפני הניסוי, ושוקל אותם בעצמו בתום הניסוי.
 השינויים במשקל הגלילים גדולים ומשמעותיים יותר מן השינויים באורך, ולכן רצוי לעקוב אחריהם.

ב. בחישוב ה"שינוי באורך (או במשקל) הגליל" חשוב שהתלמידים יסמנו בטבלה + או -, בהתאם לשינוי.

ג. לאחר ביצוע המדידות, רצוי לדון עם התלמידים על המשתנים בניסוי.
 הגורם שאת השפעתו אנו בודקים (המשתנה הבלתי תלוי) הוא ריכוז התמיסה שבה הושרו גלילי תפוחי אדמה.
 התהליך הנמדד (משתנה תלוי) הוא קצב האוסמוזה. דרך המדידה היא על פי השינויים שחלו באורך ובמשקל הגליל במשך 24 שעות. הערכת מידת המוצקות מסייעת להסבר התוצאות, אם כי אינה דרך מדידה.

ד. אם התלמידים אינם מכירים את יחידת הריכוז מולריות, ניתן להשתמש במושג ללא הגדרה מדויקת אלא כיחידה המבטאת יחס בין מספר מולקולות של המומס ובין נפח התמיסה. אפשרות אחרת היא לבטא את ריכוזי התמיסות באחוזים (עייין הערה ב"תמיסות, ריכוזים ומיהולים, עמוד 37).

* אם אין די מכשירי שקילה נדרשים שני שיעורים.



אדמה

ה. יש להניח שבפרק הזמן של 24 שעות תאי תפוח האדמה הגיעו למצב של שיווי משקל דינמי עם הסביבה החיצונית, לפיכך השריית הגלילים בתמיסות השונות למשך 24 שעות נוספות לא תשנה את התוצאות (שאלה 7). כל זאת בתנאי שהתאים ישמרו על חיותם. אך אם ייפגעו התאים, תיפגע בררנות הקרום.

ו. לאחר הניסוי, כדאי לרכז את נתוני התלמידים ולדון בסעיפים האלה:

1. משמעות השוואת משקלי הגלילים בסוף הניסוי (בין הטיפולים השונים של כל תלמיד ובין הקבוצות השונות).

המשקל ההתחלתי של הגלילים אינו שווה, לכן אין משמעות להשוואת המשקלים בסוף הניסוי, ויש לבטא את השינוי במשקל ב-%. להמחשת הצורך בחישוב זה ניתן להשתמש בדוגמאות מחיי יום-יום, לדוגמה: שינויים במשקל של תינוקות לעומת מבוגרים. לעומת זאת אין צורך לבטא באחוזים את השינוי באורך הגלילים כי אורכם ההתחלתי היה שווה, בהנחה שהלברנט דייק.

2. מדוע יש הבדלים בתוצאות הניסוי בין הקבוצות השונות?

— טעויות במדידה או בשקילה (שגיאות מקריות).

— אם הגלילים מקורם מתפוחי אדמה שונים, יתכן ולחץ הטורגור ההתחלתי בהם, היה שונה.

יש להניח שמגמת השינוי באורך (או במשקל) הגלילים הנתונים במים ובתמיסת סוכר מרוכזת תהיה דומה אצל כל התלמידים. ייתכן שיהיו הבדלים במגמת השינוי במבחנה ב, הבדלים אלו נובעים מהבדלים בחומר החי.

חזרות על הניסוי עשויות להקטין את ממדי השגיאות, אך צפוי שתמיד יהיו הבדלים בין תפוחי אדמה שונים.

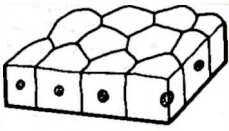
3. אם נתייחס לקבוצות השונות כ"חזרות" על הניסוי (למרות ההבדלים האפשריים בחומר החי) נוכל לבצע חישוב ממוצע וסטטית תקן של תוצאות כל הקבוצות.

ז. בניסוי נמצא שממדי גליל תפוח אדמה ששהה בתמיסת סוכרוז בריכוז מסוים, לא השתנו. כדאי לדון עם תלמידים בשאלה: האם ניתן להסיק מממצא זה על ריכוז ה**סוכרוז** בתוך תאי תפוח אדמה?

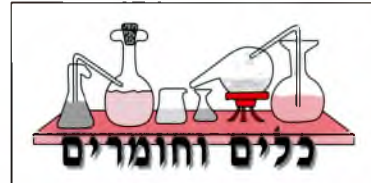
תלמידים נוטים להסיק שריכוז ה**סוכרוז** בתוך התאים שווה לריכוזו בתמיסה.

כדאי להזכיר שבתמיסה התוך תאית מצויים **מומסים שונים** התורמים ללחץ האוסמוטי.

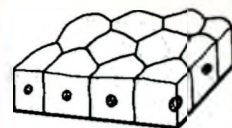
לא מומלץ לדון עם תלמידי 3 י"ל בתפיסה השגויה על פיה מצב זה של אי שינוי ממדי הרקמה מעיד על שוויון בין ריכוז כל המומסים בתוך התא ובין ריכוז התמיסה (ראה ניסוי 11, הערה יא, למורה).



אגרוז



- מאזניים
- מחט מתקן
- סרגל
- 2 מגבות נייר
- 3 מבחנות ובהן הגלילים שהוכנו **יום קודם** בידי הלבורנט
אופן הכנת הגלילים על ידי הלבורנט:
לכל זוג תלמידים דרושה כמות של 15 מ"ל תמיסת סוכרוז 0.5M ותפוח אדמה גדול וטרי.
- א. סמן 3 מבחנות באותיות א, ב, ג.
- ב. הכנס 10 מ"ל תמיסת סוכרוז 0.5M למבחנה א.
- ג. הכנס 5 מ"ל תמיסת סוכרוז 0.5M ו-5 מ"ל מים מזוקקים למבחנה ב.
- ד. הכנס 10 מ"ל מים מזוקקים למבחנה ג.
- ה. בעזרת מקדח פקקים הכן 3 גלילים מתפוח אדמה. השתדל שיהיו ארוכים ככל האפשר, וחתוך אותם לאורך אחיד של 5 ס"מ. הקפד שקצות הגלילים יהיו ישרים ולא אלכסוניים.
- ו. שקול כל אחד מן הגלילים ברמת דיוק של עשיריות הגרם, רשום משקלו של כל גליל על המבחנה.
- ז. הכנס גליל אחד לכל אחת מן המבחנות למשך **20 – 24 שעות**.
בכל סדרת מבחנות (א–ג) יש להכניס גלילים שהוצאו מאותו תפוח אדמה.

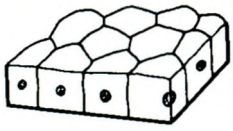


לחץ

A large rectangular area with horizontal lines for writing. To the right of the lines is a red pencil holder containing two pencils, and a single red pencil lies on the surface below the holder.

לחץ...





ניסוי 10

ניסוי 10

לפניך מערכת ניסוי שהוכנה לפני 24 שעות. לכל אחת מהמבחנות הוכנסה תמיסה בעלת ריכוז שונה, וגליל של תפוח אדמה.

בעת שהוכנסו לתוך המבחנות לפני 24 שעות, כל שלושת הגלילים היו באורך ובעובי זהה ובדרגת מוצקות זהה. משקלו ההתחלתי (בגרם) של כל גליל רשום על המבחנה. בניסוי זה תבדוק לאחר 24 שעות את השינויים שחלו בגלילים.

1. בעזרת מחט מתקן הוצא גליל תפוח אדמה ממבחנה א. הנח אותו על מגבת נייר, גלגל אותו בעדינות מבלי ללחוץ.

א. מדוד ורשום את אורך הגליל. רשום את התוצאה בטבלה (בעמוד הבא).

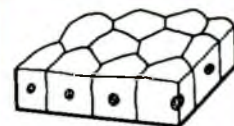
ב. שקול את הגליל. רשום בטבלה את משקלו ההתחלתי של הגליל כפי שמדד הלבורנט ואת משקלו הנוכחי.

ג. ציין אם הגליל רך, מוצק או מוצק מאוד, רשום את התוצאה בטבלה.

2. חזור על הפעולות הנ"ל עם הגליל שבמבחנה ב והגליל שבמבחנה ג. רשום את התוצאות במקום המתאים בטבלה.

3. חשב את השינויים באורך הגלילים ורשום בטבלה בצורה המתאימה.

4. חשב את השינויים במשקל הגלילים ורשום בטבלה בצורה המתאימה.

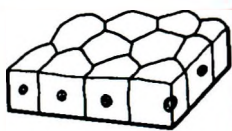


ניסוי 10

שינויים באורך, במשקל ובמוצקות גלילי תפוחי אדמה, בתמיסות שונות

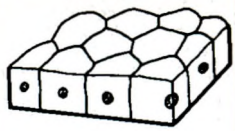
מבחנה ג	מבחנה ב	מבחנה א	
5.0	5.0	5.0	אורך הגליל בתחילת הניסוי, בס"מ
			אורך הגליל בסוף הניסוי, בס"מ
			שינוי באורך הגליל, בס"מ
			משקל הגליל בתחילת הניסוי, בגרם
			משקל הגליל בסוף הניסוי, בגרם
			שינוי במשקל הגליל, בגרם
			שינוי במשקל הגליל, באחוזים $\left(\frac{\text{שינוי במשקל הגליל} \times 100}{\text{משקל התחלתי}} \right)$
			מוצקות הגליל בסוף הניסוי*

* סמן כך: רך, מוצק, מוצק מאוד.



מיני

5. הסבר את התהליך שהתרחש ברקמת תפוח האדמה וגרם להבדלים באורך, במשקל ובדרגת המוצקות של שלושת הגלילים.
6. אחת מן המבחנות מכילה מים, השנייה מכילה תמיסת סוכר בריכוז $0.25M$ והשלישית מכילה תמיסת סוכר בריכוז $0.5M$.
על סמך התוצאות שקיבלת, איזו תמיסה נמצאת בכל אחת מהמבחנות? נמק.
7. האם תצפה לשינויים במשקל הגלילים, אם תבדוק אותם כעבור 24 שעות נוספות? נמק.



אורה

ניסוי 11

הנושא: השפעת סוג הסוכר וריכוז התמיסה החיצונית על אוסמוזה בתפוח אדמה

הכיתה:

יא, יב / 5 י"ל

הזמן הנדרש:

שלושה שיעורים:

שיעור אחד לביצוע חלק א ולדיון

שני שיעורים לביצוע חלק ב

הידע הקודם הנדרש: אוסמוזה, לחץ אוסמוטי, לחץ דופן, הבדלים בין סוכרוז לעמילן

בחלק א של הניסוי התלמיד משווה את כמות הנוזל המצטברת בשקעים של תפוח אדמה ובטטה שלתוכם הוכנסו סוכרים שונים.

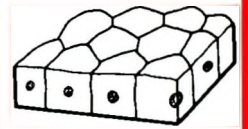
בחלק ב נבדק השינוי במשקל גלילי תפוח אדמה המושרים בתמיסות סוכרוז שריכוזן שונה.

א. הבדיקה בחלק א היא איכותית בעיקרה (נמס או אינו נמס) ובחלקה כמותית (השוואת כמות הנוזל) אך וודאי שאינה מדויקת.

ב. ניתן לקצר מעט את הזמן הדרוש לביצוע חלק א אם נותנים למחצית תלמידי הכיתה להשוות תפוחי אדמה שבתוכם חומרים שונים, ולמחצית האחרת נותנים להשוות תפוח אדמה ובטטה כשבתוך השקעים שמים סוכרוז. אפשרות אחרת היא לבקש מהתלמידים לבצע את חלק א של הניסוי כשיעורי בית.

ג. בשעת הכנת השקעים נפגעים תאים. מתאים אלה יוצאים נוזלים הממיסים את הסוכרוז שבשקע. סוכרוז כמעט שאינו חודר דרך קרומי התאים. ריכוז המומסים בתמיסה החיצונית גבוה מזה שבתאים ולכן בתהליך האוסמוזה מים נוספים יוצאים מתאי הרקמה (שלא נפגעו בחיתוך) אל התמיסה שבשקע. עמילן אינו מסיס ולכן לא נוצרת תמיסה (שאלה 5).

ד. טעות נפוצה בקרב תלמידים קשורה בהתייחסות לעמילן שנמצא בתוך תפוח האדמה, והסברם הוא: ריכוז העמילן בתוך תפוח אדמה ומחוץ לו (בתוך השקע) שווה ולכן מים אינם יוצאים מן התאים.



אורה

זאת הזדמנות להסביר לתלמידים שתהליך אוסמוזה מתרחש בין שתי תמיסות ואם העמילן לא התמוסס בשקע, לא נוצרה תמיסה. העמילן שבתוך תאי תפוח האדמה מצוי בגרגרים ואינו מסיס, ולכן אינו משפיע על הלחץ האוסמוטי הקיים בתוך התא. תכונה זו מסבירה את יתרונו כחומר תשמורת תוך תאי.

ה. אם משווים את כמות הנוזלים המצטברת בשקע אשר בתפוח אדמה לכמותם בבטטה (שאלה 6), רואים שבתפוח אדמה יוצאים יותר נוזלים אל השקע.

ריכוז המומסים בתאי הבטטה גבוה יותר מריכוזם בתאי תפוח אדמה. כלומר, מפל הריכוזים בין הסביבה הפנימית בבטטה לסביבה החיצונית (שהיא תמיסה מרוכזת ביותר) **קטן** מזה שבין תאי תפוח האדמה לסביבתם ובתהליך האוסמוזה יצאו פחות מים אל השקע שבבטטה בהשוואה לשקע שבתפוח האדמה.

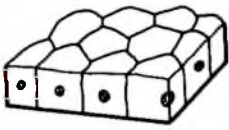
ו. בחלק ב יש להקפיד על חיתוך אחיד של הגלילים או הכפיסים. לקבלת גלילים הדומים (במידת האפשר) גם בלחץ הטורגור רצוי להניח את תפוח האדמה לאורכו, ולחתוך גלילים מהיקפו במרחקים שווים מהמרכז (ראה איור בסעיף 10). יתכנו הבדלים בתוצאות ניסוי בו משתמשים בגלילים שהוצאו מהמרכז, לעומת אילו שהוצאו מההיקף, או גלילים מציר האורך לעומת גלילים מציר הרוחב.

חיתוך הגליל לשני חלקים מגדיל את שטח פני הרקמה, ועל ידי כך תהליך קליטת המים או איבודם יהיה מהיר יותר. פעולה זו מגדילה את ההבדלים המשמעותיים במשקל הגלילים. אם לא ניתן להשיג תפוחי אדמה גדולים אפשר להכין גלילים קצרים יותר (באורך 2 ס"מ) ולכלל מבחנה להכניס שלושה גלילים.

בניסוי לא נכללה מדידה של אורך הגלילים לאחר שהותם בתמיסות מכיוון שהשינויים במשקל משמעותיים יותר.

ז. המשקל ההתחלתי של הגלילים אינו שווה, לפיכך כדי להסיק מסקנות מהשינויים במשקל הגלילים, יש לחשב את השינוי יחסית למשקל ההתחלתי (שאלה 16 ב). התוצאות אינן "מדויקות יותר" (כפי שמקצת התלמידים אומרים).

ח. דיוק בהכנת התמיסות המהולות ושמירה על גורמים קבועים יסייעו להצלחת הניסוי. הגורמים שהשתדלנו להקפיד עליהם: שימוש בתפוח אדמה אחד, גלילים מאזורים דומים בתפוח אדמה (סעיף 10א), זמן שהות הגלילים בתמיסה (סעיף 11, 15), שטח פנים קבוע (שאלה 13 א), מניעת התייבשות הגליל (שאלה 13 ב).



מורה

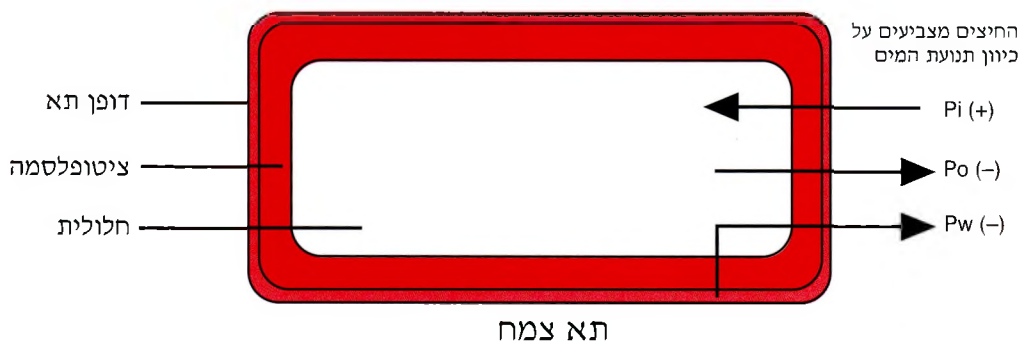
ט. בתמיסות NaCl וסוכרוז שריכוזן המולרי שווה, הלחץ האוסמוטי של תמיסת NaCl הוא כפול מזה של תמיסת סוכרוז, בגלל התפרקות המלח ליונים (שאלה 13 ג). מצד שני תיתכן חדירת יונים לתאים, תהליך זה יקטין את הלחץ האוסמוטי של התמיסה החיצונית.

י. יש להקפיד על רישום נכון של השינוי במשקל הגלילים (+ לעלייה במשקל ; - לירידה במשקל). אי הקפדה על הסימון בטבלה עלול לגרום לשרטוט שגוי של העקום (שאלה 14 ג).

יא. הסבר זה נכתב על פי עמינדב ברנשטין*:

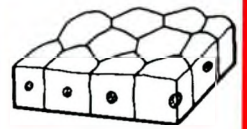
בתא צמחי בעל דופן תנועת המים בין התא ובין התמיסה החיצונית מושפעת משלושה גורמים (ראה איור):

1. הלחץ האוסמוטי של תוכן התא (p_i), ה"נוטה" להחדיר מים אל התא.
2. הלחץ האוסמוטי של התמיסה החיצונית (p_o), ה"נוטה" להוציא מים מהתא.
3. לחץ הדופן של התא הצמחי (p_w), ה"נוטה" גם הוא להוציא מים מהתא.



לחץ הקליטה נטו (P) של התא הוא: $P = p_i - p_o - p_w = (p_i - p_w) - p_o$. הגלילים שמשקלם עלה קלטו מים מהתמיסה החיצונית: הם הוכנסו לתמיסות מהולות ($p_o < p_i - p_w$) ולכן P חיובי. הגלילים שמשקלם ירד פלטו מים אל התמיסה החיצונית: הם הוכנסו לתמיסות מרוכזות ($p_o > p_i - p_w$) ולכן P שלילי. הגלילים שמשקלם לא השתנה לא קלטו ולא פלטו (נטו) מים: הם הוכנסו לתמיסה בה $p_o = p_i - p_w$ ולכן P שווה לאפס.

* עמינדב ברנשטין – מורה לביולוגיה.



לאורה

לסיכום: כאשר $P > 0$ התא קולט מים, כאשר $P < 0$ התא פולט מים, וכאשר $P = 0$ התא אינו קולט ואינו פולט מים.

ניסוי זה מאפשר למצוא מהו כושר קליטת המים של גלילי תפוחי אדמה. כושר הקליטה מבוסס על ידי הפרש הלחצים $p_i - p_w$ ושווה ללחץ האוסמוטי של התמיסה החיצונית שבה לא היה שינוי במשקל הגלילים.

מכאן ברור שבתמיסה שבה משקל הגליל לא השתנה, הריכוז (האוסמוטי) של תמיסת סוכרוז זו אינו שווה לריכוז (האוסמוטי) של המומסים בתא אלא קטן ממנו. למרות הפרש הריכוזים, מים אינם חודרים לתא שכן לחץ הדופן "מתנגד" לכניסת מים לתוך התא (שאלה 18 ד).

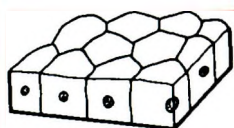
יב. תפוח אדמה לא טרי איבד מים במהלך האחסנה, יתכן גם שחלק מהעמילן שבו התפרק לסוכרים מסיסים. כתוצאה מכך לחץ הדופן נמוך יותר והלחץ האוסמוטי בו גבוה יותר בהשוואה לתפוח אדמה טרי. מכאן שריכוז התמיסה החיצונית שבה יהיה שוויון לחצים (בינה לבין תאי תפוח האדמה) יהיה גבוה יותר (שאלה 20).

אפשר שאחת הקבוצות תבצע את הניסוי בתפוחי אדמה לא טריים, או תפוחי אדמה שהושמו לכמה שעות בחום נמוך (לא לבשל).



חלק א

- סכין חד
- כפית
- צלחת גדולה (או צלחת לשימוש חד פעמי)
- מגבות נייר
- 4 כפות אבקת סוכר בכלי המסומן "סוכרוז"
- 2 כפות קמח רגיל או עמילן בכלי המסומן "עמילן"

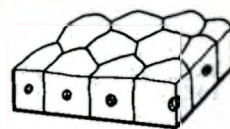


אדמה

- פרוסת בטטה בעובי 4–5 ס"מ
- 2 חצאי תפוח אדמה לתלמיד (כדאי להשתמש בחלק זה בתפוחי אדמה קטנים)

חלק ב

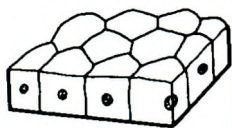
- מאזניים — דיוק עד 0.1 גרם (אם אין לכל קבוצה מאזניים משלה, זמן הניסוי עלול להתארך בהתאם למספר המכשירים).
- סכין חד
- מקדח פקקים בקוטר 0.1–0.7 ס"מ, או מכשיר ידני להכנת כפיסי תפוחי אדמה (לצורך הכנת ציפס)
- סרגל
- כתבן
- מלקט
- כן למבחנות
- 6 מבחנות רגילות
- 2 פיפטות של 5 או 10 מ"ל
- כוס כימית קטנה
- מגבות נייר
- צלחת פטרי עם מכסה (לא סטרילית)
- כלי ובו כ-50 מ"ל מים מזוקקים, המאפשר הכנסת פיפטה לתוכו
- 25 מ"ל תמיסת סוכרוז בריכוז 1M
- תפוח אדמה (רצוי תפוח אדמה גדול שניתן להכין ממנו 12 גלילים)



חלוקה

ולכשיו...





לחץ

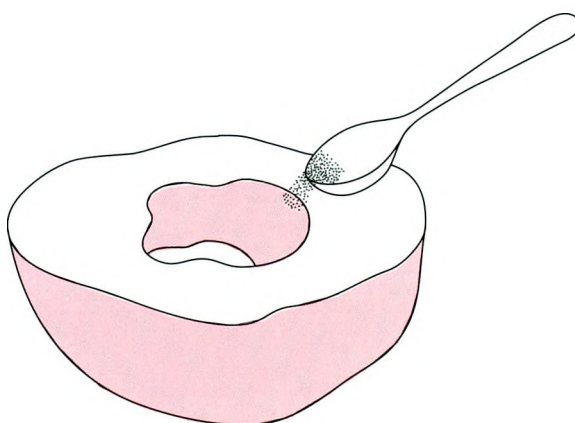
ניסוי 11

חלק א

בחלק זה תעקוב אחר שינויים המתרחשים בתפוח אדמה ובבטטה לאחר הוספת סוכרוז ועמילן.

