

הוראה במעבדה

מיקרוסקופיה



תוכן עניינים

3	הנחיות ודגשים ללברנטים ולמורים.....
3.....	הנחיות להסתכלות במיקרוסקופ וציור תכשיר
4.....	הכנת תכשיר של תאי אפידרמיס מבצל ומתאי לחי
5.....	תאי אפידרמיס של בצל סגול במים ובתמיסת סוכרוז
5.....	הנחיות להכנת תכשיר אפידרמיס מעלה סלק
6.....	הכנת תכשיר "תדפיס פיוניות"
6.....	הכנת תכשיר אפידרמיס מעלה כותרת של גרניום אדום (או סגול)
6.....	הכנת תכשירים מפלפל אדום
7.....	הכנת תכשיר מתאים של תפוח אדמה וצביעת עמילופלסטידות
7.....	הכנת תכשיר משערות באפידרמיס תחתון של עלה זית
8.....	הכנת עלים של בצל ירוק להסתכלות בצינורות עצה צבועים
9.....	הכנת תכשיר של גרגרי אבקה מצמח ממשפחת המורכבים
11.....	הכנת תכשירים להסתכלות בגרגרי אבקה בסוגים שונים של דבש
13	הנחיות לתלמיד.....
13.....	הכנת המיקרוסקופ והנחיות להסתכלות בתכשירים מבעד למיקרוסקופ
15.....	הכנת תכשירים של תאי אפידרמיס מבצל ותאי אפיתל מן הלחי
17.....	הכנת תכשירים של תאי אפידרמיס מבצל סגול במים ובתמיסת סוכרוז
19.....	הכנת תכשיר של אפידרמיס מעלה סלק
20.....	הכנת תכשיר "תדפיס פיוניות"
21.....	הכנת תכשיר של אפידרמיס מעלה כותרת של גרניום אדום (או סגול)
22.....	הכנת תכשיר של אפידרמיס מקליפה וציפה של פרי פלפל אדום
24.....	הכנת תכשיר מתאים של תפוח אדמה
25.....	הכנת תכשיר מאפידרמיס תחתון של עלה זית והסתכלות בשערות שבאפידרמיס
26.....	הכנת תכשיר להסתכלות בצינורות עצה צבועים של עלה בצל ירוק
27.....	הכנת תכשיר של גרגרי אבקה מצמח ממשפחת המורכבים
29.....	הכנת תכשיר לתצפית בגרגרי אבקה בסוגים שונים של דבש

הנחיות ודגשים ללבורנטים ולמורים

בכל הפעילויות על שולחן התלמידים:

מיקרוסקופ + תאורה תקינה.

קופסה ובה ציוד נלווה להסתכלות במיקרוסקופ:

- כ-5 זכוכיות נושאות
- זכוכיות מכסות
- 5 פיסות נייר סופג מנייר סינון בגודל כ-3 X 8 ס"מ (אין צורך לדייק)
- נייר עדשות
- בקבוקון עם טפי ובו כ-10 מ"ל מים מזוקקים
- מלקטת עם קצוות דקים
- קיסם עץ

1 הנחיות להסתכלות במיקרוסקופ וציור תכשיר

בנוסף להגדלת העין (אוקולר) והגדלות העצם (אובייקטיבים) המגדילות X4, X10, X40. בחלק מהמיקרוסקופים יש גם הגדלה X100 (הגדלת אימרסיה), הגדלה זו משמשת להסתכלות בחיידקים ובחלקי תא. כדי להשתמש בהגדלה זו יש צורך לטפף "שמן אימרסיה" על הזכוכית המכסה, שמן זה מונע את שבירת קרני האור.

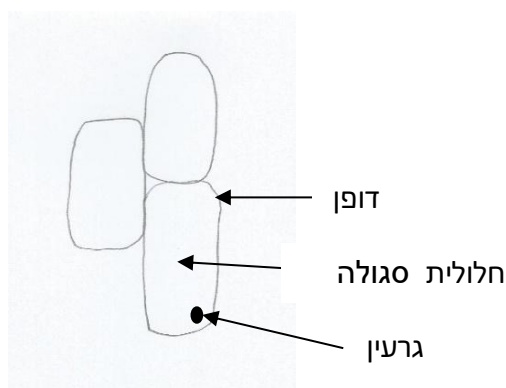
לאחר השימוש בשמן אימרסיה חשוב ביותר לנקות את העדשה בנוזל מיוחד.

אם אינכם משתמשים בהגדלה של X100 רצוי להוציא מהמיקרוסקופ ומהקופסה את העדשה הזאת כדי שהתלמידים לא ישתמשו בה אלא רק על פי הצורך ובזהירות הנדרשת.

דוגמה להנחיות לציור תכשיר על סמך הסתכלות במיקרוסקופ והערכת הציור תלמידים נדרשים להכין תכשיר אפידרמיס של בצל סגול במים. הנחיות לתלמידים:

- ציירו במחברת 2 – 3 תאים שצפיתם בהם בתכשיר.
- כתבו כותרת מתאימה לציור.
- ציינו את ההגדלה שהתבוננתם בה.
- סמנו בחץ את חלקי התא (לפחות שני חלקים) וציינו את שמם.
- אם בתכשיר יש חלקי תא שיש בהם צבע – ציינו זאת בציור.

איור 1: תכשיר אפידרמיס של בצל סגול



קריטריונים להערכת הציור:

- הציור כולל 2 תאי אפידרמיס.
- הכותרת מתאימה: תאי אפידרמיס של בצל סגול במים.
- ציון נכון של ההגדלה: הגדלה 10X40, או 10X10, או 100X או 400X.
- בציור יש סימון באמצעות חיצים של שני חלקי תא (דופן / חלולית / גרעין) וציון שמם.

טבלה 1: דוגמאות לליקויים בציור ובסימון חלקי תא

ציור קטן מדי
ציור סכמטי. לדוגמה: תאים עגולים או מרובעים
ציור תא אפידרמיס אחד בלבד
ציון "ציטופלסמה" בחץ המצביע על החלולית
הוספת מידע שגוי עודף: סימון מיטוכונדריה / ריבוזומים
סימון רק קרום תא (במקום דופן)
ציון שם החלק בתא, ללא סימון בחץ את מיקומו
חסרה כותרת או כותרת חלקית או שגויה
רישום ההגדלה שגוי כגון: רשומה רק ההגדלה של האובייקטיב / האוקולר הגדלה בלתי סבירה, כגון 0.25X10 הגדלה בלתי סבירה, כגון: 0.25 (המוקד של העדשה) תיאור מילולי של ההגדלה (למשל: "הגדלה קטנה")

2 הכנת תכשיר של תאי אפידרמיס מבצל ומתאי לחי

- גלד בצל לבן.
- 5 מ"ל תמיסת מתילן כחול בריכוז 0.1% בבקבוקון טפי מסומן "מתילן כחול" (המיסו 0.1 גרם מתילן כחול במים מזוקקים עד לנפח של 100 מ"ל).
- מטוש (קיסם שקצהו עטוף בצמר גפן) בתוך שקית חד פעמית.
- סכין חד.

