

מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים



אל התא ובחזרה היבטים תאיים של משק המים בגופם של יצורים חיים

יעל ערן-צורן



מטה מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



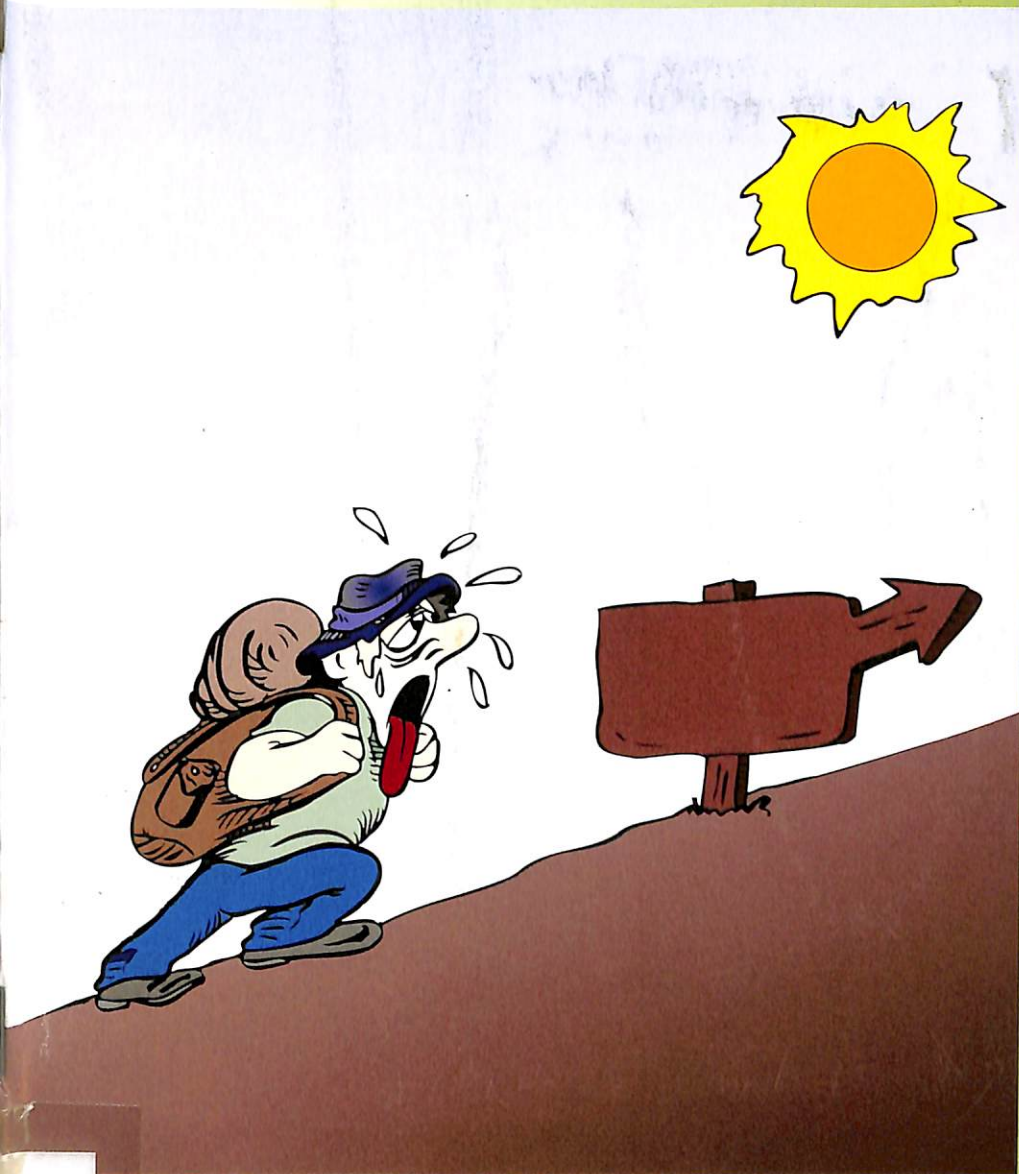
משרד החינוך
המזכירות הסדוגית
האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



ע"מ

571.6
EL
ERA





מכון ויצמן למדע הוא מכון מחקר בעל מוניטין בין-לאומי הקרוי על שמו של ד"ר חיים ויצמן, שהיה מדען ומדינאי וכיהן כנשיא הראשון של מדינת ישראל.

חומרי הלמידה של מטמו"ן (מדע וטכנולוגיה מכון ויצמן), הם יחידות לימוד חדשניות לפי תכנית הלימודים החדשה לחטיבת הביניים. היחידות מקנות מונחי יסוד במדע ובטכנולוגיה. גישות ההוראה שמות דגש על פיתוח יכולות של לומד עצמאי ומקנות מיומנויות חשיבה, למידה ופתרון בעיות במסגרת תכני הלימוד המדעיים-טכנולוגיים.

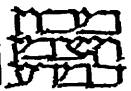
ספר זה מכיל אוסף פעילויות ללימוד ההיבטים התאיים של משק המים בגופם של יצורים חיים. ספר זה הוא חלק מהאוגדן למורה: "אל התא ובחזרה: אוגדן פעילויות להוראת נושא התא החי כציר אורך בחטיבת הביניים". לימוד נושא התא החי במשולב עם לימוד מערכות שונות ביצורים חיים מאפשר להמחיש את הקשר בין מבנה לתפקוד ברמת היצור, המערכת, האיבר, הרקמה, התא ותכולתו ולהסיק מכך על המכלול המאפשר את קיומם הייחודי של היצורים החיים. בפעילויות מודגשים סדרי הגודל ומיקום התא החי במדרג בטבע. ניתן לשלב את הפעילויות עם יחידת מטמו"ן "כוכב הלכת הכחול" או עם כל יחידה אחרת במדעי החיים הדנה במשק המים בגופם של יצורים חיים.



מכון
ויצמן
למדע

המחלקה להוראת המדעים

WEIZMANN
INSTITUTE
OF SCIENCE



88233-10

מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים

מטמ!ן

אל התא ובחזרה

היבטים תאיים של משק המים
בגופם של יצורים חיים

יעל ערן-צורן



מכון ויצמן למדע

המחלקה להוראת המדעים

יוצא לאור במסגרת

מטה מל"מ - המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי ע"ש עמוס דה-שליט



משרד החינוך, האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים



מס' מערכת
SYSTEM NO. 88233-1

57.6
EL
ERA
צוות פיתוח:
מרב אברהמי
יעל ערן-זורן
עינת מזרחי
ד"ר יעל פיונטקביץ
ד"ר ענת ירדן

ייעוץ מדעי:
פרופ' בנימין גיגר

עריכת הלשון:
עדנה חכם-בסקין

עימוד ועריכה ממוחשבת:
ציפי עובדיה

עיצוב, איורים וגרפיקה ממוחשבת:
שלומית זהרוני
אסף מסעוד

קראו והעירו:
דינה ברטוב
שפי פלק
עדה רחנברג

עיצוב עטיפה:
עמרם פרת

בתמונת השער הקדמי: פיוניות בעלה שרץ (מיקרוסקופ-אור, הגדלה פי 1,000; צילום: ד"ר ענת ירדן).

ספר זה הוא אחד מסדרת ספרי תכנית מטמו"ן – מדע וטכנולוגיה לחטיבת הביניים. התכנית מפותחת בראשותה של פרופ' בת שבע אלון במחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

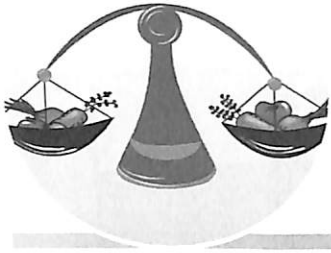
ספר זה הוא חלק מהאגדן: "אל התא ובחזרה: אגדן פעילויות להוראת נושא התא החי כציר אורך בחטיבת הביניים".

To the Cell and Back: Learning Activities for Teaching the Living Cell Topic as a Longitudinal Axis.
Merav Avrahami, Yael Eran-Zoran, Einat Mizrahi, Yael Piontkevitz. and Anat Yarden

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת בכתב מהמוציא לאור.

תוכן העניינים

- אוסמוזה על המאזניים 5
- מים ונביטה 14
- מתייבש, נרטב, מתייבש 23
- גמל וצבר מותאמים למדבר 32



אוסמוזה על המאזניים

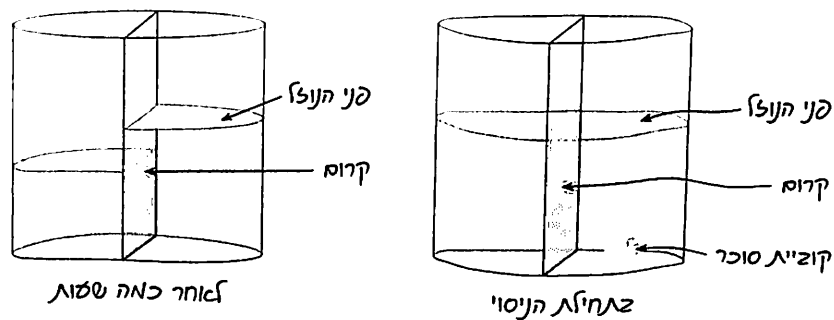
חלק א: אוסמוזה ברמת הרקמה



דיפוזיה, אוסמוזה ומה שביניהן

כל החומרים בעולם בנויים מחלקיקים (אטומים ומולקולות), שביניהם חלל ריק ("ריק"). החלקיקים נעים באופן חופשי כל הזמן לכל הכיוונים. זאת הסיבה לכך שריחה של עוגה הנאפית בתנור במטבח יכול להתפזר בכל חדרי הבית; לכך שקוביית סוכר שהונחה בתחתית כוס קפה תמתיק, לאחר זמן-מה, את כל הקפה גם אם לא נערבב את הנוזל; לכך שעישון בפינה של חדר סגור יגרום לכל החדר להיות אפוף עשן וריח סיגריות. חלקיקי הריח של העוגה, הסוכר או העשן נעים בצורה אקראית ממקור הפיזור שלהם, שם צפיפותם גדולה, ומגיעים גם אל הסביבה שבה לא נמצאו קודם כל חלקיקים מסוג זה, עד מצב של פיזור אחיד שלהם בכל הנפח. אין להסיק מכך שתנועת החלקיקים פסקה ברגע שהעשן למשל, מילא את כל נפח החדר. החלקיקים ממשיכים לנוע אולם אי-אפשר להבחין בשינוי בריכוז העשן בחדר או בריח העוגה בבית, מרגע שהחלקיקים מפוזרים באופן אחיד. תנועת החלקיקים האקראית המתוארת נקראת פעפוע או דיפוזיה.

ומה קורה כאשר יש מחסום (קרום) שחלק מהחלקיקים אינם עוברים דרכו? נתאר לנו ניסוי שבו חילקו כוס קפה לשני חלקים באמצעות קרום כזה. בחלק הימני של הכוס נמצאת קוביית סוכר, ובחלק השמאלי אין כלל סוכר. הקרום אינו חדיר לחלקיקי הסוכר. אם ניקח דגימות מהקפה ונטעם אותן, נראה כי גם לאחר זמן-מה הקפה בחלק הימני של הכוס מתוק, ואילו בחלק השמאלי הקפה אינו מתוק. לאחר כמה שעות, נבחין גם בשינוי נוסף: פני הנוזל בחלק השמאלי של הכוס נמוכים מפני הנוזל בחלק הימני (ראה איור מספר 1).



