



ניסוי 2

הנושא: הסתכלות בפיוניות בעלים של צמחים שונים

הכיתה: י, יא

הזמן הנדרש: שני שיעורים

הידע הקודם הנדרש: מבנה העלה, דיות (טרנספירציה)

בחלק א בניסוי התלמיד ישווה בין איבוד המים דרך האפידרמיס התחתון לבין זה המתרחש דרך האפידרמיס העליון.

הבדיקה המיקרוסקופית של אפידרמיס עליון ואפידרמיס תחתון בעלים שונים המבוצעת בחלקים ב ו-ג של הניסוי תסייע לתלמיד להסביר את הממצאים מחלק א.

בהמשך לניסוי זה מומלץ לבצע את ניסוי 3 בנושא הובלה שבו נבדק קצב הדיות בעלים שונים וכן התאמות של מבנה העלים המאפשרות צמצום התהליך.

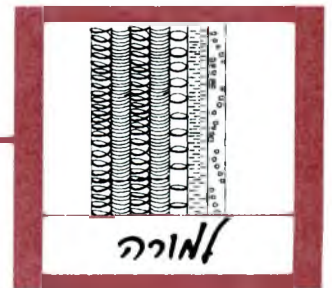
א. השימוש בנייר קובלט כלורי מאפשר להשוות בין איבוד המים דרך האפידרמיס העליון לבין זה המתקיים דרך אפידרמיס תחתון של עלים שונים (שווי צדדים, שוני צדדים). בעלים שווי צדדים איבוד המים מהאפידרמיס "העליון" ומהאפידרמיס "התחתון" דומה, ובעלים שוני צדדים איבוד המים העיקרי הוא דרך האפידרמיס התחתון.

נייר קובלט כלורי משמש בניסוי **להערכה** של כמות המים הנפלטת **ולא למדידתה** של כמות זו. הנייר רגיש גם לשינויים קלים בלחות ולכן כדאי להקפיד ולהשתמש בפיסות נייר שצבען דומה.

ב. בעלה שונה צדדים אין שינוי בצבע נייר קובלט כלורי המוצמד לאפידרמיס העליון גם לאחר זמן. התהליך המתקיים דרך אפידרמיס זה הוא דיות קוטיקולרי, ועוצמתו תלויה בעובי שכבת הקוטיקולה של הצמח הנבדק. שינוי הצבע המתרחש בנייר המוצמד לאפידרמיס התחתון הוא תוצאה של דיות פיונית ודיות קוטיקולרי (שאלה 12).

ג. מומלץ להכין תכשיר אפידרמיס מהצמח יהודי נודד. אם בחרת בצמח אחר, שנה את ההוראות בהתאם. התבוננות בתכשיר מיקרוסקופי של אפידרמיס מאפשרת הכרת הסידור הצפוף של תאי רקמת החיפוי. בצמחים שונים יש לתאים צורה אופיינית אך משותף לכל הצמחים הוא העדרם של הכלורופלסטים בתאים אלה.

ד. בבדיקה מיקרוסקופית של מגוון עלים אפשר לגלות אחידות במבנה הפיוניות וגיוון בפיזורן



בעלה. לתאי הסגירה של הפיוניות יש כלורופלסטים וברוב הצמחים צורתם דמוית כליה (בחד פסיגיים מסוימים, ממשפחת הדגניים למשל, יש לתאי הסגירה מבנה דמוי עצם).
 דופן תא הסגירה הפונה אל הפתח עבה משאר דפנות התא, ובינו לבין תא הסגירה הסמוך חסרה למלת ביניים, מבנה המאפשר לתאים אלה להתרחק זה מזה ולפיונית להיפתח.
 בצמחים אחדים הפיוניות נמצאות באפידרמיס תחתון בלבד (עלים שוני צדדים) ובאחדים הן מצויות באפידרמיס "עליון" ו"תחתון" (עלים שווי צדדים).

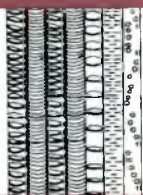
ה. כדאי להסב את תשומת לב התלמידים לכך שבאמצעות הציוד העומד לרשותם לא ניתן להבדיל בין פיונית פתוחה לסגורה.

ו. לפני הכנת תדפיס של תאי האפידרמיס מומלץ להדגיש כי בבדיקה מיקרוסקופית **לא** יראו התאים עצמם אלא רק צורתם, וזאת בשל חדירת הלק לשקעים שבין התאים. לפיכך, לא ניתן ללמוד מתדפיס תאים דבר על האברונים שבתאים אלה (שאלה 8 ג).
 כדאי להציע לתלמידים מבוחר עלים לצורך הכנת תדפיס וחישוב מספר פיוניות ממוצע בממ"ר באפידרמיס עליון ותחתון של העלים. בסיום הניסוי כדאי לרכז בטבלה את תוצאות החישובים ואף להציג בדרך גרפית מתאימה.