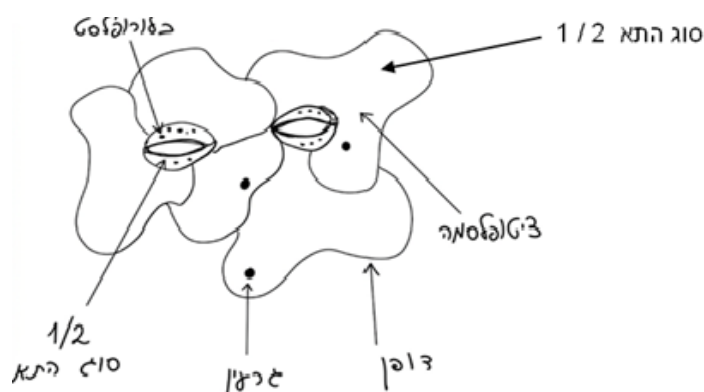
3 תאי אפידרמיס של בצל סגול במים ובתמיסת סוכרוז

- בקבוקון טפי ובו כ-5 מ"ל תמיסת סוכרוז בריכוז 1M.
- הכנת תמיסת סוכרוז: המיסו 34.2 גרם סוכרוז במים מזוקקים עד לנפח תמיסה של 100 מ"ל.
- עט לסימון על זכוכית.
- 2 גלדים של בצל סגול בשקית.

4 הנחיות להכנת תכשיר אפידרמיס מעלה סלק.

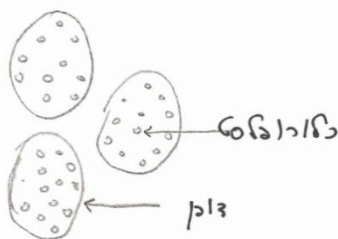
- יש לקנות עלי סלק - מנגולד **טריים** ולשמור את העלים הקנויים בשקית סגורה במקרר.
- בבוקר הניסוי הוציאו את העלים מהשקית, חיתכו כ-1 ס"מ מהקצה של הפטוטרת (הגבעול) והעמידו את העלים בכלי עם מעט מים כך שקצה הפטוטרת יהיה טבול במים.
- למורה: בין תאי האפידרמיס, ניתן להבחין בפיוניות שבהן יש כלורופלסטידות. ראו איור:

איור 2: תכשיר אפידרמיס מעלה סלק



- במקרים רבים ניתן לראות גם תאי פרנכימה בתכשיר. תאים אלה גדולים יותר מאשר תאי האפידרמיס, הדופן דקה יותר והם מכילים כלורופלסטים. ראו איור:

איור 3: תאי פרנכימה



- במהלך ההוראה רצוי להראות לתלמידים דגם של עלה ולהבחין בין רקמת האפידרמיס ובין הרקמות הפנימיות של העלה.

5 הכנת תכשיר "תדפיס פיוניות"

- עלה לא שעיר, עדיף גלדני (לדוגמה: פיקוס השדרות, שיפלה שיחית).
- לק שקוף לציפורניים (אפשר גם "פלסטר" שקוף לכיסוי פצעים).
- סלוטייפ שקוף.

הכנת התכשיר:

עדיף להכין את העלים כמחצית השעה לפני תחילת השיעור.
מורחים שכבה דקה של לק שקוף לציפורניים על האפידרמיס העליון ועל האפידרמיס התחתון של העלה. ממתנים עד להתייבשות מלאה של הלק. לאחר שהלק התייבש, מדביקים פיסת סלוטייפ שקוף על הלק.

[סרטון המדגים הכנת תדפיס פיוניות \(אנגלית\)](#)

6 הכנת תכשיר אפידרמיס מעלה כותרת של גרניום אדום

בחרו פרחי גרניום שעלי הכותרת שלהם אדומים או סגולים.
על השולחן: 2 עלי כותרת.
למורה: הצבע האדום / סגול של עלה הכותרת מסיס ונמצא בחלולית. החלולית ממלאת את כל נפח התא. אם חלק מהתאים - ללא צבע, כנראה שבמהלך הכנת התכשיר נפגעו והצבע יצא מתוכם.
שימו לב לדופן התאים שיש לה בליטות כלפי פנים התא. יתרונה כנראה בייצוב הדופן של התאים.

ראו צילום במצגת באתר, **שקף 5**, [צילום תאי אפידרמיס מעלה כותרת של גרניום אדום במיקרוסקופ](#).

7 הכנת תכשירים מפלפל אדום

למורה: הצבע בתאי הפלפל נמצא בכרומופלסטידות שמפוזרות בציטופלסמה.
שימו לב להבדל בצורה ובעובי הדופן של תאי הקליפה ותאי הציפה.
ראו צילומים מניסוי בגרות 2007, בעיה 5 חלק א: [סרטון הכנת תכשיר מקליפה ומציפה של פלפל והסתכלות במיקרוסקופ](#).

8 הכנת תכשיר מתאים של תפוח אדמה וצביעת עמילופלסטידות

על השולחן:

פרוסת תפוח אדמה על צלחת ח"פ + מגררת.

הערה: כמות הרסק הדרושה להסתכלות במיקרוסקופ קטנה מאד. אם לא מבצעים ניסוי נוסף עדיף להכין מראש את הרסק, ולהניח על שולחן התלמיד כמות קטנה מאד של רסק בצלחת ח"פ.

כ-5 מ"ל תמיסת יוד.

הכנת תמיסת אַם (I_2/KI) בריכוז 15%:

שימו לב: יש להכין את התמיסה שבוע מראש (כדי שהיוד יתמוסס היטב).

- המיסו 10 גרם אשלגן יודי (KI) במעט מים מזוקקים והשלימו מים עד לנפח של 100 מ"ל.

- הוסיפו 5 גרם גבישי יוד (I_2) וערבבו.

- שמרו את התמיסה **בבקבוק כהה**.

הכנת תמיסת יוד בריכוז 0.75%:

- יש למהול את תמיסת האם (15%) כ-24 – 48 שעות לפני הניסוי.

- ל-5 מ"ל תמיסת אַם בריכוז 15% הוסיפו 95 מ"ל מים מזוקקים (מיהול 1:20).

העבירו כ-5 מ"ל מהתמיסה לבקבוקון כהה + פקק עם טפי ורשמו על הכלי "יוד".

למורה: כאשר מרסקים את תפוח האדמה, נפגעים תאים רבים והעמילופלסטידות שבהן מתפזרות בתכשיר. בהתבוננות בתכשיר ניתן להבחין בהרבה עמילופלסטידות שצבען כחול והתפזרו מהתאים שהתפרקו. הנחו את התלמידים להתבונן בתאים השלמים שבתוכם ניתן להבחין במספר עמילופלסטידות.

9 הכנת תכשיר משערות באפידרמיס תחתון של עלה זית

עלה מעץ זית.

קיסם עץ.

פיפטת פסטר חד פעמית 1 מ"ל.

10 הכנת עלים של בצל ירוק להסתכלות בצינורות עצה צבועים

בחרו בצלים ירוקים בעלי עלים רעננים ובבוקר הפעילות הניחו אותם בכוס עם מים, במקום מואר. כמחצית השעה לפני תחילת הפעילות, חתכו כ- 1 ס"מ מהקצה התחתון של הבצל (קצה החלק הלבן, ליד השורשים).

הפרידו בזהירות בין העלים על ידי חיתוך עדין לאורכו של העלה. במהלך ההפרדה בין העלים, ייקרע החלק התחתון של העלה, בחרו בעלים שנקרעו רק מעט. ניתן לישר שוב את החלק התחתון על ידי חיתוכו.

בחרו עלים שבחלקם התחתון נשאר האזור הלבן של העלה ובחלק העליון הם ירוקים. הכניסו שלושה עלים לכוס ובה תמיסת מתילן כחול בריכוז 0.1%, גובה התמיסה בכלי כ- 1 ס"מ.