איור מספר 1: כוס קפה מחולקת באמצעות קרום. מימין - בתחילת הניסוי, משמאל - בסופו

איך נוכל להסביר את השינוי בגובה הנוזל בכוס?

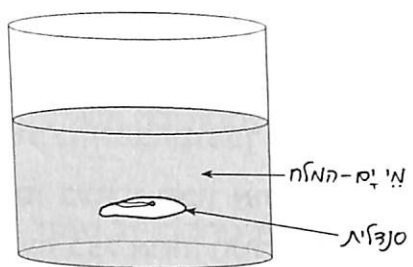
בחלק הימני של הכוס נמצאות מולקולות מים ומולקולות סוכר (גדולות יחסית למולקולות המים). בחלק השמאלי נמצאות רק מולקולות מים. מצב כזה נקרא מפל ריכוזים. בחלק הימני של הכוס צפיפות הסוכר (או ריכוזו) גבוהה, בעוד שבחלק השמאלי צפיפות הסוכר היא אפס (כי סוכר אינו עובר דרך הקרום). כאמור, רק מולקולות המים יכולות לעבור דרך הקרום. מולקולות המים עוברות ממקום שבו הן צפופות יותר (החלק השמאלי של הכוס) למקום שבו צפיפותן נמוכה יותר (החלק הימני). כך נוצר הבדל נפחים בין חלקה הימני של הכוס לחלק השמאלי.

התנועה של מולקולות מים בין שני צדדיו של קרום נקראת אוסמוזה (מיוונית – דחיפה או לחץ). הקרום שתואר הוא קרום בעל חדירות בִּרְרִינִית. הוא חדיר רק לחלק מהחלקיקים (בניסוי המתואר, למים בלבד) ואינו חדיר לאחרים (סוכר בניסוי זה). קרום בעל חדירות בִּרְרִינִית עוֹטֵף את כל התאים וכן אברונים בתוכם, כמו חלולית, מיטוכונדריון וכלורופלסט.

ראוי להזכיר כי חומרים נכנסים אל התא ויוצאים ממנו בדרכים שונות. גם לסוכרים מסוימים יש דרך ייחודית לעבור את קרום התא. כאמור אוסמוזה היא התהליך שבו מים עוברים דרך קרום. קרום התא יוצר מעין גבול בין תוך התא ובין סביבתו החיצונית. בתוך התא נמצאים תמיד חלקיקים גדולים שאינם יכולים לעבור את הקרום. גם בסביבתו יכולים להימצא חלקיקים שאינם עוברים דרך הקרום. מכאן שאפשר להבחין בין שני מצבים הפוכים:

א. צפיפות (או ריכוז) החלקיקים (מים ומומסים) בתוך התא גדולה יותר מצפיפות (או ריכוז) החלקיקים בסביבה החיצונית לתא. במצב זה המים נעים אל תוך התא, שם צפיפות (או ריכוז) המומסים גבוהה יותר. הביטוי החזותי לתנועה כזו הוא התנפחות התאים.

ב. נוכל לתאר לעצמנו גם מצב הפוך שבו צפיפות המומסים מחוץ לתא גבוהה מזו שבתוך התא. מי ים המלח, למשל, הם סביבה כזו. במצב זה מים ינועו מתוך התא אל הסביבה, ובמיקרוסקופ אור נוכל להבחין כי התאים התכווצו.



איור מספר 2 שלפניכם מתאר תא של סנדלית (יצור חד - תאי) שהוכנס לתוך כוס מים ים-המלח. צבעו בצבעים שונים את חלקיקי המים ואת חלקיקי המלח באיור וסמנו בחצים את כיוון התנועה של כל סוג חלקיקים.



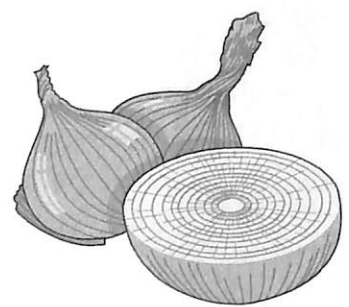
איור מספר 2: סנדלית בכוס מים-המלח

אורכה של סנדלית במציאות קטן מ- 1 מ"מ. באיור הוגדלה הסנדלית לשם המחשה בלבד. התוודענו לתהליך האוסמוזה, וכעת אנו מוכנים לבחון אותו באופן מעשי - ברמת הרקמה וברמת התא.



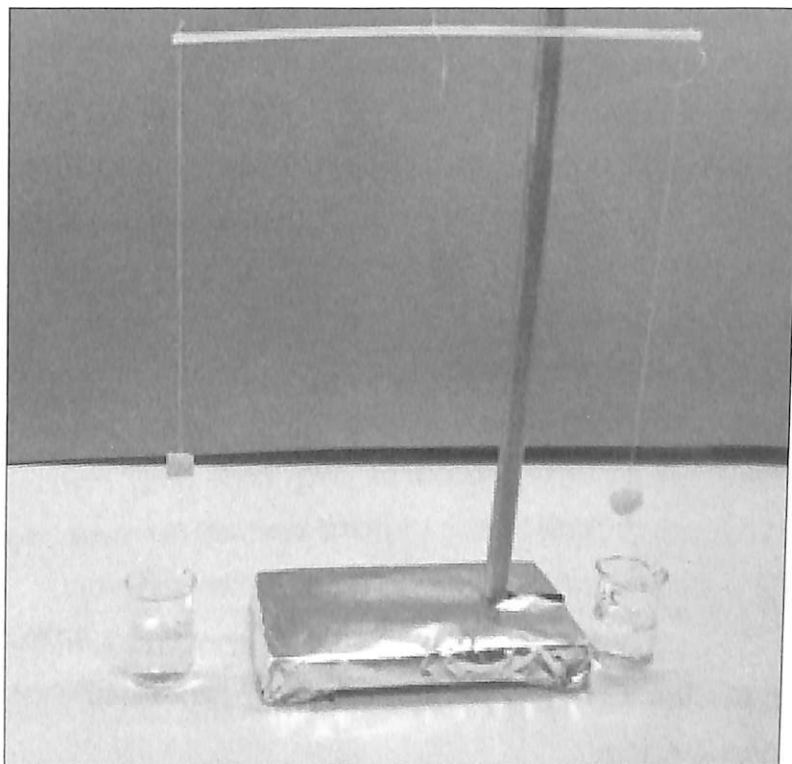
ציוד וחומרים

- בצל סגול
- בקבוקון ובו תמיסה המסומנת באות א
- בקבוקון ובו תמיסה המסומנת באות ב
- בקבוקון ובו תמיסת סוכר רוויה שנמהלה פי 2 (מסומן - תמיסת סוכר מהולה)
- בקבוקון ובו תמיסת מלח ביסול רוויה
- קשית שתייה מפלסטיק או שפוד עץ
- מחט תפירה
- חוט תפירה, בערך 50 ס"מ
- 2 כוסות כימיות 50 מ"ל או ארלנמאירים באותו נפח
- כן מבחנות
- סכין חיתוך
- נייר סינון או נייר מגבת
- דף נייר משבצות
- סרגל 30 ס"מ
- מד זווית



מהלך העבודה

- א. בעזרת סרגל, סמנו את נקודת האמצע של קשית או שפוד.
- ב. לפפו את קצהו של חוט תפירה סביב הקשית או השפוד וקשרו. את הקצה החופשי של החוט לפפו סביב כן המבחנות כך שהקשית או השפוד יהיו תלויים באופן חופשי.
- ג. פרסו בעזרת סכין את הבצל הסגול לרוחבו לכמה פרוסות בעובי של בערך סנטימטר אחד. קחו טבעת בצל אחת, הניחו אותה על נייר המשבצות, וחתכו 2 חתיכות באורך 2 ס"מ כל אחת.
- ד. השחילו חוט באורך 15 ס"מ במחט, את קצהו החופשי קשרו כמה פעמים כמו לפני תפירה. העבירו את המחט דרך מרכז חתיכת הבצל שחתכתם. משכו את החוט עד שהחתיכה תהיה בקצה התחתון של החוט, ממש מעל לקשר. הוציאו את המחט מהחוט ואת הקצה החופשי של החוט לפפו סביב קצה אחד של הקשית או השפוד, וקשרו.
- ה. קשרו את החתיכה השנייה של הבצל באותה צורה, לצד השני של הקשית או השפוד. יצרתם מעין מאזניים. אזנו את המאזניים בעזרת הזזה קלה של החוטים הקשורים לבצל, לאורך זרוע הקשית. היעזרו באיור מספר 3 שלפניכם.



איור מספר 3: קוביות תפוח-אדמה על מאזני קשית

1. מלאו אחת מהכוסות הכימיות בתמיסה המסומנת באות א עד חצייה, ואת הכוס השנייה מלאו במי-ברז, מסומנת באות ב. הניחו את הכוסות מתחת לכל אחת מזרועות המאזניים שיצרתם. הורידו את הכן כך שכל אחת מחתיכות הבצל תשקע בנוזל הכוס. אם החתיכות לא שקעו, לחצו עליהן בעזרת הצד האחורי של עיפרון, וטלטלו מעט את הנוזל בכוס עד שהחתיכה תשקע. המתינו 10 דקות במצב זה.

2. כעבור 10 דקות, הוציאו את חתיכות הבצל מתוך הכוסות, ונגבו כל אחת מהן בנייר סינון או נייר מגבת. הרימו שוב את הכן עד לגובה המרבי, וצפו במאזניים.

3. מדדו, בעזרת מד-זווית, את הזווית שהתקבלה בין הצד הנמוך של המאזניים ובין קו אופקי. רשמו את הזווית, היא תשמש לנו מדד כמותי.

Alise
?

1. כוס אחת הכילה מי-ברז וכוס אחת הכילה תמיסת סוכר רוויה. על פי תוצאות הניסוי, קבעו איזו מהכוסות הכילה תמיסת סוכר. נמקו את תשובתכם.

2. דינה טוענת כי ככל שהבדל הריכוזים בין התמיסות בשתי הכוסות יהיה גדול יותר, כך תגדל הזווית שנמדדה במאזניים.

רינה טוענת שהזווית תהיה גדולה ככל שהירק הנבדק מתוק יותר. כלומר בקוביות תפוח-אדמה הזווית תהיה קטנה יותר מבפרוסות פלפל אדום מתוק באותו משקל. מי מהתלמידות צודקת? הסבירו לזו שטעתה, במה טעתה.

3. איך אפשר להראות, בעזרת מערכת הניסוי, שאוסמוזה הוא תהליך הפיך? הסבירו את תשובתכם.

4. אילו תוצאות נקבל בניסוי אם במקום תמיסת סוכר מרוכזת ומי-ברז, נטביל את פיסות הבצל בתמיסת מלח מרוכזת ובמי-ברז? הסבירו את תשובתכם.