ז. על פי שטח שדה הראייה (בממ"ר) ומספר הפיוניות הממוצע בשדה הראייה ניתן לחשב את מספר הפיוניות בממ"ר. (הוראות למציאת קוטר השדה והערות למורה, ראה בתרגיל מעבדה 7). אם התלמידים מתקשים בביצוע החישוב המוצע בסעיף 11 ניתן לוותר עליו, אך ראוי להקפיד שהבסיס להשוואה יהיה שדה ראייה **באותה** הגדלה של המיקרוסקופ.

ד. בסיום הניסוי נדרש התלמיד לקשר בין תוצאותיו בחלק א, ובין פיזור הפיוניות בשני צדי העלה ומספר הפיוניות ליחידת שטח. ראוי להדגיש כי תהליך הדיות מושפע ממכלול גורמים פנימיים הקשורים במבנה הצמח (ובניסוי נבדקו רק קצתם) ומגורמי סביבה.

ט. ריסוס הצמח בחומר שקוף ובלתי חדיר לגזים (שאלה 13) יכול להשפיע באופן שונה בצמחים שונים בהתאם למבנה העלה, עמדתו ומיקום הפיוניות. במהלך הדיון כדאי לבחון את שיתרחש בטווח זמן קצר – צמצום הדיות, ובטווח זמן ארוך יותר – פגיעה אפשרית בפוטוסינתזה ובנשימה של הצמח. דיון כזה, העוסק באורגניזם השלם מאפשר להדגיש את הקשר בין מספר תהליכים המתרחשים בצמח ואת משמעותם לאורגניזם זה.



למורה

לקריאה נוספת

אוגדן ניסויים בביולוגיה, תרגיל מעבדה 7.

אמיר, ר', **הוראת הפוטוסינתזה למורה** (תשנ"ג 1993), המרכז הישראלי להוראת המדעים האוניברסיטה העברית בירושלים, עמ' 51–63.

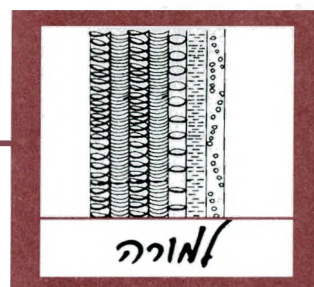


צומח וצמחים (1996) 8, האוניברסיטה הפתוחה, תל אביב, על מבנה פינויות — עמ' 47–50, על גורמים פנימיים המשפיעים על דיות עמ' 67–71.

רביב, ו', מודל הפינוית (1992), **עלון למורי הביולוגיה**, 132.



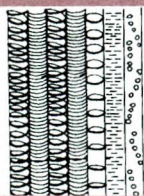
- ציוד לעבודה מיקרוסקופית
- כתבן
- מלקט (פינצטה)
- מנורה ובה נורה בת 60W או 100W
- 3 פיסות נייר קובלט כלורי (CoCl_2) (ניתן להשיג במרכז האספקה בבר אילן) וכל אחת מהן מודבקת באמצעות נייר דבק שקוף לזכוכית נושאת. הוראות לעבודה עם החומר או עם הנייר הזה ראה חוזר צוות הביולוגיה אוניברסיטת בר אילן (פברואר 2000) וכן בעלון מורי הביולוגיה 162 עמ' 141.
- בקבוק לק ציפורניים שקוף
- ריבוע נייר מילימטרי בגודל 1X1 ס"מ (רצוי שקוף)
- עלים של צמחים שונים (נוח להכין תכשיר מיקרוסקופי מעלים בשרניים)
- עלים שוני צדדים כגון: יהודי נודד או בשמת, ניצנית, פיקוס, חרוב.
- עלים שווי צדדים: אקליפטוס, ירקה.



A large rectangular area with horizontal lines for writing, intended for a student's response. To the right of the lines are illustrations of a pencil sharpener, a pencil holder with two pencils, and a single pencil.

ואז...





א

ניסוי 2

חלק א

בחלק זה תשווה באמצעות נייר קובלט כלורי בין האפידרמיס העליון של עלה לבין האפידרמיס התחתון.

לידיעתך: צבעו של נייר קובלט כלורי הוא כחול בסביבה יבשה, ונרוד בסביבה לחה. במהלך עבודתך תשתמש בנייר קובלט כלורי שהודבק באמצעות נייר דבק לזכוכית נושא. עליך להשתמש במלקט ולהסיר את נייר הקובלט המצופה בנייר הדבק ולהעבירו בזריזות אל העלים על פי ההנחיות שבהמשך.