הכנת תמיסת מתילן כחול: ל 0.1 גרם מתילן כחול הוסיפו מים מזוקקים עד לנפח של 100 מ"ל.

אם הבצל הירוק דק יחסית, קשה להפריד את העלים, אפשר להסתפק בחיתוך הקצה התחתון של הבצל ולתת לתלמיד את הבצל בשלמותו, בכוס ובה תמיסת מתילן כחול שגובהה כ- 1 ס"מ.

אפשר להניח את עלי הבצל הירוק בכלים מזכוכית או בכלים מפלסטיק, כגון בקבוקי משקה קל שחלקם העליון חתוך ובסיסם יציב. רצוי להניח את הכלים על מגש עם מגבות נייר, כדי למנוע הכתמת השולחן במקרה שהכלי יתהפך.

11 הכנת תכשיר של גרגרי אבקה מצמח ממשפחת המורכבים

התפרחת של צמחים ממשפחת המורכבים נראית כאילו היא פרח אחד, אך למעשה היא מורכבת מפרחים רבים – חלקם פרחים לשוניים וחלקם פרחים צינוריים. ראו איור. יש להדפיס את האיור "מבט מלמעלה על תפרחת של צמח ממשפחת המורכבים" ולצלם עמוד זה כמספר התלמידים. הניחו את הדפים על שולחנות התלמידים סמוך לכלי ובו הצמח.

איור 4: מבט מלמעלה על תפרחת של צמח ממשפחת המורכבים



איור: מבט מלמעלה על תפרחת של צמח ממשפחת המורכבים

הוסיפו ליד הכלי את שם הצמח.

אפשר לרכוש במשתלות את הצמחים המתאימים.

לתפרחות צבעים שונים – אין חשיבות לצבע התפרחת.

הצמחים המומלצים הם:

- גרמית (זקופה) - *Osteospermum (ecklonis)*,
- חרצית שיחית - *Chrysanthemum frutescens*,
- דו שן (בידנס) - *Bidens*.
- חמנית משתרעת (*Helianthus debilis*) - צמח גינה נפוץ מאד.

כדאי לבחור עציצים שבהם יש הרבה תפרחות. כל תלמיד מקבל תפרחת אחת. אם במשתלה אין מספיק עציצים מאותו סוג, אין חובה שלכל התלמידים בכיתה יהיו צמחים מאותו סוג.

בררו את שם הצמח כדי שתוכלו להוסיף את שמו על הכלי שבו מונח הצמח.

שימו לב: יש צמחים ממשפחת המורכבים שיש להם רק פרחים לשוניים, או רק פרחים צינוריים, יש לבחור צמח שהתפרחות שלו כוללות גם פרחים לשוניים וגם פרחים צינוריים כמו באיור המצורף.

יש צמחים שהתפרחות שלהם נסגרות בלילה ונפתחות ביום. לכן רצוי להניח את העציצים חשופים לאור בבוקר הניסוי. אם אין תאורה טבעית בחדר, האירו אותם בתאורה מלאכותית, במשך הלילה שלפני הניסוי ועד הניסוי. חשוב להשקות את העציצים על פי הנחיות המשתלה.

איסוף מן השדה: אם בסביבתכם שדה ובו יש צמחי בר ממשפחת המורכבים שדומים לצמחים המוזכרים למעלה או דומים לאיור, ניתן לקטוף אותם בתנאי שאינם צמחים מוגנים. **אין לקטוף צמחים בשמורות טבע.**

בבוקר הניסוי יש להסיר את הגבעול של התפרחת ולהניח את התפרחת בצלוחית. רשמו על פתק את שם הצמח והניחו אותו לצד התפרחת. הניחו על השולחן גם את הדף שהדפסתם ובו האיור של התפרחת.

הערות:

1. ניתן גם להסתכל בגרגרי אבקה של צמח היביסקוס (משפחת החלמיתיים). הפרח גדול ויש לו הרבה אבקנים בולטים. אין צורך לתת לכל תלמיד פרח שלם. אפשר להעביר מתלמיד לתלמיד את הפרח, וכל אחד יסיר לעצמו מספר אבקנים. לגרגרי האבקה של פרחים אלה יש גם זיזים בולטים שיכולים להוות התאמה להאבקה על ידי חרקים. אם כי בארץ אין האבקה של פרחים אלה. אם בחרתם להשתמש בפרח זה, אין צורך לתת **לתלמידים את המידע על משפחת המורכבים.**
 2. בתקופה של פריחת עצי אורן (מרץ – אפריל), ניתן לאסוף אבקה מהאצטרובלים הזכריים של עצי אורן ולהתבונן בגרגרי האבקה במיקרוסקופ. גרגרי האבקה של עצי אורן מותאמים להאבקה באמצעות הרוח. הסתכלות זו מאפשרת דיון בהתאמה של גרגרי האבקה לאופן ההאבקה.
- שימו לב:** יש לבדוק האם יש תלמידים עם רגישות לגרגרי אבקה של אורן. במקרה זה עדיף להראות תמונה של גרגרי אבקה של אורן.

למעוניינים מידע על [חשיבות המחקר של זיהוי גרגרי אבקה מאובנים](#)

12 הכנת תכשירים להסתכלות בגרגירי אבקה בסוגים שונים של דבש

ציוד על שולחן המורה: צנטריפוגה מכוונת למהירות 5000 rpm, 10 דקות.

טבלה 2: רשימת פריטים לניסוי (למגש: לכל זוג/קבוצה)

מס פריט	תיאור הפריט
1	עט סימון שחור
2	כלי לפסולת
3	4 פיפטות פסטר חד פעמיות, בנפח 1 מ"ל
4*	4 מבחנות קוניות המיועדות לסרכז בצנטריפוגה, עם מכסים
5	מבחנה קצרה ובה 6 מ"ל מים מזוקקים, מסומנת "מים מזוקקים"
6*	כלי קטן בנפח של 20-50 מ"ל המכיל כ-1 גר' דבש דבורים א' מסומן "1"
7*	כלי קטן בנפח של 20-50 מ"ל המכיל כ-1 גר' דבש דבורים ב' מסומן "3"
8*	כלי קטן בנפח של 20-50 מ"ל המכיל כ-1 גר' דבש מזויף מסומן "2"

פריט 4:

איור 5: מבחנות קוניות לצנטריפוגה ראו תמונה. (אין צורך במבחנות עם שנתות)



פריטים 6-7: כלים ובהם כ-1 גר' דבש דבורים

יש לבחור דבש דבורים משני מקורות שונים (כדאי שלפחות אחד מהם יהיה דבש שלא עבר חימום).

- שקלו כ- 1 גר' דבש, בכלי בנפח של 20-50 מ"ל. ניתן להשתמש בכוסית חד פעמית. רשמו על הכלי עם הדבש: "1".

- שקלו כ- 1 גר' דבש ממקור נוסף בכלי בנפח של 20-50 מ"ל. רשמו על כלי זה: "3".