בשלב השני של הניסוי מוצעות כמה אפשרויות. כל קבוצת תלמידים תבצע אחת או יותר מבין האפשרויות המוצעות:

א. צרו מאזניים נוספים, והפעם תלו עליהן רקמה מצמח אחר באותו משקל (קוביות בטטה, קוביות תפוח-אדמה, פרוסות פלפל אדום, פרוסות סלרי וכדומה). בכל אחד מהמקרים מדדו את הזווית שנוצרה בין הזרוע הנמוכה של המאזניים ובין קו אופקי. האם יש מקום להשוואה בין הזווית שנוצרה כעת ובין הזווית שנוצרה במאזניים עם הבצל? הסבירו את תשובתכם.

ב. טבלו את חתיכות הבצל במאזניים בתמיסות ההפוכות: חתיכת הבצל ששרתה בתמיסה א תשרה עכשיו בתמיסה ב ולהפך. השאירו את המאזניים בתוך התמיסות למשך 10 דקות, הרימו את המאזניים, נגבו בנייר מגבת את חתיכות הבצל, ותארו מה אתם רואים במאזניים. הסבירו את התוצאות.

ג. השתמשו שוב במאזניים עם הבצל. הפעם הכניסו לכוס אחת מי-ברז ולכוס האחרת תמיסת סוכר מהולה. טבלו את חתיכות הבצל בכוסות, המתינו 10 דקות, הרימו את המאזניים, נגבו את חתיכות הבצל בנייר מגבת, ורשמו את הזווית שנוצרה.

ד. הכינו מאזניים עם חתיכות בצל כפי שהכנתם בניסוי הראשון. טבלו חתיכה אחת של בצל בכוס שבה תמיסת מלח בישול מרוכזת ובכוס האחרת מי-ברז. המתינו 10 דקות, הרימו את המאזניים, נגבו בנייר מגבת את חתיכות הבצל, ומדדו את הזווית שנוצרה.



רכזו על הלוח או על שקף, את התוצאות שהתקבלו מכל קבוצות הניסוי.
הסבירו את התוצאות של כל ניסוי.

מתוך התוצאות, נסחו בכמה משפטים מה הם המאפיינים של תהליך האוסמוזה שעליהם למדתם בניסוי.

חלק ב: מהרקמה אל התא

לאחר שהכרנו את תהליך האוסמוזה ברמת הרקמה בצמח, נבדוק את הקשר בין התהליך הזה ובין אירועים בתוך התאים שמרכיבים את הרקמה. נשתמש בחתיכות הבצל ששרו בסוכר ובמים, מהניסוי הראשון.



ציוד וחומרים

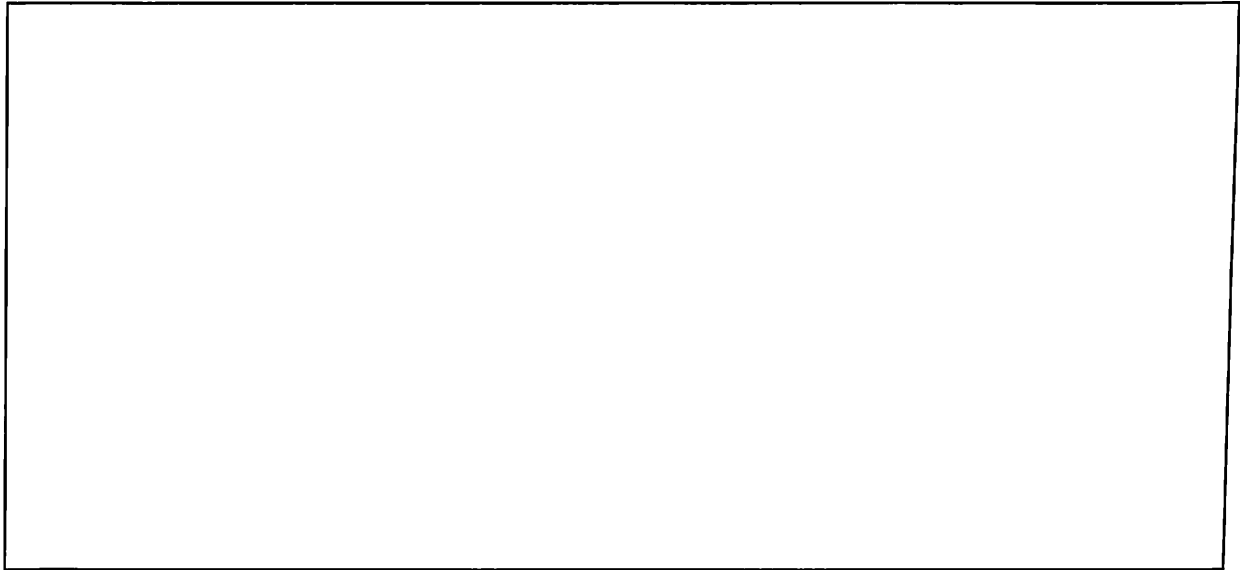
- חתיכות בצל סגול ששרו בתמיסת סוכר מהולה
- חתיכות בצל סגול ששרו במי-ברז או במים מזוקקים
- מיקרוסקופ אור
- זכוכיות נושאות
- זכוכיות מכסות
- 2 פיפטות פסטר
- נייר סינון

מהלך העבודה

א. נתקו את חתיכת הבצל ששרתה במי-ברז מהחוט שקושר אותה. קלפו מהחתיכה את הגלד הצבעוני של הבצל, ושימו חלק קטן ממנו על זכוכית נושאת שעליה טיפת מי-ברז.

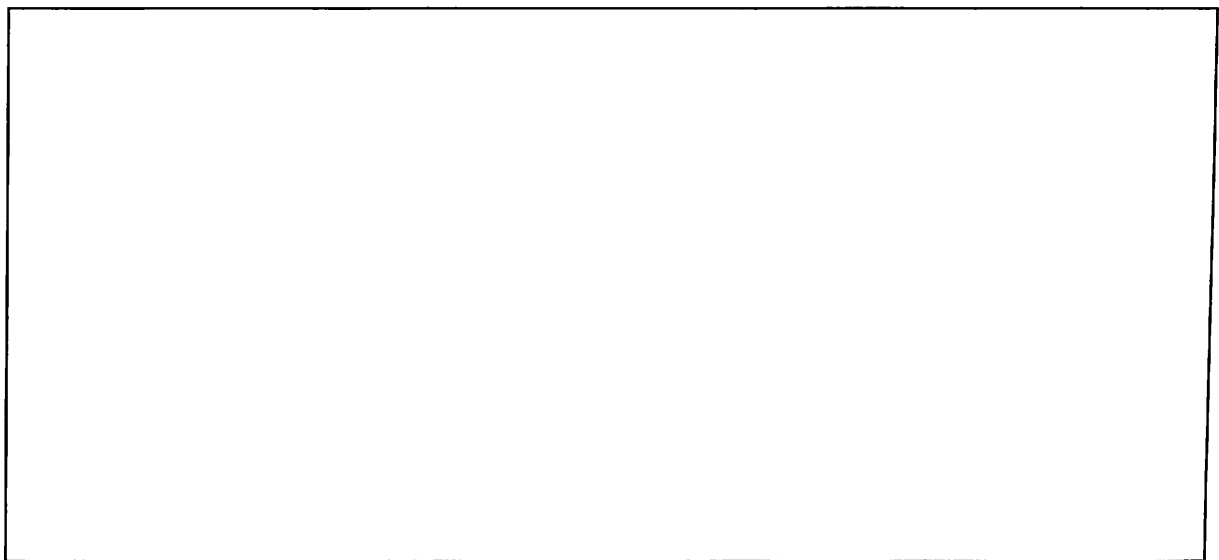
ב. כסו בזהירות, בזכוכית מכסה, והשתדלו שלא ייווצרו בועות אוויר בין הזכוכית ובין המים. הכנתם תכשיר גלד בצל לצפייה במיקרוסקופ אור.

ג. צפו בתאים במיקרוסקופ אור, בהגדלה קטנה. כשתראו אזור שבו תאים ברורים, העבירו להגדלה בינונית, וציירו במלבן שלפניכם כמה תאים אחדים כפי שהם נראים. ציינו ליד הציור את שיעור ההגדלה במיקרוסקופ אור.



ד. קלפו, באותה דרך, גלד צבעוני מחתיכת הבצל ששרתה בתמיסת סוכר. שימו חתיכה קטנה מהגלד על זכוכית נושאת, שעליה כמה טיפות מתמיסת הסוכר שבכוס. כסו בזהירות בזכוכית מכסה.

ה. צפו במיקרוסקופ, זהו אזור שבו תאים ברורים, וציירו במלבן שלפניכם כמה תאים אחדים. ציינו ליד הציור את שיעור ההגדלה של במיקרוסקופ.



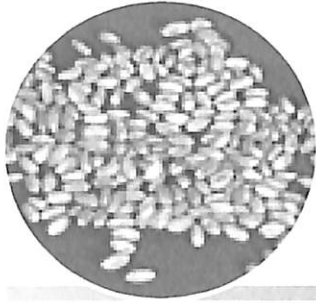
1. במה התכשיר הראשון שונה מהתכשיר השני שהכנתם?

2. השתמשו בהסבר שנתתם להבדל בין חתיכת הבצל ששרתה במי-ברז לחתיכת הבצל ששרתה בתמיסת הסוכר, כדי להסביר את ההבדל בין התאים בשני התכשירים שהכנתם.

3. בעזרת ההסבר ברמת הרקמה, הסבירו מה תראו אם תשימו גלד בצל מהחתיכה ששרתה במים, על זכוכית נושאת שבה טיפות מתמיסת הסוכר, ומה תראו אם תכינו תכשיר לצפייה במיקרוסקופ מחתיכת בצל ששרתה בתמיסת סוכר, על זכוכית נושאת עם מי-ברז.



- אוסמוזה הוא מעבר של מים דרך קרום ברגני מתמיסה מהולה לתמיסה מרוכזת.
- רקמה מצמח שמשרים בתמיסה מרוכזת מאבדת מים באוסמוזה ומשקלה קטן. רקמה מצמח שמשרים במים מזוקקים קולטת מים בתהליך האוסמוזה ומשקלה גדל. תהליך הקליטה והאיבוד של מים מרקמת צמח הוא תהליך הפיך.
- תאים מצמח שמושרים בתמיסה מרוכזת מאבדים מים מתוך החלולית. תאי צמח שמושרים במים מזוקקים קולטים מים אל החלולית שבתוכם.



מים ונזיטה

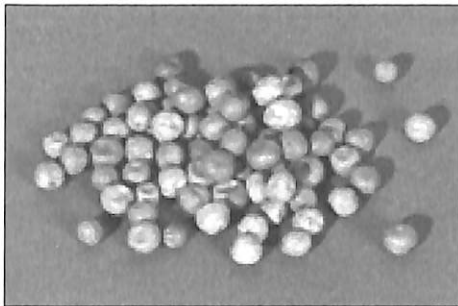
חלק א: זרעים קולטים מים

השלב הראשון בתהליך נביטת זרעים הוא שלב התפיחה. בשלב זה נכנסים מים לתאי הזרע והזרע תופח. שלב התפיחה חיוני להמשך תהליך הנביטה. בפעילות זו נאפיין את שלב התפיחה בכמה מינים של זרעים.