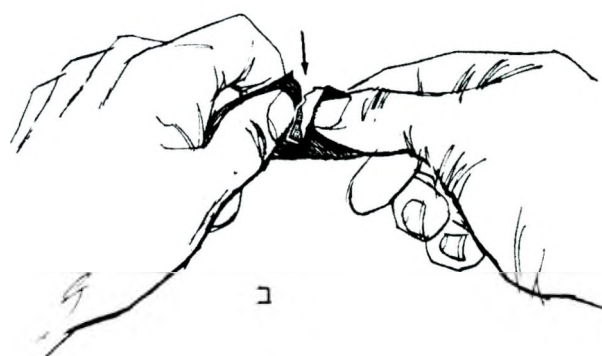
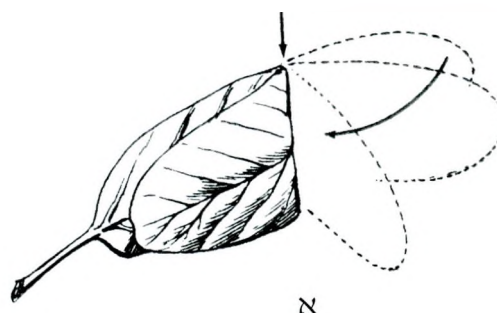
1. א. הדבק פיסת נייר קובלט כלורי על אפידרמיס **עליון** של העלה שברשותך. ודא שנייר הדבק צמוד אל העלה.
- ב. חזור על הוראות סעיף א והדבק נייר קובלט כלורי על אפידרמיס **תחתון** של עלה אחר שברשותך.
- ג. הצב מנורה בגובה של כ-30 ס"מ מעל השולחן. הנח את העלים על השולחן כך שהצד שאליו הודבק הנייר יפנה אל מקור האור. הדלק את המנורה ורשום את השעה.
- ד. מדוע התבקשת להדליק את המנורה?
- ה. המשך לעבוד על פי ההוראות בחלק ב, אך זכור לבדוק את השינויים בצבע הניירות שהדבקת במשך כ-15 דקות. תאר את תצפיותך.

2. א. מה ניתן להסיק מההשוואה בין תוצאות הטיפולים?
- ב. איזה מהעלים הונח בעמדה הדומה לעמדת העלים בטבע?

חלק ב

בחלק זה תבדוק את המבנה המיקרוסקופי של האפידרמיס בעלים שונים.

3. א. הכן שתי זכוכיות נושאות. רשום בשולי אחת הזכוכיות "ע" (עליון) ובשולי האחרת רשום "ת" (תחתון). טפטף טיפת מים במרכזה של כל זכוכית נושאת.
- ב. החזק עלה של יהודי נודד כשהאפידרמיס התחתון שלו פונה כלפיך. קפל את העלה, שבור אותו ומשוך (ראה איור בעמוד הבא).

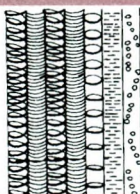


איור: קריעת עלה להכנת מתקן של אפידרמיס

ברשותך פיסה דקה מאוד מהעלה – זוהי רקמת אפידרמיס. חתוך פיסה מהאפידרמיס והנח אותה בטיפת המים שעל זכוכית נושאת "ת" (העזר במחט מתקן כדי ליישר את הרקמה).
ג. כסה בזכוכית מכסה ובדוק את התכשיר במיקרוסקופ.

4. תאי האפידרמיס הם תאים צפופים, חסרי כלורופלסטים. מקצת התאים נראים סגולים בשל האנתוציאנינים המצויים בחלולית (ואקואולה) שלהם. בין תאי האפידרמיס ניתן להבחין בתאים בעלי צורה אופיינית ובהם כלורופלסטים, אלה הם תאי הסגירה של הפיוניות.
א. עבור להגדלה שבה אתה מבחין במרב הפרטים.
ב. צייר 2–3 תאי אפידרמיס וכן תאי סגירה של פיונית המצויים ביניהם.
הקפד על כללי הדיווח באמצעות ציור. לתשומת לבך: ייתכן שיקשה עליך לקבוע אם הפיונית פתוחה או סגורה.

5. א. חזור על הוראות סעיפים 3 ב ו-ג, והפעם החזק את העלה כשצדו העליון פונה אליך כך שהרקמה שתקבל תהיה אפידרמיס **עליון**.
ב. האם ניתן למצוא תאי סגירה של פיוניות באפידרמיס העליון של עלה יהודי נודד?
ג. כיצד נקרא טיפוס עלים כזה?



מאזן

6. א. היעזר בהוראות סעיפים 3–5 והכן תכשיר של אפידרמיס עליון ותכשיר של אפידרמיס תחתון מעלה של צמח אחר.
 ב. מה ההבדל בין העלה שבדקת לעלה יהודי נודד?

חלק ג

בחלק זה תכיר שיטה המאפשרת הכנת **תדפיס** של תאי אפידרמיס.