פריט 8: כלי ובו כ-1 גר' דבש מזויף

הכנת דבש מזויף:

רכיבים:

- 2 כוסות סוכרוז (סוכר לבן)
- 1 כוס מים
- 2 כפות גליצרול (ניתן לרכוש בבית מרקחת)
- צבע מאכל צהוב (לקבלת צבע דומה לדבש)

שלבי הכנה:

בכלי מתאים לחימום על פלטה ערבבו את הסוכרוז והמים.
חממו את התערובת, תוך כדי ערבוב מתמיד, עד שהסוכר נמס לחלוטין. המשיכו בחימום עד להרתחה של התמיסה, הקפידו על חימום הדרגתי ומבוקר כדי למנוע הידרוליזה של הסוכרוז.
הנמיכו את עוצמת החימום והוסיפו את הגליצרול לתערובת, תוך כדי ערבוב. ערבבו היטב עד שהגליצרול נטמע באופן אחיד (הגליצרול יסייע במניעת התגבשות הסוכרוז).
הוסיפו צבע מאכל צהוב וערבבו לקבלת צבע דומה לזה של דבש דבורים.
הסירו את הכלי מהפלטה ותנו ל"דבש" המזויף להתקרר בהדרגה.
העבירו את התערובת לצנצנת נקיה או כלי אחסון נקי אחר.
- ניתן להכין את הדבש המזויף, שבוע לפני ביצוע הניסוי.
- אחסנו במקום קריר ויבש.
- שקלו כ- 1 גר' דבש מזויף, בכלי בנפח של 20-50 מ"ל. ניתן להשתמש בכוסית חד פעמית. רשמו על הכלי עם הדבש המזויף: "2".

הנחיות לתלמיד

1 הכרת המיקרוסקופ והנחיות להסתכלות בתכשירים מבעד למיקרוסקופ

הוצאת המיקרוסקופ
פתחו את קופסת המיקרוסקופ, הוציאו אותו בזהירות תוך שאתם אוחזים ביד אחת בזרוע
המיקרוסקופ והיד השנייה מחזיקה בבסיסו. הניחו את המיקרוסקופ על שולחנכם
כשהזרוע פונה אליכם.

איור: הכרת המיקרוסקופ



מערכת התאורה – מקור האור הוא מנורה פנימית שמאירה את התכשיר.

יש מיקרוסקופים ישנים בהם מקור האור הוא מנורה חיצונית, ואז יש לכוון את כיוון האור בעזרת סיבוב המראה בבסיס המיקרוסקופ.

צמצם – קובע את כמות האור המגיעה לתכשיר. על האור להיות בהיר ואחיד ככל הניתן. תאורה חזקה מזיקה לעיניים ומכבידה על ההסתכלות. אין לעמעם תאורה חזקה בעזרת הצמצם משום שאז תפגע איכות התמונה (אם ניתן, יש לעמעם ע"י הורדת עצמת האור).

עדשות:

עדשת העין (אוקולר) – במיקרוסקופים שבהם יש שתי עדשות עין, יש לכוון את המרחק שבין שתי העדשות בהתאם למרחק בין העיניים. בדרך כלל עדשות העין מגדילות X10.

עדשות העצם (אובייקטיב) – בדרך כלל יש 3 עדשות, המגדילות: X4, X10, X40.

הסדרת מוקד המיקרוסקופ והכרת תכונות התמונה המתקבלת:

הדליקו את מקור האור.

1. כיוון ראשוני – וודאו שהעדשה של האובייקטיב המכוונת לעבר התכשיר, היא בעלת כושר ההגדלה הקטן ביותר ($\times 4$). הניחו את התכשיר על שולחן המיקרוסקופ, וקבעו אותו בעזרת הווים / התפסים.
בעזרת בורג הכוונה גס, תוך התבוננות מהצד, קרבו את שולחן המיקרוסקופ לתכשיר. עתה יש להביט דרך עדשת העין, ולהרחיק בעדינות (עדיין בבורג הכוונה הגס), את האובייקטיב מהתכשיר – עד להופעת תמונה. יש להזיז את התכשיר כך שהאזור אותו רוצים לראות בהגדלה, ימצא במרכז שדה הראייה.
את המשך ההכוונה יש לבצע בעזרת בורג הכוונה עדין, עד לקבלת המיקוד המרבי.
ניתן להעביר להגדלות גדולות יותר ע"י סיבוב גלגל האובייקטיבים והסתכלות מהצד כדי שלא לפגוע בעדשה או בתכשיר.
בעת העברה מהגדלה להגדלה, יש לוודא שהאובייקטיב הרצוי הגיע למקומו על פי ה"קליק" שישמע.
בהגדלות גדולות יש להיזהר שהעדשה לא תגיע בתכשיר ולהיעזר רק בבורג ההכוונה העדין.
2. התמונה המיקרוסקופית המתקבלת היא הפוכה מלמעלה למטה ומסובבת - מימין לשמאל. כל הזזה של התכשיר על השולחן צריכה להתבצע בכיוון הנגדי לתמונה המיקרוסקופית.
3. ההגדלה שבה אתם מתבוננים היא המכפלה של ההגדלה של שתי העדשות: מכפלה של הגדלת עדשת העין בהגדלת עדשת העצם.
לדוגמה: אם הגדלת עדשת העין היא $\times 10$ והגדלת עדשת העצם היא $\times 40$, ההגדלה הכוללת היא $\times 400$.
4. עם סיום העבודה: **העבירו את עדשת האובייקטיב של המיקרוסקופ להגדלה קטנה.**
הוציאו את הזכוכית הנושאת משולחן המיקרוסקופ ונגבו את שולחן המיקרוסקופ במגבת נייר. את עדשות המיקרוסקופ יש לנקות רק בנייר עדשות.
יש לכבות את התאורה, לנתק מהחשמל, לסובב את חוט החשמל מסביב למיקרוסקופ, לכסות ולהכניס את המיקרוסקופ לקופסה/לארון כך שהזרוע פונה אליכם.

2 הכנת תכשירים של תאי אפידרמיס מבצל ותאי אפיתל מן הלחי

2.1 הכנת תכשיר של תאי אפידרמיס מבצל

- א. טפטפו טיפה אחת של תמיסת צבע מתילן כחול במרכז של זכוכית נושאת.
- ב. שיברו גלד של בצל ובאמצעות המלקטת הסירו פיסה קטנה מהאפידרמיס השקוף שבצד החיצוני והניחו אותה על טיפת הצבע.
- ג. היעזרו במלקטת כדי ליישר את פיסת הרקמה, ובמידת הצורך חתכו אותה בסכין לגודל מתאים.
- ד. החזיקו את זכוכית המכסה באלכסון כך שתהא טבולה בשולי טיפת המים. באמצעות זכוכית המכסה כסו בהדרגה את התכשיר שעל הזכוכית הנושאת. פעולה זה מצמצמת את לכידתן של בועות אוויר בין שתי הזכוכיות.
- ה. התבוננו מבעד למיקרוסקופ בתכשיר שהכנתם. התחילו בהגדלה הקטנה. חפשו בתכשיר אזור בו ניתן לראות שכבה אחת של תאי רקמת אפידרמיס. עברו להגדלה הבינונית או להגדלה הגדולה.
- ו. ציירו שניים או שלושה תאים שראיתם בתכשיר. יש להוסיף לציור:
 - כותרת מתאימה.
 - כתבו את ההגדלה שבה התבוננתם בתאים.
 - סמנו בציור באמצעות חיצים את חלקי התא שזיהיתם (לפחות שני חלקים), וכתבו את שמותיהם.