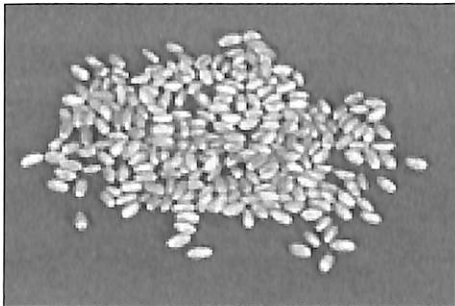


ציוד וחומרים

- מבחנה 25 מ"ל, ובה 10 זרעים ממין מסוים
- מבחנה 25 מ"ל, ובה מים ו-10 זרעים מאותו מין
- מבחנה 10 מ"ל
- מבחנה 25 מ"ל
- משורה 50 מ"ל
- מלקטת
- נייר מגבת או נייר סינון
- בקבוק שטיפה
- מאזניים טכניים (מאזני כפות)
- מחשב עם תוכנת EXCEL



איור מספר 1: זרעי חמוס



איור מספר 2: זרעי שעועית לבנה

מהלך העבודה

- א. על שולחנכם שתי מבחנות, באחת יש מים ובאחרת אין מים, ובכל אחת 10 זרעים מאותו מין. מהו מין הזרעים שקיבלתם? _____
- ב. הוציאו זרע אחד מכל מבחנה, התבוננו בשני הזרעים, וכתבו לפחות שלושה הבדלים שמצאתם בין הזרע היבש לזרע הרטוב. _____

ג. הוציאו את כל הזרעים היבשים מהמבחנה, שקלו אותם ביחד, ורשמו את התוצאה. _____
ד. הוציאו מהמבחנה עם המים את כל הזרעים התפוחים, נגבו אותם בנייר מגבת ושקלו גם אותם ביחד. רשמו את התוצאה. _____

ה. כעת נבדוק, בעזרת המשורה, מהו נפח הזרעים היבשים: הכניסו מי-ברז למשורה עד לקו 20 מ"ל. הוסיפו למשורה את הזרעים היבשים, ובדקו עד לאן עלו המים במשורה. ההפרש בין נפח המים במשורה עם הזרעים לנפח המים במשורה בלי הזרעים (20 מ"ל), מציין את נפח הזרעים. רשמו את תוצאות המדידות, וחשבו את ההפרש ביניהן.

1. נפח המים עם הזרעים היבשים: _____ מ"ל.

2. נפח המים בלבד: _____ מ"ל.

3. נפח הזרעים היבשים בלבד: _____ מ"ל.

החזירו את הזרעים למבחנות, ושמרו אותם לחלק ב של הפעילות!

ו. באותו אופן (כמו בסעיף ה) מצאו את נפחם של הזרעים התפוחים, ורשמו את התוצאות:

1. נפח המים עם הזרעים התפוחים: _____ מ"ל.

2. נפח המים בלבד: _____ מ"ל.

3. נפח הזרעים התפוחים בלבד: _____ מ"ל.

ז. בדף נפרד, בנו טבלה לסיכום כל ההבדלים בין הזרעים היבשים לזרעים התפוחים (הטבלה תכיל נתונים מספריים ומילוליים). צרפו את הדף לפעילות.

ח. קבלו מקבוצות אחרות את הנתונים שהן אספו בעבודה על זרעים ממינים אחרים, ובנו בדף נפרד טבלה נוספת לסיכום נתונים מלפחות 3 מינים שונים של זרעים. צרפו גם דף זה לפעילות.

ט. הציגו בהצגה גרפית את ההבדלים הכמותיים בין הזרעים היבשים לזרעים התפוחים. באיזה סוג של תרשים – עקומה או דיאגרמת עמודות – תבחרו? הסבירו את בחירתכם.

י. התבוננו בתרשים שציירתם, ונסחו לפחות שלוש מסקנות שאפשר להסיק ממנו.

במעבדה לפזיולוגיה של הצמח באוניברסיטה, ביצעו החוקרים בדיקות דומות, על ארבעה מינים שונים של זרעים. הם שקלו 20 גרם זרעים יבשים מכל מין, השרו במים את הזרעים, ואחת לכמה שעות שקלו שוב. תוצאות הבדיקות מתוארות בטבלה שלפניכם:

השתנות המשקל של זרעים ממינים שונים עקב קליטת מים (גרם)

מין	חסה	חיטה	חמנייה	אירס
(משקל רטוב)	(משקל רטוב)	(משקל רטוב)	(משקל רטוב)	(משקל רטוב)
1	34	22.8	25.4	22.2
2	37	24	27.4	23.2
4	39.4	25.4	29.4	23.3

- א. העתיקו את הטבלה לגיליון אלקטרוני.
- ב. הוסיפו לטבלה 4 עמודות (אחרי כל עמודה של משקל רטוב). קראו לכל עמודה כזו – תוספת משקל באחוזים.
- ג. בתא העליון בכל עמודה רשמו נוסחה לחישוב תוספת משקל הזרע באחוזים:
- ד. משקל רטוב כפול 100 (במקום המילים הכניסו את כתובת התא שבו נמצאים הנתונים) לחלק למשקל יבש.
- ה. משכו למטה את הפינה השמאלית התחתונה של התא עם הנוסחה, וכך תקבלו את התוצאות – שינוי המשקל באחוזים של כל מין זרע בכל אחת מהשעות שבהן נבדק המשקל.
- ו. בעזרת אשף התרשימים נוכל להציג באופן גרפי את השינוי בנפח זרעי חסה, חיטה, חמנייה ותירס לאורך זמן הניסוי. סמנו בטבלה את כל עמודות הנתונים שתוצו להציג בהצגה הגרפית. לחצו על כפתור אשף התרשימים. בחרו בטורים (דיאגרמת עמודות), ובסוג משנה – מנו טורים מקובצים. אשרו את הבחירה.



1. מה הייתה השערת החוקרים בניסוי?

2. מדוע חשוב לבטא את הבדלי המשקל באחוזים?

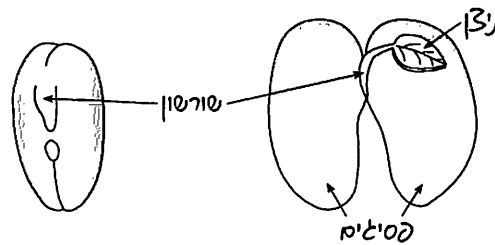


3. נסחו שלוש מסקנות שאפשר להסיק מההצגה הגרפית שלכם.

4. האם ניסוי החוקרים הוסיף לכם מידע חדש על תהליך התפיחה של זרעים? אם כן – מהו מידע זה?

5. האם כדאי היה להמשיך את הניסוי מעבר ל- 4 שעות? נמקו.

6. האיור שלפניכם מציג את החלקים השונים של זרע שעועית. כל אחד מהחלקים בנוי מתאים. מתפיחים זרעי שעועית במים. היכן יתרכזו המים שיחדרו לזרעים? הציעו דרך לבדוק את השאלה.



איור מספר 3: מימין - זרע שעועית חתוך לשני חצאים
משמאל - זרע שלם

7. תלמידים אחדים טוענים כי בזרע שהותפח מתקיימים מאפייני החיים, ואילו בזרע יבש אין הם מתקיימים.

הציעו ניסוי כדי לבדוק את הטענה הזו. פרטו מהו המאפיין שתבדקו, ומהו המדד לבדוק את המאפיין הזה.

חלק ב: זרעים נושמים

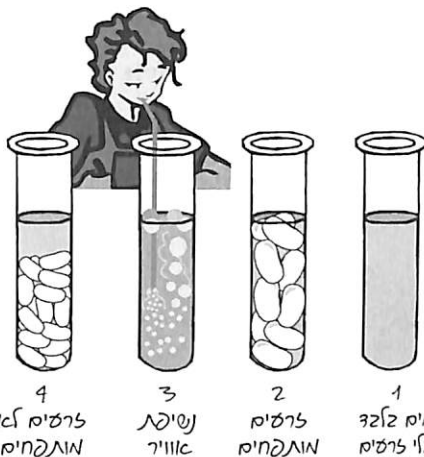
בחלק זה של הפעילות נבצע ניסוי. בניסוי נבדוק את פליטת הגז פחמן דו-חמצני מהזרעים שבדקתם בחלק הראשון של הפעילות. פליטה של פחמן דו-חמצני מיצור חי לסביבה מעידה על תהליך נשימה. מכיוון שנשימה היא תהליך בסיסי, המתקיים בכל היצורים החיים, נוכל באמצעות זיהוי פליטת פחמן דו-חמצני, לאתר נשימה באדם, בבעלי חיים ואף בצמחים. בניסוי שלפנינו אנו מעוניינים לבדוק נשימה בזרעים.

כדי להכיר את השיטה נבחן קודם איך היא פועלת בבני אדם, כלומר על עצמנו. נזהה את הפחמן הדו-חמצני, תוצר הנשימה שלנו, באוויר שננשף. לאחר שנכיר את תגובת הפחמן הדו-חמצני באוויר הנשוף, נעבור לבדיקת פליטת פחמן דו-חמצני בזרעים.



ציוד וחומרים

- בקבוקון 50 מ"ל, ובו תמיסת ברום תימול כחול
- קשית שתייה
- מבחנה 10 מ"ל
- מבחנה 25 מ"ל
- משורה 25 מ"ל
- 3 ריבועי נייר פראפילם
- זרעים יבשים ותפוחים בשתי מבחנות (מהניסוי הראשון)



איור מספר 4: זיהוי פליטת פחמן דו-חמצני באדם ובזרעים

מהלך העבודה

א. זיהוי פחמן דו-חמצני באוויר נשוף: הכניסו למבחנה הריקה מעט תמיסת ברום תימול כחול. הכניסו קשית לתוך המבחנה, ונשפו אל תוך התמיסה במשך דקה או עד שתבחינו בשינוי. תארו בכתב את השינוי. על מה מעיד שינוי זה?

ב. הכניסו, בעזרת משורה, 10 מ"ל תמיסת ברום תימול כחול לכל אחת משתי המבחנות עם הזרעים. כסו כל מבחנה בנייר פארפילם. הכניסו למבחנה ריקה (בלי זרעים) 10 מ"ל תמיסת ברום תימול באותה דרך, וכסו גם אותה. המתינו 20 דקות לתוצאות.



1. מהו התפקיד של המבחנה השלישית, בלי הזרעים? הסבירו.

2. מדוע היה צריך לכסות את המבחנות בפראפילם?

3. תארו מה קרה בכל אחת משלוש המבחנות בניסוי.

4. הסבירו את ההבדל שהתקבל בין המבחנות.

5. האם נכון לומר כי הזרעים התפוחים נשמו והזרעים היבשים לא נשמו? הסבירו.

6. מה הקשר בין חלק א של הפעילות ובין הניסוי שביצעתם בחלק ב?

