

20.8.2026

דף למורה וללבורנט

השפעת היחס בין שטח הפנים לנפח על תהליך הדיפוזיה בקוביות אגר (מבוסס על ניסוי מאוגדן ניסויים בביולוגיה – תהליכים וחילוף חומרים בתא)

יחס בין שטח פנים לנפח

קהל היעד: ט' ו-י'
משך הניסוי: כ- 45 דקות

מטרות

- ביצוע ניסויים ותצפיות על פי מערך החקר
- המחשת תהליך דיפוזיה
- המחשת השפעת יחס בין שטח הפנים לנפח על יעילות הדיפוזיה.

התנסות מרכזית

התלמידים יעקבו אחר הדיפוזיה של בסיס נתרן (NaOH) בקוביות אגר בגדלים שונים המכילות פנול פתלאין, על ידי מדידת החלק הצבוע והלא צבוע בכל קובייה. יסיקו מסקנות ויסבירו את חשיבות העיקרון של הגדלת שטח הפנים על תהליכים המתרחשים בתא בודד ועל תפקוד מערכת העיכול ובמערכות שונות בגוף האדם.

קישור לתוכנית הלימודים:

שכבת גיל	תכנים
ט'	הזנה באדם ▪ התאמת מערכת העיכול לתפקודה באדם - בדיקת השפעת גודל שטח הפנים על ספיגת חומרים
י'	גוף האדם – מבט על מאפייני החיים ומבנה התא – מבט על מעבר חומרים אל התא וממנו

מושגי מפתח להוראת הניסוי

אינדיקטור, בסיס, דיפוזיה, יחס בין שטח פנים לנפח

כלים וחומרים לכל זוג תלמידים

ציוד וחומרים	כמות
מבחנה המסומנות "מים"	1
מבחנה המסומנת "בסיס"	1
100 מ"ל תמיסת NaOH בריכוז 1% בכוס כימית של 100 מ"ל, בכלי מסומן "בסיס הנתרן"	1
טפי	1
כן מבחנות	1
כלי עם מים מזוקקים 50 מ"ל	1
ניר סופג	שני ריבועים
5 מ"ל תמיסת פנול פתלאין * בבקבוק עם טפי	1
כפית פלסטיק	1
עט לסימון על זכוכית	1
שלוש קוביות אגר + פנול פתלאין בנפחים של 1 סמ"ק, 8 סמ"ק, 27 סמ"ק **	קובייה אחת מכל גודל
סכין פלסטיק	1
סרגל באורך 15 ס"מ	1
כפפות חד פעמיות	זוג לכל תלמיד
משקפי מגן	

מידע והערות למהלך הניסוי

- בניסוי זה חובה להשתמש בכפפות ובמשקפי מגן.
- בניסוי זה יכירו התלמידים את תהליך הדיפוזיה של NaOH לתוך קוביית אגר הספוגה באינדיקטור פנול פתלאין. כאשר הבסיס עובר דיפוזיה, משתנה רמת החומציות של הקובייה ובהתאם משתנה צבעו של האינדיקטור.
- מטרת הניסוי היא להדגים את העיקרון שכל שהיחס שטח פנים/נפח גדול יותר, הזמן הדרוש להשלמת הדיפוזיה לכל נפח הקובייה - קצר יותר.
- 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 עד להוצאת הקוביות מתמיסת הבסיס, כל הקוביות תיבצענה באותה מידה ולא תהיה משמעות לתוצאות הניסוי. ייתכן הבדל בזמן ההשריה האופטימלי בעונות השנה השונות.
- כאשר מוציאים את הקוביות מתמיסת הבסיס יש לחתוך ולמדוד אותן בזריזות, כי הדיפוזיה של הבסיס ממשיכה גם כאשר הקוביות אינן טבולות בו.

- 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.

* הכנת תמיסת פנול פתלאין – תמיסת פנול פתלאין שמסופקת ממרכז האספקה ב"בר אילן" היא בריכוז 2%. עליכם למהול באתנול 70% את התמיסה המקורית לקבלת תמיסת פנול פתלאין בריכוז 0.2%.