2.2 הכנת תכשיר של תאי אפיתל מן הלחי הפנימית

- א. טפטפו טיפה אחת של תמיסת צבע מתילן כחול במרכז של זכוכית נושאת.
- ב. בשקית שעל שולחנכם יש מטוש (קיסם שקצהו עטוף בצמר גפן). עליכם לגרד את החלק הפנימי של הלחי שלכם באמצעות המטוש. עשו זאת כך: באמצעות חלק הקיסם העטוף צמר גפן גרדו בעדינות את החלק הפנימי של הלחי תוך כדי סיבוב, עד שכל צידי צמר הגפן יהיו במגע עם הרקמה הפנימית של הלחי. בפעולה שביצעתם הסרתם תאים מן הלחי, והם עברו לצמר הגפן שבקצה הקיסם.
- ג. טבלו את קצה הקיסם בטיפת הצבע שעל הזכוכית הנושאת, וסובבו אותו כמה פעמים בתוך טיפת הצבע. פעולה זו גורמת לתאים שבצמר הגפן לעבור לטיפת הצבע.
- ד. הכניסו את הקיסם לשקית ניילון שעל השולחן.
- ה. החזיקו את זכוכית המכסה באלכסון כך שתהא טבולה בשולי טיפת הצבע. באמצעות זכוכית המכסה כסו בהדרגה את התכשיר שעל הזכוכית הנושאת. פעולה זה מצמצמת את לכידתן של בועות אוויר בין שתי הזכוכיות. לחצו בעדינות על הזכוכית המכסה וספגו בנייר סופג את עודף הנוזל.

- ו. התבוננו מבעד למיקרוסקופ בתכשיר שהכנתם. התחילו בהגדלה הקטנה. חפשו בתכשיר אזור שבו נראים תאים נפרדים צבועים בצבע בהיר והעבירו אזור זה למרכז שדה הראייה. שימו לב: התעלמו מתאים ושברי תאים שצבועים בצבע כהה. עברו להגדלה הבינונית או להגדלה הגדולה.
- ז. ציירו שניים או שלושה תאים שראיתם בתכשיר. הוסיפו לציור כותרת מתאימה. כתבו את ההגדלה שבה התבוננתם בתאים. סמנו בציור באמצעות חיצים את חלקי התא שזיהיתם (לפחות שני חלקים), וכתבו את שמותיהם.
- ח. מה ההבדלים, בהם אתם יכולים להבחין בתצפית מבעד למיקרוסקופ, בין התכשיר של תאי אפידרמיס מבצל ותאי אפיתל מן הלחי?

3 הכנת תכשירים של תאי אפידרמיס מבצל סגול במים ובתמיסת סוכרוז

- א. סמנו על זכוכית נושאת אחת "מים" ועל האחרת "סוכרוז".
 - באמצעות הטפי טפטפו טיפה אחת של מים מזוקקים על זכוכית נושאת המסומנת מים.
 - באמצעות הטפי טפטפו טיפה מתמיסת סוכרוז 1M על זכוכית נושאת המסומנת "סוכרוז".
- ב. השכבה החיצונית של הגלדים בבצל, שצבעה סגול נקראת אפידרמיס.
 - באמצעות המלקטת (פינצטה) הסירו פיסה מהשכבה הסגולה של תאי האפידרמיס של הבצל, והניחו אותה על טיפת המים על זכוכית הנושאת "מים".
 - טפטפו טיפה אחת נוספת של מים מעל שכבת האפידרמיס.
 - החזיקו את זכוכית המכסה באלכסון כך שתהא טבולה בשולי טיפת המים.
 - באמצעות זכוכית המכסה כסו בהדרגה את התכשיר שעל הזכוכית הנושאת. פעולה זה מצמצמת את לכידתן של בועות אוויר בין שתי הזכוכיות. סיפגו את עודף המים בעזרת נייר סופג.
 - הסירו פיסת אפידרמיס נוספת והניחו אותה על טיפת תמיסת הסוכרוז על זכוכית נושאת המסומנת "סוכרוז". טפטפו טיפה אחת נוספת של סוכרוז מעל שכבת האפידרמיס.
 - כסו בזכוכית מכסה וסיפגו את עודף תמיסת הסוכרוז עם נייר סופג.
 - החזירו את שאריות הבצל לשקית.
- ג. בדקו בהגדלה קטנה במיקרוסקופ את תכשיר האפידרמיס במים ואתרו אזור שבו שכבה אחת של תאים בצבע סגול - ורוד.
 - הביאו את התאים האלה למרכז שדה הראיה. עברו להתבונן בתכשיר בהגדלה בינונית.
- ד. ציירו במחברת שני תאי אפידרמיס של בצל סגול בתכשיר "מים".
- ה. תנו כותרת לציור וכתבו את ההגדלה שהתבוננתם בה.
 - סמנו בציור שני חלקי תא שניתן לצפות בהם וציינו את שמם.
- ו. חזרו על ההנחיות בסעיף ב עם פיסת אפידרמיס בתכשיר עם תמיסת סוכרוז.
- ז. ציירו במחברת 2 תאי אפידרמיס של בצל סגול בתכשיר "סוכרוז".
- ח. תנו כותרת לציור וכתבו את ההגדלה שהתבוננתם בה.
 - סמנו בציור שני חלקי תא שניתן לצפות בהם וציינו את שמם.

ט. תארו הבדל אחד שנוצר בין שני התכשירים בעקבות ההשריה של תאי

האפידרמיס בנוזלים השונים.

י. הסבירו כיצד סוג הנוזל בו הושרו תאי האפידרמיס של הבצל גרם להבדל בין שני התכשירים.

הרחבה:

"הפיכות" של התהליך שהתרחש בתכשיר "סוכרוז".

יא. בתכשיר "סוכרוז", הצמידו פיסת נייר סופג לצידה האחד של הזכוכית המכסה.

טפטפו טיפה של מים בקצה השני של הזכוכית המכסה. הנייר סופג את תמיסת

הסוכרוז, ואז טפטפו שוב טיפה של מים בצידה השני של הזכוכית המכסה.

באופן זה תמיסת הסוכרוז מוחלפת במים.

יב. בדקו בהגדלה קטנה במיקרוסקופ את תכשיר האפידרמיס, ואתרו אזור שבו שכבה

אחת של תאים בצבע סגול – ורוד. הביאו את התאים האלה למרכז שדה הראיה.

עברו להתבונן בתכשיר בהגדלה בינונית.

יג. תארו את השינוי שחל בתאים לעומת הציור שציירתם בסעיף ז.

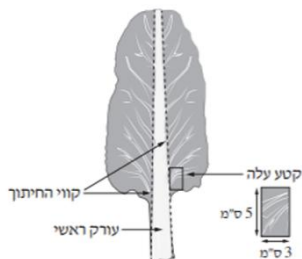
יד. הסבירו את התהליך שגרם לשינוי שחל בתאים.

4 הכנת תכשיר של אפידרמיס מעלה סלק

מתוך בגרות 2026 ניסוי 1 חלק א

- א. עליכם להכין תכשיר לצפייה במיקרוסקופ: אפידרמיס של עלה סלק.
 - טפטפו באמצעות הטפי טיפה אחת של מים על זכוכית נושאת.
- ב. הניחו על השולחן שלוש מגבות נייר זו על זו. הניחו עליהן את עלה הסלק.
 - קרעו קטע קטן (כ-5X3 ס"מ) מן החלק התחתון של העלה, צמוד לעורק הראשי כמתואר באיור.
 - קפלו לשניים את קטע העלה, לחצו על אזור הקיפול עד שנוצר שבר קטן. משכו באיטיות את חלקי הקטע לכיוונים מנוגדים (כמו שקורעים נייר) לאורך השבר עד שהוא נקרע.
 - באזור הקרע נותרה שכבה שקופה – זוהי שכבת האפידרמיס.
 - בעזרת מלקטת, משכו בעדינות את שכבת האפידרמיס, נתקו אותה מקטע העלה, והניחו אותה בטיפת המים שעל הזכוכית הנושאת.
 - אם לא התקבלה שכבת אפידרמיס מתאימה להכנת תכשיר, קרעו קטע קטן נוסף מן העלה, צמוק לעורק הראשי, וחזרו על ההוראות להכנת התכשיר. שימו לב: אפשר להשתמש בתכשיר גם אם נשארה בו רקמה בצבע ירוק.
 - כסו את התכשיר בזכוכית מכסה, וספגו את עודף המים בעזרת נייר סופג