7. סכמו בכמה שורות או באמצעות תרשים זרימה, ציור (ואפילו שיר) את שני חלקי הפעילות שביצעתם. הכותרת לסיכום שתכינו: חשיבות המים בשלבי הנביטה השונים.



מה שרציתם לדעת על הזרע ולא העזתם לשאול...

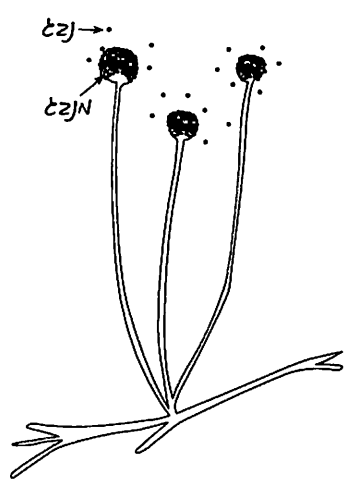
זרעים יבשים מכילים 5-10 אחוזים מים. חומרי תשמורת (חלבונים, שומנים, עמילן) מהווים אחוז ניכר ממשקל הזרעים. הזרעים עטופים בקליפה קשה שהיא למעשה בלתי חדירה לחומרים, חוץ מגזים כמו חמצן ופחמן דו-חמצני. רמת הנשימה בזרעים יבשים היא נמוכה מאוד, עד כדי כך שקשה מאוד להבחין בה.

כאשר משרים במים זרע יבש, של שעועית למשל, מתחילה להתרחש בזרע סדרת תהליכים המביאים לנביטה. בתחילה המים חודרים דרך תאי הקליפה, הקליפה הופכת רכה ומאפשרת חדירה של עוד מים, ואלה ממלאים את תאי הפסיגים ואת תאי העובר. בד בבד חודר גם חמצן דרך הקליפה אל תאי הזרע. כניסה של מים לתאים היבשים מפעילה אנזימים שונים. בין השאר מופעלים אנזימי נשימה ואנזימים המפרקים את חומרי התשמורת בפסיגים. בשלב זה אפשר לזהות סימני חיים בזרע התפוח – התאים בעובר מנצלים את החמצן ואת חומרי התשמורת שהתפרקו לצורך הפקת אנרגיה בתהליך הנשימה התאית. בשלב מאוחר יותר, מתחילים לפעול תהליכי בנייה – תאים בעובר מתחלקים ומתארכים, השורשון והנצרון מתארכים, ולבסוף הנצרון בוקע את הקרקע וצמח שעועית חדש מגיח לאוויר העולם...



המים חיוניים גם לנביטת נבגים?

נבגים הם תאים שהתייבשו והתכסו במעטפת קשה. נבגים יש לחיידקים, לפטריות ולצמחים ירודים שונים. הנבגים קלים מאוד, והם נפוצים באוויר. אם הם נופלים על מצע מתאים הם נובטים, ומהם מתפתח יצור שממשיך במחזור החיים. אם כך, לנבגים יש תפקיד דומה לזה של זרעים בצמחים עילאיים – חשבו מדוע!



איור מספר 5: ריזופוס - העובש השחור

בחיי היום-יום אפשר לראות מְנַבְּגִים צבעוניים, ועליהם נבגים של פטריות עובש שגדלו על לחם יבש או על פרי מרקב. בניסוי הבא ננביט נבגים של עובש, ונשווה את תהליך הנביטה של נבגים לתהליך הנביטה של זרעים.



ציוד וחומרים

- 2 צלחות פטרי סטריליות
- בקבוק שטיפה
- מחט בקטריולוגית
- עט לסימון על זכוכית
- גרגרי סיליקה גיל (או שקיות בד המכילות את החומר)
- קמח (מעט)
- צלחת פטרי שעליה גודלו מושבות עובש ממינים שונים

מהלך העבודה

- א. סמנו במספרים עוקבים את הבסיס של שתי צלחות פטרי.
- ב. באחת הצלחות פזרו מעט קמח, ולאורך דופנות הצלחת פזרו גרגרים של סיליקה גיל. זהו חומר הסופח לחות מהאוויר. סגרו את הצלחת. צלחת זו תישמר יבשה.
- ג. בצלחת השנייה פזרו כמות דומה של קמח, והרטיבו אותו בעזרת בקבוק השטיפה.
- ד. קבלו צלחת פטרי שעליה גודלו מושבות עובש. מצאו כתם צבעוני, שהוא מצבור של נבגים של פטריית העובש. בעזרת מחט בקטריולוגית, העבירו מעט נבגים אל הצלחת היבשה עם הקמח. סגרו מהר את הצלחת.
- ה. קחו עוד מעט נבגים מאותו עובש, והעבירו לצלחת הרטובה. סגרו מהר את הצלחת.
- ו. עקבו אחת ליום במשך שבוע ימים אחר נביטת הנבגים בכל אחת מהצלחות. הכינו טבלת מעקב ורשמו בה בכל יום את השינויים שראיתם.

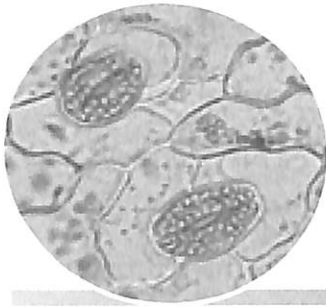
--

1. הסבירו בכתב את התוצאות שקיבלתם.

2. השוו בין הניסוי עם הזרעים ובין הניסוי עם נבגי העובש. דונו בהשפעת המים על ההתפתחות בזרע ובנבג.



- כשמשרים זרעים יבשים במים הם קולטים את המים. קליפתם מתרככת ומשקלם עולה. שלב התפיחה הוא שלב ראשון בתהליך הנביטה של זרעים.
- זרעים שהותפחו מקיימים נשימה תאית. ניתן לזהות את תהליך הנשימה שהם מבצעים באמצעות זיהוי פליטת פחמן דו-חמצני מהזרע לסביבה.
- נבגים הם תאים של פטריות או חיידקים המכוסים בקליפה קשה. נבגים יבשים כמעט שאינם נושמים. נבגים שהושמו בסביבה לחה נובטים. בשלב ראשון הם קולטים מים, ובתאים מתגבר תהליך הנשימה.

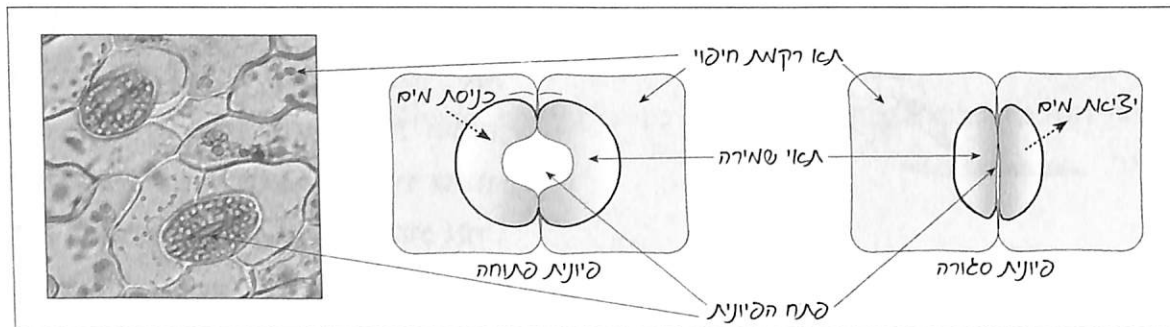


מאייזש, נרטז, מאייזש...

חלק א: תנועה של מים בתהליך פתיחה וסגירה של הפיונית
 פיוניות הן פתחים ברקמת חיפוי של עלי צמחים ולעתים גם בגבעולים של צמחים. דרך הפיוניות מתאפשר מעבר גזים, וזו הדרך שבה מגיעים מהאוויר אל הצמח פחמן דו-חמצני לתהליך הפוטוסינתזה וחמצן לתהליך הנשימה. הפיוניות יכולות להימצא במצב פתוח, אז מתאפשר חילוף הגזים בין הצמח ובין הסביבה, ובמצב סגור, ואז נפסק חילוף הגזים.

כיצד פועל מנגנון פתיחת הפיונית?

פיונית היא פתח בין שני תאים, המכונים תאי השמירה של הפיונית. תאי השמירה מכילים כלורופלסטים, ובכך הם נבדלים מתאי רקמת החיפוי שסביבם. הבדל נוסף בין תאי השמירה ובין תאי רקמת החיפוי הוא צורת התא. לפניכם איור המראה את תאי השמירה במצב של פיונית פתוחה ובמצב של פיונית סגורה. הסבירו, על פי האיור, מה גורם לפתיחת הפיונית. נמקו.



איור מספר 1: תאי שמירה ופיונית ברקמת חיפוי של עלה משמאל - תצלום פיוניות בעלה שרך (הגדלה פי 400). (צילמה ענת ירדן)

כדי לדעת בבירור מהו הגורם לשינוי במצב הפיונית נבצע תצפית בתאי רקמת חיפוי של צמח, שהושמו בתמיסות שונות.



ציוד וחומרים

- עלה של הצמח יהודי נודד סגול
- או של אצבוע (צמח בשרני)
- זכוכיות נושאות
- זכוכיות מכסות
- פסים של נייר סינון
- בקבוקון עם טפי, ובו תמיסת מלח בישול בריכוז 10%
- בקבוקון עם טפי, ובו מים מזוקקים
- כוס כימית עם טפי למי-ברז
- סכין חיתוך
- מלקטת
- מיקרוסקופ אור
- למודל:
- כפפת לטקס (של מנתחים)
- מספריים
- דבק דו-צדדי
- בקבוק שטיפה

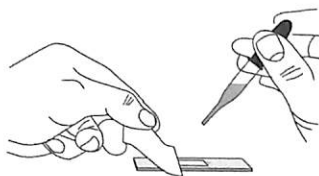
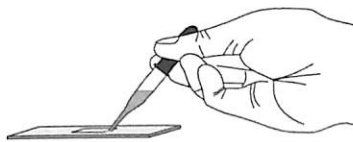
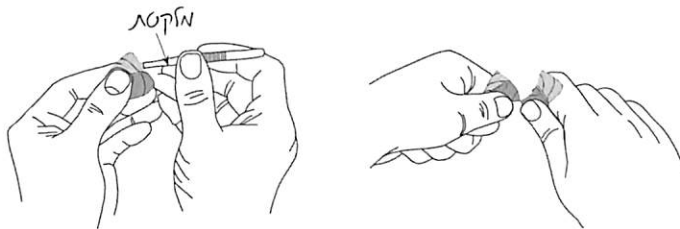
מהלך העבודה

א. קפלו את העלה כלפי מעלה, כך שמעט מרקמת החיפוי התחתונה של העלה תישאר חשופה. היעזרו באיור המצורף להכנת תכשיר מהעלה.

ב. טפטפו טיפת מי-ברז על זכוכית נושאת, הניחו את הרקמה החשופה של העלה על טיפת המים, וחתכו אותה קרוב לבסיסה.