1. הכן 2 חצאים של תפוח אדמה ופרוסת בטטה והנח אותם בצלחת כאשר פני החתך כלפי מעלה.

2. בעזרת סכין חתוך בזהירות בכל אחד מן החצאים חור שממדיו כ-2x2 ס"מ ועומקו כ-2 ס"מ. חתוך חור כנ"ל גם בפרוסת הבטטה.

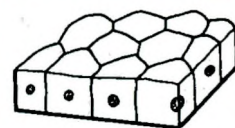


3. בעזרת הכפית שים סוכרוז בתוך אחד מחצאי תפוח אדמה וכן בתוך השקע אשר בבטטה. נגב את הכפית ומלא עמילן בחור השני שבתפוח אדמה.

4. התבונן במתרחש במשך 15 דקות ורשום את תצפיותיך בטבלה.

5. חיתוך רקמת תפוח אדמה גורם לפגיעה בתאים וליציאת נוזל מתוכם. הסבר את הקשר בין מידת ההתמוססות של סוכרוז ועמילן ובין תוצאות התצפית.

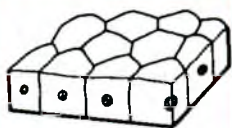
6. בטטה נקראת "תפוח אדמה מתוק" – האם עובדה זו מסייעת להבנת התצפיות בתפוח אדמה ובבטטה? הסבר.



א/ח/ז



7. נסח בעיה הקשורה בתהליכים בהם צפית ברקמות תפוח האדמה והבטטה (אינך חייב להתייחס לכל התצפיות שבצעת).
8. תכנן ניסוי לבדיקת הבעיה לפי הסעיפים האלה:
- מהי ההשערה שאותה תבדוק בניסוי?
 - מהו המשתנה התלוי?
 - כיצד תמדוד את המשתנה התלוי?
 - מהו המשתנה הבלתי תלוי?
 - כיצד תשנה את המשתנה הבלתי תלוי?
 - מהי הבקרה בניסוי שהצעת?
 - מהם התנאים אשר יש לשומרם קבועים במהלך הניסוי המתוכנן? הסבר מדוע חשוב לשומרם קבועים.



ניסוי

חלק ב

בחלק זה של הניסוי תבדוק השפעת ריכוזים שונים של תמיסת סוכרוז על משקלם של גלילים (או כפיסים) מרקמת תפוח אדמה.

9. לפניך תמיסת סוכרוז בריכוז $1M$ וכן מים מזוקקים.

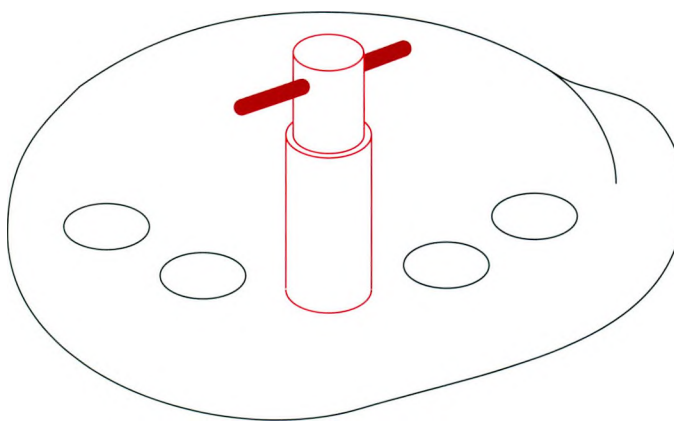
א. הכן טבלה ובה תרשום בצורה מפורטת, כיצד תכין 6 מבחנות ובהן ריכוזים שונים של תמיסת סוכרוז: $0M$, $0.1M$, $0.2M$, $0.3M$, $0.6M$, $1.0M$ (מים). הנפח הסופי בכל מבחנה צריך להיות 10 מ"ל.

ב. בקש אישור מהמורה להכנת התמיסות על פי הטבלה שהכנת.

ג. סמן 6 מבחנות בספרות 1–6.

ד. הכן את התמיסות בריכוזים השונים.

10. א. הכן 12 גלילים (או כפיסים) של רקמת תפוח אדמה לפי ההוראות כדלהלן:
הנח את תפוח האדמה (לאורכו) על מגבת נייר. בעזרת מקדח פקקים הוצא גלילים (או חתוך כפיסים בעזרת סכין חד), **מהיקף** תפוח האדמה במרחקים שווים מן המרכז. ראה איור:

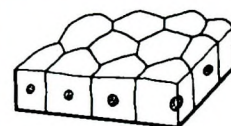


הקפד שלא "לפצוע" את הגלילים. גליל שבור או סדוק – אין להשתמש בו, אלא להכין אחר במקומו.

לאחר הוצאת הגליל מתפוח האדמה, יש להסיר את הקליפה.

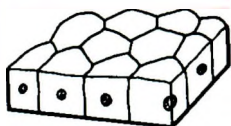
העבר את הגליל לצלחת פטרי וסגור את המכסה.

ב. בחר גלילים שלמים וחתוך אותם בסכין לאורך של 3 ס"מ כל אחד.



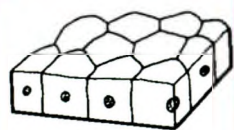
ניסוי

11. א. קח 2 גלילים באורך של 3 ס"מ ושקול אותם יחד עד לדיוק של 0.01 גרם (או עד לדיוק של 0.1 גרם – בהתאם למאזניים).
 ב. רשום את משקלם והכנס מיד את שניהם למבחנה 1.
 רשום את מועד הכנסת הגלילים למבחנה הראשונה.
 ג. חזור על סעיפים א ו-ב לגבי 5 המבחנות האחרות.
 הקפד על סדר הכנסת הגלילים: למבחנה 2, למבחנה 3 וכו'.
 ד. המתן 30–45 דקות, לפי קביעת המורה.
- בזמן ההמתנה קרא וענה על סעיפים 12 ו-13:
12. בתום 30–45 דקות תתבקש לשקול את הגלילים. את שינוי המשקל יהיה עליך לבטא באחוזים.
 א. הכן טבלה לסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו.
 ב. הסבר כיצד תחשב את השינוי באחוזים.
13. א. בניסוי נתבקשת שלא להשתמש בגליל שבור או סדוק. הסבר את חשיבות הוראה זו.
 ב. מדוע יש לשמור את הגלילים בצלחת מכוסה לפני תחילת הניסוי?
 ג. בניסוי זה השתמשת בתמיסת סוכרוז. האם שימוש בתמיסות של NaCl בריכוזים שווים לריכוזי הסוכרוז ישנה את תוצאות הניסוי?
14. א. לאחר 30–45 דקות מהכנסת הגלילים למבחנה 1, שפוך את תוכנה לתוך כוס כימית קטנה.
 ב. הוצא בזהירות בעזרת מלקטת את שני הגלילים, גלגל אותם בעדינות על מגבת נייר מבלי ללחוץ.
 ג. שקול את שני הגלילים יחד, ורשום את התוצאות בטבלה. שפוך את התמיסה שבכוס לכיור.
15. חזור על הפעולה עם שאר המבחנות, הקפד להוציא ולשקול את הגלילים לפי סדר הכנסתם.
16. א. חשב את השינוי באחוזים, במשקלם הכולל של 2 הגלילים שבכל מבחנה ורשום את התוצאות בטבלה.
 ב. מדוע יש לחשב את השינוי באחוזים ולא להסתפק בשינוי משקלם בגרמים?
17. שרטט עקום המתאר תוצאות הניסוי.



ניסוי

18. א. באילו מבחנות בחלק ב של הניסוי מצבם של גילי תפוחי אדמה דומה למצבו של תפוח אדמה בחלק א של הניסוי? נמק.
 - ב. הסבר את התהליך שגרם לשינויים במשקל הגלילים במבחנות מסוימות.
 - ג. על סמך תוצאות הניסוי והעקום ששרטטת, מהו ריכוז תמיסת הסוכרוז שבו לא חל שינוי במשקלם של גילי תפוח האדמה?
 - ד. האם נכון לומר שריכוז תמיסת הסוכרוז שמצאת בסעיף ג, שווה לריכוז המומסים בתוך התא? נמק תשובתך.
19. אילו חזרת על הניסוי בבטטה במקום בתפוח אדמה, האם היית מקבל תוצאות דומות? נמק.
 20. האם שימוש בתפוח אדמה "ישן" – שאוחסן זמן ממושך לאחר האסיף במקום בתפוח אדמה "טרי" היה משפיע על תוצאות הניסוי? נמק.



למורה

ניסוי 13

הנושא: השפעת היחס בין שטח פנים לנפח על אוסמוזה בקוביות תפוח אדמה

הכיתה: י, יא / 3 או 5 י"ל

הזמן הנדרש: שיעור אחד*

הידע הקודם הנדרש: אוסמוזה**

ניסוי זה מאפשר מדידת האוסמוזה ברקמה צמחית על פי השינוי במשקל קוביית תפוח אדמה. כמו כן ניתן להשוות את אחוז שינוי המשקל בקוביות בעלות יחס שונה בין שטח פנים לנפח.

א. ניסוי זה דומה לניסוי 8 בו משווים את הדיפוזיה של בסיס לקוביות אגר בעלות יחס שונה בין שטח פנים לנפח. העיקרון דומה, אך בניסוי זה נמדדת האוסמוזה ברקמה צמחית. חסרונו של הניסוי הוא בצורך בשקילות, אך יתרונו הוא השימוש ברקמה חיה. ניתן לשקול שילוב שני הניסויים בשיעור מעבדה כפול.

ב. בשאלה 7 נתונה לתלמיד טבלה ובה המשתנים החשובים לצורך הסקת מסקנות. ניתן להשמיט את הטבלה ולהחליט עם התלמידים תוך כדי דיון, מהם המדדים החשובים.

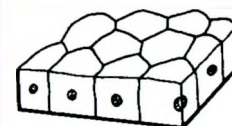
ג. דיון בדרך החישוב, בעקומים ובהסקת מסקנות, ראה ניסוי 8, למורה, סעיפים ב–ח.

ד. השינוי במשקל הקוביות נמדד לאחר 30–40 דקות. אם תבחר לקיים דיון עם התלמידים במהלך הניסוי (שני שיעורים), ניתן ואף רצוי לשקול לאחר פרק זמן ארוך יותר (50 דקות).

ה. השריית הקוביות במים למשך זמן נוסף, תתבטא בהמשך העלייה במשקל (שאלה 10). קצב האוסמוזה הולך ויורד במשך הזמן. הסיבות לכך הן: הקטנת מפל הריכוזים בין הסביבה החיצונית לפנימית ועלייה בלחץ הטורגור בתאים. ככל שהקובייה קטנה יותר, תאיה יגיעו יותר מהר למצב של טורגור מלא.

* אם אין די מכשירי שקילה נדרשים שני שיעורים

** ניתן לבצע את הניסוי כפתיחה לנושא אוסמוזה, במקרה זה די בהכרת המושג דיפוזיה.

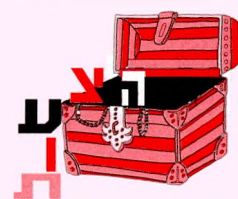


אוסמוזה

ו. כניסת מים לתוך התאים מתבטאת גם בשינוי נפחם ולפיכך בשינוי נפח הקובייה כולה. לפעמים, כאשר מתארים את גמישותו של הקרום לעומת קשיחותה של הדופן, מתקבל אצל תלמידים הרושם שהדופן קשיחה כל כך עד שאינה יכולה להימתח או להתכווץ. אילו הדופן הייתה כה קשיחה, לא היינו מבחינים בהבדלים מאקרוסקופיים בין רקמה בטורגור מלא ובין רקמה במצב פלסמוליזה (שאלה 12).
ניתן לבקש מתלמידים שסיימו את שקילת הקוביות, למדוד בעזרת סרגל את ממדי הקוביות. אין להתפלא אם הקובייה תתארך יותר באחד הכיוונים, שכן אפשר שמידת הגמישות של דפנות התא שונה בדפנות אורך לעומת דפנות רוחב.

ניתן להשאיר את הקוביות במים ולשקלן שוב (על ידי תלמיד תורן או הלבונט) לאחר מספר שעות, או למחרת (שאלה 10).

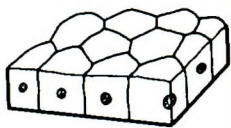
אם התלמידים יודעים להשתמש בגיליון אלקטרוני, אפשר להיעזר בו בעיבוד התוצאות.



- מכשיר שקילה
- סכין
- סרגל
- 2 כוסות כימיות של 100 מ"ל או כוסות לשימוש חד פעמי
- 2–3 מגבות נייר
- תפוח אדמה בינוני או 1/2 תפוח אדמה גדול
- מים מזוקקים בבקבוק פלסטי

ולכשיו...



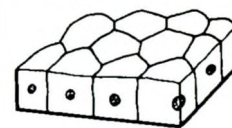


ניסוי 13

ניסוי 13

בניסוי זה תשווה קוביות תפוח אדמה בעלות גודל שונה שהושרו במים.

1. א. קלף תפוח אדמה.
ב. הכן שלוש קוביות תפוח אדמה, אשר אורך צלעותיהן הוא 1 ס"מ, 2 ס"מ, 3 ס"מ.
ג. שקול במדויק כל אחת מן הקוביות. רשום את התוצאות בטבלה (בעמוד הבא).
2. הכנס את שלוש הקוביות לכלי. הוסף מים מזוקקים כך שיכסו את הקוביות. רשום את זמן הכנסת הקוביות והמתן 30–40 דקות עד להוצאת הקוביות.
בזמן ההמתנה ענה על השאלות האלה:
3. א. האם צפויה ירידה או עלייה במשקל הקוביות?
ב. הסבר את התהליך הגורם לשינוי במשקל הקוביות.
4. האם צפוי הבדל בשינוי המשקל בין הקוביות השונות?
5. מלא בטבלה את נתוני הקוביות.
חשב, לגבי 3 הקוביות, את שטח הפנים, הנפח והיחס ביניהם.
6. לאחר 30–40 דקות שפוך את המים והנח את הקוביות על מגבת נייר, נגב קלות את הקוביות, שקול אותן ורשום את התוצאה בטבלה.
7. א. חשב והשלם בטבלה את העמודות של שינוי המשקל, שינוי יחסי למשקל ההתחלתי (באחוזים).
ב. הסבר מדוע חשוב לבטא את שינוי המשקל יחסית למשקל ההתחלתי (באחוזים).
8. א. הצג בעקום את הקשר בין גודל צלע הקובייה ובין יחס שטח פנים/נפח.
ב. הצג בעקום את הקשר בין גודל צלע הקובייה ובין שינוי המשקל באחוזים.



אדמה

שינויים במשקלן של קוביות תפוחי אדמה שהושרו במים

מדידות	מספר הקובייה	1	2	3
צלע הקובייה (A), בס"מ				
משקל התחלתי (M_1), בגרם				
משקל סופי (M_2), בגרם				

חישובים	מספר הקובייה	1	2	3
שטח הפנים של הקובייה ($6A^2$), בסמ"ר				
נפח הקובייה (A^3), בסמ"ק				
יחס שטח פנים/נפח של הקובייה, ($6/A$) ב' $\frac{1}{\text{ס"מ}}$				
שינוי במשקל הקובייה ($M_2 - M_1$), בגרם				
שינוי במשקל הקובייה, באחוזים				
$\left(\frac{\text{שינוי במשקל הקובייה} \times 100}{\text{משקל התחלתי}} \right)$				

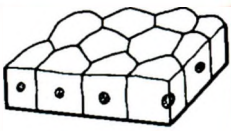
9. השווה בין שני העקומים ששרטטת, מה תוכל להסיק מהשוואה זו?

10. האם הימצאותן של הקוביות במים למשך זמן נוסף הייתה מתבטאת בשינוי במשקל הקוביות?

11. כיצד תוכל לגרום לירידה במשקל הקוביות?

12. האם לדעתך, שינויי המשקל בקוביות מתבטאים גם בשינוי באורכן וברוחבן של הקוביות השונות? הסבר תשובתך.

13. העיקרון שלמדת בניסוי זה בא לידי ביטוי בתא הבודד וגם ביצור הרב תאי. הבא דוגמאות מתאימות.



חידור

חדירות צבע ויטלי ובסיסים שונים לתאי שמרים; השפעת טמפרטורה ודטרגנט על חדירות הקרום

ניסוי 14

הנושא: חדירות צבע ויטלי ובסיסים שונים לתאי שמרים; השפעת טמפרטורה ודטרגנט על חדירות הקרום

הכיתה: יא, יב / 5 י"ל

הזמן הנדרש: שלושה שיעורים

הידע הקודם הנדרש: pH, בופר, תכונות קרום התא

רצוי שהתלמידים יבינו את המושגים: שיווי משקל כימי, בסיס חלש ובסיס חזק (אם אינם יודעים מושגים אלה, ניתן לפשט את ההסבר).

ניסוי זה הוא ניסוי מגלה ובו חלק אחד בלבד. ניתן להפריד את דף ההוראות של הניסוי לחלקים ולאחר ביצוע כל שלב לדון בתשובות התלמידים. ברצף המוצע כלולים היבטים רבים הקשורים למערכת ניסוי זו. על פי שיקול דעתו, יחליט המורה האם לבצע את כל חלקי הניסוי או להדגים חלק מהם.

א. בסעיף 2 ד התלמיד בודק בקרה שממנה ניתן להסיק ששינוי הצבע מכתום לאדום בכוס א נובע מהשפעת השמרים על הצבע.

ניתן להציע בקרה נוספת (שאלה 3) לדוגמה: להכין תרחיף שמרים במים, ולהוסיף כמות שווה של אדום ניטרלי. במקרה זה צבע האינדיקטור יהיה אדום בתחילת הערבוב ולא ישתנה במהלך התצפית. מבקרה זו ניתן להסיק שהצבע ההתחלתי של האינדיקטור קשור בהשפעת הבופר עליו.

אפשר להשתמש בשמרים המונחים על שולחן המורה להדגמת הבקרות.

רצוי לבצע את שתי הבקרות ואחר כך לסכם את התוצאות.

לפעמים קשה להבדיל בין תיאור תוצאות ובין מסקנות. בניסוי זה ניתן להדגים הבדל זה.

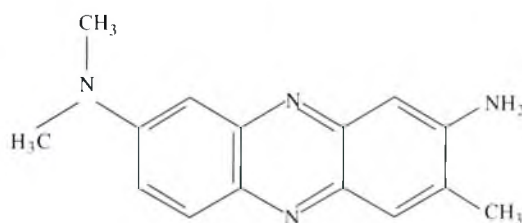
לדוגמה: תוצאה – בכוס א צבע התרחיף אדום.

מסקנה – התרחיף בכוס א חומצי. בהמשך יתברר שהמסקנה מוטעית.

בשלב זה יש לקבל כל הסבר הגיוני, כגון: השמרים נושמים וה- CO_2 הנפלט גורם לחומציות התמיסה ולשינוי צבע האינדיקטור. כמות החומצה הנפלטת גבוהה כל כך עד שהשפעתו של הבופר נטרלה.

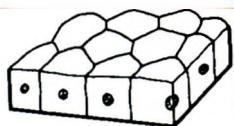
ג. ההסבר המלא על פי:

נוסחת האינדיקטור אדום ניטרלי:


$$\text{NR-NH}_2 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightleftharpoons \text{NR-NH}_3^+ + \text{H}_2\text{O}$$

כתום
אדום

יתר על כן, האינדיקטור עשוי להתקשר עם חלקיקים טעונים שלילית המצויים בחלולית ובכך תעוכב יציאתו מן התא.



מורה

חדירות צבע ויטלי ובסיסים שונים לתאי שמרים; השפעת טמפרטורה ודטרגנט על חדירות הקרום

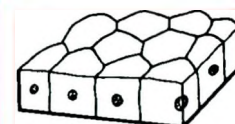
כתוצאה מהפיכתן של מולקולות NR-NH_2 ליונים, ריכוזן בתוך התא קטן ולכן מתקיים מפל בין ריכוז המולקולות מחוץ לתא וריכוזן בתוך התא. הצבע ממשיך להיכנס לתוך התא בדיפוזיה, ומצטבר בחלולית התא.

לתלמידים ניתן להציע הסבר מקוצר: צבעו של האינדיקטור כתום בתנאים בסיסיים ואדום בתנאים חומציים. כאשר מערבבים את האינדיקטור עם תרחיף השמרים, צבעו כתום מפני שהבופר בסיסי. האינדיקטור חודר לסביבה החומצית שבתוך תאי השמרים ולכן משנה את צבעו לאדום, לעומת זאת נייר ה- pH בודק רק את הסביבה החיצונית שהיא בסיסית.

ד. בסעיף 7 מתבקשים התלמידים להציע שיטת הפרדה בין השמרים ובין התמיסה. אם יש סרכות (צנטריפוגה) במעבדה ותלמידים כבר הכירו את השימוש בה, ניתן להציע שימוש בה כדי להפריד בין התאים ובין התמיסה. אחדים מהתלמידים יוכלו לבצע סינון בעזרת נייר סינון ומשפך ואחדים יבצעו הפרדה בסרכות. המשקע המתקבל בתחתית המבחנה לאחר הסרכות, או נשאר על גבי נייר הסינון, הוא אדום. הנוזל העליון או התסנין – כתומים. מפעולת הסינון או הסרכות ניתן להסיק שהצבע חודר לתוך תאי השמרים. בהסתכלות מיקרוסקופית בתאי השמרים, רואים תאים צבועים. אך קשה להבחין בבירור אם הצבע בתוך התאים כתום או אדום.

ה. בסעיף 8 ד מתבקשים התלמידים להציע בקרה לניסוי של הרתחת התרחיף האדום. ייתכן שאחדים מהתלמידים יסתפקו בהשוואת התרחיף המורחת לתרחיף שאינו מורחת. המסקנה היא שההרתחה, אשר פוגעת בתאי השמרים (או פוגעת בקרום התא), גורמת לשינוי התנאים בתוך התא ולשינוי הצבע. ייתכן שאחדים מהתלמידים יעלו את השאלה: אולי ההרתחה גורמת לשינוי תכונות הבופר או האינדיקטור (או שניהם גם יחד), ולכן בקרה אחרת היא הרתחת תמיסת בופר + אינדיקטור. הצבע הכתום של תמיסה זו לא ישתנה גם לאחר הרתחה. המסקנה היא שההרתחה פגעה רק בתאי השמרים ובעקבות פגיעה זו משתנה צבעו של האינדיקטור.