איור: עלה סלק



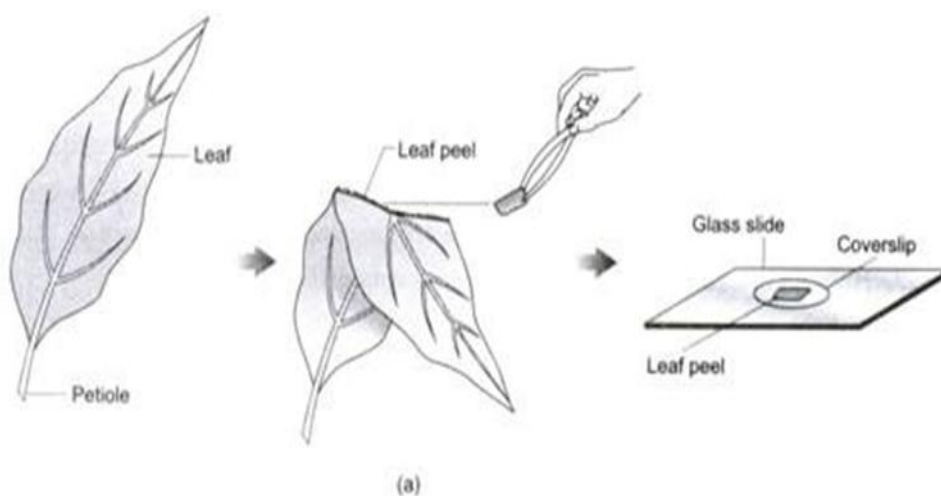
- ג. בהגדלה קטנה במיקרוסקופ, צפו בתכשיר האפידרמיס, ואתרו אזור שיש בו שכבת תאים אחת שקופה.

1. בתכשיר אפשר לראות שני סוגים של תאים.
 - ציירו במחברת ציור של שני תאים מכל סוג תא שנצפה בתכשיר.
 - סמנו את התאים מסוג אחד בספרה "1", ואת התאים מן הסוג האחר בספרה "2".
 - סמנו בציור שני חלקי תא, וציינו את שמם.
 - כתבו כותרת מתאימה לציור, ורשמו את ההגדלה במיקרוסקופ שבה צפיתם בתכשיר.
2. א. קבעו באיזה משני סוגי התאים, 1 או 2, מתרחש תהליך הפוטוסינתזה.
 - נמקו את קביעתכם.
 - ב. התאמת מבנה לתפקוד הוא עיקרון ביולוגי חשוב.
 - התבססו על התצפית שלכם ברקמת האפידרמיס וציינו מבנה המאפשר לצמח לאבד פחות מים. הסבירו כיצד מבנה זה מאפשר זאת.

5 הכנת תכשיר "תדפיס פיוניות"

לפניכם עלים של צמח שמרחו שכבה דקה של לק שקוף לציפורניים על האפידרמיס העליון ועל האפידרמיס התחתון של העלה.
הלק נצמד לתאי האפידרמיס, לשקעים שבין התאים ולתאי הסגירה של הפיוניות.
הסירו את פיסת הסלוטייפ המודבקת על הלק בעזרת מלקטת, והקפידו ששכבת הלק לא תתקפל.
הדביקו את פיסת הסלוטייפ על זכוכית נושאת. אין צורך להכין טיפת מים ואין צורך לכסות בזכוכית מכסה.

איור: הכנת תכשיר תדפיס פיוניות



- התבוננו מבעד לעדשת המיקרוסקופ בתכשיר שהסרתם מן האפידרמיס התחתון.
תוכלו להבחין בתדפיס של הפיוניות בין תאי האפידרמיס.
בתכשיר זה לא ניתן לראות את התאים עצמם אלא רק את צורתם. כמו כן לא ניתן להבדיל בין פיונית פתוחה לבין פיונית סגורה.
א. ציירו את תדפיס הפיוניות.
- כתבו כותרת מתאימה לציור, ורשמו את ההגדלה במיקרוסקופ שבה צפיתם בתכשיר.
התבוננו בפיסת הלק שהסרתם מן האפידרמיס העליון.
ב. השוו בין מספר הפיוניות ליחידת שטח באפידרמיס התחתון ובין מספרן באפידרמיס העליון.
ג. מה היתרון הביולוגי בפיזור שונה של הפיוניות באפידרמיס העליון ובאפידרמיס התחתון של העלה?

6 הכנת תכשיר של אפידרמיס מעלה כותרת של גרניום אדום (או סגול)

- א. החזיקו את עלה הכותרת בשתי הידיים וקרעו אותו באלכסון כך שתוכלו להפריד את השכבה החיצונית של עלה הכותרת.
- ב. הניחו את הקצה הקרוע של עלה הכותרת על זכוכית נושאת, ובעזרת סכין חדה חתכו קטע קטן מהקצה החתוך של עלה הכותרת. טפטפו טיפת מים על התכשיר. אם שכבת האפידרמיס התקפלה, ישרו אותה בעזרת מלקטת (או קיסם עץ).
- ג. החזיקו את זכוכית המכסה באלכסון כך שתהא טבולה בשולי טיפת המים. כסו בהדרגה את התכשיר שעל הזכוכית הנושאת. פעולה זו מצמצמת את לכידתן של בועות אוויר בין שתי הזכוכיות. סיפגו את עודף המים בעזרת נייר סופג.
- ד. הניחו את התכשיר במקום המתאים על שולחן המיקרוסקופ. כווננו את המיקרוסקופ בעזרת הבורג הגס ושפרו את איכות התמונה בעזרת הבורג העדין.
- תוך כדי הסתכלות דרך עדשת העין, שנו את עוצמת התאורה/מצב הצמצם עד לקבלת עוצמת אור מיטבית.
- חפשו בתכשיר אזור שבו ניתן להבחין בדופנות התאים. העבירו אזור זה למרכז שדה הראייה ועברו להגדלה בינונית. שפרו את איכות התמונה על ידי הכוונה של הבורג העדין. אם יש צורך עברו באופן דומה להגדלה גדולה.
- תוך הסתכלות בהגדלה בה ראיתם היטב, ציירו כמה תאים.
- ה. בציור הקפידו על:
 - ציור בגודל מתאים (לא קטן מדי).
 - רישום: כותרת לציור, ההגדלה בה התבוננתם.
 - סימון ורישום חלקים שזיהיתם בתכשיר.
- ו. היכן נמצא הצבע המקנה לעלה הכותרת את צבעו האדום / סגול?