7. א. ברשותך שני עלים של אותו צמח. רשום את שם הצמח.
 מרח לק שקוף על אפידרמיס עליון של אחד העלים – ועל אפידרמיס תחתון של העלה האחר.
 ב. הכן שתי זכוכיות נושאות. רשום בשולי האחת "ע" ובשולי האחרת "ת".
 ג. לאחר ששכבת הלק כבר התייבשה: קלף בעזרת מלקט ומחט מתקן, פיסה קטנה מהלק שמרחת על האפידרמיס העליון והנח אותה על זכוכית נושאת "ע". ודא שפיסת הלק אינה מקופלת.
 ד. חזור על הוראות סעיף ג עם פיסת לק שמרחת על האפידרמיס התחתון והנח אותה על זכוכית נושאת "ת".
8. בדוק במיקרוסקופ (בהגדלה גדולה ככל שניתן) את **תדפיס** האפידרמיס העליון.
 א. מה מאפיין את התאים שאת הדפסם הנך רואה?
 ב. על פי תדפיס התאים, האם יש ברקמה הנבדקת כמה טיפוסי תאים?
 ג. האם השיטה שהשתמשת בה מאפשרת לקבל מידע על האברונים שבתאי האפידרמיס? נמק.
9. בדוק במיקרוסקופ את **תדפיס** האפידרמיס התחתון.
 במה נבדל התדפיס של האפידרמיס התחתון מזה של האפידרמיס העליון?
10. בסעיף זה תספור את מספר הפיוניות ליחידת שטח באפידרמיס תחתון של עלה.
 א. בהגדלה שבה ניתן להבחין בברור בפיוניות, ספור את מספרן בשדה ראייה. רשום את התוצאה.
 ב. הזז את התכשיר, ספור את מספר הפיוניות בארבעה שדות ראייה נוספים ורשום את התוצאות.



ג. חשב את מספר הפיוניות הממוצע בשדה ראייה, באפידרמיס תחתון של העלה שאותו בדקת.

11. א. בעזרת פיסת נייר מילימטרי מדוד את קוטרו של שדה הראייה שבו התבוננת.

ב. חשב את שטח שדה הראייה שבו התבוננת.

ג. חשב את מספר הפיוניות הממוצע לממ"ר באפידרמיס עליון של העלה שאותו בדקת.

ד. הוסף את תוצאות חישוביך לטבלת הנתונים הכיתתית.

ה. השווה את התוצאות שקיבלת למידע בספרות.

12. א. בחלק א בניסוי בדקת את איבוד המים משני צדדיו של עלה. בחלקים ב ו-ג בדקת שתי תכונות הקשורות למבנה העלה.

הסבר את הקשר בין הממצאים בכל חלקי הניסוי.

ב. ציין גורמים נוספים הקשורים במבנה העלה ומשפיעים על קצב הדיות. הסבר כיצד כל אחד מהגורמים משפיע על קצב התהליך.

13. גנן מסור ביקש לשפר את הצמחייה שבגנו. הגנן ריסס בזהירות רבה את עלי הצמחים בציפוי בלתי חדיר לגזים ושקוף. כיצד לדעתך ישפיע הטיפול על התפתחות הצמחים?



ניסוי 3

הנושא: דיות (טרנספירציה) בצמחים שונים

הכיתה: יא, יב

הזמן הנדרש: שני שיעורים לביצוע הניסוי, שני שיעורים לעיבוד התוצאות ודיון בהם

הידע הקודם הנדרש: מבנה העלה, דיות

בחלק א של הניסוי התלמיד יבדוק את איבוד המים מעלים של צמחים שונים, ובחלק ב יבדוק את המבנה המיקרוסקופי של עלים אחדים. בדיקת קצב תהליך הדיות בעלים והכרת חלק מההתאמות של משק המים בעלים אלה מאפשרת הבנה טובה של התהליך והגורמים המשפיעים עליו. מומלץ לבצע ניסוי זה לאחר ביצוע ניסוי 2 – הובלה.

א. מטרת הטיפול המוקדם בענפים (קטימתם, הכנסתם למים והחזקתם באור) היא להבטיח שבעליהם יישמר מאזן מים חיובי. כיסוי הענפים בנייר כהה יכול לגרום לסגירת הפיוניות ובתחילת הניסוי עם חשיפת הענפים לאור הפיוניות תפתחנה (שאלה 9 ה).

ב. המנורה המוארת היא מקור קרינה של אור וחום. התלמיד מתבקש להדליק את המנורה (סעיף 2) **קודם** תחילת הניסוי כדי לאפשר התייצבות הטמפרטורה באזור הענפים. כדי להבטיח שעוצמת האור תהיה דומה ככל שניתן בקרבת כל אחד מהענפים (סעיף 4) מומלץ להשתמש במד אור ולשנות לפי הצורך את מיקום הענפים בכך המבחנות. אם בכוונתך לבצע עיבוד תוצאות כיתתיות ראוי להקפיד במיוחד על מרחק דומה של המנורה מהענפים, כלומר עוצמת אור דומה, בכל קבוצות העבודה.