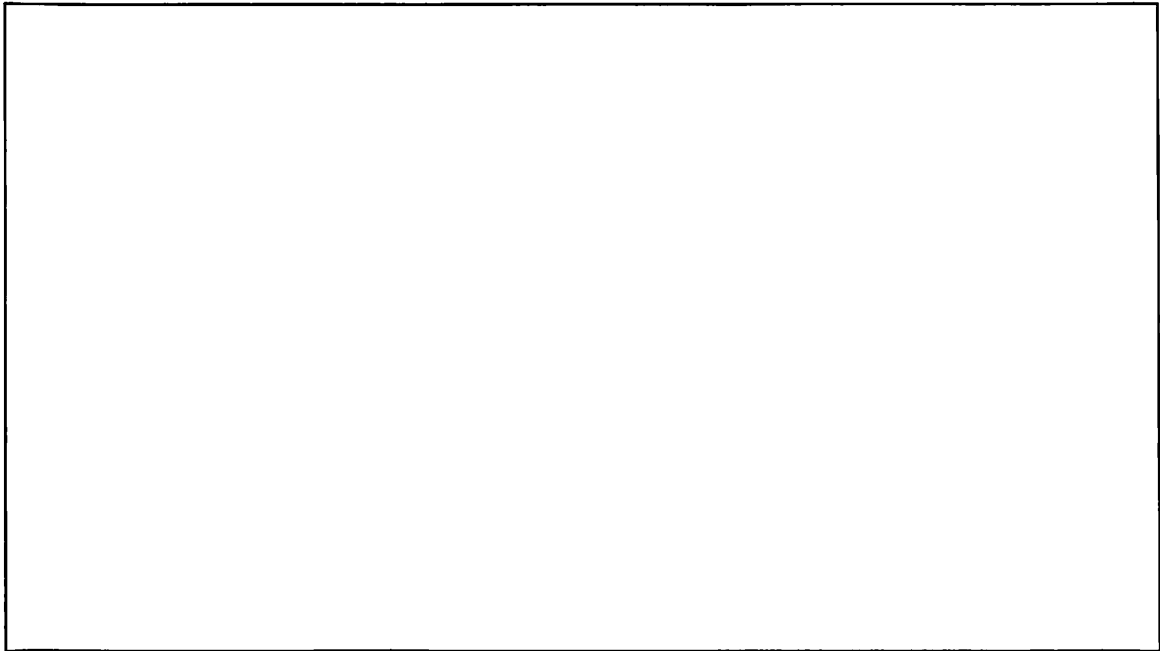
ג. כסו בזהירות, בעזרת זכוכית מכסה, את טיפת המים ורקמת החיפוי של העלה, ויבשו את עודפי המים בעזרת נייר סינון. התכשיר מוכן לצפייה במיקרוסקופ אור.

ד. התבוננו בתכשיר בהגדלה קטנה ובהגדלה בינונית, והתמקדו באזור שבו נראית פיונית. היעזרו באיור הפותח את הפעילות כדי לאתר פיונית.



איור מספר 2: הכנת תכשיר אפידרמיס לצפייה במיקרוסקופ אור

ה. ציירו במלבן שלפניכם קטע מרקמת החיבור, שבו שתי פיוניות והתאים שסביבן.



- ו. טפטפו לשולי הזכוכית המכסה שתי טיפות מהבקבוק שבו תמיסת מלח בישול. בשולי הזכוכית מהצד הנגדי הניחו נייר סינון, וחכו עד שהנוזל ירטיב אותו. כך הרוויתם את התכשיר במלח בישול.
- ז. התבוננו בתכשיר הזה בלי להזיזו מהמיקרוסקופ, אחת לכמה דקות במשך 10 דקות. בינתיים התחילו לענות על השאלות.
- ח. כעבור 10 דקות, ציירו שוב במלבן שלמעלה את מצבה של הפיונית ואת צורתם של תאי השמירה.
- ט. הרוו את התכשיר במים מזוקקים. עבדו לפי ההוראות בסעיף ו. חכו דקות מספר, והתבוננו שוב בתכשיר.

איפה
?

1. תארו במילים את השינויים בתאי השמירה, שבהם צפיתם במיקרוסקופ האור.

2. מה הייתה ההשפעה של תמיסת מלח הבישול על תאי רקמת החיפוי?

3. מה הייתה ההשפעה של המים המזוקקים על תאי רקמת החיפוי?

4. מה גרם לשינוי בצורתם של תאי השמירה?

5. התהליך שבו צפיתם שייך לסוג התהליכים הנקראים תהליכים הפיכים, כלומר הם פועלים בשני כיוונים. מבין שלבי הצפייה בתכשיר, מהו השלב שהוא ראיה לכך שהתהליך הפיך? הסבירו.



עברו לעבודה במחשב. פתחו את אתר האינטרנט "לב וליבה" על פי הכתובת:

<http://science.cet.ac.il/science/transportation>

בחרו בפעילות "פיונית". עברו לסעיף "פיוניות", וקראו את קטע המידע "פתיחת הפיונית וסגירתה".

1. על סמך המידע שקראתם הסבירו, במילים שלכם, איך כניסה של מים לתאי השמירה גורמת ליצירה של פתח הפיונית.

2. חזרו לציור הפיונית שהכנתם והתבוננו בו שוב: מה הם הפרטים בציור המסייעים להבנת תהליך פתיחת הפיונית?



כדי להבין טוב יותר את מנגנון הפתיחה של הפיונית, נכין מודל מוגדל של תאי השמירה:

א. קחו כפפת לטקס (כפפת מנתחים), ונתקו, בעזרת מספריים, את שתי האצבעות האמצעיות קרוב לבסיסן. כל אצבע תשמש מודל לתא שמירה אחד.

ב. קחו דבק דו-צדדי, וגזרו ממנו פס שיהיה קצר בשני סנטימטרים מאורך האצבע.

ג. הצמידו צד אחד של פס הדבק לאורך אצבע אחת, כשאתם מתחילים מבסיסה.

ד. כעת הצמידו את האצבע השנייה לראשונה באמצעות צדו השני של פס הדבק.

ה. בעזרת בקבוק שטיפה, מלאו בזהירות את שתי האצבעות במים, והחזיקו למעלה.



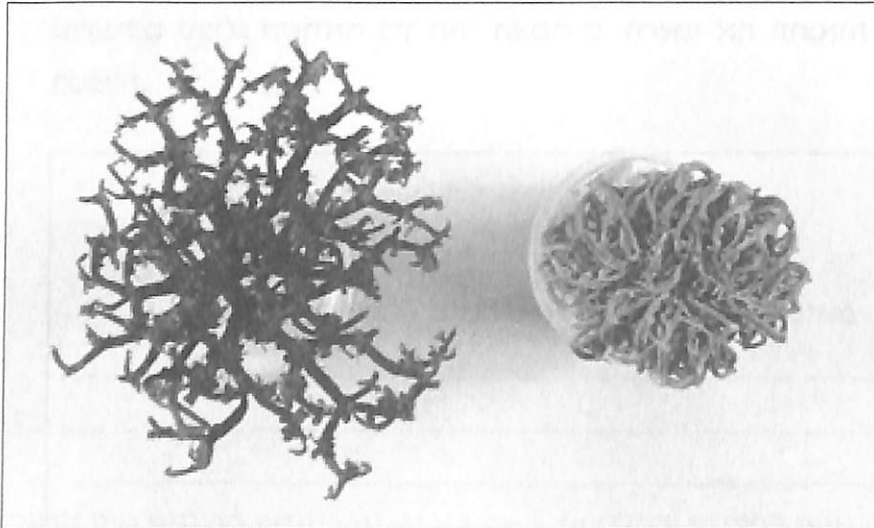
- ו. מה קרה לאצבעות? ציירו את הכפפה במצב מלא מים ובמצב מרוקן ממים.
- ז. מלאו את הטבלה שלפניכם והשוו בעזרתה בין המודל ובין המציאות.

השוואה בין "מודל הכפפה" לתאי השמירה של הפיונית

אזוי השמירה של הפיונית	מודל הכפפה
	דופן האטקס של הכפפה
	דופן האטקס עם נייר הדבק
	מים בכפפה
פיונית לעוזה	
	כפפה ריקה ממים

כדי להבין טוב יותר את התהליך שהתרחש בתאי השמירה, הבהירו לעצמכם את המושג "אוסמוזה". תוכלו לעשות זאת בעזרת הקטע "דיפוזיה, אוסמוזה ומה שביניהן" (עמוד 5).

חלק ב: הפצת זרעים בעזרת מים



איור מספר 3: מימין - שושנת-יריחו אמיתית יבשה, משמאל - שושנת-יריחו אמיתית לאחר הרטבה

זרעים של מינים שונים של צמחי מדבר מופצים בעזרת מים, כמו למשל כוכב ננסי ממשפחת המורכבים ושושנת יריחו ממשפחת המצליבים. לקראת הקיץ, הפרח של כוכב ננסי מתייבש, ועלי הגביע שלו מתקפלים כלפי פנים וסוגרים על התפרחת כולה. כאשר יורד גשם המרטיב את הצמח למשך 5 דקות רצופות לפחות, עלי

הגביע נפתחים והזרעים משתחררים בבת אחת ונופלים לאדמה. בשושנת-יריחו ענפי השיח מתכופפים כלפי פנים וכולאים את הפירות העגולים. השיח כולו מקבל צורה של אגרוף קמוץ. כמות מתאימה של גשם מרטיבה את הצמח ומביאה לפתיחת ה"אגרוף", לבקיעה של קליפת הפרי ולהתזת הזרעים לכל עבר.



ציוד וחומרים

- צמחים יבשים של שושנת-יריחו ושל כוכב ננסי
- מודל הכפפה
- מאזניים טכניים (מאזני כפות)
- בקבוק שטיפה
- 2 כוסות מי-ברז
- סוכריות צבעוניות לקישוט עוגה

מהלך העבודה

א. הסתכלו בתמונה של שושנת-יריחו (איור מספר 3) או בצמחים יבשים של שושנת-יריחו ושל כוכב ננסי. האם תוכלו להבחין בזרעים? היכן?

ב. אם לרשותכם צמחים יבשים של שושנת-יריחו ושל כוכב ננסי. שקלו כל אחד מהם. הכינו במלבן שלפניכם טבלת השוואה בין מיני הצמחים, ורשמו את תוצאות השקילה במקום המתאים לכך בטבלה.

--

ג. כעת טבלו כל אחד מהצמחים בכוס מים עד שתראו פתיחה. שקלו שוב את הצמחים, והוסיפו את הנתונים לטבלה.

ד. נחזור למודל הכפפה, הפעם כדי להדגים את פיזור הזרעים בשני הצמחים: בתור זרעים ישמשו לנו סוכריות צבעוניות לקישוט עוגה. הרטיבו במים את הקצוות החופשיים של הכפפות (שני הסנטימטרים בלי הדבק בקצה האצבעות). פזרו על השטח הרטוב סוכריות צבעוניות. בעזרת בקבוק שטיפה, מלאו את שתי האצבעות במים, עד שאצבעות הכפפה יתנפחו. שימו לב - מה קרה לסוכריות?