7 הכנת תכשיר של אפידרמיס מקליפה וציפה של פרי פלפל אדום

7.1 הכנת תכשיר של אפידרמיס מקליפה של פרי פלפל אדום

- א. טפטפו טיפת מים על זכוכית נושאת.
- ב. בעזרת סכין חדה חתכו בעדינות את קליפת הפרי. היעזרו בסכין ומשכו את הקליפה. הניחו את הפיסה השטוחה על הזכוכית הנושאת, חתכו את החלק העבה שלה והרחיקו אותו.
- ג. אם שכבת האפידרמיס התקפלה, ישרו אותה בעזרת מלקטת או מחט מתקן. החזיקו את הזכוכית המכסה באלכסון כך שתהא טבולה בשולי טיפת המים. כסו בהדרגה את התכשיר שעל הזכוכית הנושאת. פעולה זו מצמצמת את לכידתן של בועות אוויר בין שתי הזכוכיות. ספגו את עודף המים בעזרת נייר סופג.
- ד. הניחו את התכשיר במקום המתאים על שולחן המיקרוסקופ. כווננו את המיקרוסקופ בעזרת הבורג הגס ושפרו את איכות התמונה בעזרת הבורג העדין.
- ה. תוך כדי הסתכלות דרך עדשת העין, שנו את עוצמת התאורה/מצב הצמצם עד לקבלת עוצמת אור מיטבית.
- ו. אתרו בתכשיר אזור שבו ניתן להבחין בשכבה אחת של תאים, בדרך כלל בשולי התכשיר. העבירו אזור זה למרכז שדה הראייה.
- ז. עברו להגדלה בינונית. שפרו את איכות התמונה על ידי הכוונה של הבורג העדין. אם יש צורך עברו באופן דומה להגדלה גדולה.
- ח. תוך הסתכלות בהגדלה בה ראיתם היטב, ציירו 2 – 3 תאים שלמים. באחד התאים שציירתם סמנו את חלקי התא שזיהיתם. בציור הקפידו על:
 - ציור בגודל מתאים (לא קטן מדי).
 - רישום: כותרת לציור, ההגדלה בה התבוננתם.
 - סימון ורישום חלקים שזיהיתם בתכשיר.
- ט. היכן נמצא הצבע המקנה לקליפת הפלפל את צבעה האדום?

7.2 הכנת תכשיר מן הציפה של פרי פלפל אדום

- א. טפטפו טיפת מים על זכוכית נושאת.
- ב. באמצעות סכין חדה גרדו מעט מהציפה (החלק הפנימי של הפלפל) והניחו בתוך הטיפה מעט מן הרקמה שגירדתם. פזרו את הרקמה בטיפת המים בעזרת מחט מתקן.
- ג. החזיקו את הזכוכית המכסה באלכסון כך שתהא טבולה בשולי טיפת המים. כסו בהדרגה את התכשיר שעל הזכוכית הנושאת. פעולה זו מצמצמת את לכידתן של בועות אוויר בין שתי הזכוכיות. ספגו את עודף המים בעזרת נייר סופג.

- ד. הניחו את התכשיר במקום המתאים על שולחן המיקרוסקופ. כווננו את המיקרוסקופ בעזרת הבורג הגס ושפרו את איכות התמונה בעזרת הבורג העדין. תוך כדי הסתכלות דרך עדשת העין, שנו את עוצמת התאורה/מצב הצמצם עד לקבלת עוצמת אור מיטבית. אתרו בתכשיר אזור שבו ניתן להבחין בשכבה אחת של תאים, בדרך כלל בשולי התכשיר. העבירו אזור זה למרכז שדה הראייה.
- ה. עברו להגדלה בינונית. שפרו את איכות התמונה על ידי הכוונה של הבורג העדין. אם יש צורך עברו באופן דומה להגדלה גדולה. תוך הסתכלות בהגדלה בה ראיתם היטב, ציירו 2 – 3 תאים שלמים. באחד התאים שציירתם סמנו את חלקי התא שזיהיתם. בציור הקפידו על:
- ציור בגודל מתאים (לא קטן מדי).
 - רישום: כותרת לציור, ההגדלה שהתבוננתם בה.
 - סימון ורישום חלקים שזיהיתם בתכשיר.
- ו. היכן נמצא הצבע המקנה לציפת הפלפל את צבעה האדום?
- ז. א. אם התבוננתם גם בתאי הקליפה של הפלפל האדום, השוו בין עובי הדופן של תאי הציפה ובין עובי הדופן של תאי הקליפה.
- ב. כיצד מותאמים תאי קליפת הפלפל לתפקודם?
- ח. בתאי ציפת הפלפל לא מתרחש תהליך פוטוסינתזה. הסבירו כיצד אפשר להסיק זאת מהתבוננות בתאים באמצעות המיקרוסקופ.

8 הכנת תכשיר מתאים של תפוח אדמה

- א. באמצעות המגררת (פומפייה) גררו כמות קטנה מחתיכה מתפוח אדמה (ללא הקליפה) אל תוך צלחת.
- ב. הכינו מהרסק תכשיר להסתכלות במיקרוסקופ בדרך זו:
 - לרשותכם זכוכית נושאת. טפטפו עליה טיפה אחת של תמיסת יוד.
 - באמצעות כפית העבירו כמות קטנה מאד של רסק לטיפת תמיסת היוד. פזרו את הרסק בתוך הטיפה.
 - החזיקו את זכוכית המכסה באלכסון כך שתהא טבולה בשולי טיפת היוד.
 - כסו בהדרגה את התכשיר שעל הזכוכית הנושאת. פעולה זו מצמצמת את לכידתן של בועות אוויר בין שתי הזכוכיות. ספגו את עודף היוד בעזרת נייר סופג.
 - בדקו בהגדלה קטנה במיקרוסקופ את התכשיר ואתרו בו אזור שבו תוכלו להבחין בשכבת תאים אחת, והעבירו להגדלה הבינונית.
- ג. ציירו במחברת 3 תאים של תפוח אדמה שבתוכם ניתן להבחין בגרגרי עמילן צבועים.
- ד. תנו כותרת לציור וכתבו את ההגדלה שהתבוננתם בה.
- ה. סמנו בציור לפחות שני חלקי תא שצפיתם בהם וציינו את שמם.

9 הכנת תכשיר מאפידרמיס תחתון של עלה זית והסתכלות בשערות

שבאפידרמיס

איור 6: עלי זית



- א. התבוננו בעלה של זית. זהו את צידו העליון ואת צידו התחתון של העלה.
- ב. תארו את ההבדל בצבע שבין שני צידי העלה.
- ג. באמצעות פיפטת פסטור טפטפו טיפת מים על צידו התחתון של עלה זית. במקום בו טפטפתם טיפת מים, באמצעות מחט מיתקן / קיסם עץ גרדו בעדינות את צידו התחתון של עלה הזית.
- ד. באמצעות פיפטת פסטור אספו מן העלה את טיפת המים עם החומר שגירדתם והעבירו את החומר שגירדתם לזכוכית נושאת. כסו בזכוכית מכסה.
- ה. התבוננו בתכשיר במיקרוסקופ וזהו שערות שיש להן צורת כוכב.
- ו. ציירו שתי שערות דמויות כוכב. הוסיפו כותרת לציור וציינו את ההגדלה שהתבוננתם בה.
- ז. עצי זית מותאמים לגידול גם בתנאי יובש. הסבירו את הייתרון של מיקום שערות אלה באפידרמיס התחתון כהתאמה לתנאי יובש.