ג. במדידות צפויים שינויים קטנים במשקל הענפים, ולכן מומלץ להשתמש במאזניים אנליטיים או חצי אנליטיים המשמשים בדרך כלל את הלבורנט. בהתחשב בתנאים שבהם מתבצעות שקילות הענפים, אפשר לבצע את השקילות במועדים שונים מאלה שבדף לתלמיד. בכל מקרה רצוי לבצע 3 שקילות במהלך 15–20 הדקות הראשונות, ובהמשך אפשר לשקול במרווחי זמן גדולים יותר.

ד. ידועות מספר שיטות למדידת קצב הדיות ולכל אחת מהן יתרונות וחסרונות: אחדות מורכבות מבחינה טכנית ואחרות דורשות מדידות במשך פרקי זמן ארוכים יחסית. השיטה המבוצעת בניסוי זה מתבססת על שינוי במשקל של חלקי צמח (ענף קטן שלו מספר עלים).



ראוי לציין שבהחלט ייתכן הבדל בין קצב הדיות בחלק הצמח המנותק בהשוואה לקצב התהליך בצמח השלם; שלא כמו בענף המנותק, בצמח השלם בה בעת שמתרחש איבוד מים בדיות מתקיימת קליטת מים בשורש.

ה. הניסוי שהתלמיד מבצע הוא ניסוי רב גורמי, אשר במהלכו נבדק שינוי המשקל של ענפים ממני צמחים שונים בפרקי זמן אחדים, כלומר שני המשתנים הבלתי תלויים הם: סוג הצמח ומשך חשיפתו של כל אחד מהענפים המנותקים למקור אור (שאלה 9 ב). בניסוי זה נבדקות בו זמנית שתי השערות:

1. צמחים שונים מאבדים כמויות שונות של מים מעליהם באותו פרק זמן.
 2. בתנאי הניסוי, כאשר העלים מנותקים, קצב איבוד המים אינו קבוע.
- התלמיד יבחר בעיבוד התוצאות הראוי ובהצגה הגרפית המתאימה בהתחשב בהשערה אותה ברצונו לייצג (ראה סעיף ט).

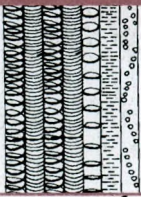
ו. עיבוד תוצאות הניסוי נעשה במספר שלבים:

1. ביצוע וחישוב השטח הכולל של העלים בכל ענף (סעיף 7):
א. ניתוק העלים מהענף ושקילתם.
- ב. גזירת ריבוע או מלבן בגודל המרבי שניתן (סעיף 7 ב). לצורך חישוב השטח בסמ"ר רצוי שגודלו יהיה מרבי, כדי שבקטע הנשקל יהיה ייצוג לכל רקמות העלה (גם לעורק).
- ג. חישוב

$$\text{משקל כולל של העלים בגרמים} \times \text{שטח פיסת העלה בסמ"ר} = \frac{\text{משקל פיסת העלה בגרמים}}{\text{שטח כולל של העלים בסמ"ר}}$$

חישוב זה מבוסס על ההנחה שקיים יחס ישר בין משקלה של פיסת העלה ובין משקלה הכולל של העלים.

2. חישוב איבוד המים היחסי ביחידות של גרם מים / סמ"ר שטח עלים. ראוי להדגיש כי לצורך השוואה בין איבוד המים מעלים של צמחים שונים או לצורך חישוב ממוצע של כמה מדידות יש לחשב תחילה את איבוד המים ליחידת שטח עלים (סעיף 8).
 3. חישוב קצב הדיות ביחידות של גרם מים / שעה / סמ"ר שטח עלים:
- ההפרש בין משקל ענף כלשהו בזמן 0 לבין משקלו לאחר 60 דקות הוא סך איבוד המים בגרם / לשעה. מייחוס הפרש זה ליחידת שטח עלים ניתן לקבל את קצב הדיות ביחידות של גרם מים / שעה / סמ"ר שטח עלים.



מחיר

ז. כל אחת מהדרכים שהוצעו לעיל לעיבוד התוצאות מתאימה גם לעיבוד תוצאות כיתתיות, לצורך חישוב ממוצעים או לקבלת תוצאות לגבי מגוון גדול יותר של צמחים נבדקים. מומלץ להשתמש בגיליון האלקטרוני לעיבוד התוצאות ולהצגת התיאורים הגרפיים.

ח. כדי להקל על התלמידים בעיבוד תוצאות הניסוי, יש לשנות את הניסוי כך שכל תלמיד יבדוק את שינוי המשקל במשך זמן בענף אחד בלבד. במקרה זה מומלץ לבחור בענף של צמח שבו ניתן להבחין בשני שלבים ברורים יחסית של איבוד מים (לדוגמה: אקליפטוס), ראה הערות ט 2 ו-י.