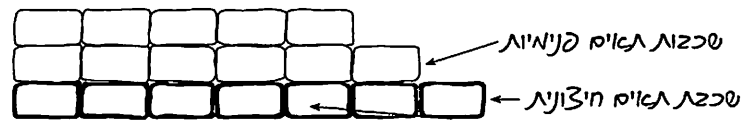
1. תארו במילים איך השתנתה צורת הצמח לאחר ההרטבה במים. אפשר להוסיף איור לתיאור.

2. היכן התרכזו המים שנוספו לצמחים? איך הביאה כניסה של מים לפתיחת התפרחת?

3. חזרו ועיינו בתיאור הניסוי בפתיחת הפיונית (בחלק א). השוו בין מנגנון פתיחת הפיונית ובין מנגנון הפתיחה בשני הצמחים שבדקתם. מה הם הפרטים שאינם דומים במנגנון הפתיחה של תאי השמירה של הפיונית ושל הצמחים כוכב ננסי ושושנת-יריחו?



4. חוקרים הגיעו לנגב בחורף, ואספו צמחים טריים של כוכב ננסי למעבדה. במעבדה ביצעו חתכים בעלי גביע והכינו תכשירים לצפייה במיקרוסקופ. החוקרים הבחינו כי התאים בשכבה החיצונית של עלי הגביע עטופים בדופן עבה במיוחד, ולתאים בשכבות הפנימיות יותר יש דופן דקה (ראו איור מספר 4). היעזרו במידע שהגיע מחוקרים אלו, ונסו להסביר כעת את מנגנון הפצת הזרעים בכוכב ננסי (מנגנון דומה נמצא גם בשושנת-יריחו).



איור מספר 4: דופנות התאים בעלי גביע של הצמח כוכב ננסי

5. השוו, בעזרת טבלה, בין מודל הכפפה ובין שני הצמחים. היעזרו בטבלה שהכנתם בסוף חלק א של הפעילות (סעיף ז).

6. מה למדתם מהמודל על אופן הפצת הזרעים בצמחי כוכב ננסי ושושנת-יריחו?

7. אזור המחיה הטבעי של שני הצמחים שהכרתם הוא רמת הנגב.

באיזו מידה מנגנון הפצת הזרעים בצמחים אלו, יכול להיחשב התאמה לבית הגידול שבו הם נמצאים?



הקשר בין התנאים במדבר לדרך הפצת הזרעים

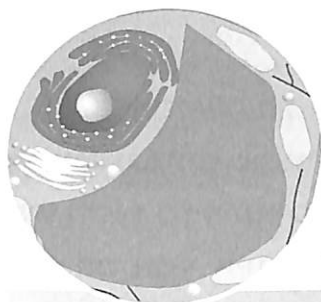
הכרנו שני מינים של צמחי מדבר המפיצים את זרעיהם באמצעות מים.

מהו הקשר בין התנאים במדבר ובין דרך הפצת הזרעים הזו?

מים הם תנאי חיוני לנביטת הזרעים ולהמשך התפתחותם. במדבר הגשמים מעטים ואקראיים, ואי-אפשר לחזות את ירידתם. כמות גשם קטנה לא תגרום לפתיחת הצמח. רק כאשר יורדת כמות גדולה של גשם בבת אחת, ייחשפו הזרעים ויועפו מהצמח. כמות כזו של גשם מאפיינת בדרך כלל את עונת החורף ומרמזת על בוא אירועי גשם נוספים, דבר העשוי לספק תנאים נוחים להתפתחות הזרעים שהופצו. הקישור בין כמות גדולה של גשם ובין תנאים להתפתחות הזרע מגדיל את הסיכוי להמשך הדור גם בתנאי המדבר היבשים.



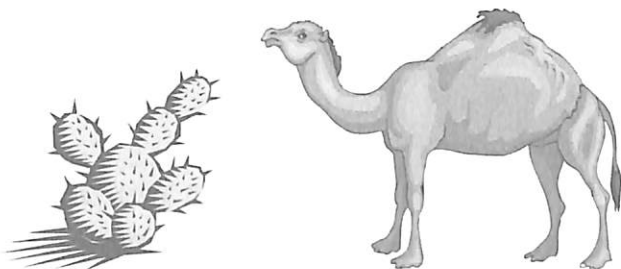
- פיוניות הן פתחים בין שני תאי שמירה ברקמת חיפוי של צמחים. דרך הפיונית מתקיימים תהליכי חילוף גזים אל העלה וממנו. הדופן הפנימית של תאי השמירה עבה יותר ונמתחת פחות מהדופן החיצונית שלהם. הפיונית נפתחת כאשר מים ממלאים את תאי השמירה ומנפחים אותם. ההתנפחות אינה שווה בכל הכיוונים, ולכן נוצר פתח בין שני התאים.
- הפיונית נסגרת כאשר מים יוצאים מתאי השמירה. זה קורה כאשר רקמת החיפוי של העלה נמצאת בתמיסה שריכוזה גבוה מריכוז התמיסה שבתאי רקמת החיפוי ובתאי השמירה.
- צמחי מדבר כגון שושנת-יריחו אמיתית וכוכב ננסי מפיצים את הזרעים שלהם בעקבות הרטבה של הצמח. הרקמות המכסות על הזרעים בנויות מתאים עבי דופן בשכבה החיצונית ותאים דקי דופן בשכבות הפנימיות. ההרטבה גורמת להתנפחות התאים ולמתיחה בלתי שווה של הרקמות השונות הגורמת לפתיחת הענפים או העלים ושחרור הזרעים.



אתל וצבר מואמים אלצבר

מה משותף לגמל ולצבר?

שניהם מסוגלים לחיות זמן רב בלי מים זמינים. הצבר גדל בחולות - קרקע מחלחלת שאינה אוצרת מים. הגמל יכול ללכת במדבר ימים רבים בלי לשתות, וכאשר הוא מגיע למקור מים הוא משלים בזמן קצר ביותר את כמות המים שנגרעה מגופו. היכן ה"מימיה" או מאגר המים הפנימי שמרוויים את צימאונם של הצבר והגמל כאשר אין מים זמינים בסביבתם?



לצבר גבעולים גדולים ובשרניים שרקמותיהם אוגרות מים. הקוצים, המפוזרים על פני הגבעולים, הם העלים של הצבר. שטח הפנים הקטן של הקוצים והמעטה האטום העוטף אותם מקטינים את איבוד המים דרך העלים. על כך בהמשך הפעילות.

לגמל, לעומת זאת, אין רקמות אוגרות מים, ובניגוד לדעה הרווחת, הדבשת שלו מורכבת משומן.



1. השוו בין גבעול יבש לגבעול טרי של צבר. היכן נמצא "מאגר המים" של הצבר?

2. אתם עוקבים אחרי גמל במשך שבוע שבו אין לרשותו כל מי-שתייה. הציעו תצפית או ניסוי שיאפשרו להפריך את התפיסה שהדבשת היא "מאגר המים" של הגמל.

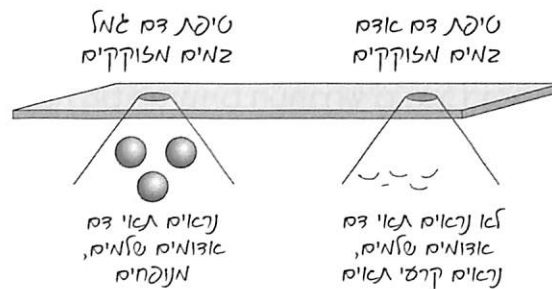
3. היכן בגוף הגמל, יכול להימצא מאגר של עשרות ליטר מים?



גמל מסוגל להמשיך בתפקוד תקין גם במשך שבועיים שבהם לא שתייה כלל. במשך תקופה זו גמל שמשקלו 600 ק"ג יכול להפסיד כ- 200 ק"ג ממשקלו. כלומר, הגמל הצמא מאבד כשליש ממשקל גופו. ממצא זה מפתיע עוד יותר לנוכח שתי ההתנהגויות של הגמל:

- תפקוד הגמל אינו משתנה בעקבות אבדן נפחים גדולים של מים מגופו.
- את כל המים שאבדו (בהשתנה, בהזעה, ובהלחתה), הגמל יכול להחזיר לעצמו בשתייה בתוך עשר דקות בלבד.

כדי להבין את המשמעות ברמת התא של ההתנהגויות הגמל, נתאר את הניסוי הבא: במעבדה באוניברסיטת בן-גוריון השוו בין דגימת דם אדם לדגימת דם גמל. לשם כך, הכינו תכשיר לצפייה במיקרוסקופ אור: טיפת מים שריכוז המלחים בהם הוא 0% (מים מזוקקים), שעורבבה בטיפה מדם גמל. באופן דומה הכינו תכשיר אחר לצפייה במיקרוסקופ אור, מדם אדם. האיורים שלפניכם מציגים את תוצאות הצפייה במיקרוסקופ אור בשתי דגימות הדם:



איור מספר 1: תוצאות צפייה במיקרוסקופ אור בדגימת דם אדם ודם גמל במים מזוקקים



1. היעזרו במידע שקראתם ובאיור מספר 1 כדי לתאר במילים את התהליך שהתרחש בכל אחת מדגימות הדם שנבדקו.

2. מה יכול לגרום להבדל בין שתי דגימות הדם? נמקו את תשובתכם.

3. איזו משתי ההתנהגויות של הגמל שתוארו יכולה להיות מוסברת בעזרת הניסוי הזה? נמקו את תשובתכם.

השינויים בנפח תאי הדם בשתי הדגימות קורים בתהליך בשם אוסמוזה. כדאי להיזכר בו, לפני שאתם עוברים לחלק הבא של הפעילות. אפשר להיעזר בקטע הקריאה "דיפוזיה, אוסמוזה ומה שביניהן" שתוכל לקבל מהמורה.



מה הם השינויים המתרחשים בגמל "מיובש" ששתה?

בפעילות זו אנו מעוניינים לברר מה הם השינויים המתרחשים בגוף הגמל כאשר הוא מיובש (לאחר כשבוע ימים בלי שתייה בקיץ), ומיד לאחר שהשיב לעצמו בשתייה את אבדן המים.

המים שהגמל שותה מצטברים באחת משלוש הקיבות שלו, בכרס. קיבה זו מתנפחת מאוד, ובתהליך ספיגה מהיר עוברים המים שנאגרו בה אל כלי הדם. מיד לאחר ששתה הגמל, תאי הדם האדומים שלו חשופים לנוזל דם מהול מאוד, ומים חודרים אליהם. ההרכב הייחודי של קרום תאי הדם האדומים בגמל, השונה מהרכב הקרום של תאי הדם האדומים באדם, מאפשר להם להגדיל את נפחם פי 2.5 בלי להתפוצץ.

לאחר ימים מספר שבהם הגמל לא שתה ואכל רק צמחים יבשים, הוא איבד הרבה ממשקלו. חלק מאבדן המשקל מקורו במים שאבדו בהשתנה, בהזעה ובהלחתה. כאשר בודקים את נפח נוזל הדם של הגמל, מוצאים כי כמעט שלא חל בו שינוי. נפח נוזל הדם נשמר הודות לתנועה של מים מהמרקם החוץ-תאי אל תוך כלי הדם. ניתן לכן לומר כי ה"מימייה" של הגמל נמצאת, כאשר הוא שותה, בקיבה, וממנה עוברים המים למרקם החוץ-תאי.