ו. אדום ניטרלי נקרא צבע ויטלי כי הוא מעיד על חיוניות התא. תא חי נצבע אדום. אם התא מת בגלל הרתחה, למשל, (שאלה 9) בררנות הקרום נפגעת והבופר הבסיסי חודר לתוך התא. כל התאים בתרחיף המורחת נצבעים בצבע כתום.

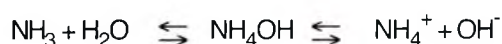


חזרה

ז. להוספת KOH (בסיס חזק) לתרחיף, אין השפעה על הצבע המצוי בתוך התא (בפרק זמן של 2 דקות) (סעיף 10).

הבסיס החזק מתפרק ליונים K^+ , OH^- . היונים מוקפים במעטפת מולקולות מים. חדירותם של היונים הממויימים לתוך התא קטנה יחסית. גם אם יחדור קצת OH^- לתוך התא החי, מערכת הבופר בתא תמנע את שינוי ה-pH החומצי ולכן לא יחול שינוי בצבעו של ה- $NR-NH_3^+$ בתוך התא.

אם ממתינים זמן רב, הבסיס החזק פוגע כנראה בתאים ובהדרגה משתנה צבעו של התרחיף לכתום. לכן כדאי לבדוק את התוצאות מיד לאחר הוספת הבסיסים. הוספת NH_4OH שהוא בסיס חלש, גורמת לשינוי מהיר של צבע התרחיף, לכתום. הבסיס החלש מקיים מצב של שווי משקל:

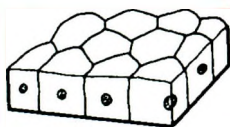


בסביבה בסיסית של הבופר ב- $pH = 10$, בסיס האמון נמצא בצורתו המולקולרית, הבלתי מיוננת. כמולקולה קטנה יחסית, לא טעונה ומסיסה בשומנים חדירותה דרך הקרום טובה. כאשר NH_4OH (או NH_3) חודר לתוך התא שסביבתו הפנימית חומצית, הוא מתפרק ליונים, הכמות הגדולה של יוני OH^- שנוספה לתא משפיעה הפעם על האינדיקטור, ממצב מיון שצבעו אדום, הוא הופך למצב בלתי מיון, והתרחיף משנה צבעו לכתום.

בשאלה 11 יש לשקול אם לתת לתלמידים את המידע לגבי הבדל בין שני הבסיסים. ייתכן שהתלמידים מסוגלים להגיע בעצמם למסקנה שלפיה, אם הריכוז ההתחלתי של שני הבסיסים שווה, ובכל זאת בהוספת KOH ה-pH במבחנה גבוה יותר מאשר בהוספת NH_4OH , הרי שמדובר בבסיס חלש ובסיס חזק. דווקא הבסיס החלש חודר לתוך התא, ומשנה את צבע האינדיקטור, ואילו הבסיס החזק אינו חודר דרך הקרום (או שהכמות החודרת קטנה ואין בה כדי לשנות את צבע האינדיקטור אשר בתא).

נראה שאין לצפות שהתלמידים יגיעו בעצמם להסבר הקשור בשיווי משקל. ההסבר שניתן לדרוש מהתלמידים הוא: לבסיס KOH אין השפעה על בררנות הקרום, או שאינו חודר לתוך תאי השמרים, ולכן צבעו של האינדיקטור בתוך תאי השמרים אינו משתנה. לבסיס NH_4OH יש השפעה על בררנות הקרום, או שהוא חודר לתאי השמרים, ולכן צבעו של האינדיקטור בתאים הופך לכתום.

ח. הדטרגנט פוגע בבררנות הקרום ולכן הסביבה בתוך התא הופכת לבסיסית וצבעו של האינדיקטור בתאים הופך כתום (שאלה 11).



חומר

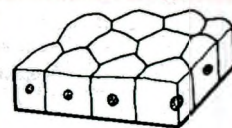
חדירות צבע ויטלי ובסיסים שונים לתאי שמרים; השפעת טמפרטורה ודטרגנט על חדירות הקרום

ט. בניסויים אלה בא לידי ביטוי עקרון ההומאוסטזיס שבתאי השמרים. למרות שהשמרים מצויים בבופר בסיסי ($\text{pH}=10$), נשמרים תנאים חומציים בתוך התאים. מצב זה מתאפשר הודות לבררנות הקרום ולבופר התוך-תאי.



- ציוד להכנת אמבט מים
- כתבן
- כן למבחנות
- 9 מבחנות
- בקבוק אלרנמאייר של 250 מ"ל
- 2 כוסות כימיות של 100 מ"ל
- 2 משורות של 50 מ"ל או 100 מ"ל
- 4 פיפטות של 5 מ"ל
- מקל זכוכית או כפית פלסטית
- משפך (יונח על שולחן התלמיד רק לאחר הוראת המורה)
- 150 מ"ל תמיסת בופר קרבונט $\text{pH}=10^*$
- 10 מ"ל תמיסת HCl בריכוז 0.1M בבקבוק עם טפי
- 10 מ"ל תמיסת KOH בריכוז 0.1M בבקבוק עם טפי, המאפשר הכנסת פיפטה של 5 מ"ל, רשום "0.1M KOH בריכוז"
- 10 מ"ל תמיסת NH_4OH בריכוז 0.1M בבקבוק המאפשר הכנסת פיפטה של 5 מ"ל, רשום "0.1M NH_4OH בריכוז"
- 100 מ"ל תמיסת אדום ניטרלי בריכוז 0.02% (מהול במים) בבקבוק טפי או בבקבוק עם פיפטת פסטר
- 10 מ"ל דטרגנט מהול בריכוז 2% (להכנת הדטרגנט מהל 2 מ"ל דטרגנט 12% ב-10 מ"ל מים)
- נייר סינון (ווטמן 4) בגודל 10×10 ס"מ
- נייר pH או מקלוניס לבדיקת pH בתחום 1–14 (יונח על שולחן התלמיד רק לאחר הוראת המורה)
- 5 גרם שמרים טריים, רשום "5 גרם שמרים טריים"
- כ-30 גרם שמרים טריים על שולחן המורה

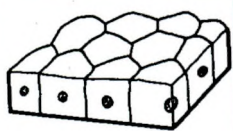
* הוראות ההכנה בנספח: ציוד והכנת תמיסות.



לחירה

ולכשיו...





מיני

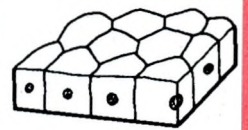
ניסוי 14

1. על שולחן תמצא את האינדיקטור אדום ניטרלי.
העבר לשתי מבחנות מעט מתמיסת האינדיקטור.
רשום כיצד תקבע בעזרת החומרים שעל שולחן את צבע האינדיקטור בחומצה ובבסיס.
בצע את הצעתך ורשום את התוצאות.
2. א. העבר 5 גרם שמרים לבקבוק ארלנמאייר והכן תרחיף שמרים על ידי הוספת 100 מ"ל תמיסת בופר קרבונט. ערבב היטב בעזרת מקל זכוכית (או כפית).
ב. סמן כוס קטנה ב"א. בכוס א ערבב 25 מ"ל תרחיף שמרים עם כמות דומה של תמיסת אדום ניטרלי. רשום את הצבע ההתחלתי מיד עם תחילת הערבוב.
ג. צפה במשך 2–3 דקות ורשום את שינויי הצבע.
ד. סמן כוס קטנה ב"ב. בכוס ב ערבב 10 מ"ל תמיסת בופר קרבונט עם כמות דומה של תמיסת אדום ניטרלי. רשום את הצבע המתקבל עם תחילת הערבוב ולאחר 2–3 דקות.
3. הצע בקרה נוספת לניסוי והסבר את תרומתה למערך הניסוי.
4. סכם בטבלה את ממצאך.
5. א. הצע הסבר לתוצאות שנתקבלו בניסוי.
ב. תכנן ניסוי לבדיקת הסברך.



6. א. בדוק בעזרת נייר pH (או מקלון לבדיקת pH) את ה-pH בכלי א ו-ב. רשום את התוצאות.
- ב. האם ממצאי הבדיקה תומכים בהסבר שהצעת בסעיף 5?
אם כן – נמק. אם לא – הצע הסבר אחר.





איחוי

7. כיצד תוכל להפריד את השמרים מן התמיסה שבה הם מורחפים?

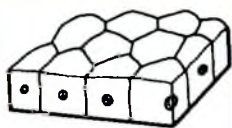
- א. תאר את שיטת ההפרדה.
- ב. ערבב היטב את תרחיף השמרים אשר בכוס א. השתמש ב-10 מ"ל מתרחיף השמרים והפרד בינם ובין התמיסה שבה הם מורחפים באחת משיטות ההפרדה.
- ג. תאר את תוצאות ההפרדה, התייחס בתשובתך לצבעם של תאי השמרים ולנוזל שבו היו מורחפים.
- ד. כיצד מסייעות תוצאות ההפרדה לאישוש או להפרכת הסברך מסעיפים 5 ו-6? נמק.



8. א. ערבב היטב את תרחיף השמרים + אדום ניטרלי (כוס א), והוצא ממנו 5 מ"ל למבחנה.
- ב. הכנס את המבחנה עם תרחיף השמרים האדום לאמבט מים רותחים והרתח במשך כ-2 דקות.
- ג. בדוק את הצבע ורשום את התוצאה.
- ד. מהי הבקרה המתאימה לניסוי זה? בצע לאחר אישור המורה.

9. הסבר את תוצאת הניסוי שביצעת בסעיף 8.





מ"ל/מינ

10. א. סמן 4 מבחנות בספרות 1–4.

ב. ערבב היטב את תערובת השמרים + אדום ניטרלי (כוס א) והכנס 5 מ"ל מתרחיף השמרים האדום לכל מבחנה.

ג. הוסף לכל אחת מהמבחנות, 5 מ"ל תמיסה, לפי הטבלה שלהלן:

מספר מבחנה	הוספת 5 מ"ל מתמיסת
1	בופר קרבונט
2	KOH
3	NH ₄ OH
4	דטרגנט



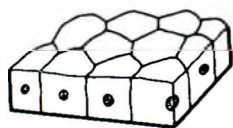
ד. המתן 2 דקות ורשום את הצבע בכל מבחנה.

ה. בדוק ורשום את ה-pH בכל מבחנה.

ו. סכם בטבלה את מערך הניסוי שבוצע בסעיף 10 ותוצאותיו.

11. הצע הסבר לתוצאות הניסוי שביצעת.

12. חזור שוב על כל ההסברים שהצעת בסעיפים הקודמים ונסה להציע הסבר **כולל** שיענה על כל התופעות שנצפו בניסויים שערכת.



חומצה

ניסוי 15

הנושא: השפעת מערכות בופר בתא על שינויי ה-pH בעקבות חדירת חומצה

הכיתה: יא, יב / 5 י"ל
 הזמן הנדרש: שלושה או ארבעה שיעורים
 הידע הקודם הנדרש: דיפוזיה, חומצה, בסיס, אינדיקטור, pH, בופר

ניסוי זה פותח על ידי די"ר יהודית עתידה, המרכז להוראת המדעים בירושלים. בחלק א של הניסוי משווה התלמיד את השפעתה של חומצה על שינויי pH בקוביית אגר לעומת קוביית תפוח אדמה. השפעת החומצה נבדקת על ידי האינדיקטור תימול כחול שצבעיו מעוררים הפתעה. באופן דומה אפשר לבדוק השפעת בסיס על הקוביות ולהשתמש באינדיקטור פנול פתלאין (ראה "הצעות" בעמוד 112).

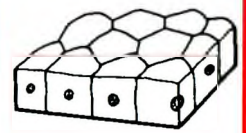
בחלק ב נבדקת השפעת שני משתנים בלתי תלויים על שינויי ה-pH בקוביות שונות. משתנה אחד הוא הרכב הקובייה: אגר-מים, אגר-בופר ותפוח אדמה. משתנה שני הוא הזמן, המאפשר מדידת קצב השינוי. ניתן להיווכח ששינויי ה-pH בקוביות אגר-בופר איטיים בהשוואה לשינויים בקוביית אגר-מים. תוצאות הניסוי מרמזות כי ייתכן שגם בתאי תפוח אדמה מצויה מערכת בופר.

בחלק ג בודקים את עמידות תסנין מרסק תפוח אדמה בפני שינויי pH.

א. בבדיקת הקוביות בסעיף 1 יתברר לתלמיד שקוביית האגר נצבעת באדום ואילו בקוביית תפוח האדמה נצבעים באדום רק השוליים הדקים ופנים הקובייה נשאר ניטרלי (או חומצי חלש) ונצבע בצהוב.

ב. בשאלה 3 ייתכן שהתלמידים יתייחסו להבדל בין הדיפוזיה באגר שהוא חומר כימי ובין הדיפוזיה לתוך תאים חיים. ההסבר צריך להתייחס גם לכך שהאינדיקטור מאפשר מעקב אחר שינויי ה-pH (שיטת המדידה).

יש לשער שרוב התלמידים יאמרו שקרום התא אינו מאפשר חדירה של החומצה לתאים השלמים או שחדירות החומצה איטית מאוד יחסית לדיפוזיה באגר. בחלק ב, יתברר הסבר זה



לחץ

כחלקי, אך בחלק א יש לקבל כל הסבר הגיוני ולא רצוי להציע הסבר הקשור בבופר.

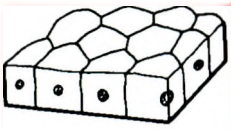
אם המורה הדגים את השפעת NaOH על קוביות אגר ותפוח אדמה (ראה הצעות) ניתן לכאורה להציע הסבר המבוסס על נשימת תאים: יתכן שהבסיס חודר לתוך תאי הקובייה, אך בשל תהליך הנשימה ופליטת CO_2 , ה-pH בתאים הפנימיים נשאר חומצי והאינדיקטור פגול פתלאין – חסר צבע.

ג. בהתאם להשערה שבררנות הקרום אינה מאפשרת חדירה של החומצה – ניתן לתכנן ניסויים (שאלה 4) שבהם יוצע לפגוע בקרום על ידי חמום או ריסוק תפוח האדמה ולהוסיף חומצה לתסנין. ייתכן שיוצע להמתין זמן רב יותר עד להשלמת חדירות החומצה לכל תאי תפוח האדמה, או להכניס את קוביות תפוח האדמה לתמיסת חומצה בעלת ריכוז גבוה יותר, שתפגע בקרום התא ותאפשר חדירות החומצה.

ד. בחלק ב משווים התלמידים בין שינויי ה-pH החלים במשך הזמן בקוביות אגר-מים, קוביות אגר-בופר וקוביות תפוחי אדמה המושרים בחומצה. קצב צביעת השוליים בקוביית אגר-בופר איטי יותר מאשר בקוביית אגר-מים. בקוביית תפוח אדמה השינוי החל עם הזמן קטן מאוד.

ה. בסעיף 6 מכניס התלמיד את הקוביות השונות לחומצה בהפרשים של כמחצית דקה, לאחר הזמן הדרוש יוציא אותם בהפרשים של כמחצית דקה, כלומר משך הזמן החולף בין הכנסת הקוביות לחומצה ובין חיתוכן ובדיקתן יהא קבוע. אם מוציאים את שלוש הקוביות באותו הזמן, במשך החיתוך, הטפטוף ומדידת קובייה אחת ממשיכה הדיפוזיה של החומצה בקובייה השנייה (גם בהיותה מחוץ לתמיסה), ואין הבדלים משמעותיים בין קוביית האגר-מים לקוביית האגר-בופר. כדי להימנע מצביעת הידיים אפשר להשתמש בכפפות חד פעמיות.

ו. הסבר אפשרי להבדל בין קוביית אגר-מים ואגר-בופר (שאלה 8): כאשר בקוביית אגר-בופר ריכוז החומצה שחדרה נמוך יחסית, הבופר מצליח לנטרל את החומצה ולכן צבע האינדיקטור צהוב. עם הזמן כאשר הדיפוזיה של החומצה נמשכת, ריכוז החומצה הולך ועולה, ומעל לריכוז חומצה מסוים הבופר אינו "מצליח" לשמור על pH קבוע, והאינדיקטור הופך לאדום. הסבר אחר הוא: בקוביית אגר-בופר חלה גם דיפוזיה של הבופר מן הקובייה החוצה וריכוזו והשפעתו בקובייה פוחתים.



חומצה

ז. בקוביית תפוח אדמה יתכן שהייתה חדירה של החומצה לתאים השלמים אך מערכת הבופר התוך תאי מונעת ביעילות גבוהה את שינוי ה-pH. בתאים שנפגעו עקב החיתוך, וכל תוכן התא התערבב עם התמיסה החיצונית, הבופר אינו משפיע, כי כמותו היחסית קטנה מאוד (שאלה 10). למרות ההסבר על הבופר התוך תאי, לא ניתן להפריך על סמך ניסוי זה את ההשערות בדבר השפעת בררנות הקרום של תאי תפוח אדמה.

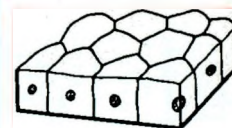
ח. לפני ביצוע חלק ג ניתן לבדוק את ההשערה: אם לבררנות הקרום יש השפעה על חדירות החומצה, הרי שאם נפגע בבררנות הקרום, למשל על ידי הרתחה, החומצה תחדור במהירות לתוך התאים. להלן הצעת ניסוי:

אפשר להכין קוביות תפוח אדמה ולהרתיח אותן במים במשך שתי דקות. רצוי שהמורה יבדוק מראש מהו זמן ההרתחה שבו הקוביות לא יתפוררו (תלוי בזן תפוח האדמה). חלק מהתאים נפגעים ומתפוררים בזמן ההרתחה והשוליים שנצבעים באדום רחבים יותר מאשר בקוביות הבקרה, ללא הרתחה. אך התאים שלא התפוררו, שומרים על מערכת הבופר התוך תאית ונצבעים בקצב איטי על אף הפגיעה בקרום התא. ככל שחולף הזמן, קיימת כנראה דליפה של הבופר התוך תאי, והחומצה חודרת לתוך התא ומשפיעה על ה-pH בתוכו. גם לאחר ניסוי זה ניתן לטעון שההרתחה הקצרה אינה פוגעת בתאים הפנימיים שבמרכז הקובייה, והקרום "מצליח" למנוע חדירת החומצה לתאים אלו. כדי לבדוק טענה זו (או כהמשך ישיר להצעות התלמידים בחלק א), ניתן לבצע את הניסוי המוצע בחלק ג.

ט. בהסברי התלמידים ומסקנותיהם (שאלות 15 ו-18), יש לדרוש התייחסות לכך שה-pH ההתחלתי בכל המבחנות היה דומה $pH=6-7$. למרות זאת נדרשה כמות שונה של חומצה, כדי להגיע ל-pH שבו משתנה צבעו של האינדיקטור ($pH < 2.8$). עמידותו של התסנין לשינויי pH מדגימה את יעילותו כבופר.

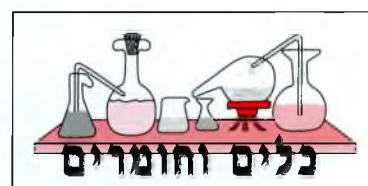
י. מהשוואת מספר הטיפות הדרושות לשינוי ה-pH במבחנה המכילה בופר בלבד, לעומת מספר הטיפות שתדרשנה לשינוי ה-pH במבחנה המכילה 5 מ"ל תסנין (על פי החישוב בשאלה 17) ניתן להסיק שיעילותו של הבופר בתאי תפוח אדמה גבוהה מזו של הבופר פוספט בו משתמשים בניסוי זה.

יא. בשאלה 19 בחלק ג כדאי להזכיר לתלמידים שמערכת הבופר התוך תאית היא דוגמה למנגנון הומאוסטטי. חשיבותו הביולוגית של מנגנון זה היא בשמירה על אנזימים וחלבונים אחרים מפני שינויי pH קיצוניים בתא. שינויים אלו עלולים לגרום לפגיעה במבנה החלבונים ובפעילותם.



אלורה

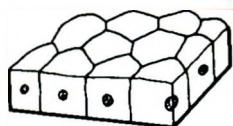
בחלק א ניתן להדגים שינויי pH בקוביות אגר וקוביות תפוח אדמה המושרות בתמיסת בסיס NaOH. כדי לבדוק את שינויי pH יש להשתמש באינדיקטור פנול פתלאין. שאר ההוראות כמו בחלק א.



כלים וחומרים

חלק א

- כפית קטנה
 - סכין חד
 - סרגל
 - צלחת שטוחה קטנה (מכסה או תחתית של צלחת פטרי או צלחת קטנה לשימוש חד פעמי)
 - מגבת נייר
 - 3 קוביות של אגר-מים (לתלמיד דרושות 2 קוביות + 1 רוזבה)
- ממדי כל אחת מהן בערך 1X1X1 ס"מ – אין הכרח לדייק.
- הכנת קוביות האגר:
- הכן תמיסת 3% אגר במים מזוקקים. חמם עד לרתיחה ושפוך את האגר בעודו נוזלי לכלי שטוח, עד לגובה של 1 ס"מ.
- להכנת כמות גדולה של קוביות שפוך את האגר לכלי/מגש גדול. מכמות של 100 מ"ל תמיסה ניתן להכין כ-100 קוביות.
- להכנת כמות קטנה ניתן להשתמש בצלחות פטרי חד פעמיות שגובהן כ-1 ס"מ. מצלחת פטרי רגילה ניתן לקבל כ-36 קוביות.
- הנח את הכלי בחדר על משטח ישר כדי שהאגר יתקרר ויוקפש. לאחר קרישה מלאה (לפחות שעה), הפוך את האגר על נייר משובץ (או נייר מילימטרי) וחתוך קוביות בגודל הנדרש.
- ניתן להכין את האגר מספר ימים לפני הניסוי ולשמרו מכוסה היטב במקרר.
- הכנס את הקוביות לכלי קטן (כגון כוסית לבן או כוס כימית קטנה) שבו מים מזוקקים. הנוזל צריך לכסות את הקוביות. סמן את הכלי באות א.



המורה

- כלי קטן (כוסית לבן או כוס כימית קטנה) ובו תמיסת HCl בריכוז 0.25M בגובה של כ-1.5 ס"מ, סמן "0.25M HCl לחלק א"
- 5 מ"ל תמיסת אינדיקטור תימול כחול בריכוז 0.5% בבקבוק טפי
- 1 פקעת תפוח אדמה בגודל בינוני

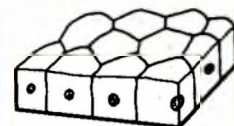
על פי בקשת המורה (להדגמה):

- תמיסת NaOH בריכוז 0.05M בגובה של כ-1.5 ס"מ סמן "NaOH" (במקום תמיסת 0.25M HCl).
- כ-5 מ"ל אינדיקטור פנול פתלאין 0.1% (במקום תימול כחול)*
- כל שאר החומרים והכלים כמו בחלק א.