ט. מומלץ להסב את תשומת לב התלמידים לכך שיש להתאים את ההצגה הגרפית להשערה שנבדקה בניסוי. כאמור, בניסוי נבדקו שתי השערות בו זמנית ובהתאם לכך אפשר לייצג את התוצאות בשני אופנים:

ט1: התיאור הגרפי המתאים לייצוג השערה 1 (סעיף ה לעיל) הוא דיאגרמת עמודות שבה ציר X הוא סוג הצמח וציר Y והוא קצב הדיות (גרם מים / שעה / סמ"ר).

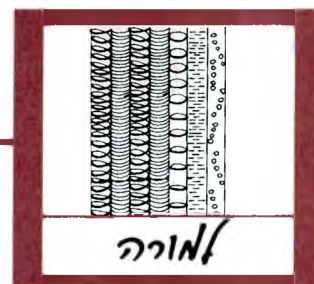
ט2: התיאור הגרפי המתאים לייצוג השערה 2 (סעיף ה לעיל) הוא עקום שבו ציר X הוא זמן בדקות וציר Y הוא איבוד המים ליחידת שטח עלים (גרם מים / סמ"ר). במקרה זה ניתן להציג על אותה מערכת צירים כמה עקומים שכל אחד מייצג סוג צמח אחר ולכן התלמיד יכול להסתפק בייצוג זה בלבד.

י. לתשומת לב מיוחדת ראויה תופעה הקיימת בצמחים שבהם קצב הדיות משתנה במשך זמן הבדיקה וניתן לצפות בה בתיאור הגרפי המצוין בסעיף ט 2.

צפוי שבאקליפטוס ובצמחים עשבוניים מיד לאחר החשיפה לאור, יהיה קצב איבוד מים רב ואפשר לייחס אותו לפיוניות הפתוחות. לאחר זמן ניכרת הפחתה של ממש בקצב הדיות ואפשר לייחס אותה לשינוי בטורגור בתאי הסגירה של הפיוניות – מצב הגורם לסגירתן.

כאשר קצב הדיות אינו קבוע בכל מהלך הבדיקה, יש לחשב את קצב הדיות לכל פרק זמן בנפרד (כשהפיוניות פתוחות, וכשהן סגורות).

ראוי להבהיר לתלמידים כי גם כשכל הפיוניות סגורות נמשך איבוד מים משטח פני העלים (דיות קוטיקולרי). בדרך כלל רק כמות קטנה מאוד של אדי מים (לא יותר מ-5%) אובדת בדיות קוטיקולרי ואילו רוב המים אובדים בדיות פיוניות. עמידותם של עלים מנותקים לאיבוד מים תלויה בעיקר בהרכב הקוטיקולה ובעובייה, מכיוון שבתנאי התייבשות הפיוניות נסגרות והדיות הקוטיקולרי הוא המסלול העיקרי לאיבוד מים.



יא. בפרק הזמן שנבדק בניסוי, שינויים במשקל הענף הנובעים מתהליכי פוטוסינתזה ונשימה הם קטנים יחסית לשינוי במשקל הנובע מאיבוד מים. שיטת המדידה מבוססת על ההנחה שהירידה במשקל הענף במשך הזמן, מבטאת את איבוד מים בתהליך הדיות (שאלה 11 א).

יב. במהלך הדיון בתוצאות הניסוי רצוי להדגיש כי מנגנון הסגירה והפתיחה של הפיוניות מסייע בשמירה על הומיאוסטזיס בצמחים. סגירת הפיוניות בצמח **אינה מתבצעת כדי למנוע איבוד מים נוסף** אלא היא **מתקיימת בשל שינוי במאזן המים** בתאי הסגירה ובצמח כולו. סגירת הפיוניות מצמצמת במידה רבה את איבוד המים והודות לכך משתפר מאזן המים בצמח. עם זאת פוגעת סגירת הפיוניות בפוטוסינתזה.

יג. ההסתכלות המיקרוסקופית המתבצעת בחלק ב תומכת בממצאים שהתקבלו בחלק א. בעלי ההרדוף יש פיוניות רק באפידרמיס התחתון, ואלה נמצאות בתוך שקעים באפידרמיס. מבנה כזה האופייני לצמחים קסרופיטים גורם ליצירת מיקרוסביבה רוויה באדי מים ובשל כך הדיות נמוכה. בעלי זית יש פיוניות רק באפידרמיס התחתון והן מכוסות בשערות צפופות מאוד המעכבות את פיזור אדי המים הנפלטים מהעלה, ובשל כך הדיות נמוכה.

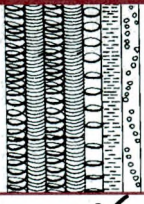
יד. ביצוע שני חלקי הניסוי ודיון בתוצאותיהם מאפשרים להכיר את מקצת גורמי הסביבה והגורמים הפנימיים המשפיעים על תהליך הדיות בצמחים.