* הכינו 3 כלים שטוחים, מלבניים ובעלי דפנות ישרות, וסמנו בהם גובה של 1 ס"מ, 2 ס"מ ו- 3 ס"מ. (ניתן להשתמש בתבניות מנייר אלומיניום).

** אופן הכנת קוביות אגר:

- א. הכינו תמיסה של אגר רגיל בריכוז 3%:
 - המיסו 30 גרם אגר רגיל ב- 200 מ"ל מים קרים.
 - הרתיחו 800 מ"ל מים והעבירו אותם באיטיות לאגר המומס, תוך כדי ערבוב, עד שכל האגר ימס.
- ב. הוסיפו את תמיסת הפנול פתלאין שהכנתם (בריכוז 0.2%) לאגר בעוד חם וערבבו.
- ג. שפכו את האגר, בעודו חם, לכל אחד משלושת הכלים בהתאם לגובה המסומן וקררו.
- ד. לאחר שהאגר התקרר ונקרש, הכינו מהאגר הנמצא בכלים, קוביות בעלות אורך צלע של: 1 ס"מ, 2 ס"מ ו- 3 ס"מ.

תשובות לשאלות בדף לתלמיד

1. כאשר הכינו את קוביות האגר, הוסיפו לתמיסת האגר את האינדיקטור פנול פתלאין. על סמך הבדיקה שביצעתם בסעיף ג, הסבירו מדוע נצבעו הקוביות בצבע סגול.

תשובה:

צבעו של אינדיקטור פנול פתלאין הופך וורוד-סגול בסביבה בסיסית. כאשר מעבירים את הקוביות לתמיסה בסיסית הבסיס עובר בדיפוזיה לקוביות האגר, עם התקדמות התמיסה באגר רמת החומציות של הקובייה משתנה ובהתאם משתנה צבעו של האינדיקטור פנול פתלאין

2. התבססו על תוצאות החישוב בטבלה 1 ועל תוצאות הניסוי בטבלה 2 והקיפו בעיגול את ההיגד הנכון: ככל שהיחס בין שטח הפנים לנפח גדול יותר כך גדלה/לא משתנה/קטנה, מידת החדירות של תמיסת הבסיס באופן יחסי לתוך קוביית האגר.

תשובה:

גדלה/לא משתנה/קטנה.

3. בניסוי זה קוביית האגר מהווה מודל לתא חי. איזה תהליך דומה מתרחש בתאים חיים?
- תשובה:** הקובייה מהווה מודל לתא חי בהתייחסות לחדירת חומרים שונים לתוך נפח התא דרך שטח הקרום ויציאת חומרים מתוך התא לסביבה. בתאים קטנים יחס שטח פנים לנפח גדול יותר מאשר בתאים גדולים. בתא גדול הדיפוזיה של מזון וחמצן דרך שטח הפנים אל התא לא תספק את כל צרכי התא, ביחידת זמן נתונה, ויציאת חומרים מהתא לסביבה לא תהייה יעילה, לפיכך יש יתרון לתא בעל נפח קטן. תהליך דומה שמתרחש בתא חי הוא מעבר של חמצן וחומרים דו חמצני המתרחש בין נימי הדם לבין התאים ברקמות השונות בגוף.
4. הביאו 2 דוגמאות לאופן שבו העיקרון שלמדתם בניסוי זה בא לידי ביטוי במערכות גוף שונות.
- תשובה:**
- במערכת העיכול** הדופן הפנימית של המעי הדק אינה חלקה אלא עשויה בליטות, הנקראות סיסים (או מוריגים). הודות לסיסים, שטח הפנים של המעי גדול מאד ומתאפשרת ספיגה יעילה של מרכיבי המזון/תוצרי העיכול לדם.
- מערכת הנשימה** הריאות בנויות ממיליוני נאדיות מה שמגדיל מאד את שטח הפנים יחסית לנפח הריאות ומאפשר מעבר חמצן וחומרים דו חמצני יעילים יותר.
5. הסבירו כיצד משפיעה חלוקת התא על יכולתו לקלוט חומרים הדרושים לגידולו.
- תשובה:**
- כאשר התא מתחלק לשניים נוצרים 2 תאים קטנים יותר ולכן היחס בין שטח הפנים לנפח גדל ויעילות הדיפוזיה עולה.