חלק ב

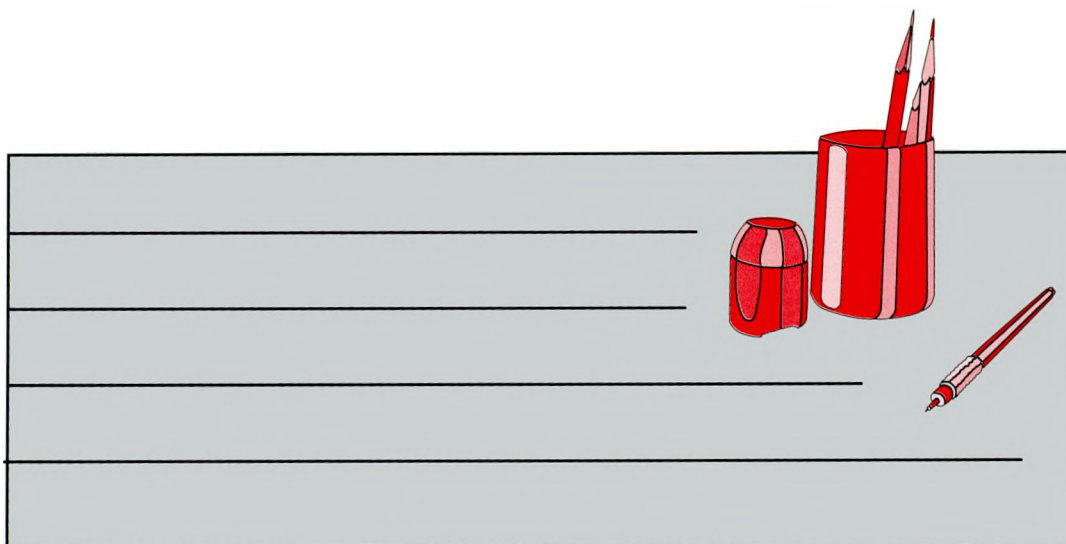
- שעון בעל מחוג דקות (או שעון עצר)
- צלחת בגודל בינוני (אפשר צלחת לשימוש חד פעמי)
- כוסית לבן או כוס כימית קטנה
- 5 מגבות נייר
- 7 קוביות אגר-מים (לתלמיד דרושות 5 קוביות + 2 רזרבה)
- ראה אופן הכנה בחלק א. הקוביות נתונות בתוך כלי קטן שבו מים מזוקקים, מסומן באות א.
- 7 קוביות אגר-בופר (לתלמיד דרושות 5 קוביות + 2 רזרבה)
- הכנת קוביות אגר-בופר:
- דומה להכנת קוביות אגר-מים, אך המסת האגר (3%) נעשית בבופר פוספט $pH=6$ במקום במים מזוקקים
- ממדי כל קובייה 1X1X1 ס"מ (אין הכרח לדייק), הקוביות נתונות בתוך כלי קטן עם בופר פוספט $pH=6$, הנוזל צריך לכסות את הקוביות, סמן את הכלי באות ב.
- 100 מ"ל תמיסת HCl בריכוז 0.25M בבקבוק פקוק סמן "0.25M HCl לחלק ב"
- חלקי תפוח אדמה שנותרו מחלק א
- תמיסת אינדיקטור תימול כחול מחלק א
- לתלמידים שירתחו קוביות תפוח אדמה (על פי בקשת המורה) יש להוסיף:
- ציוד להכנת אמבט מים
- צלחת בגודל בינוני (אפשר צלחת לשימוש חד פעמי)

* הוראות ההכנה בנספח: ציוד והכנת תמיסות.



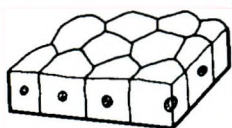
חלק ג

- מגררת דקה
- 5 מבחנות רגילות
- כן למבחנות
- 3 פיפטות של 5 מ"ל (אפשר גם פיפטות של 10 מ"ל)
- כוסית אשל או כלי אחר בגודל דומה
- צלחת בינונית (אפשר חד פעמית)
- 2 חתיכות מלמלה (גזה) בגודל של כ-15X15 ס"מ
- נייר pH או מקלוניס לבדיקת pH
- כ-7 מ"ל בופר פוספט pH=6 בכלי המאפשר הכנסת פיפטה של 5 מ"ל
- כ-15 מ"ל מים מזוקקים בכלי שניתן להכניס לתוכו פיפטה של 10 מ"ל
- כ-10 מ"ל HCl בריכוז 1M בבקבוק טפי, יש לסמנו: "1M HCl חלק ג חומצה מרוכזת".
- שאריות תפוח אדמה שנותרו מחלק א.
- תמיסת אינדיקטור תימול כחול מחלק א.



ולכשיו...





ניסוי 15

ניסוי 15

חלק א

בניסוי זה תבדוק השפעת חומצה על שינויי pH בקוביית אגר ובקוביית תפוח אדמה.

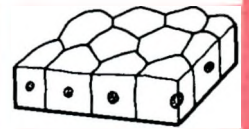
1. לפניך קוביות אגר במים בכלי המסומן א וכן פקעת תפוח אדמה.
 - א. חצה את תפוח האדמה. קלוף את מחציתו וחתוך ממנו 2 קוביות שמידות כל אחת מהן 1 סמ"ק (1 ס"מ X 1 ס"מ X 1 ס"מ), אין צורך לדייק מאוד במידות הקוביות. את החצי האחר שמור לחלק ב.
 - ב. הכנס בעדינות בעזרת כפית קובייה אחת של תפוח אדמה לכוסית שבה תמיסת HCl בריכוז 0.25M.
 - ג. הוצא בעזרת הכפית 2 קוביות אגר מכלי א, הנח אותן על מגבת נייר לספיגה עדינה של עודפי הנוזל, והכנס גם אחת מהן (בזהירות!) לתמיסת ה-HCl שבכוסית.
 - ד. המתן 5 דקות. במשך זמן זה סמן בעזרת כתבן על צלחת נקייה ויבשה, סימון כזה:



אגר	תפוח"א	
		HCl ללא
		HCl עם

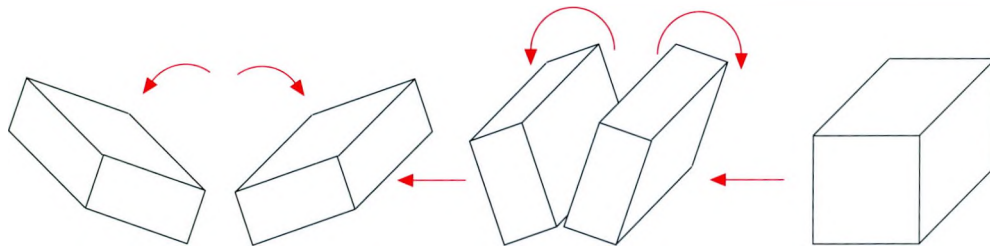
העבר את קוביות תפוח האדמה והאגר שלא הוכנסו לכוסית ה-HCl למקומן המתאים על הצלחת.

ה. בתום 5 דקות הוצא בעזרת הכפית את שתי הקוביות (תפוח אדמה ואגר) מהכוסית, הנח אותן על מגבת נייר לספיגה עדינה של עודפי הנוזל, והעבר אותן למקום המתאים על הצלחת שהכנת.



מאזן

1. חצה בסכין כל אחת מהקוביות, והנח את החצאים במקומם המתאים **כשהחתך כלפי מעלה**, על פי האיור:



2. טפטף על שטח כל אחד מהחתכים 1–2 טיפות אינדיקטור תימול כחול כך שהחתך יהיה מכוסה כולו באינדיקטור אך לא "מוצף". צפה בתוצאות.
לידיעתך: האינדיקטור תימול כחול הוא צהוב בסביבה נייטרלית ואדום בסביבה חומצית.

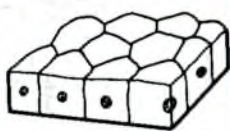
2. סכם את תצפיותיך.

3. הצע הסבר לתצפיותיך.



4. תכנן ניסוי שיבדוק את הסברך, על פי הסעיפים האלה:

- מהי ההשערה שאותה תבדוק בניסוי?
- מהו המשתנה התלוי?
- כיצד תבדוק את המשתנה התלוי?
- מהו המשתנה הבלתי תלוי?
- כיצד תשנה את המשתנה הבלתי תלוי?
- ציין גורמים קבועים במערך הניסוי שהצעת והסבר את חשיבותם.



מיני

חלק ב

בחלק זה תבדוק את קצב שינויי pH בקוביית תפוח אדמה וכן בקוביות אגר שונות, הנמצאות בתמיסת HCl.

בכלי א קוביות **אגר-מים** שהוכנו על-ידי המסת אבקת אגר במים מזוקקים, חימום וקירור. האגר נקרב בזמן הקירור ונחתך לקוביות.

בכלי ב קוביות **אגר-בופר** שהוכנו כנ"ל, אך המסו את האגר בתמיסת בופר. תמיסת בופר שומרת על pH קבוע יחסית, גם אם מוסיפים לה בסיס או חומצה (בטווח ריכוזים מסוים).

בטרם תחל בעבודה, קרא את הוראות הביצוע (סעיפים 5 ו-6) והכן את הסימון על הצלחת (סעיף 5).

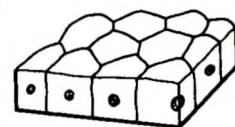
5. סמן בעזרת כתבן על צלחת נקייה ויבשה משבצות עבור הקוביות שתבדוק. בהמשך הניסוי תניח בכל משבצת אחת מן הקוביות, לכן רצוי שממדי המשבצת יהיו כ-2.5 x 1.5 ס"מ, היעזר בשרטוט שלפניך:

זמן, בדקות	כלי א	כלי ב	כלי ג
0			
2			
5			
10			
20			

הכן ליד הצלחת 5 מגבות נייר.

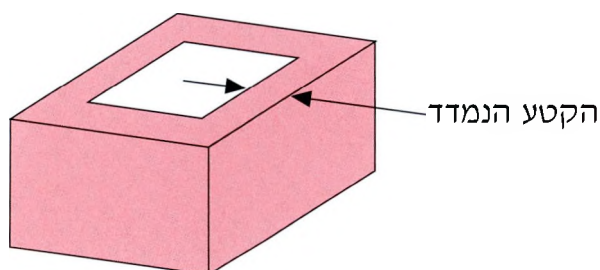
6. בהמשך הניסוי תבדוק את רוחב הקטע האדום בכל אחת מהקוביות במשך 20 דקות על פי לוח הזמנים הרשום על הצלחת. הכן לעצמך טבלה לסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו.

א. חתוך מתפוח אדמה 7 קוביות, כל אחת במידות 1 סמ"ק, גם הפעם אין צורך לדייק מאוד במידות הקוביות. הנח קובייה אחת על הצלחת במשבצת "דקה 0 כלי ג", ואת שאר הקוביות הכנס לכלי נקי, וסמנו ג.



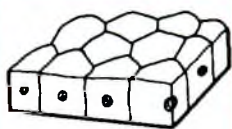
ניסוי

- ב. הוצא בעזרת כפית את הקוביות מכלי א, הנח אותן על מגבת נייר לספיגה עדינה של עודף הנוזל, שפוך את הנוזל שנותר בכלי ונגב קלות את הכלי.
- העבר קובייה אחת למשבצת "דקה 0 כלי א" ואת שאר הקוביות החזר לכלי הריק.
- ג. טפל באותה דרך בכלי ב ובקוביות שבו. הקובייה תונח במשבצת "דקה 0 כלי ב".
- ד. חצה את שלוש הקוביות שעל הצלחת, השאר אותן במשבצות כשהחתך כלפי מעלה וטפטף על שטח החתך של הקוביות 1–2 טיפות תימול כחול.
- בדוק את הצבע ורשום את התוצאה במקום המתאים בטבלת התוצאות.
- ה. ברשותך תמיסת HCl בריכוז 0.25M. שפוך מתמיסה זו לכלי א בכמות שתכסה את הקוביות.
- רשום את השעה, זוהי שעת תחילת הניסוי.
- לאחר כ-30 שניות שפוך מתמיסת HCl בריכוז 0.25M לכלי ב בכמות שתכסה את הקוביות.
- כעבור 30 שניות חזר על התהליך לגבי כלי ג.
- ו. לאחר 2 דקות מתחילת הניסוי, הוצא בעזרת כפית קובייה אחת מכלי א, הנח את הקובייה על מגבת נייר לספיגת עודף הנוזלים. העבר את הקובייה למקומה המתאים על הצלחת.
- ז. חצה את הקובייה וטפטף על שטח החתך 1–2 טיפות של תימול כחול, כך שהחתך יהיה מכוסה באינדיקטור אך לא "מוצף".
- מיד** לאחר הטפטוף מדוד את רוחב הקטע האדום בקובייה על פי האיור הזה:



הסתפק בדיוק של מילימטרים שלמים. אם הרוחב פחות מ-1 מ"מ ציין: $1 > \text{מ"מ}$. אם הרוחב מעל 5 מ"מ ציין: כ-5 מ"מ.

רשום את התוצאות בטבלה שהכנת.



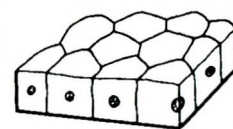
ניסוי

- ח. הוצא מיד בעזרת כפית קובייה אחת מכלי ב, הנח על מגבת נייר לספיגת עודף הנוזלים, והעבר אותה למקומה המתאים על הצלחת.
- חזור על סעיף ז. רשום את התוצאות בטבלה.
- הוצא מיד קובייה אחת מכלי ג ופעל על פי סעיפים ו-ז.
- ט. לאחר 5 דקות מתחילת הניסוי, הוצא קובייה אחת מכלי א ופעל על פי סעיפים ו-ז.
- הוצא מיד קובייה מכלי ב ופעל על פי סעיפים ו-ז.
- הוצא מיד קובייה מכלי ג ופעל על פי סעיפים ו-ז.
- י. המשך בניסוי וחזור על הבדיקות כעבור 10 ו-20 דקות.

7. באותה מערכת צירים שרטט עקומים המתארים את רוחב הקטע האדום בקוביות השונות כתלות בזמן שהיה ב- HCl .
8. הצע הסבר להבדל בתוצאות בין קוביות אגר-מים לקוביות אגר-בופר.
9. על סמך העקום ששרטטת: באיזה מרחק מהשוליים היית מגלה שינוי צבע, אילו היית בודק קוביית אגר-בופר לאחר השריה של 4 דקות?
10. במה תורמת השוואה בין התוצאות בקוביות אגר-בופר ובין התוצאות בקוביות אגר-מים, להבנת המתרחש בקוביות תפוח אדמה?

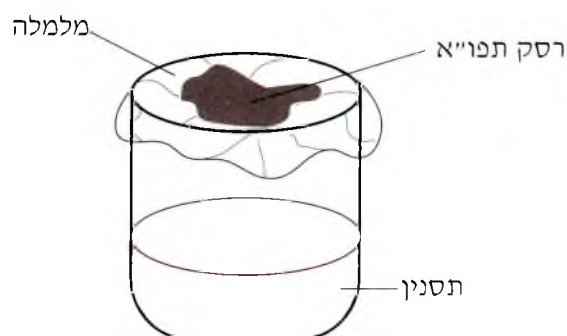
חלק ג

- בחלק זה תבדוק עמידותו של תסנין תפוח אדמה לשינוי pH.
11. הכן תסנין מפקעת תפוח אדמה בדרך הזאת:
- א. קלף את חצי תפוח אדמה ששמרת מחלק א, ורסק אותו במגררת ביחד עם השאריות שנותרו מחלק א, לצלחת.



איור

ב. הכנס לכלי קטן שכבה כפולה של מלמלה (גזה). העבר לתוך המלמלה את רסק תפוח-האדמה (ראה איור).



ג. אסוף את שולי המלמלה, וסחט את הרסק כך שהמיץ יעבור סינון דרך המלמלה. הנוזל שבכלי הוא התסנין.
ד. השלך את הרסק הסחוט עם המלמלה לפח.

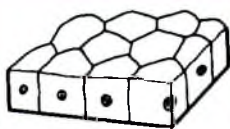
12. הכן את מערכת הניסוי:

- א. סמן 5 מבחנות בספרות 1–5.
ב. הכנס ל-4 מבחנות תסנין ומים מזוקקים על-פי הטבלה שלהלן:

מספר מבחנה	כמות תסנין, במ"ל	כמות מים מזוקקים, במ"ל
1	1	4
2	2	3
3	3	2
4	—	5

- ג. למבחנה 5 הכנס 5 מ"ל תמיסת בופר.
ד. הוסף לכל אחת מהמבחנות 2 טיפות של האינדיקטור תימול כחול וערבב על ידי טלטול קל.

13. א. בדוק את ה-pH ההתחלתי בכל אחת מ-5 המבחנות ורשום את התוצאה.
בניסוי תתבקש לקבוע כמה טיפות HCl בריכוז 1M דרושות כדי לשנות את ה-pH בכל אחת מהמבחנות עד לדרגת ה-pH שבה ישתנה צבע האינדיקטור לאדום.
עשה זאת כך:



ניסוי



ב. הוסף למבחנה 1, טיפה אחר טיפה של HCl בריכוז 1M (מבקבוק "HCl לחלק ג").

לאחר הוספת כל טיפה ערבב על-ידי טלטול. ספור את הטיפות שאתה מוסיף.

המשך להוסיף טיפות עד שצבע התמיסה יהיה יציב ולא ישתנה יותר.

רשום את מספר הטיפות שהוספת.

ג. בדוק באותה דרך גם מבחנות 2–5.

14. סכם את מערך הניסוי ותוצאותיו בטבלה.

15. הצע הסבר להבדל בין תוצאות מבחנה 4 ומבחנה 5.

16. א. עליך להציג את התוצאות שהתקבלו במבחנות 1–4 בדרך גרפית.

תוצאות ניתנות להצגה בעקום או בדיאגרמת עמודות. באיזו דרך תבחר? נמק את

בחירתך.

ב. הצג את התוצאות שהתקבלו במבחנות 1–4 בדרך המתאימה.

17. קבע, על סמך העקום, כמה טיפות HCl היו נדרשות לקבלת שינוי צבע ב-5 מ"ל תסנין בלתי

מהול. הסבר כיצד קבעת זאת.

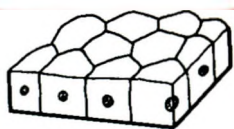
18. א. מה ניתן להסיק מתוצאות הניסוי בחלק ג?

ב. האם ניתן היה להגיע לאותן מסקנות לאחר ביצוע חלק ב של הניסוי?

ג. האם מסקנתך תואמת או אינה תואמת את השערתך בחלק א? הסבר.

19. טווח ה-pH האופטימלי לפעולתם של מרבית האנזימים הפועלים בתא הוא בדרך כלל צר למדי.

איך ניתן לקשר תופעה זו עם תוצאות הניסוי שערכת?



לאורה

ניסוי 18

הנושא: השחממת תפוח עץ כתהליך אנזימטי

הכיתה: יא, יב 5 י"ל

הזמן הנדרש: שני שיעורים

הידע הקודם הנדרש: מבנה התא ומאפייני התהליכים בו

בניסוי זה נחקרים שני תהליכים:

א. השחממת תפוח עץ (חלק א)

ב. מניעת השחממת תפוח עץ על ידי חומצה אסקורבית (חלק ב).

בפירות מסוימים (בננה, תפוח עץ ואחרים) מוכרת תופעה של השחממת הרקמה לאחר חיתוך או ריסוק, או כאשר יש פגיעה בשלימות קליפת הפרי.

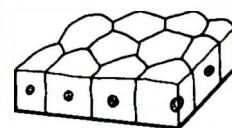
בפירות אלה מצויים אנזימים המזרזים חמצון ישיר (אוקסידאזות) של סובסטרטים אורגניים על ידי חמצן מולקולרי.

בתפוח עץ נמצא אנזים הנמנה עם קבוצה זו, ומזרז את תהליך ההשחמה (פוליפנול אוקסידאזה או קטכולאזה). בתאי הפרי מצוי גם הסובסטרט שעליו פועל אנזים זה. תוצר התהליך האנזימטי הוא חומר שצבעו חום.

דרך קליפת תפוח עץ חודרת בוודאי כמות חמצן מסוימת, המאפשרת נשימת רקמה זו, אף על פי כן כמעט שאין השחמה בתפוח שלם או כשהוא חתוך לפיסות גדולות, בעוד שבתפוח מרוסק מתקבלת השחמה ניכרת. ייתכן שבתאי התפוח יש מידור בין האנזים לסובסטרט, וכך הריסוק לא רק מגדיל את מגע החומרים עם החמצן, אלא מאפשר "מפגש" אנזים – סובסטרט. כמו כן לפעילות מרבית של האוקסידאזות דרוש ריכוז חמצן הגבוה מזה הקיים בפרי השלם.

לא ברור עדיין מה תפקידה הפיסיולוגי של תופעת ההשחמה. ייתכן שהיא קשורה להגברת כושר ההתנגדות למזיקים.

א. אם נשווה את צבעו של פלח התפוח לצבע הרסק (צלחות 1, 2), ניווכח כי הריסוק מזרז את ההשחמה. הסבר אפשרי לתופעה זו הוא שהריסוק מאפשר מגע טוב יותר בין כל מרכיבי התהליך: המצע והאנזים שמקורם בפרי והחמצן – מהאוויר (שאלה 3).



לחור

ב. אם נשווה את הרסק הטרי לרסק התפוח המבושל (צלחות 2, 4), ניווכח כי התפוח המבושל והמרוסק אינו משחים. הסבר אפשרי לתופעה זו הוא שתהליך ההשחמה מזורז על ידי אנזים. הרתחת הרקמה פגעה בפעילות הביולוגית של אותו אנזים ולכן התפוח המבושל אינו משחים (שאלה 3).

לא צפוי שעל פי התצפית שבסעיפים 1–2, התלמיד יוכל לזהות את כל הגורמים המשתתפים בתהליך ההשחמה. לכן בשאלה 3 יש לקבל כל תשובה הגיונית המתייחסת להבדלים שבין הטיפולים השונים, כולם או חלקם.

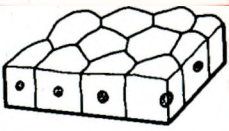
ג. מיץ לימון מכיל חומצה אסקורבית, חומצת לימון, סוכרוז ועוד. לאחר ביצוע סעיף 5, ניווכח התלמיד כי מיץ לימון מונע השחמת תפוח עץ, והחומר המונע זאת הוא חומצה אסקורבית (שאלה 6). חומצה אסקורבית מתחמצנת בקלות על ידי החמצן שבאוויר. אפשר שתהליך זה מזורז על ידי אנזימים המצויים ברקמת התפוח. ייתכן כי כושרה של החומצה האסקורבית למנוע השחמה נובע מתחרות על החמצן המשתתף בשני התהליכים האנזימטיים: א. תהליך ההשחמה; ב. תהליך חימצון חומצה אסקורבית.