לקריאה נוספת:

צומח וצמחים (1996), 6–8 האוניברסיטה הפתוחה, עמ' 59–77.
 אמיר, ר' **פרקים באקולוגיה** (1995), המרכז להוראת המדעים בירושלים, עמ' 75–80.
 אמיר, ר' **הוראת הפוטוסינתזה** (1993), המרכז להוראת המדעים בירושלים, עמ' 63–65.



אפשר לבצע ניסוי דומה בו גבעולים נחשפים לקרינת אור וחום כמתואר בניסוי להלן, מוצבים בקרבת מאוורר.



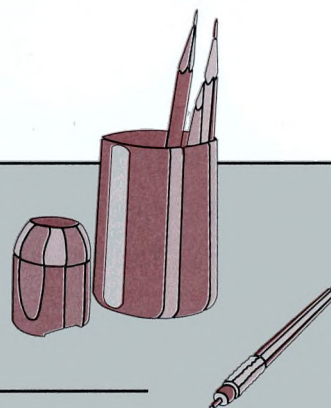
לאורה



- מנורת שולחן ובה נורה בת 100 W
- מאזניים (רצוי מאזניים חצי אנליטיים או מאזניים אנליטיים)
- 2 ריבועי נייר פרפילס בגודל כ-4x4 ס"מ
- ציוד לעבודה מיקרוסקופית
- סרגל
- שעון בעל מחוג דקות
- מד חום
- מד אור
- מספריים
- מגבת נייר
- כן למבחנות
- 3 מבחנות רגילות
- ארגז מיקרוסקופ (או אמצעי אחר להגבהת המנורה לאופן שבו התאורה על העלים תהיה דומה ככל האפשר לתאורה טבעית)
- 3 ענפים של צמחים שונים, באורך 15–20 ס"מ, בכל ענף 4–5 עלים.
- הסר את העלים התחתונים בענף כך שבגובה של כ-5 ס"מ מן הקצה לא יהיו עלים.
- יש לבחור ענפים מעוטי עלים שלא יסתירו את התאורה, ויהיו מונחים היטב על משטח השקילה (עלים הנשענים על מכשיר השקילה משבשים את התוצאה).
- מומלץ לקטוף את הענפים יום לפני ביצוע הניסוי, לקטום אותם בקצה, ולשמרם בכלי מכיל מים כשהם חשופים לאור. כשעה לפני ביצוע הניסוי כסה את הגבעולים בנייר כהה.

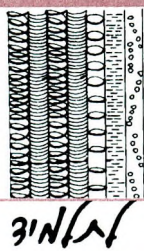


A large rectangular area with horizontal lines for writing, intended for the student's response.



ועכשיו...





ניסוי 3

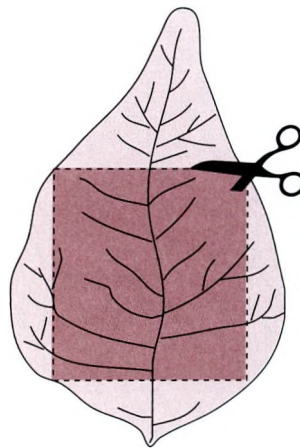
בניסוי זה תבדוק את קצב הדיות בעלים של צמחים אחדים ותכיר התאמות אחדות הקשורות למשק המים בצמחים אלה.

חלק א

1. ברשותך 3 ענפים של צמחים שונים, לכל אחד כמה עלים. הענפים נקטפו יום לפני ביצוע הניסוי והוכנסו לכלי המכיל מים. הענפים היו חשופים לאור במשך כמה שעות ולאחר מכן כוסו בנייר כהה.
כיצד השפיע הטיפול המוקדם שתואר לעיל על משק המים בעלים ועל מצב הפיוניות שלהם?
2. א. מדוד את טמפרטורת האוויר בחדר ורשום את התוצאה.
ב. הצב מנורת שולחן בגובה של כ-30–40 ס"מ מעל השולחן. הדלק את המנורה.
3. א. הוצא אחד מהענפים, גזור את הקצה שהיה טבול במים והשאר 3–4 ס"מ ללא עלים. נגב בעדינות את קצה הענף והעלים שנרטבו.
ב. עטוף בנייר פרפילם את קצה הענף החשוף ואת מקום הסרת העלים. והדק את הנייר לענף.
ג. שקול את הענף ורשום את התוצאה (הקפד שהעלים לא יגעו במכשיר השקילה אלא יהיו מונחים על משטח השקילה).
ד. חזור על הוראות סעיפים א–ג עם שני הענפים הנותרים.
4. א. הכנס כל אחד מהענפים למבחנה **ריקה** כך שעמדת העלים תהיה דומה ככל שניתן לזו שבצמח השלם.
ב. שים את המבחנות בכך למבחנות, והצב את הכן מתחת למקור האור שהכנת בסעיף 2ב, הקפד שמרחק כל אחד מהענפים ממקור האור יהיה דומה ככל האפשר.
רשום את השעה, זהו זמן 0 של הניסוי.
השתמש במד אור בכדי לוודא שעוצמת האור בקרבת הענפים דומה.
5. א. לאחר 5 דקות שקול במהירות כל אחד מהענפים והחזר אותם למקומם.
ב. חזור על מדידת המשקל לאחר 10, 15, 30 ו-60 דקות מתחילת הניסוי.
ג. הכן טבלה מתאימה ורשום בה את תוצאות מדידותיך.