לגמל כמה דרכים נוספות להשתמש ביעילות במים שהוא שותה ולצמצם את אבדן המים מגופו. למשל צמצום נפח המים האובדים בשתן, בזיעה ובגללים.



1. על פי המידע שקראתם בקטע "מעניין ומסקרן" ציירו את מעבר המים בין המדורים השונים בגוף הגמל מיד לאחר שהגמל שתה לרוויה. ציינו בציור אילו תאים שינו את נפחם ואיך (התכווצו או התנפחו). היעזרו במחסן המילים שלפניכם.

גלאי השול

מרקם חוף-גלאי

גלאי צם אצוואים

כרס

2. ציירו את מעבר המים בין המדורים השונים בגוף הגמל לאחר שבוע בלי מים. ציינו בציור אילו תאים שינו את נפחם ואיך (התכווצו או התנפחו). היעזרו במחסן המילים שלפניכם.

גלאי השול

מרקם חוף-גלאי

גלאי צם אצוואים

כרס

3. איך ייראו תאי הדם האדומים של גמל בגן חיות, הניזון באופן סדיר מחציר ושותה מים בלי הגבלה? הסבירו את תשובתכם.

לאחר שפתרנו את חידת הגמל, נעבור לבדוק איך צמחי מדבר אוגרים מים.



ציוד וחומרים

- עלים של צמחים בשרניים, כגון אלוורה, אהל
- האצבעות, זוגן (בחורף) וגבעולים של קקטוסים
- עלים של צמח לא בשרני, למשל: יהודי נודד סגול
- מאזניים טכניים
- סקלפל
- זכוכיות נושאות
- זכוכיות מכסות
- רצועות נייר סינון
- ריבועי נייר סינון, 10 סמ"ר
- בינוקולר
- מיקרוסקופ אור
- מיקרוגל (או תנור ייבוש)



מהלך העבודה

א. לפניכם צמחים שהעלים שלהם בשרניים. הפרידו עלה מהגבעול, הניחו אותו על נייר סינון ולחצו על העלה באמצעות בסיס של עיפרון. תארו מה אתם רואים

ב. מהיכן יצאו המים שהיו בעלה? כדי לענות על השאלה עלינו להכין חתך רוחב באחד העלים, להסתכלות במיקרוסקופ אור: הניחו את העלה על זכוכית נושאת ובה טיפת מים. בזהירות רבה פרסו, בעזרת סקלפל, פרוסות דקות של העלה. בחרו בפרוסה הדקה ביותר, שימו אותה על טיפת המים, וכסו בזכוכית מכסה. כעת יש בידכם תכשיר של רקמת העלה להסתכלות במיקרוסקופ אור.

ג. הסתכלו על פרוסת העלה בהגדלה קטנה, ואחר כך בהגדלה בינונית. התרכזו במיוחד בשכבות התאים הפנימיות. תארו במילים את אשר אתם רואים. מומלץ להוסיף ציור במלבן שלפניכם. הכינו, באותה דרך, תכשיר מעלה של יהודי נודד (צמח לא בשרני), התבוננו בו, ותארו גם אותו.

ד. כדי לקבל מושג על חלקם של המים במשקל העלה, נייבש כמות ידועה של עלים במיקרוגל. לקבלת "משקל טרי", שקלו 15 גרם של עלים מסוג מסוים, על נייר סינון או נייר מגבת. הכניסו את העלים השקולים עם הנייר למיקרוגל, פזרו אותם באופן אחיד על הנייר וכוונו לעצמה מקסימלית, לזמן של 2 דקות. אם העלים לא התייבשו עד תום (בדקו עם המורה), הפעילו את המכשיר לדקה נוספת. בתום הייבוש שקלו שוב את העלים. תוצאות שקילה זו נקראות "משקל יבש". אם ברצונכם לבדוק עלה אלוורה, חתכו אותו לפרוסות דקות מאוד לפני ההכנסה לייבוש.

ה. התבוננו בעלים היבשים דרך בינוקולר או במיקרוסקופ אור, ותארו כמה מאפיינים של העלה היבש, שלא נראו בעלה הטרי.

ו. אספו נתוני משקל יבש של כל סוגי העלים שנבדקו בכיתה, ומלאו את הטבלה שלפניכם. חשבו את החלק היחסי של המים במשקל הטרי בכל סוג עלים. רשמו את התוצאות בעמודה המיוחדת לכך, בטבלה.

המשקל היחסי של המים בסוגים השונים של העלים

שם הצמח	משקל טרי (גרם)	משקל יבש (גרם)	שיעור המים במשקל הטרי של העלים (אחוזים)
יהודי נדב	15		

שאלות
?

1. מה אפשר ללמוד מההסתכלות בבינוקולר (או במיקרוסקופ אור) על מיקום המים בעלה? האם בכל העלים נמצאו המים באותו אזור? הסבירו את תשובתכם.

2. לאיזה מבין הצמחים שאת העלים שלהם בדקתם יכול להיות כושר העמידות הגדול ביותר בתנאי יובש? הסבירו איך קבעתם זאת.

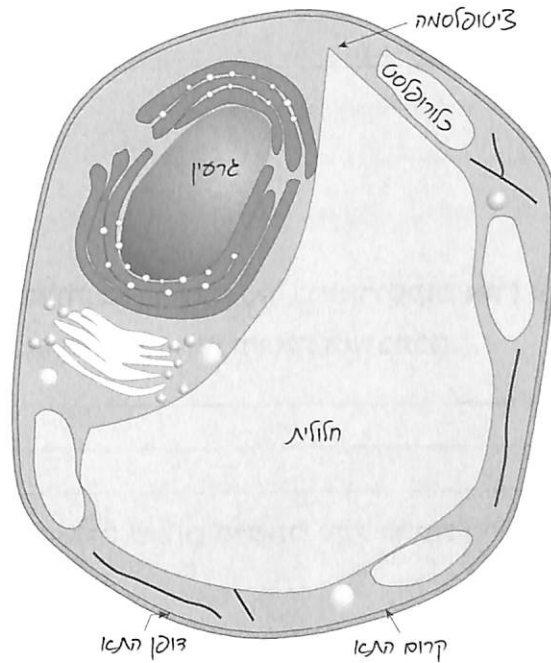


דרכים לאגירת מים בצמחים

כאשר מתבוננים בחתך בעלה של אלורה דרך בינוקולר או מיקרוסקופ אור אפשר להבחין כי את רוב שטח החתך תופסת שכבה רירית חסרת תאים. השכבה הרירית הזו בנויה מחומר הסופח אליו מים, בדומה לאבקת גילי המתנפחת כאשר מוסיפים לה מים חמים. שכבת הקריש הזו בנויה מחלבון שבין חלקיקיו יכולה להיות מאוחסנת כמות גדולה מאוד של מים. בצמח האלוורה אפשר לראות דרך אחת לאחסון מים בצמחים – באמצעות חומר שנמצא בין תאי הצמח, במרקם החוץ-תאי. דרך אחרת, שבדקנו בעלים של צמחים אחרים היא אגירת מים בתוך תאים, ברקמות הפנימיות של העלה.

היכן נאגרים המים בתא?

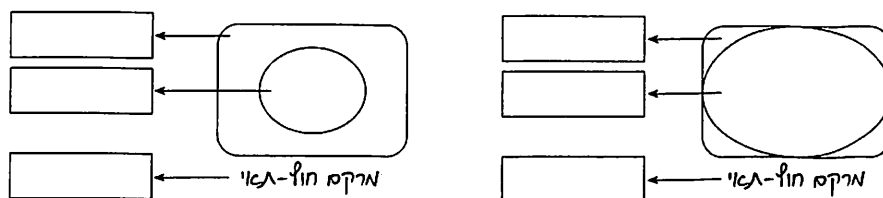
האיור שלפניכם מראה תא מבנה תא צמח טיפוסי, ובתוך התא נמצאת חלולית.



איור מספר 2: תא צמח ובו חלולית

החלולית היא בועת נוזלים המוקפת בקרום. בתוך החלולית נוצרים ונאגרים חומרים רבים שאינם יכולים לעבור דרך הקרום שלה. לעומת זאת מים יכולים לעבור דרכו. כאשר הצמח רווי במים, ככל שכמות החומרים בחלולית תגדל, ייכנסו אליה יותר מים והיא תתנפח. כאשר חסרים מים בסביבתו החיצונית של העלה, תיעשה הסביבה החיצונית לתא מרוכזת יותר מבתוך התא והחלולית, ומים מהחלולית יצאו אל התא ואל המרקם החוץ-תאי. כך למשל, הצמח יכול לאגור מים בחלולית בתקופה הגשומה, ולהשתמש בהם בתקופה השחונה.

1. באיור שלפניכם מוצג תא צמח (מצוירים קרום התא וקרום החלולית) במצב רווי במים (מימין) ובמצב של כמישה או מיעוט מים בסביבה החיצונית (משמאל). החצים באיור מסמנים תווך מסוים שיכול להיות תמיסה מרוכזת או תמיסה מהולה. כתבו ליד כל חץ את סוג התווך המתאים לו. אם חסרים לכם פרטים – השלימו אותם.



איור מספר 3: תא צמח מימין - במצב רווי מים, משמאל - במצב של כמישה

עד כה הכרנו שתי דרכים לאגירת מים בצמחים: במרקם החוף-תאי ובחלולית שבתוך תאי הצמח. דרך שלישית לאגירת מים בצמחים משותפת לכל צמחי היבשה, לאו דווקא לצמחי מדבר: צינורות ההובלה של הצמח מלאים במים ותורמים גם לייצוב הצורה של הצמח כולו. הסימן הבולט ביותר למחסור במים בצמחים הוא כמישתם – אבדן הצורה הזקופה שלהם.

2. בנו במלבן שלפניכם טבלה שבאמצעותה תשוו בין שלוש הדרכים לאגירת מים בצמחים. הכלילו בין שאר המדדים להשוואה את הכמות היחסית של המים שנאגרת, את מיקום המים – בתוך תאים או בסביבתם, ואת השפעת האגירה על הצמח.



3. איזו משלוש הדרכים לאגירת מים בצמח דומה לדרך שבה נאגרים מים בגוף הגמל? הסבירו.



- הגמל מסוגל להיות פעיל במשך כשבועיים בלא שתייה. את החסר הוא משלים בשתייה אחת. בעקבות השתייה מים שהצטברו בכרס, עוברים אל פלסמת הדם. תאי הדם האדומים חשופים בבת אחת לירידה בלחץ האוסמוטי. מבנה הקרום של תאי הדם האדומים של הגמל גמיש ומותאם לשינויים קיצוניים אלו.
- לצמחים שלוש דרכים לאגירת מים: מים נאגרים בחלולית הממלאת את רוב נפחו של תא הצמח, מים נאגרים בצינורות ההובלה של הצמח, ומים נאגרים במרקם החוץ-תאי באמצעות חומרים סופחי מים, כמו ג'ל.

571.6 EL ERA

ערן-צורן, יעל

SYSTEM NO. מס' מערכת

88233-1