ד. בכדי לברר אם דרגת ה- pH של מיץ הלימון גרמה לאי השחמה (שאלה 7 א), יש לבדוק את דרגת ה- pH בכל הצלחות. מבדיקה זו יסתבר לתלמיד, כי בכל הצלחות – דרגת ה- pH דומה, אף על פי כן רק הוספת חומצה אסקורבית גרמה לאי השחמה (שאלה 7 ב). תוצאות אלו גורמות לדחיית השערה א (שאלה 7 ג).

ה. כדי לבדוק את השערה ב (שאלה 8), אפשר לבצע מספר ניסויים, לדוגמה:

1. לרסק תפוח באוויר ללא חמצן ולצפות בו במשך זמן. ניסוי זה לא יתבצע כאן בשל קשיים טכניים.
2. לבדוק את כושרה של חומצה אסקורבית מחומצנת (שהייתה חשופה לאוויר במשך כמה ימים) במניעת השחמה.

התלמיד מתבקש להסיק מסקנות על האופן שבו מונעת חומצה אסקורבית השחמה, בעזרת תוצאות נתונות (שאלה 9).

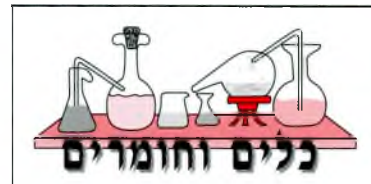


לאורה

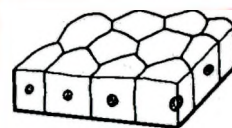
לקריאה נוספת, עיין: נוימן, יי (אין ציון שנה) **תהליכים ביו-אנרגטיים בצמח פוטוסינתזה ונשימה**, מפעלים אוניברסיטאיים להוצאה לאור, עמ' 101–104.



- אפשר להציע לתלמידים לבצע בבית בדיקות אחרות הקשורות לניסוי:
1. להקפוא תפוח שלם למשך מספר שעות ולרסקו בעודו קפוא. להכניס מיד את הרסק הקפוא למספר שעות לתא ההקפאה ולבדוק את צבעו. הטמפרטורה הנמוכה מעכבת את קיום התהליך האנזימטי, ולכן התפוח הקפוא לא ישחים. אם נשהה את הרסק בטמפרטורת החדר לאחר כ-10–15 דקות ישחים.
 2. להוסיף מיץ לימון לתפוח מרוסק שכבר הושחם. מתוצאות בדיקה זו יהיה אפשר להסיק אם תהליך ההשחמה הפיך.



- שעון בעל מחוג דקות
- כתבן
- 5 פיפטות של 1 מ"ל
- מגררת (פומפיה) דקה
- 7 צלחות פטרי בקוטר כ-3.5 ס"מ (מפלסטיק או מזכוכית, תחתית או מכסה)
- כפית
- סכין לקלוף
- צלחת גדולה בקוטר 15–20 ס"מ
- נייר pH או מקלונים לבדיקת pH
- כ-5 מ"ל מים מזוקקים בבקבוק המאפשר הכנסת פיפטה 1 מ"ל
- כ-5 מ"ל חומצת לימון 1% בבקבוק כנייל
- כ-5 מ"ל תמיסת סוכרוז 1% בבקבוק כנייל
- כ-5 מ"ל תמיסה טרייה של חומצה אסקורבית 1% בבקבוק כנייל
- שים לב: תמיסה זו נהרסת בחשיפה לאוויר. לפיכך אם מכינים את התמיסה יום לפני הניסוי, יש למלא את הבקבוק עד לשפתו, לפקוק היטב ולשמור בחושך ובקירור.

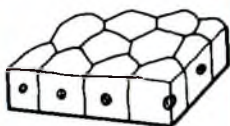


למורה

- 1-2 תפוחים מזן גרנד אלכסנדר. בשוק נמצאים תפוחים דומים מזן גרנד סמיט שהם אינם מתאימים. התפוחים צריכים להיות טריים וללא מכות ושריטות.
 - חצי לימון טרי
 - מסחטת מיץ (לכל שתי קבוצות)
 - צלחת פטרי ובה פלח תפוח מבושל
 - צלחת פטרי ובה פלח תפוח מבושל ומרוסק
- אופן ההכנה: קלוף תפוח עץ, ומיד חתוך אותו לפלחים והכנס אותם לכלי עם מים. הקפד על כיסוי פלחי התפוח במים. הרתח את המים במשך כ-10 דקות. לאחר הבישול הכנס פלח תפוח מבושל לאחת הצלחות ובצלחת האחרת רסק פלח נוסף בעזרת מזלג.

ורכשיו...





ת/ח/י

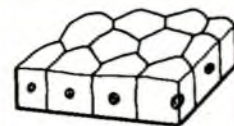
ניסוי 18

חלק א

1. א. ברשותך 2 צלחות קטנות. סמן את הצלחות בספרות 1, 2.
 ב. חתוך את תפוח העץ שברשותך לרבעים. רבע תפוח שים בצלחת 1 ורבע אחר גרר בעזרת מגררת אל תוך הצלחת הגדולה שברשותך.
 העבר את רסק התפוח אל צלחת 2.
 ג. סמן בספרה 3 את הצלחת שבה פלח תפוח מבושל.
 סמן בספרה 4 את הצלחת שבה רסק תפוח מבושל.
2. צפה בצלחות במשך 5–10 דקות. סכם בטבלה את תצפיותיך.
3. הצע הסבר לתופעה שצפית בה.



4. תכנן ניסוי אשר יבדוק את הסברך או היבט כלשהו של הסבר זה.
 - א. נסח בעיה הקשורה לתצפית שערכת.
 - ב. מהי ההשערה שאותה תבדוק בניסוי?
 - ג. מהו המשתנה התלוי?
 - ד. כיצד תבדוק את המשתנה התלוי?
 - ה. מהו המשתנה הבלתי תלוי?
 - ו. ציין שני גורמים אשר יש לשמורם כקבועים במהלך הניסוי. הסבר את חשיבות שמירת גורמים אלה כקבועים.



חלק ב

חלק ב

בחלק זה תבדוק את השפעת מיץ לימון ומרכיביו על השחמת תפוח.

5. ברשותך ארבעה סוגי נוזלים: מים מזוקקים, תמיסת חומצה אסקורבית, תמיסת חומצת לימון ותמיסת סוכרוז.

ידוע כי חומרים אלה הם אחדים ממרכיביו של מיץ לימון.

א. סמן 5 צלחות פטרי בספרות 1–5.

לפני שתמשיך, קרא את הוראות הסעיף כולן מפני שעליך לעבוד במהירות.

ב. קלוף חצי תפוח וגרר אותו במגררת אל הצלחת הגדולה.

ג. שים כפית מלאה ברסק תפוחים בכל אחת מחמש צלחות הפטרי ופזר אותו בשכבה אחידה.

ד. הוסף 1 מ"ל מיץ לימון טרי לצלחת 1,

1 מ"ל תמיסת חומצה אסקורבית לצלחת 2,

1 מ"ל תמיסת חומצת לימון לצלחת 3,

1 מ"ל תמיסת סוכרוז לצלחת 4,

1 מ"ל מים מזוקקים לצלחת 5.

ה. צפה בצלחות במשך 10 דקות. סכם בטבלה את תצפיתך.

6. א. השווה את רסק תפוח העץ בתוספת מיץ לימון לרסק ללא כל תוספת שבדקת בחלק א בניסוי. מה מסקנתך?

ב. מבין מרכיבי מיץ הלימון, מהו החומר המונע השחמה?

הועלו שתי השערות המתייחסות למנגנון פעולתו של מיץ לימון כמונע השחמה.

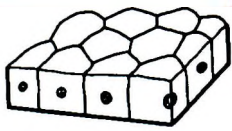
השערה א: ה-pH הנמוך של מרכיבי מיץ הלימון מעכב את תהליך ההשחמה.

7. א. כיצד תבדוק את השערה א?

ב. ערוך את הבדיקה ורשום את התוצאות.

ג. האם התוצאות שקיבלת מאששות את השערה א או גורמות לדחייתה? נמק.

ד. האם הניסוי איכותי או כמותי? נמק.



ניסוי

השערה ב: התרכבות החומצה האסקורבית עם החמצן שבאוויר, גורמת לאי השחמת התפוח.

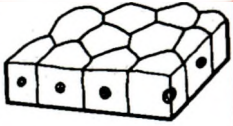
8. הצע דרך לבדיקת השערה ב (אך אל תבצע).

9. בניסויים, אשר ביצעו אחרים, אוששה השערה ב. כיצד תורמת עובדה זו להבנתך את תהליך ההשחמה?

10. סכם את שלמדת בשני חלקי הניסוי על:

א. תהליך השחמת תפוח עץ.

ב. מניעת השחמת תפוח עץ באמצעות חומצה אסקורבית.



מורה

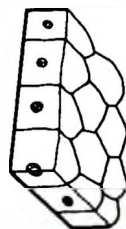
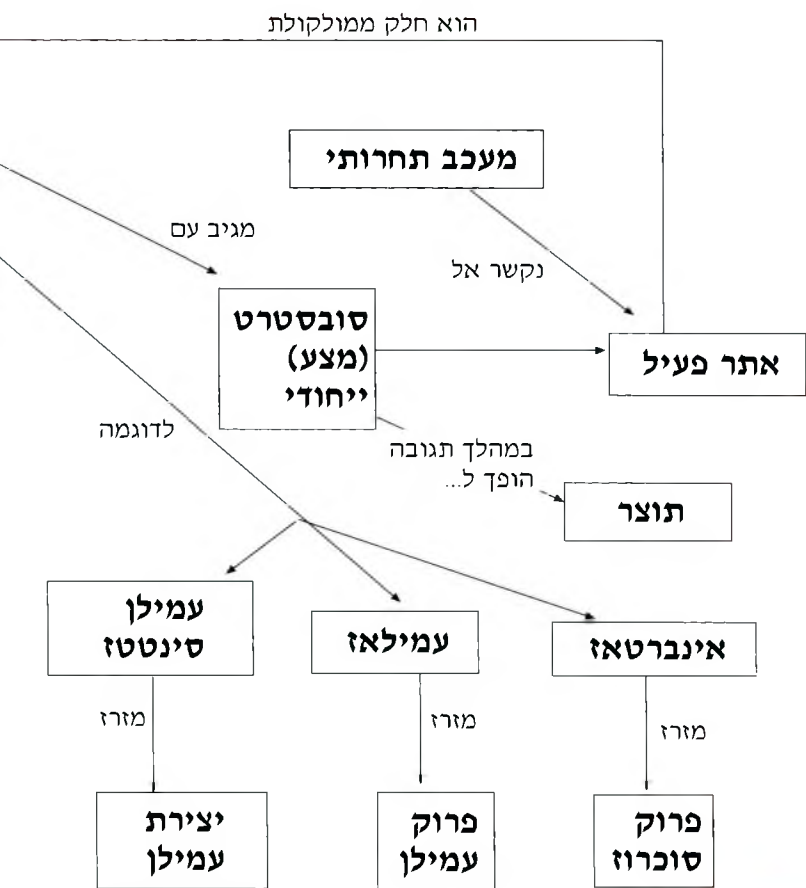
תהליכים אנזימטיים

הקדמה לניסויים 19–24

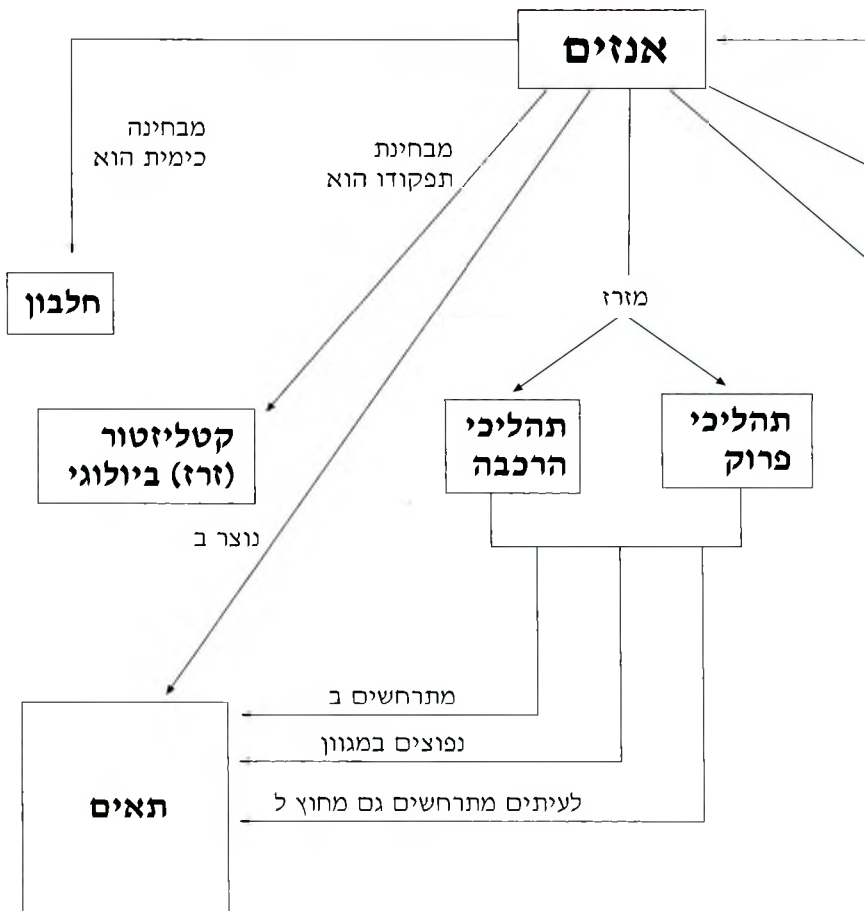
ניסויים 19–24 עוסקים בתהליכים אנזימטיים. הניסויים תוכננו כך שניתן לשלבם ברצף ההוראה; מפת המושגים שבעמוד 152 מציגה את הנושא בשלמותו. אם הניסויים יבוצעו לאחר שהנושא נלמד בכיתה, הם יהיו בגדר **ניסויים מאשרים**, והתלמידים יוכלו לענות על השאלות על סמך ידע קודם. אם המורה יבחר לבצע את הניסויים לפני הוראת הנושא – הם יהיו **ניסויים מגלים** וייתכן שיהיה צורך להקדים דברים בכיתה ולתת לתלמידים את המידע הדרוש.

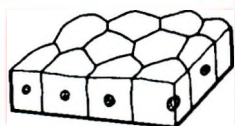
רעיונות או מאפיינים **נוספים** הקשורים לתגובות אנזימטיות ומשלימים את אלה שהוצגו בקבוצת הניסויים 19–24:

1. **בכל תא פעילים אנזימים רבים**, לדוגמה בתאי שמרים:
 - קטלאז (ניסוי 21 – תהליכים וחילוף חומרים בתא),
 - אינברטאז (ניסויים 22, 23 – תהליכים וחילוף חומרים בתא),
 - אנזימים המשתתפים בתהליכי נשימה תאית (ניסוי 1 – גלגולי אנרגיה).
2. **אנזימים מזרזים תהליכי פירוק ותהליכי הרכבה**.
 - יצירת עמילן בתאי פקעת תפוח אדמה (ניסוי 17 – תהליכים וחילוף חומרים בתא),
 - פירוק עמילן במהלך נביטה של זרעים (ניסויים 2, 3 – רבייה).
3. **מספר רב של גורמים משפיעים על פעילות האנזימים בתא (ביניהם תנאי pH, טמפרטורה, ריכוז אנזים וריכוז סובסטרט)**.
 - השפעת הטמפרטורה על קצב נשימה בזרעים נובטים (ניסוי 2 – גלגולי אנרגיה)
 - השפעת משך החימום על פעילות אנזים אינברטאז (ניסוי 23 – תהליכים וחילוף חומרים בתא)
 - השפעת הטמפרטורה על קצב יצירת עמילן (ניסוי 17 – תהליכים וחילוף חומרים בתא)
 - השפעת ריכוז עמילאז על קצב פירוק עמילן (ניסוי 16 – תהליכים וחילוף חומרים בתא)
 - השפעת ריכוז המצע על קצב תהליך אנזימטי בשמרים (ניסוי 1 – גלגולי אנרגיה)
4. **עיכוב תחרותי של פעילות אנזים**.
 - חומצה אסקורבית כמעכבת את תהליך ההשחמה בתפוח עץ (ניסוי 18 – תהליכים וחילוף חומרים בתא).



טפוח





מורה

ניסוי 19

הנושא: קטליזטור כימי לעומת קטליזטור אנזימטי

הכיתה: י, יא
 הזמן הנדרש: שיעור אחד
 הידע הקודם הנדרש: תגובה כימית

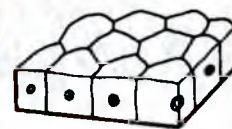
בניסוי זה התלמיד יכיר זרז כימי (תחמוצת המנגן) וזרז ביולוגי (תאי שמרים), שכל אחד מהם מזרז פירוק מי חמצן (H_2O_2). תוצר התהליך (חמצן) מזוהה באמצעות קיסם עומם.

א. כדי לקצר את משך הביצוע, מומלץ שהמורה ידגים את הבדיקה באמצעות קיסם עומם במבחנות 2, 4, 5 שבהן ריכוז החמצן הוא כמו זה שבאוור, והתלמידים יבדקו רק את מבחנות 1 ו-3.

ב. במבחנות 1 ו-3 התקיים תהליך אקסותרמי שבו פורקו מי חמצן (H_2O_2), נפלט חמצן והשתחררה אנרגיית חום. התלמיד זיהה את פליטת החמצן באמצעות קיסם עומם וחש במגע יד בעליית הטמפרטורה (שאלה 4 א). קיומו של התהליך בטמפרטורת החדר מותנה בנוכחות זרז כימי (מנגן חמצני) או זרז ביולוגי (תאי שמרים) (שאלה 4 ב).

ג. ראוי להדגיש את ההבדל בין **זיהוי** פליטת חמצן באמצעות קיסם עומם לבין שיטה רגישה **למידת** כמות חמצן כמו זו אשר תוצאותיה מוצגות בסעיף 6. כמות החמצן שנמדדה במבחנות 2, 4, 6 (סעיף 6) היא שווה מכיוון שנפחן זהה ולא חל בהן פירוק מי חמצן (בהנחה שנפח אבקת מנגן חמצני ונפח תאי השמרים הם זניחים). מערך הניסוי אינו כולל בקרה המאפשרת לשלול את ההסבר החלופי שעל פיו החמצן שבמבחנות 2, 4, 6 הוא תוצר התפרקות המים. אם זאת נוכל להניח, על סמך ידע כימי מוקדם שמים אינם מתפרקים למרכיביהם בתנאים אלה. אם מתעורר דיון בכיתה בשאלה זו כדאי לתאר ניסוי שבו יש שימוש במים מסומנים בחמצן רדיואקטיבי ובדיקת נוכחות חמצן מסומן.

ד. פירוק עצמוני (אוטוקליטי) של מי חמצן מתקיים בקצב נמוך גם בהעדר זרז, אך בשל רגישות נמוכה של שיטת הזיהוי שבניסוי לא ניתן לזהות פליטת חמצן במבחנה 5 המכילה מי חמצן בלבד. אף על פי כן חשוב לכלול את מבחנה 5 במערך הניסוי שכן באמצעות התוצאה שתתקבל



חלופה

במבחנה זו ניתן לשלול הסבר חלופי על פיו החמצן הנפלט במבחנות 1 ו-3 הוא תוצאה של פירוק עצמוני של מי חמצן (שאלה 5).
תוצאות המדידה המתוארות בסעיף 6 מאפשרות להסיק על קיום פירוק עצמוני של מי חמצן.

ה. הערך שהתקבל במבחנת הבקרה (מבחנה 5 בסעיף 6) מאפשר לחשב את כמות החמצן הנוצרת הודות לאנזים שבתאי השמרים (שאלה 6 ג).

ו. על כושרו של זרז (כימי או ביולוגי) להפחית את אנרגיית השפעול הדרושה לקיום תהליך כימי ראה ניסוי 16, פירוק כימי ואנזימטי של עמילן בתהליכים וחילוף חומרים בתא.

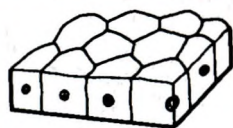
ז. כדאי להסב את תשומת לב התלמיד לכך שבתאי השמרים מצויות מולקולות אנזים והן הזרז בניסוי (שאלה 7), שכן לעתים התלמידים מתקשים בהבחנה בין שתי רמות הארגון: התא והמולקולות.

ח. הדיון בשאלה 8 ידגיש את ההבדל בין חומרים המשתתפים בתגובה כימית ובין זרז שלאחר התגובה הכימית חוזר למצבו ההתחלתי.

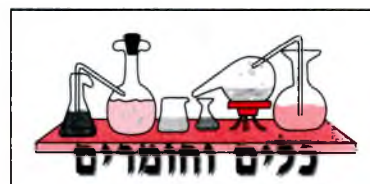
לקריאה נוספת:

גלעד, ב', גנוט, שי (2000) **כימיה בתהליכי החיים, מקרומולקולות בעולם החי**, המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים מהדורה ניסויית, עמ' 61–62.



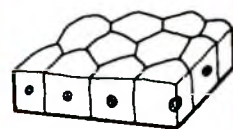


אלורה



כלים וחומרים

- כתבן
- 1 מבחנה רגילה (סך הכול 5 מבחנות)
- 5 פקקים מתאימים למבחנות
- משורה בנפח של 10 מ"ל
- 3 קיסמי עץ ארוכים (כ-10 ס"מ)
- גפרורים
- כ-10 מ"ל מי ברז
- כ-10 מ"ל תמיסת מי חמצן H_2O_2 בריכוז 6%
- כ-0.01 גרם אבקת MnO_2 בכל אחת משתי מבחנות רגילות
- כ-0.05 גרם שמרים טריים בכל אחת משתי מבחנות רגילות

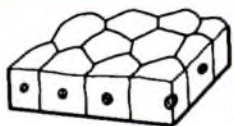


אלורה

A large rectangular area with horizontal lines for writing. To the right of the lines, there is a red pencil holder containing two pencils, and a single red pencil lies on the surface below the holder.

ולכשיו...





מניסוי

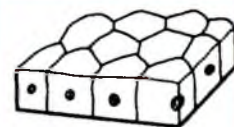
ניסוי 19

1. א. ברשותך שתי מבחנות המכילות מעט אבקת תחמוצת מנגן MnO_2 . סמן את המבחנות בספרות 1 ו-2.
ב. סמן את המבחנות המכילות תאי שמרים¹ בספרות 3 ו-4.
ג. סמן מבחנה בספרה 5.
2. השתמש במשורה והוסף חומרים על פי הפירוט שבטבלה:
מים למבחנות 2 ו-4 ולאחר מכן תמיסת H_2O_2 ("מי חמצן") למבחנות 1, 3, ו-5. פקוק מייד את כל המבחנות.