6. בפרקי הזמן הארוכים יחסית שבין מדידה למדידה, בצע את **חלק ב** על פי ההוראות שבהמשך.
7. בתום 60 דקות מתחילת הניסוי, לאחר שסיימת את כל השקילות, עליך לעבד את התוצאות. שתי המדידות, כמתואר בסעיפים א, ב שלהלן יסייעו לך בעיבוד זה.
 - א. נתק את **כל** העלים של אחד הענפים ושקול אותם (ללא הפטוטרות). רשום את התוצאה.
 - ב. גזור מאחד העלים **ריבוע או מלבן** בגודל המרבי שניתן (ראה איור).



- מדוד ורשום את מידות הצורה שגזרת. חשב את שטח הצורה (ריבוע או מלבן). שקול את הצורה שגזרת ורשום את התוצאה.
 - ג. חזור על הוראות סעיפים א, ב עם שני הענפים הנותרים.
 - ד. **חשב** את השטח הכולל של העלים (ביחידות של סמ"ר) בכל אחד מהענפים.
8.
 - א. מהו הקשר בין שטח פני העלים לבין איבוד מים מהצמח בתהליך הדיות?
 - ב. חשב את **איבוד המים** בכל אחד מהענפים שבדקת ליחידת שטח עלים.
 9. הניסוי שביצעת הוא ניסוי רב גורמי, כלומר באותו מערך ניסוי נבדקו מספר השערות (במקרה זה נבדקו שתי השערות).
 - א. נסח את שתי ההשערות שנבדקו בניסוי.
 - ב. מהם שני המשתנים הבלתי תלויים בניסוי?
 - ג. מהו המשתנה התלוי ומהי דרך מדידתו? באילו יחידות מבוטא המשתנה התלוי? היעזר בתשובתך לשאלה הקודמת.
 - ד. מהי הבקרה בניסוי?



ניסוי 3

10. א. מהי הדרך הגרפית שתבחר להצגת תוצאות הניסוי? נמק.
ב. הצג את התיאור הגרפי שבחרת.
11. א. מהי ההנחה שעליה מתבססת שיטת המדידה בניסוי?
ב. מהן המסקנות שניתן להסיק מהניסוי?
12. מנה שלושה גורמים הקשורים למבנה העלה ועשויים להשפיע על קצב הדיות בצמחים. הסבר כיצד משפיע כל גורם על קצב התהליך.
13. א. מנה את הגורמים הקבועים בניסוי.
ב. ציין שלושה גורמי סביבה העשויים להשפיע על קצב הדיות. הסבר כיצד משפיעים גורמים אלה על קצב הדיות.

חלק ב

14. בחלק זה תכיר עלים שבהם התאמות מיוחדות לקשורות למשק המים של הצמח.
א. שים טיפת מים על זכוכית נושאת.
ב. גרד בעזרת מחט מתקן מעט מ"הניסוי האפור" שעל האפידרמיס התחתון של עלה זית והנח בטיפת המים. כסה בזכוכית מכסה.
ג. בדוק במיקרוסקופ את התכשיר שהכינות וצייר תאים אחדים.
המבנים דמויי כוכב שהנך מזהה בתכשיר הן שערות חד תאיות המכסות את האפידרמיס. שערות אלה, המקנות לעלה הזית צבע אפור כסף, רבות מאוד בצדו התחתון של העלה ומעטות בצדו העליון.
15. א. בעלה של זית יש פיוניות רק באפידרמיס התחתון. מהו, לדעתך, היתרון של השערות הרבות המצויות מעל אפידרמיס זה?
ב. מהו היתרון של שערות באפידרמיס העליון?
16. א. הסר בעזרת סכין גילוח שכבה דקה של אפידרמיס תחתון מעלה הרדוף, והנח אותה בטיפת מים על זכוכית נושאת. כסה בזכוכית מכסה ובדוק התכשיר במיקרוסקופ.



ב. "החורים" עטורי השערות שמצאת בצדו התחתון של עלה ההרדוף הם שקעים שבהם ממוקמות הפיוניות באפידרמיס. מהו, לדעתך, היתרון של מבנה מיוחד זה?

17. הסבר במה מסייעת ההסתכלות המיקרוסקופית שביצעת בעלה הזית ובעלה הרדוף להבנת תוצאות הניסוי שבצעת בחלק א.