מספר מבחנה	אבקת MnO_2	שמרים	נפח מים, במ"ל	נפח תמיסת מי חמצן, במ"ל	השינוי בתמיסה	תגובה עם קיסם עומם
1	+			2		
2	+		2			
3		+		2		
4		+	2			
5				2		

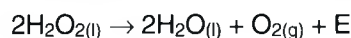
- א. התבונן במבחנות ורשום בטבלה את השינויים שחלו בכל אחת מהן.
- ב. משש את המבחנות ורשום באיזו מהן נפלטה אנרגיית חום.
3. ברשותך קיסם עץ שניתן להבעירו. כשמכבים את הקיסם קצהו נשאר עומם, ובתנאים מסוימים הוא יכול להתלקח שנית.
עליך לבצע בדיקה באמצעות קיסם עומם רק במבחנות בהן חל שינוי:
א. הבער את קצה הקיסם שברשותך, וכבה אותו מיד כך שישאר עומם.
ב. פתח את פקק המבחנה, הכנס פנימה במהירות את הקיסם (מבלי שיגע בדפנות המבחנה) ורשום בטבלה מהו השינוי שחל בקיסם.
ג. הוסף לטבלה את תוצאות הבדיקה עם קיסם עומם שביצע המורה.

1 שמרים הם אורגניזמים חד תאיים



מי/מי

בתנאים מסוימים מתקיים פירוק מי חמצן כמתואר בנוסחה הכימית:



התלקחות קיסם עומם מעידה על ריכוז גבוה יחסית של גז חמצן.

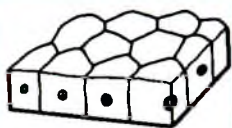
4. א. באילו מבחנות השתחרר חמצן ונפלטה אנרגיית חום?
ב. באילו תנאים התרחש פירוק מי חמצן?
5. התבסס על התוצאה שהתקבלה במבחנה 5 והסבר מדוע היה חשוב לכלול אותה במערך הניסוי.
6. חוקר ביצע ניסוי דומה לזה שביצעת. הוא הכין מבחנות (1–5) שתכולתן זהה לאלה שהכנת והוסיף מבחנה ובה 2 מ"ל מים (מבחנה 6).
בניסוי זה נפח כל המבחנות היה זהה וכמות החמצן במבחנות נבדקה בשיטה רגישה ביותר.

תוצאות הניסוי

מספר מבחנה	אבקת MnO_2	תאי שמרים	נפח מים, במ"ל	נפח תמיסת מי חמצן, במ"ל	כמות החמצן במבחנה ביחידות יחסיות
1	+			2	3.2
2	+		2		0.8
3		+		2	3.0
4		+	2		0.8
5				2	1.0
6			2		0.8

הערה: הנח שנפח תאי השמרים ונפח אבקת מנגן חמצני הם זניחים.

- א. מדוע הוסיף החוקר את מבחנה 6 לניסוי שביצע?
- ב. מהן הסיבות להבדלים בין התוצאות שהתקבלו במבחנות 2, 4, 5 בניסוי שביצעת לבין התוצאות שהתקבלו באותן המבחנות בניסוי המתואר בסעיף 6?



ניסוי

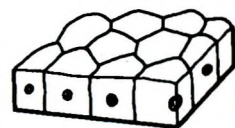
ג. חשב מהי כמות החמצן שנפלטה (ביחידות יחסיות) בהשפעת תאי השמרים, הסבר תשובתך.

ד. הסבר מדוע חשוב בניסוי המתואר בסעיף זה להשתמש במבחנות שנפחן זהה.

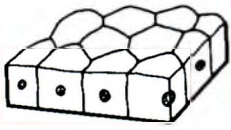
זרז הוא חומר מאיץ תהליכים כימיים.
אנזים הוא זרז ביולוגי, כלומר **חומר** הנוצר בתאים ומאיץ תהליכים כימיים.

7. מהם הזרזים שפעלו בניסוי?

8. במבחנות שבהן התרחשה פליטת חמצן נפסקת פליטת הגז כעבור זמן מה. התהליך יתחדש **רק** לאחר הוספת מי חמצן, הוספת הזרזים **בלבד לא** תגרום לשינוי. מה ניתן ללמוד מכך על תפקוד הזרז בתהליך הכימי?



מאפי



אנזים

ניסוי 21

הנושא: פעילות אנזים בתא השלם ומחוץ לו אחידות בתהליכים אנזימטיים (ברמת התא)

הכיתה: י, יא / 3 י"ל

הזמן הנדרש: שני שיעורים

הידע הקודם הנדרש: חדירות חומרים דרך קרום התא, אנזים

בחלק א בניסוי התלמיד יבדוק אם תיתכן פעילות אנזימטית מחוץ לתא חי, ובחלק ב יעקוב אחר פעילות אותו אנזים (קטלאז) במגוון תאים.

א. H_2O_2 (מי חמצן) הוא תוצר של תהליכים מטבוליים בתאים ועלול לגרום נזק לתא. הצטברותו בתא נמנעת הודות לפעילות האנזים קטלאז המפרק אותו למים ולחמצן. מכיוון שריכוז מי החמצן בתאים (הסובסטרט האנדוגני) הוא נמוך מאוד, ניתן לראות פליטת בועות רק לאחר הוספת כמות גדולה של סובסטרט כפי שנעשה בניסוי (שאלה 7 ג).

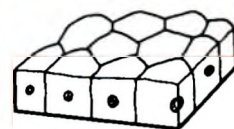
ב. בבדיקת התכשיר המיקרוסקופי של רסק העלה (סעיף 2) ניתן לזהות תאים ושברי תאים. לאחר הוספת מי חמצן לתכשיר ניתן לעקוב בעזרת המיקרוסקופ אחר פליטת בועות. ניתן להניח שאלה הן בועות חמצן – תוצר תהליך פירוק מי חמצן.

ג. לאחר סינון הרסק ובדיקת המיצוי במיקרוסקופ (סעיף 5) נמצא שהמיצוי אינו מכיל תאים שלמים, ובכל זאת מתקיים בו תהליך פירוק מי חמצן. מתוצאות אלה ניתן להסיק שפעילות האנזים קטלאז אינה תלויה בשלמות המבנה התאי, אם כי ייתכן שפעילות זו נפגעה או פחתה בשעת הכנת המיצוי (שאלה 5).

ראוי להדגיש כי **אין** להסיק מתוצאות הבדיקה של הפעילות האנזימטית במיצוי, כי כל האנזימים הפעילים בתא השלם (in vivo) פעילים גם במבחנה (in vitro).

ד. לפליטת הגז חמצן (לאחר הוספת מי חמצן לרסק התאים, סעיף 2) אפשריים מספר הסברים:

1. מי חמצן חודרים לתא, ופירוקם מזורז על ידי אנזים המצוי בתא. החמצן משתחרר מהתאים ומצטבר לבועות.
2. פירוק מי חמצן שהוספו לרקמה מזורז על ידי אנזים המופרש אל מחוץ לתאים.



מאור

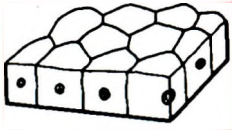
3. בשעת הכנת רסק התאים, משתחרר מהם אנזים המזרז את פירוק מי החמצן מחוץ לתאים.
על פי סעיפים 1–5 בניסוי, לא ניתן לאשר או לדחות אחד מההסברים ואפשר שיהיו כמה הסברים נכונים.
פליטת החמצן המתקיימת כתוצאה מהוספת מי חמצן לאצה חד תאית (סעיף 6) תומכת בהסברים 1 ו-2.

ה. כדאי לקיים דיון עם התלמידים בשאלה כיצד ניתן לבדוק כל אחד מההסברים. לדוגמה, את הסבר 2 אפשר לבדוק כך:
יש לטלטל את תאי האצה החד תאית בתרחיף במשך 2–3 דקות ולסנן את התרחיף. בתסנין המתקבל אין תאים, ויש להוסיף לו מי חמצן לבדיקת נוכחות אנזים קטלאז. מבדיקה זו יסתבר שהאנזים **קטלאז** אינו מופרש אל מחוץ לתאי האצה.
מבדיקה דומה המתבצעת בתאי שמרים ניתן למצוא בתסנין פעילות אנזימטית חוץ תאית של האנזים **אינברטאז** (ראה ניסויים 23, 24 – תהליכים וחילוף חומרים בתא).

ו. האנזים קטלאז נפוץ מאוד בטבע, והתוצאות המתקבלות בחלק ב של הניסוי מאפשרות להדגים את רעיון האחידות בתהליכים אנזימטיים ברמת התא.
לצורך הדגמת הרעיון הצענו לבדוק תאים פרוקריוטים (חיידקים) ואאוקריוטים (תאי פטריות, צמחים ובעלי חיים). המורה והתלמידים יוכלו לבחור מגוון אחר של אורגניזמים, ולבדוק בהם פעילות של האנזים קטלאז (שאלות 11, 12). ניתן להדגים את פעילות האנזים בתאי אפיתל לחי של התלמידים.

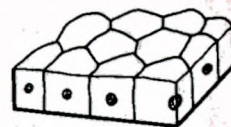


- מיקרוסקופ
- ציוד לעבודה במיקרוסקופ
- משורה בנפח של 10 מ"ל
- 2 פיפטות פסטר עם טפטף
- מכתש בגודל בינוני ועלי
- משפך בינוני

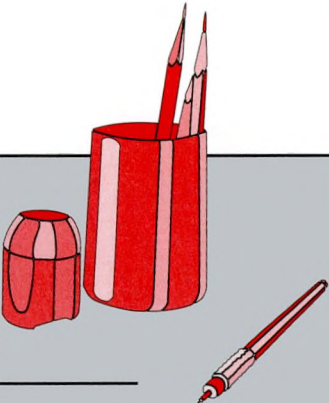


אנזים

- 2 מבחנות רגילות
- מספריים
- פיסת גזה בת 4 שכבות, בגודל 10 ס"מ X 10 ס"מ
- פיסת נייר סינון בגודל 10 ס"מ X 10 ס"מ
- כ-20 מ"ל מי ברז בבקבוק
- כ-10 מ"ל מי חמצן בריכוז 6% בבקבוק טפי
- כרבע עלה חסה
- תרחיף אצות חד תאיות (ניתן להשיג במרכז האספקה בבר אילן)
- כמות מעטה של חומר חי: כפית של רסק תפוח אדמה, פיסה קטנה של כבד, מעט שמרים דחוסים או מעט תרחיף שמרים
- (הניסוי הוא איכותי ולכן אין צורך להקפיד על הכמות ועל הכלי בו יוגש החומר, צלחת קטנה או מבחנה)
- צלחת פטרי עם חידקים

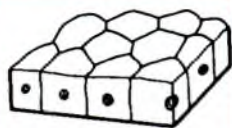


אנזים



ואכשיו...





מ/א/ח/י/ז

ניסוי 21

חלק א

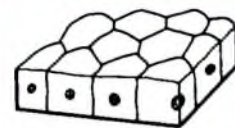
בחלק זה תעקוב אחר תהליך פירוק מי חמצן:
ברסק תאים (סעיפים 1, 2), במיצוי תאים (סעיפים 4, 5) ובתאים שלמים (סעיף 6).

1. א. חתוך כרבע עלה חסה לחתיכות קטנות והכנס אותן למכתש.
ב. הוסף למכתש כ-2 מ"ל מי ברז, וכתוש בעזרת העלי את פיסות העלה. המשך לכתוש ולהוסיף מים לסירוגין עד כ-10 מ"ל.
2. הכן תכשיר להסתכלות מיקרוסקופית:
א. בעזרת פיפטת פסטר העבר מעט מהרסק לזכוכית נושאת, הוסף טיפת מים ובדוק את התכשיר במיקרוסקופ. תאר את תצפיתך.
ב. טפטף מספר טיפות מי חמצן על שולי הזכוכית המכסה. הצמד פיסת נייר סינון אל השוליים הנגדיים של הזכוכית המכסה כך שהנוזל שהוספת "יישאב" אל בין הזכוכיות.
בדוק שנית את התכשיר במיקרוסקופ וצפה בפליטת בועות.
3. א. מהו התהליך שהתרחש וגרם לפליטת הבועות?
ב. האם ניתן לקבוע היכן התקיים תהליך פירוק מי חמצן?

בתכשיר שהכנת ובדקת בסעיף 2 היו תאים שלמים וכן תאים שנפגעו ותוכנם השתחרר לסביבה.

השאלה שתיבדק בסעיפים 4-5 היא: האם קיומו של התהליך בו צפית מותנה בשלמות המבנה התאי?

4. א. קבע משפך בפיית מבחנה, רפד אותו בשתי שכבות גזה וסנן את רסק העלה שהכנת.
ב. השלך את הגזה ושאריות הרסק, רפד את המשפך בנייר סינון וקבע אותו בפיית מבחנה אחרת. סנן שוב את המיצוי.
ג. העבר טיפה מהמיצוי המסונן אל זכוכית נושאת וכסה בזכוכית מכסה.
ד. בדוק במיקרוסקופ את המיצוי. האם המיצוי כולל תאים?



חמץ

5. הרם את הזכוכית המכסה, הוסף טיפה של מי חמצן למיצוי, כסה שוב ובדוק את התכשיר במיקרוסקופ. האם קיומו של פירוק מי החמצן מותנה בשלמות המבנה התאי?

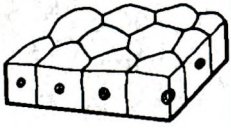
בסעיף 5 צפית בתהליך פירוק מי חמצן במיצוי שאין בו תאים שלמים, ובסעיף 6 תצפה בפירוק מי חמצן בתאים שלמים.

6. א. שים טיפה של תרחיף אצות חד תאיות על גבי זכוכית נושאת וכסה בזכוכית מכסה.
 ב. בדוק את התכשיר במיקרוסקופ, ותאר את שראית.
 ג. הסר את הזכוכית המכסה, טפטף טיפה של מי חמצן, והתבונן בפליטת בועות.
7. א. האם ניתן להסיק מתוצאות הבדיקות בסעיף 6 שמי חמצן עוברים בקלות את קרומי התאים? נמק.
 ב. מוכרים אנזימים הנוצרים בתאים, מופרשים לסביבתם ופעילים בה.
 הצע דרך שתאפשר לך לבדוק אם האנזים המפרק מי חמצן מופרש אף הוא אל מחוץ לתאים.
 ג. האם, לדעתך, מתקיים בתאי האצה תהליך פירוק של מי חמצן גם כשאין מוסיפים להם מי חמצן? אם כן, מדוע ניתן לצפות בתהליך רק לאחר הוספת מי חמצן?

חלק ב

8. א. סמן מבחנות בספרות 1–3 והוסף לכל אחת מהן כמות קטנה של חומר חי כמפורט בטבלה.
 ב. הוסף לכל מבחנה 20 טיפות מי חמצן וצפה בתוצאות. רשום את תוצאות הניסוי בעמודה המתאימה בטבלה.

מס' מבחנה	תכולת המבחנה	טיפות מי חמצן	תוצאה
1	תרחיף שמרים	20 טיפות	
2	פיסת כבד	20 טיפות	
3	מעט רסק תפוח אדמה	20 טיפות	



מינוי

9. ברשותך צלחת ובה קרקע מזון המתאימה לגידול חיידקים. על קרקע מזון זו נזרע החיידק *E. Coli*.

התבונן במושבות החיידקים, טפטף עליהן כ-20 טיפות של מי חמצן ורשום את התוצאה.

10. הסבר את התוצאות שקיבלת בסעיפים 8, 9.

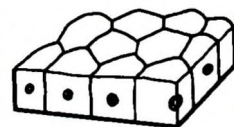
11. א. ערוך רשימה של כל האורגניזמים שבדקת בשני החלקים של הניסוי.

ב. אורגניזמים אלה שייכים לשתי קבוצות: פרוקריוטים ואאוקריוטים.

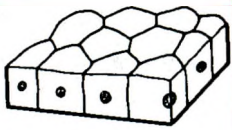
הוסף לגבי כל אחד מהאורגניזמים את שם הקבוצה שאליה הוא שייך.

ג. קבל מהמורה מידע נוסף לגבי שיוך סיסטמטי של האורגניזמים שאותם בדקת. הוסף מידע זה לרשימה.

12. איזה מסקנה אפשר לנסח על פי כל הבדיקות שביצעת?



איזון



אנזים

ניסוי 22

הנושא: ייחודיות (ספציפיות) של התגובה האנזימטית

הכיתה: י, יא

הזמן הנדרש: שני שיעורים

הידע הקודם הנדרש: החומרים הבסיסיים שמהם בנוי תא, אנזים, סובסטרט

בחלק א התלמיד יכיר את תכונת הייחודיות של התגובה בין אנזים ובין סובסטרט.
בחלק ב התלמיד יכיר מצב שבו אנזים אחד פועל על שני סובסטרטים.

א. הבדיקות לנוכחות חד סוכרים בתמיסות הסובסטרטים (סוכרוז, עמילן, גליקוגן) ובתמיסות האנזימים (אינברטאז ועמילאז) לפני הוספתן זו לזו, הן בקרות לאי נוכחות חד סוכרים בתמיסות (שאלה 3).

אם התלמיד אינו מכיר מניסויים קודמים את האנזימים הללו מומלץ להוסיף גם את הבקרות האלה: מבחנות א-ב למעריך הניסוי בחלק א, ואת מבחנה ג לחלק ב.

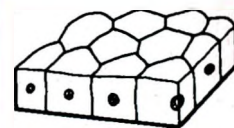
מספר מבחנה	2 מ"ל של...	נפח מים, במ"ל
א	עמילן	0.5
ב	סוכרוז	0.5
ג	גליקוגן	0.5

יש להכניס מבחנות אלה לאמבט מים בטמפרטורה של כ-40°C למשך 5 דקות, ולבדוק נוכחות חד סוכרים.

בקרות אלה מאפשרות לשלול הסברים חלופיים שעל פיהם עמילן / סוכרוז / גליקוגן מתפרקים בתנאי הניסוי.

ב. עמילן הוא תערובת של שני טיפוסים פולימרים, שכל אחד מהם בנוי ממולקולות גלוקוז הקשורות ביניהן בקשר גליקוזידי: עמילוז שהוא פולימר קווי, ועמילופקטין שהוא פולימר מסועף. בשרשרות הקוויות הקשר בין מולקולות הגלוקוז הוא אלפא 4,1 ובהסתעפויות הקשר הוא אלפא 6,1.

מולקולות סוכרוז בנויות מגלוקוז ופרוקטוז והקשר הגליקוזידי בהן הוא בין פחמן 1 בגלוקוז



אלוה

ופחמן 2 בפרוקטוז.

אינברטאז ועמילאז ייחודיים כל אחד לסובסטרט אחר (שאלה 5 ג).

גליקוגן בדומה לעמילופקטין בנוי ממולקולות גלוקוז הקשורות זו לזו בקשרי אלפא 4,1, בשרשרת הקווית וקשרי אלפא 6,1 בהסתעפויות. שרשרתיו של גליקוגן קצרות יותר מאלו של עמילופקטין ומידת הסתעפותו רבה יותר.

ג. תכשיר עמילאז, המופץ על ידי מרכז האספקה בבר-אילן, מכיל שני אנזימים:

1. **אלפא עמילאז** תוקף את הקשרים באקראי ומפרק את העמילן לדקסטרנים, ואלה מתפרקים למלטוז.

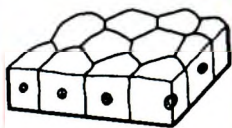
2. **בטא עמילאז** חותך את הקשרים בצורה מסודרת מהקצה הלא מחוז, ומשחרר מולקולות מלטוז, עד שמגיע להסתעפויות שאותן אינו מפרק.

מתוצאות הניסוי בחלק ב (סעיף 7) ניתן להיווכח שעמילאז מפרק עמילן וגם **גליקוגן**. המידע על טיבם של הקשרים במולקולות עמילן וגליקוגן (סעיף ב לעיל) מאפשר להסביר ממצא זה (שאלה 8 ב).

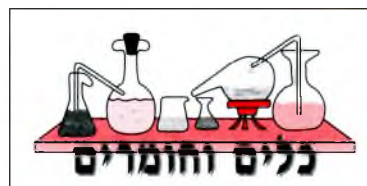
ד. ראוי לציין כי עמילאז אינו מזרז פירוק תאית, אף כי גם היא פולימר של גלוקוז, שכן בתאית הקשרים בין המולקולות הם קשרי בטא 4,1. ניתן לקשר מידע זה לתפקודם של פולימרים אלה בתא: עמילן וגליקוגן הם חומרי תשמורת ואילו תאית מרכיבה את דופן התא הצמחי.

ה. מקלוני קליניסטיקס מזהים סוכר מחוז, ולכן מגיבים גם לחד סוכרים וגם למלטוז. בהנחה שהרקע הכימי של התלמידים אינו מספיק כדי להבחין בין דו סוכר מחוז לדו סוכר שאינו מחוז, בחרנו להתייחס לתוצרי הפירוק של עמילן כחד סוכרים. לתלמידים בעלי רקע מתאים יש לשנות את ההנחיות ולהתייחס לסוכרים מחוזים.

ו. רצוי להנחות את התלמידים לרשום על כל אחת מהפיטות את שם התמיסה שתועבר באמצעות הפיטה, ובכך לחסוך במספר הפיטות הנדרשות.

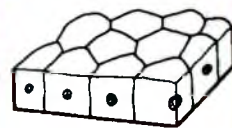


לחוריה



- ציוד להכנת אמבט מים
- כתבן
- מלקט (פינצטה)
- כן למבחנות
- 6 מבחנות רגילות
- 5 פיפטות של 2 מ"ל או 3 פיפטות של 5 מ"ל ו-2 פיפטות של 1 מ"ל
- 11 מקלונים לבדיקת סוכר מחזר (קלינסטקס או דיאסטיקס)
- ניתן לגזור כל מקלון לאורכו. יש לבדוק תאריך תפוגה.
- כ-3 מ"ל תמיסת עמילאז בריכוז 1% **במי ברז**¹ בכלי המאפשר הכנסת פיפטה של 1 מ"ל
- כ-5 מ"ל תרחיף עמילן בריכוז 1% **במי ברז** בכלי המאפשר הכנסת פיפטה של 5 מ"ל
- כ-3 מ"ל תמיסת אינברטאז בריכוז 0.5% בכלי המאפשר הכנסת פיפטה של 1 מ"ל
- כ-5 מ"ל תמיסת סוכרוז בריכוז 0.1M בכלי המאפשר הכנסת פיפטה של 5 מ"ל
- כ-5 מ"ל תרחיף גליקוגן בריכוז 1% **במי ברז** בכלי המאפשר הכנסת פיפטה של 5 מ"ל

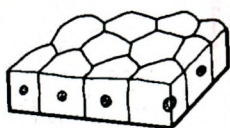
1 ההוראה להכנת עמילן, גליקוגן ועמילאז במי ברז נובעת מכך שבדרך כלל למים מזוקקים pH חומצי. פעילותו המיטבית של האנזים היא ב-pH נייטרלי.



חומה

ולאיש...





ניסוי

ניסוי 22

חלק א

בחלק זה תכיר את פעילותם של שני אנזימים: אינברטאז ועמילאז.

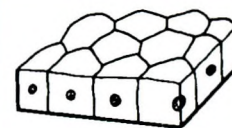
1. א. הכן אמבט מים בטמפרטורה של 40°C .
 ב. סמן מבחנות בספרות 1–4.
 ג. הכנס למבחנות את החומרים על פי המפורט בטבלה.
 הוסף תחילה את העמילן והסוכרוז לכל המבחנות, ולאחר מכן – את האנזימים.

מספר מבחנה	נפח עמילן, במ"ל	נפח סוכרוז, במ"ל	נפח עמילאז, במ"ל	נפח אינברטאז, במ"ל	בדיקה לנוכחות חד סוכרים, לאחר 5 דקות
1	2	—	0.5	—	
2	—	2	—	0.5	
3	2	—	—	0.5	
4	—	2	0.5	—	

- ד. הכנס את המבחנות לאמבט מים ורשום את השעה.
2. ברשותך מקלונים לזיהוי חד סוכרים בתמיסה.
 א. טפטף טיפה של תמיסת עמילאז על ריבוע צבעוני של מקלון. המתן כחצי דקה ורשום את צבעו של הריבוע.
 ב. בדוק באותו אופן תרחיף עמילן, ותמיסות סוכרוז ואינברטאז ורשום את תוצאות בדיקותיך.

לידיעתך: צבע..... מעיד על נוכחות חד סוכרים בתמיסה.

3. א. האם זיהית חד סוכרים באחת מהבדיקות שבצעת בסעיף 2?
 ב. מדוע חשוב לבצע בדיקות אלה?



חלק ב

4. א. משחלפו 5 דקות ממועד הכנסת מבחנות 1–4 לאמבט המים, טבול מקלון בכל אחת מהמבחנות.
 ב. רשום את תוצאות הבדיקות בעמודה הריקה שבטבלה (סעיף 1).

5. א. מהו הסובסטרט של כל אחד מהאנזימים שבדקת?
 ב. מהם תוצרי התהליכים האנזימטיים שהתרחשו במבחנות?
 ג. ייחודיות (ספציפיות) היא אחת מתכונות האנזימים.
 האם התוצאות במבחנות 1–4 תומכות בקביעה זו?

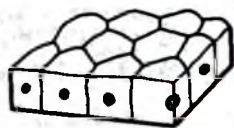
חלק ב

בחלק זה תבדוק את השפעת האנזים עמילאז על פירוק עמילן וגליקוגן.

6. א. הכן אמבט מים בטמפרטורה של 40°C .
 ב. סמן מבחנות בספרות 5–6.
 ג. הכנס למבחנות את החומרים על פי המפורט בטבלה:

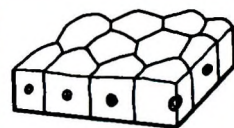
מספר מבחנה	נפח גליקוגן, במ"ל	נפח עמילאז, במ"ל	נפח אינברטאז, במ"ל	בדיקה לנוכחות חז סוכרים, לאחר 5 דקות
5	2	0.5	—	
6	2	—	0.5	

- ד. הכנס את המבחנות לאמבט מים ורשום את השעה.
7. א. טפטף טיפה של תרחיף גליקוגן על ריבוע צבעוני של מקלון. המתן כחצי דקה ורשום את צבעו של הריבוע.
 ב. משחלפו 5 דקות מהכנסת המבחנות לאמבט המים, בדוק באמצעות מקלוניס את התמיסות במבחנות 5 ו-6 ורשום את תוצאות הבדיקות.
 ג. איזו תמיסה מכילה חז סוכרים?
 ד. מה ניתן להסיק מתוצאות הבדיקות שבצעת?

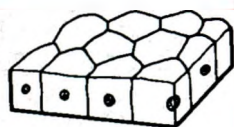


א/א/א

8. א. מהו ההסבר המקובל לדרך היכרותו של האנזים את הסובסטר?
- ב. הסבר מהו הקשר בין ההיכרות של האנזים את הסובסטר ובין התוצאות שקיבלת בשני חלקי הניסוי.
- בהסברך כלול את המושגים: אתר פעיל, ייחודיות (ספציפיות), סובסטרט (מצע), אנזים.



מאפיין



חורכה

ניסוי 23

הנושא: פירוק כימי ואנזימטי של סוכרוז

הכיתה: י, יא, יב / 3 יח"ל

הזמן הנדרש: שני שיעורים

הידע הקודם הנדרש: החומרים הבסיסיים הבונים את התא, מאפייני התהליכים בתא

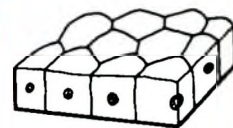
בניסוי זה מתבצע פירוק סוכרוז בשני אופנים: פירוק כימי (בחלק א) ופירוק אנזימטי (בחלק ב). במהלך ביצוע חלק ב של הניסוי יתגלה ייחודו של האנזים אינברטאז אשר מופרש גם אל מחוץ לתאי השמרים.

א. כדאי להסב את תשומת לב התלמידים לכך ששמרים הם תאים של פטריות חד תאיות, ולשלב בניסוי התבוננות בשמרים במיקרוסקופ.

ב. ניתן לרכוש מקלונים לבדיקת סוכר מחזר הנבדלים זה מזה בצבעיהם. כדי להקל על התלמיד לא ניתנו בניסוי הוראות לבדיקת הצבע בנוכחות גלוקוז או פרוקטוז. המורה יחליט אם להוסיף בדיקות אלה למערך הניסוי או לתת לתלמיד את המידע על מנת שיוכל לשלבם בסעיף 4. מומלץ לבדוק את המקלונים לפני ביצוע הניסוי, ואם קיים ספק לגבי אמינות הבדיקה יש להחליפה בבדיקת בנדיקט לנוכחות סוכר מחזר.

ג. כדי להקל על עבודת התלמיד, המלצנו שהלבורנט יכין תרחיף שמרים ותסנין שמרים וירתיח כל אחד מהם. כדי להדגיש את ההבדל בין תרחיף שמרים (שהתלמיד מכין בעצמו) לבין תסנין השמרים (שקיבל מהלבורנט), כדאי שלפני ביצוע חלק ב בניסוי המורה ידגים לתלמידיו את הכנת התרחיף והתסנין.

ד. הפירוק הכימי של הסוכרוז (דו סוכר) מתבצע רק בצירוף התנאים: נוכחות חומצה וחימום (מבחנה 1, שאלה 5). לעומת תנאים קיצוניים אלה, בהוספת תאי שמרים מתבצע הפירוק בטמפרטורות מתונות (שאלה 13).

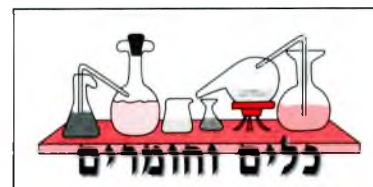


חומרים

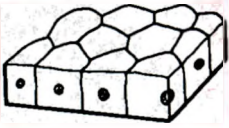
ה. כדאי להדגיש שאנזים הוא חומר, ושכתוצאה מהרתחה חל בו שינוי (האנזים אינו מתפרק או "מת" כפי שתלמידים רבים סבורים).
הרתחה של תרחיף השמרים גורמת לשינוי במבנה המרחבי (דנטורציה) של חלבונים וכתוצאה מהשינוי נפגעת גם פעילותו של האנזים אינברטאז.

ו. ייחודו של האנזים אינברטאז שבתאי שמרים בהיותו מופרש אל התמיסה בה מצויים התאים ופעיל בה. מידע זה מאפשר להסביר את פירוק הסוכרוז בתסנין השמרים (מבחנה 7). הודות לכך, סוכרוז משמש מצע נוח לגידול תאי שמרים, אף כי אינו חודר מבעד קרום התא. תוצרי פירוק הסוכרוז – גלוקוז ופרוקטוז – חודרים ביעילות דרך קרום התא ומנוצלים בו.

ז. בהתייחס לפעילות האנזימטית בתסנין מומלץ להסב את תשומת לב התלמידים לכך שאנזימים מסוימים פעילים **לא רק** בתוך תאים חיים אלא שפעילותם נשמרת גם לאחר הפקתם ובידודם מן התאים (ראה גם ניסוי 21, תהליכים וחילוף חומרים בתא). דוגמאות אחרות: אבקת כביסה מסוג "ביו", מרכז בשר, כדורי לקטאז.



- ציוד לאמבט מים כולל כוס כימית בנפח של 250–500 סמ"ק
- כתבן
- כן למבחנות
- אטב
- מלקט (פינצטה)
- 4 מבחנות רגילות
- 2 פיפטות של 5 מ"ל
- מים מזוקקים בבקבוק פלסטי וכוס כימית קטנה
- 13 מקלונים לבדיקת סוכר מחזר (קלינסטקס או דיאסטיקס). ניתן לגזור כל מקלון לאורכו.
- כ-5 מ"ל תמיסת HCl בריכוז 1M בבקבוק עם טפי. רשום על הבקבוק: "זהירות חומצה מרוכזת".
- כ-30 מ"ל תמיסת סוכרוז בריכוז 0.1M



לחור

- 1 מ"ל תרחיף שמרים במבחנה מסומנת "4"

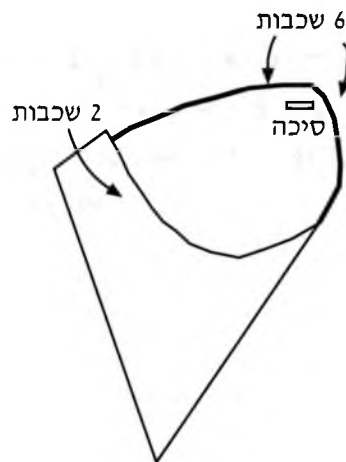
אופן ההכנה:

שקול 5 גרם שמרים, העבר לארלנמאייר, הוסף 10 מ"ל מים מזוקקים וערבב היטב. הוסף תוך כדי בחישה עוד 40 מ"ל מים מזוקקים עד להרחפה מלאה של תאי השמרים. פקוק היטב וטלטל את התרחיף במשך כ-2 דקות.

- 1 מ"ל תסנין שמרים במבחנה מסומנת "7"

אופן ההכנה:

הנח 2 פיסות נייר סינון ווטמן 1 בגודל 13 X 13 ס"מ, או 2 עיגולי נייר סינון בקוטר 15 ס"מ, קפל לצורת חרוט והדק בעזרת מכלב ("שדכן") בצד העליון של המשפך. (ראה איור)



הכן 2 משפכי נייר סינון. הכן תרחיף שמרים כמוסבר לעיל.

הכן 2 מבחנות, בכל אחת שים משפך ורפד את המשפך בנייר סינון. סנן כמחצית מנפח התרחיף למבחנה אחת ומחצית למבחנה השנייה.

מסינון של כ-50 מ"ל תרחיף שמרים ניתן לקבל כעבור כשעה כ-30 מ"ל תסנין. אפשר להכין את התסנין יום או יומיים לפני ביצוע הניסוי.

- 1 מ"ל תרחיף שמרים מורתח במבחנה מסומנת "5"

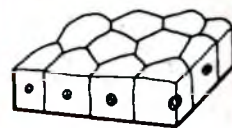
- 1 מ"ל תסנין שמרים מורתח במבחנה מסומנת "8"

אופן ההכנה:

למבחנה מסומנת "תרחיף מורתח" הכנס כ-10 מ"ל תרחיף שמרים. סמן בעט סימון את גובה הנוזל על פני המבחנה.

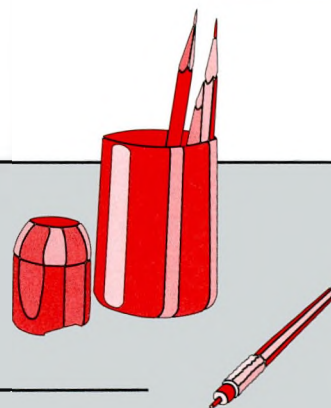
למבחנה מסומנת "תסנין מורתח" הכנס כ-10 מ"ל תסנין שמרים. סמן בעט סימון את גובה הנוזל על פני המבחנה.

הרתח את המבחנות באמבט מים במשך כ-10 דקות. קרר את הנוזלים שבמבחנות והוסף מים מזוקקים לכל אחת מהן בהתאם לסימן.



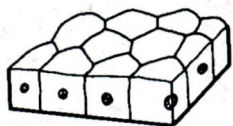
לחורף

A large rectangular area with horizontal lines for writing, intended for a student's response.



ולחשו...!





ניסוי

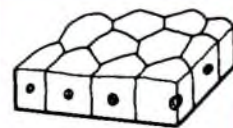
ניסוי 23

בניסוי זה תבדוק פירוק סוכרוז (דו סוכר) למרכיביו: גלוקוז ופרוקטוז (חד סוכרים).

חלק א

1. סמן מבחנות בספרות 1–3.

רשום על פיפטה "סוכרוז". בהמשך הניסוי תשתמש בפיפטה זו להוספת סוכרוז בלבד. הכנס 3 מ"ל תמיסת סוכרוז לכל אחת משלוש המבחנות. הוסף באמצעות טפי, 5 טיפות חומצה למבחנה 1 ומספר זהה של טיפות – למבחנה 3.
2. הכנס את מבחנות 1 ו-2 לתוך אמבט המכיל מים חמים מאוד. השאר את המבחנות באמבט במשך 5 דקות.
3. א. הוצא את המבחנות בזהירות בעזרת אטב מאמבט המים והעבר אותן לכן.
 ב. טבול מקלון לבדיקת סוכר בתמיסה שבמבחנה 1.
 הוצא את המקלון בעזרת מלקט ולאחר כמחצית הדקה רשום את צבע הריבוע שבתחתיתו.
 ג. באותו אופן בדוק את התמיסות שבמבחנות 2 ו-3 ורשום את הצבע שהתקבל.
 ד. סכם בטבלה את מערך הניסוי ותוצאותיו.
4. היעזר במקרא שעל גבי קופסת המקלונים וקבע לגבי כל תמיסה אם היא מכילה חד סוכרים. **לידיעתך:** צבע..... מעיד על נוכחות חד סוכרים בתמיסה.
5. התבסס על תוצאותיך וענה על השאלות האלה:
 - א. באיזו מהמבחנות פורק הסוכרוז?
 - ב. מהם התנאים הדרושים לביצוע פירוק מסוג זה?



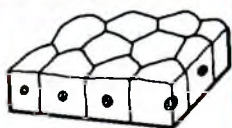
תא

חלק ב

6. א. בכך המבחנות מצויות 4 מבחנות:
מבחנה 4 מכילה 1 מ"ל **תרחיף** שמרים,
מבחנה 5 מכילה 1 מ"ל **תרחיף** שמרים מורתח,
מבחנה 7 מכילה 1 מ"ל **תסנין** שמרים,
מבחנה 8 מכילה 1 מ"ל **תסנין** שמרים מורתח.
ב. סמן מבחנה בספרה 6.
הכנס למבחנה 1 מ"ל מים מזוקקים.

לידיעתך: **תרחיף שמרים** הוא הנוזל המתקבל לאחר ערבוב תאי שמרים במים.
תסנין שמרים הוא הנוזל המתקבל לאחר הפרדה של תאי השמרים מהתרחיף.
בניסוי זה הפרדת התאים בוצעה על ידי סינון.

- ג. עליך לבדוק נוכחות חד סוכרים בכל אחת מהמבחנות 4–8.
טבול את הריבוע הצבעוני של המקלון בנוזל שבמבחנה 4.
הוצא את המקלון, ולאחר כמחצית הדקה רשום את צבע הריבוע.
באותו אופן בדוק את תכולתן של המבחנות האחרות רשום את תוצאות בדיקותיך בעמודה ב בטבלה שבסעיף 9.
7. הוסף 3 מ"ל תמיסת סוכרוז **לכל אחת** מהמבחנות 4–8.
8. הכן אמבט מים בטמפרטורה בין 35°C – 40°C , הכנס את חמש המבחנות לאמבט למשך חמש דקות.
9. א. משחלפו חמש דקות, בדוק נוכחות סוכרים בכל אחת מהתמיסות שבמבחנות 4–8.
רשום את צבע הריבוע שבתחתית המקלון.



החומר

ב. בטבלה שלהלן מפורט מערך הניסוי כפי שביצעת. רשום בעמודה ד שבטבלה את התוצאות שקיבלת.

מספר מבחנה	א. תכולת המבחנה, 1 מ"ל...	ב. תוצאות בדיקה לנוכחות חד סוכרים	ג. הוספת 3 מ"ל תמיסת סוכרוז, השהייה 5 דקות בטמפ' $40^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$	ד. תוצאות בדיקה לנוכחות חד סוכרים
4	תרחיף			
5	תרחיף מורתח			
6	מים			
7	תסנין			
8	תסנין מורתח			

10. בסעיף 6 ג בדקת נוכחות חד סוכרים במבחנות 4–8 לפני הוספת סוכרוז. מדוע חשוב לבצע בדיקות אלו?

11. א. מהו התהליך שהתקיים במבחנה 4?

בסס את תשובתך על התוצאות שקיבלת במבחנות 4 ו-6.

ב. כיצד ניתן להסביר את ההבדל בין התוצאות במבחנות 4 ו-5?

12. א. השווה בין התוצאות שהתקבלו במבחנות 7 ו-8.

מה ניתן להסיק לגבי התהליך שהתקיים בנוכחות תסנין השמרים?

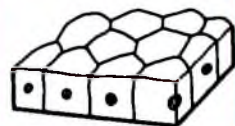
ב. השווה בין התוצאות שקיבלת בנוכחות **התסנין** (מבחנה 7) ובין אלה שקיבלת בנוכחות **התרחיף** (מבחנה 4).

ג. האם התוצאות שקיבלת במבחנה 7 היו צפויות? נמק.

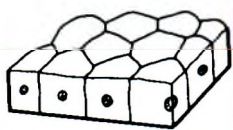
ד. הצע הסבר אפשרי לתוצאות שהתקבלו בנוכחות תסנין שמרים.

13. השווה בין תהליך הפירוק שהתקיים במבחנה 1 (חלק א) ובין תהליך הפירוק שהתקיים במבחנה 4 (חלק ב).

14. ידוע כי האנזים המפרק סוכרוז בשמרים מופרש אל מחוץ לתאים. מהו היתרון לתאי השמרים בקיומו של תהליך זה?



איזון



סוכר

ניסוי 24

הנושא: פירוק סוכרוז על ידי אנזים חוץ תאי שבשמרים

הכיתה:

יא, יב / 5 יח"ל

הזמן הנדרש:

שלושה – ארבעה שיעורים

הידע הקודם הנדרש: החומרים הבסיסיים הבונים את התא, מאפייני התהליכים בתא

בחלק א

בניסוי נבדק פירוק סוכרוז על ידי **תאי** שמרים.

בחלק ב נבדקת השפעת משך זמן החימום של **תסנין** שמרים על תהליך פירוק הסוכרוז.

בדיון בשני חלקי הניסוי יתגלה ייחודו של האנזים אינברטאז אשר מופרש **גם** אל מחוץ לתאי השמרים.

א. משך הזמן שהומלץ לביצוע שני חלקי הניסוי הוא ארוך יחסית מכיוון שחלק ב הוא מרובה שלבים. אם בחרת לבצע את חלקים א ו-ב של הניסוי בשיעורים נפרדים, כדאי שהלבורנט יכין תסנין עבור התלמידים.

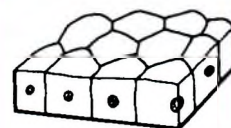
ב. הסוכרים גלוקוז ופרוקטוז שהם תוצרי פירוק הסוכרוז הם סוכרים מחזרים, ואילו הסוכרוז אינו סוכר מחזר.

בחלק א של הניסוי מתבצעת בדיקה לנוכחות סוכר מחזר **בתרחיף שמרים** באמצעות מקלון קליניסטיקס, ובחלק ב נבדק הריכוז היחסי של הסוכר המחזר **בתסנין שמרים** לפי משך הזמן הנדרש להשלמת תהליך החיזור של KMnO_4 עד להיעלמות צבעו.

בהוראות לתלמיד מיוחסים שינויי הצבע (בחלקים א ו-ב) להיות המגיב **דו סוכר** והתוצרים **חד סוכרים** ולא להיות המגיב **סוכר לא מחזר** והתוצרים **סוכרים מחזרים**.
בחרנו בדרך זו כדי להקל על התלמידים שידעוניהם בכימיה אינן מבוססות.

הסיבות לבחירת שתי שיטות המדידה של המשתנה התלוי בניסוי הן:

1. הבדיקה באמצעות מקלון היא נוחה וקלה לביצוע, אך אינה מאפשרת בדיקה כמותית של קצב תהליך הפירוק. לעומתה הבדיקה באמצעות KMnO_4 היא כמותית.
2. בדיקה באמצעות KMnO_4 אינה מתאימה לעבודה עם **תאי** שמרים, שכן בנוכחותם



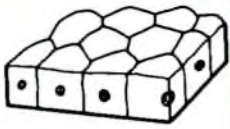
מכירה

מתקיים חיזור לא ספציפי על ידי חומרים המופרשים מהתאים לנוזל או/ו בשל כניסתו של KMnO_4 לתאים וחיזורו על ידי חומרים מחזרים שבתאים. סינון תרחיף השמרים דרך שכבות אחדות של נייר סינון מפחית במידה רבה את נוכחות תאי השמרים בתסיין (אם כי בבדיקה מיקרוסקופית נראים מעט תאים). תסיין השמרים כמעט אינו מחזר תמיסת KMnO_4 בפרק הזמן שנבדק בניסוי (מבחנה 5 חלק ב).
3. האנזים אינברטאז פעיל בתוך התא וגם מופרש אל מחוץ לתאי השמרים ולכן מתאים במיוחד לבדוק את תוצרי פעילותו **בתסיין** (ראה להלן סעיף ז).

ג. בסעיף 8 התלמיד מכיר את שיטת הבדיקה המבוססת על משך הזמן שעובר עד להיעלמות צבעו של KMnO_4 בסביבה חומצית.
על פי התוצאות במבחנות I, II (סעיף 8) ניתן להסיק שהבדיקה היא כמותית וככל שריכוז הסוכרים המחזרים גבוה יותר כך משך הזמן הדרוש עד להיעלמות הצבע הוא קצר יותר (שאלה 8 ו).
סוכרוז אינו סוכר מחזר לכן צבעו של KMnO_4 לא ייעלם בנוכחותו (מבחנה III סעיף 8, שאלה 18). ראוי לציין שבטווח זמן ארוך יותר מזה שנבדק בניסוי גם הסוכרוז גורם לאיבוד צבעו של KMnO_4 . הסיבה לשינוי זה היא פירוק כימי של סוכרוז החל בהשפעת החומצה שבתמיסת KMnO_4 .

ד. עלייה בטמפרטורה משפיעה על קצב תהליך אנזימטי באופן זה:
1. היא גורמת להאצה של תנועת המולקולות ולכן גדל סיכוי המפגש בין מולקולות האנזים והסובסטרט ובשל כך גדל קצב התהליך האנזימטי.
2. בטווח מסוים של טמפרטורות נגרמת פגיעה במבנה המרחבי של האנזים ובשל כך קטן קצב התהליך האנזימטי.
בניסוי זה (חלק ב) נבדקת השפעת **משך החימום** של האנזים ב- 60°C (ולא השפעת הטמפרטורה) על קצב תהליך פירוק סוכרוז (שאלה 11).
הבסיס הביולוגי להשערה הנבדקת בניסוי הוא שמבנהו המרחבי של האנזים נפגע כתוצאה מחימום ב- 60°C וסביר שנפגע גם האתר הפעיל – שהוא אתר ההיכרות בין האנזים לסובסטרט. בטווח זמן מסוים, ככל שמשך החימום ארוך יותר, צפוי שתיפגענה יותר מולקולות אנזים ופעילותו הביולוגית תפחת. ראוי להדגיש שהחימום ב- 60°C הוא טיפול מוקדם והתהליך האנזימטי מבוצע **בטמפרטורת החדר** (שאלה 12).

ה. כצפוי, ככל שמשך החימום ב- 60°C ארוך יותר, כך משך הזמן שעובר עד להיעלמות הצבע של KMnO_4 ארוך יותר, כלומר כמות הסוכר המחזר בתמיסה קטנה יותר, מכיוון שקצב התהליך



מורה

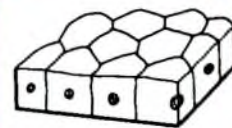
האניזמטי קטן יותר (ראה סעיף ד לעיל). ההסבר של תוצאות הניסוי כפי שנדרש בשאלה 16 צריך לכלול גם התייחסות למבחנה 5 (ראה סעיף ו להלן).
ראוי להסב את תשומת לב התלמידים לכך שאת התוצאות במבחנה 5 אין לכלול בתיאור הגרפי (שאלה 15).
בטווח זמן ארוך יותר מזה שהשפעתו נבדקה בניסוי (גדול מ-12 דקות), כאשר רוב מולקולות האנזים יעברו דנטורציה צפוי שלא ייעלם צבעו של KMnO_4 (שאלה 17).

ו. במערך הניסוי (סעיפים 8–10) נכללו מספר בקרות (שאלה 18):

1. הטיפול במבחנה 1 הוא בקרה ללא הגורם המשפיע והוא מאשר כי התהליך הנמדד בניסוי אכן מושפע ממשך חימום התסנין.
 2. הטיפול במבחנה 5 מאפשר **לשלול** הסבר חלופי על פיו חימום תסנין שמרים (למשך הזמן הארוך ביותר בניסוי) גורם להיווצרות חומרים מחזרים. ראוי לציין שבטווח הזמן בו נערך מעקב אחר היעלמות הצבע במבחנה זו, נגרם שינוי מסוים בגוון של KMnO_4 .
 3. הטיפול במבחנה III מאפשר **לשלול** הסבר חלופי על פיו הסוכרוז הוא זה שגורם להיעלמות הצבע של KMnO_4 .
 4. הטיפול במבחנה IV מאפשר **לשלול** הסבר חלופי על פיו תמיסת KMnO_4 מאבדת את צבעה במשך הזמן.
- נוסף על כל אלה מערך הניסוי כולל בקרה פנימית – השוואתית, כלומר כל משך חימום מוקדם ב- 60°C מהווה בקרה למשך טיפול אחר (כולל מבחנה 1 בה משך החימום הוא 0 דקות).
- ראו התייחסות לטיפוסי בקרות ב"מיומנויות חקר בניסויי מעבדה" עמ' 19–20 באוגדן.

ז. סוכרוז משמש מצע גידול מצוין לתאי שמרים, אף על פי שמעט מאוד ממנו חודר דרך קרומי התאים. מצב זה מתאפשר הודות לאינברטאז הנוצר בתאי השמרים ומופרש גם אל מחוץ לתאים, כלומר מצוי בתסנין. האינברטאז שבתסנין מזרז את תהליך פירוק הסוכרוז לגלוקוז ולפרוקטוז, ואלה עוברים דרך קרומי התאים ומנוצלים בתאים בתהליכים של הפקת אנרגיה (שאלה 19).

ח. ככל הפטריות השמרים הם הטרוטרופיים, כלומר ניזונים מחומרים אורגניים מוכנים. ייחודם של המפרקים, שעמם נמנים השמרים, בהיותם מפרישים אנזימים לסביבתם, ואלה מזרזים תהליכי פירוק של חומרים אורגניים. תוצרי הפירוק מנוצלים על ידי המפרקים לבניית חומרים אחרים בתאיהם ולהפקת אנרגיה ויתר תוצרי הפירוק הנוותרים בסביבה זמינים עבור אורגניזמים אחרים (שאלה 20).

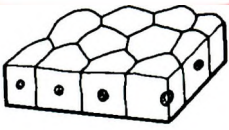


חלוקה

ט. תאית היא רב סוכר בעל מולקולות גדולות במיוחד שאינו עובר את קרום התא. חיידקים החיים במערכת העיכול של הפרה מסוגלים לפרק תאית בזכות אנזימים המופרשים מתאיהם לסביבה (אקסואנזימים) ותוצרי הפירוק הם אלה הנקלטים ומנוצלים בתאיהם. ביצורים רב תאיים, אנזימים המזרזים פירוק של חומרים אורגניים בעלי מולקולות גדולות מופרשים אל מחוץ לתאים – אל צינור העיכול. תוצרי הפירוק של חומרים אלה נספגים לתאים שבצינור העיכול ומועברים באמצעות מערכת ההובלה לכל חלקי הגוף (שאלה 21).

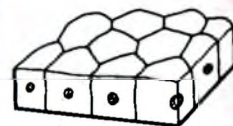


- כוס כימית או כלי אחר שישמש אמבט מים חמים בנפח 200 מ"ל. רשום על הכלי "א"
- כוס כימית או כלי אחר שישמש אמבט מים (פושרים) בנפח 400 מ"ל. רשום על הכלי "ב"
- מד חום
- כוס כימית או כלי קטן בנפח של כ-100 מ"ל (עבור השמרים)
- כוס כימית או כלי אחר (נקי!) בנפח של כ-50 מ"ל, רשום "תסנין"
- משורה של 50 מ"ל או 100 מ"ל
- בקבוק ארלנמאיר של 100 מ"ל או 250 מ"ל ופקק גומי או שעם מתאים לבקבוק
- 12 מבחנות רגילות
- כן מבחנות
- 6 פיפטות 5 מ"ל (או 4 פיפטות 5 מ"ל ו-2 פיפטות 2 מ"ל)
- 2 משפכים בקוטר כ-6.5 ס"מ
- 2 פיפטות פסטר עם טפטף
- שעון עצר או שעון שמסומנות עליו שניות
- כתבן
- כפית לשימוש חד פעמי
- 2 משפכי נייר סינון (השתמש רק בנייר סינון ווטמן 1)
- דרך ההכנה של משפך: הנח זו על גבי זו 2 פיסות נייר סינון בגודל 13 ס"מ X 13 ס"מ, או 2 עיגולי נייר סינון בקוטר 15 ס"מ, קפל לצורת חרוט והדק בעזרת מכלב ("שדכן") בצד העליון של המשפך (ראה איור בעמוד 187).
- 4 מקלוני קלינסטיקס או מדיטסט לבדיקת גלוקוז. בדוק את תאריך התפוגה על קופסת



מזוקקה

- המקלונים. (אם אינך נותן לתלמידים את האריזה המקורית של המקלונים, מסור להם את המקרא המופיע על גבי הקופסה.) מקלוני דקסטרסטיקס אינם מתאימים לניסוי.
- כ-150 מ"ל מים חמים לפי בקשת התלמיד
 - כ-100 מ"ל מים מזוקקים בבקבוק המאפשר הכנסת פיפטה של 5 מ"ל. רשום "מים מזוקקים"
 - תמיסות סוכרים (אין להשתמש בסוכרים המיועדים לשימוש ביתי):
 - א. כ-15 מ"ל תמיסת סוכרוז 0.1M בבקבוק טפי, המאפשר הכנסת פיפטה של 5 מ"ל. רשום "תמיסת סוכרוז 0.1M"
 - ב. כ-7 מ"ל תמיסה המכילה תערובת של גלוקוז ופרוקטוז בריכוז 1M בבקבוק טפי המאפשר הכנסת פיפטה של 5 מ"ל. רשום "תמיסת גלוקוז ופרוקטוז".
 - (להכנת 100 מ"ל תמיסה: המס 9 גרם גלוקוז במים מזוקקים עד לנפח של 50 מ"ל — יש לחמם מעט כדי להמיס את הסוכר. המס 9 גרם פרוקטוז במים מזוקקים עד לנפח של 50 מ"ל. ערבב את שתי התמיסות).
 - כ-5 מ"ל תמיסת KMnO_4 שהוספה לה חומצה, בכלי עם פקק. רשום "תמיסת KMnO_4 זהירות מכיל חומצה". להכנת 120 מ"ל תמיסה דרושות התמיסות האלה:
 - א. הכן תמיסת KMnO_4 בריכוז 1%. שקול 0.2 גרם KMnO_4 והוסף מים מזוקקים עד לנפח של 20 מ"ל.
 - ב. הכן 100 מ"ל תמיסת H_2SO_4 בריכוז 1M על ידי הוספת 5.5 מ"ל H_2SO_4 מרוכזת (95%–98%) ל-94.5 מ"ל מים מזוקקים (זהירות חומצה מרוכזת. הוסף את החומצה לתוך המים!).
 - ערבב את שתי התמיסות. אפשר להכין את התמיסה ימים אחדים לפני ביצוע הניסוי.
 - 5 גרם שמרים טריים תוצרת "פאקא" בכוס של 100 מ"ל. רשום על הכוס "5 גרם שמרים" (אין להשתמש בשמרים. ודא את טריות השמרים על פי התאריך האחרון לשיווק הרשום על גבי האריזה).
 - תסנין שמרים (לבקשת המורה), להכנה יום לפני ביצוע הניסוי: הכן תסנין על פי ההוראות לתלמיד בחלק א של הניסוי. מסינון של כ-50 מ"ל תרחיף שמרים ניתן לקבל כעבור כשעה כ-30 מ"ל תסנין. שמור בכלי סגור במקרר.



למורה

כדאי לדעת:

לצמחים קיקיון ולשישית הצבעים יש צופנים
אקסטרפלורליים (צופנים שמחוץ לפרח) המפוזרים על
פטטרות העלים. נוזל הצופנים מכיל מספר חומרים
ובניהם תערובת סוכרים ואנזים איברטאז. במסגרת



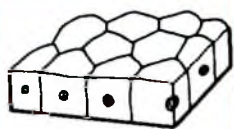
מחקר "בידוע" מצאו המורה יהודית שניצר ותלמידותיה הבדל בפעילות של אנזים איברטאז
בצופנים צעירים, בוגרים וזקנים.

לקריאה נוספת:

אמיר, ר' (1995) **פרקים באקולוגיה**, המרכז להוראת המדעים בירושלים, עמ' 130.

אתר "מסע קסם" מכון ויצמן www.weizmann.ac.il/masa-kesem, בתוך "מה חוקרים
במכון" מידע על אברון חוץ תאי "צלולוזום".

חקר הצופנים האקסטרפלורלים של צמח הקיקיון, (2000) **עלון למורי הביולוגיה** 165,
תשס"א. עובד על ידי שניצר י', על פי מאמר מאת J.R.Thorpe & D.A.Baker, J.L.Hall
שהתפרסם ב-New Phytol (1978) 81, 129-137.



ניסוי 24

ניסוי 24

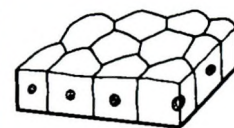
חלק א

1. ברשותך כלי ובו 5 גרם שמרים. הוסף לכלי 10 מ"ל מים מזוקקים וערבב היטב בכפית. הוסף תוך כדי בחישה עוד 40 מ"ל מים מזוקקים עד להרחפה מלאה של תאי השמרים. העבר את התרחיף לבקבוק, פקוק היטב וטלטל את התרחיף במשך כ-2 דקות.
2. רשום "א" על מבחנה ריקה. טלטל קלות את תרחיף השמרים, והכנס למבחנה 2 מ"ל תרחיף. רשום "סוכרוז" על פיפטה, ובאמצעותה הוסף למבחנה 2 מ"ל תמיסת סוכרוז. טלטל קלות. רשום את השעה, והמתן 5 דקות.
3. **בזמן ההמתנה** הכן תסנין של תאי שמרים על פי ההוראות האלה:
 - א. רשום "תסנין" על שתי מבחנות ריקות והצב אותן בכך מבחנות. קבע משפך בפיית כל מבחנה.
 - ב. רפד כל משפך בנייר סינון שהוכן עבורך (צורתו כחרוט).
 - ג. ערבב היטב את תרחיף השמרים שבבקבוק. סנן כמחצית מנפח התרחיף לאחת המבחנות המסומנת "תסנין" (אין צורך לדייק), ואת היתרה סנן למבחנה השניה.

התסנין שיתקבל בשתי המבחנות ישמש אותך בחלק ב של הניסוי.
4. המשך לעבוד על פי הסעיפים שלהלן:
 - א. ברשותך 4 מקלונים לבדיקת נוכחות סוכרים בתמיסה. הנח את המקלונים על נייר לבן. סמן אותם באותיות **א-ד**.
 - ב. טבול את הריבוע הצבעוני של מקלון **ב** בתרחיף השמרים שבמשפך. טפטף בעזרת טפי טיפת סוכרוז על הריבוע הצבעוני שבמקלון **ג** וטיפת תמיסת גלוקוז + פרוקטוז על הריבוע שבמקלון **ד**.
 - ג. לאחר כמחצית הדקה רשום את הצבע בכל מקלון.
 - ד. לאחר כ-5 דקות ממועד הכנת מבחנה **א** (סעיף 2), הוצא בעזרת טפי טיפה מהנוזל שבה וטפטף על מקלון **א**. רשום את הצבע שהתקבל.
 - ה. קבל מהמורה את המידע הדרוש לפענוח הצבעים שהתקבלו בבדיקת התמיסות.

צבע..... כשארין גלוקוז או פרוקטוז

צבע..... כשיש גלוקוז או פרוקטוז



ניסוי

לידיעתך:

- א. גלוקוז ופרוקטוז הם חד סוכרים.
- ב. סוכרוז הוא דו סוכר המורכב מגלוקוז ופרוקטוז.

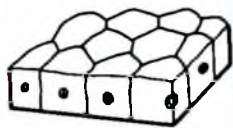
5. הכן טבלה ובה מידע לגבי התמיסות שבדקת וכן תוצאות בדיקותיך.

6. הסבר את תוצאות הבדיקה במקלונים א ו-ב (התבסס על תוצאות הבדיקות בכל המקלונים ועל המידע שקיבלת).



7. תכנן ניסוי שיבדוק את הסברך או היבט כלשהו של ההסבר על פי הסעיפים האלה:

- א. מהי ההשערה שאותה תבדוק בניסוי?
- ב. הסבר את הבסיס הביולוגי שעליו מבוססת השערתך.
- ג. מהו המשתנה התלוי?
- ד. האם הניסוי שאתה מציע הוא כמותי או איכותי? נמק.
- ה. מהו המשתנה הבלתי תלוי?
- ו. כיצד תשנה את המשתנה הבלתי תלוי?
- ז. מהי הבקרה בניסוי המתוכנן?
- ח. ציין גורמים קבועים במערך הניסוי שהצעת והסבר את החשיבות בשמירתם קבועים.



מא/מ

חלק ב

האנזים אינברטאז מצוי בתאי שמרים ומפרק סוכרוז (דו סוכר) לגלוקוז ופרוקטוז (חד סוכרים).

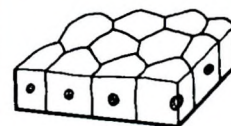
לתשומת לבך: בחלק זה תשתמש בתסנין שהכנת בחלק א.
במהלך הסינון הורחקו תאי שמרים ואילו חומרים שונים שהופרשו מהתאים, בכללם האנזים אינברטאז, עברו לתסנין.

8. בסעיף זה תבצע בדיקה להכרת שיטת המדידה שבה תשתמש בניסוי.
בבדיקה זו תשתמש בתמיסת KMnO_4 המאבדת את צבעה בנוכחות חד סוכרים.
א. סמן 4 מבחנות בספרות I, II, III, IV.
ב. הוסף תמיסות למבחנות, כמפורט בטבלה שלפניך:

מספר מבחנה	נפח תמיסת גלוקוז + פרוקטוז, במ"ל	נפח תמיסת סוכרוז, במ"ל	נפח מים, במ"ל
I	3	—	—
II	0.5	—	2.5
III	—	3	—
IV	—	—	3

- ג. לכל מבחנה הוסף בעזרת פיפטת פסטר, 6 טיפות תמיסת KMnO_4 .
זהירות: יש להימנע ממגע עם התמיסה!
ד. טלטל קלות את המבחנות ורשום את השעה.
ה. צפה במבחנות. מדוד ורשום את הזמן שעבר עד להיעלמות הצבע בתמיסות שבמבחנות I, II.
במבחנות III ו IV הצבע לא ייעלם.
ו. התבסס על התוצאות שקיבלת והסבר את שיטת המדידה שהכרת.

9. א. ברשותך שתי מבחנות ובהן תסנין שהכנת בחלק א.
העבר לכלי פסולת את המשפכים וניירות הסינון. צרף את התסנין משתי המבחנות לכלי המסומן **תסנין**.



מכשיר

- ב. בכל אחד מהכלים א ו-ב עליך להכין אמבט מים. מלא כל כלי עד לכמחצית גובהו. לכלי המסומן **א** הכנס מים בטמפרטורה של 60°C (בטווח של 55°C – 65°C).
 רשום על הכלי 60°C .
 לכלי המסומן **ב** הכנס מי ברז.
 ג. סמן 5 מבחנות בספרות 1–5.

10. במהלך עבודתך בסעיפים א–ה תוכל להיעזר בטבלה שבעמוד הבא:

טיפול מוקדם בתסנין:

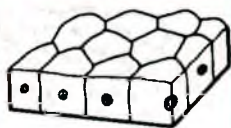
- א. הוסף 1 מ"ל תסנין שמרים לכל אחת מהמבחנות 1–5.
 ב. הכנס את מבחנות 2–5 לכלי א. רשום את השעה.
 במהלך עבודתך שמור על טמפרטורה של 60°C בכלי א.
 ג. על פי לוח הזמנים המפורט בעמודה B שבטבלה, הוצא את מבחנות 2–5 מכלי א והכנס אותן לכלי ב. הוסף לכלי ב גם את מבחנה 1.
 השהה את מבחנות 1–5 בכלי **ב** למשך כ-3 דקות נוספות (מרגע הכנסת המבחנה האחרונה), ולאחר 3 דקות העבר את המבחנות מכלי ב לכן המבחנות.

התהליך האנזימטי:

- ד. למבחנות 1–5 הוסף מים מזוקקים ותמיסת סוכרוז, כמפורט בעמודות C ו-D בטבלה. רשום את השעה. השהה את המבחנות בכן המבחנות, בטמפרטורת החדר למשך 5 דקות.

בדיקת תוצרי התהליך:

- ה. לאחר 5 דקות הוסף, לכל אחת מחמש המבחנות, בעזרת פיפטת פסטר 5 טיפות KMnO_4 (התחל ממבחנה 1), כמפורט בעמודה E שבטבלה. טלטל קלות את המבחנות.
 רשום את השעה ומדוד את הזמן שעבר עד להיעלמות הצבע בתמיסות (לשם כך הצב מאחורי המבחנות נייר לבן).
 אם כעבור 20 דקות לא נעלם הצבע באחדות מהתמיסות, אלא רק השתנה גון התמיסה – רשום "אין שינוי".



מלח

בדיקת תוצרים		שהייה בטמפ' החדר במשך 5 דקות	התהליך האנזימטי		שהייה בכלי ב	טיפול מוקדם בתסנין		מספר מבחנה
E	D		C	B		A		
מספר טיפות KMnO_4	נפח תמיסת סוכרוז במ"ל		נפח מים מזוקקים במ"ל	זמן שהייה ב-60°C (כלי א) בדקות		נפח תסנין שמרים במ"ל		
5	2		—	—		1	1	
5	2		—	2		1	2	
5	2		—	6		1	3	
5	2		—	12		1	4	
5	—		2	12		1	5	

בזמן ההמתנה לשינויי צבע בתמיסות ענה על השאלות 11–14.

11. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי?

12. מהי הטמפרטורה שבה התקיים התהליך האנזימטי של פירוק הסוכרוז בניסוי?

13. הכן במחברתך טבלה לסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו (היעזר בטבלה שבסעיף 10).

14. מהי הדרך הגרפית המתאימה להצגת תוצאות הניסוי? נמק.

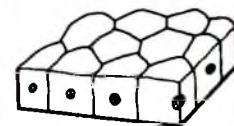
15. הצג את תוצאות הניסוי בדרך שציינת.

16. הסבר את תוצאות הניסוי. בסס את הסברך על הממצאים שקיבלת במבחנות 1–5.

17. האם צפוי כי המגמה שנמצאה בתוצאות תמשך בחימום נוסף של תסנין השמרים ב-60°C?

18. בבדיקות שבצעת בסעיף 8 ובמערכת הניסוי (כפי שסוכם בטבלה בשאלה 13) כלולות מבחנות בקרה.

בקרה הוא טיפול המאפשר שלילה של הסבר חלופי לתוצאות הניסוי.



מאפיין

- א. אילו מבחנות במערך הניסוי מהוות בקרה?
 ב. השלם בטבלה שלפניך איזה הסבר אפשרי לתוצאות הניסוי ניתן לדחות באמצעות כל אחת מהבקות הללו.

מספר מבחנה	הבקה מאפשרת: לבדוק ש... / לשלול את ההסבר החלופי על פיו...

19. שמרים גדלים היטב על מצע המכיל סוכרוז, אף על פי שמעט מאוד ממנו חודר לתאים. כיצד אפשר להסביר את העובדה ששמרים מנצלים ביעילות רבה סוכרוז כמקור להפקת אנרגיה? בסס תשובתך על התוצאות שקיבלת בחלקים א ו-ב של הניסוי.

20. שמרים הן פטריות חד תאיות.

- א. מהי דרך ההזנה של פטריות?
 ב. לאיזה מהקבוצות תשייך את הפטריות: צרכנים או מפרקים? נמק קביעתך.

21. במה דומים האנזימים המפרקים עמילן או חלבון במערכת העיכול של האדם לאנזימים בחיידקים החיים במערכת העיכול של פרה ומפרקים תאית?