[צילום אפידרמיס תחתון של עלה זית במיקרוסקופ אלקטרוני סורק](#)

10 הכנת תכשיר להסתכלות בצינורות עצה צבועים של עלה בצל ירוק

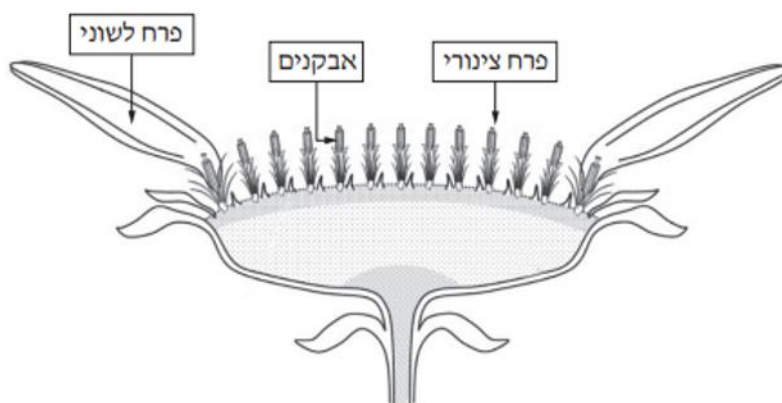
- א. לפניכם עלים ירוקים של בצל ירוק ששהו בתמיסת מתילן כחול. בחרו בעלה אחד שלאורכו פס כחול. הוציאו את העלה מהתמיסה, הניחו אותו על מגבת נייר, וספגו את עודפי הנוזל.
- ב. חתכו את העלה לרוחבו במרחק של כ-1 ס"מ מהקצה התחתון של העלה. הרחיקו את הפרוסה שחתכתם.
- ג. חתכו לאורכו של הפס הכחול שבעלה. הפרידו קטע מהפס הכחול והעבירו אותו לזכוכית נושאת. הוסיפו לתכשיר טיפת מים.
- ד. בעזרת סכין חתכו קטע מהפס הכחול לפיסות קטנות. פרסו את הרקמה הצבועה על ידי מעיכתה וחיתוכה.
- החזיקו את זכוכית המכסה באלכסון כך שתהא טבולה בשולי טיפת המים. כסו בהדרגה את התכשיר שעל הזכוכית הנושאת. פעולה זו מצמצמת את לכידתן של בועות אוויר בין שתי הזכוכיות. סיפגו את עודף המים בעזרת נייר סופג. כסו בזכוכית מכסה.
- ה. התבוננו בתכשיר במיקרוסקופ בהגדלה קטנה, ומצאו צינורות עצה צבועים בכחול.
- תוכלו לזהות צינורות עצה הודות להתעבות של הדופן שלהם. להתעבות צורת סלילים או טבעות עבות.
- ו. התבוננו בתכשיר במיקרוסקופ בהגדלה בינונית, וציירו 2 - 3 צינורות. סמנו את דופנות הצינורות. רשמו את ההגדלה שהתבוננת בה, ותנו כותרת לציור.
- ז. הציעו הסבר אפשרי לאופן שבו המבנה של הסלילים והטבעות העבות בצינורות העצה מסייעים לתפקוד של צינורות אלה במערכת ההובלה.

11 הכנת תכשיר של גרגרי אבקה מצמח ממשפחת המורכבים

(מתוך בחינת בגרות 2026, ניסוי 5 חלק ב)

אחת מדרכי ההאבקה של פרחים היא באמצעות חרקים ובהם דבורים. הדבורים אוספות מן הפרחים צוף וגרגרי אבקה. בעת איסוף הצוף גרגרי אבקה נדבקים לגופה של הדבורה וכך הם מגיעים גם אל הדבש. לפניכם איור של תפרחת של צמח. התפרחת נראית כאילו היא פרח אחד, אך למעשה היא מורכבת מפרחים רבים – חלקם פרחים לשוניים וחלקם פרחים צינוריים (ראו באיורים הבאים)

איור: חתך בתפרחת של צמח ממשפחת המורכבים



איור: מבט מלמעלה על תפרחת של צמח ממשפחת המורכבים



- על השולחן כלי ובו תפרחת של צמח ממשפחת המורכבים. מן הפרחים הצינוריים הפתוחים אפשר לאסוף גרגרי אבקה.
- טפטפו באמצעות הטפי טיפה אחת של מים על זכוכית נושאת.

- הסירו באמצעות המלקטת את קצות האבקנים מן הפרחים הצינוריים, והעבירו אותם לטיפה שעל הזכוכית הנושאת. פזרו באמצעות המלקטת את גרגרי האבקה בתוך טיפת המים.
- כסו בזכוכית מכסה ולחצו עליה בעדינות כדי לפזר את גרגרי האבקה בטיפה. ספגו את עודף המים בעזרת נייר סופג.
- התבוננו בתכשיר בהגדלה קטנה במיקרוסקופ, ואתרו בו גרגרי אבקה.
- גרגרי האבקה עגולים וצהובים. הזיזו את התכשיר כך שגרגרי האבקה יהיו במרכז שדה הראייה.
- התבוננו בגרגרי האבקה שבתכשיר בהגדלה בינונית או גדולה.
- 1. א.** ציירו במחברת שני גרגרי אבקה. שימו לב לצורה של הדופן החיצונית של גרגרי האבקה.
- ב.** כתבו כותרת לציור, ובה גם את שם הצמח, וציינו באיזו הגדלה התבוננתם בתכשיר.
- במעבר של הדבורה מפרח לפרח היא גם מאביקה את הפרחים. תהליך ההאבקה חיוני לתהליך הרבייה של הצמחים.
- 2. א.** איזה תא רבייה מצוי בגרגר אבקה – תא רבייה זכרי או תא רבייה נקבי?
- ב.** מבנה גרגרי האבקה של הצמח שלפניכם מותאם להאבקה על ידי חרקים (ובהם דבורים).
- התבוננו שוב בדופן החיצונית של גרגרי האבקה בהגדלה גדולה במיקרוסקופ.
- הסבירו כיצד המבנה של גרגרי האבקה מותאם להעברתו על ידי הדבורים מפרח לפרח.

12 הכנת תכשיר לתצפית בגרגרי אבקה בסוגים שונים של דבש

בתצפית זו תבדקו האם ניתן לדעת היכן מבקרות הדבורים על- פי הדבש המיוצר בכוורת שלהם.

איור: דבורת דבש על גרמית משתרעת



דבורים ממלאות תפקיד משמעותי בהאבקה של פרחים. תהליך זה חיוני הן להישרדותן של הדבורים והן לקיום הצמחים.

הדבורים מחפשות פרחים שבהם יש צוף, שהוא מקור אנרגיה חשוב עבורן. הן נמשכות לצבעים ולריחות של הפרחים. כאשר דבורה מוצאת פרח, היא נוחתת עליו ומוצצת את הצוף בעזרת החדק שלה. תוך כדי איסוף הצוף, גרגרי אבקה נדבקים לגופה של הדבורה. יחד עם זאת, הדבורה אוספת גרגרי אבקה גם באופן מכוון. בנוסף נמצא, שגם בפרחים חסרי צוף, מואבקי-רוח, נצפו דבורים שאוספות רק גרגרי אבקה. באמצעות רגליה היא אוספת את גרגרי האבקה ומאחסנת אותם ב"סל האבקה" שנמצא על רגליה האחוריות. גרגרי האבקה הם מקור חשוב לתזונה של הדבורים, והם מכילים חלבונים, ויטמינים ומינרלים. הדבורה נושאת את גרגרי האבקה אל הכוורת, שם הם משמשים גם להאכלת הזחלים. כתוצאה מכך, ניתן למצוא, בדבש דבורים, גרגרי אבקה של פרחים.

גרגרי אבקה בדבש יכולים לספק מידע על מקור הדבש: על ידי זיהוי סוג האבקה, ניתן לדעת מאילו פרחים הדבורים אספו את הצוף. מידע זה יכול להיות שימושי עבור יצרני דבש, צרכנים וחוקרים.

על השולחן 3 סוגי דבש בכלים המסומנים 1 – 3, אחד מהם הוא דבש מזויף.

שלב א – הכנת הדבש לקבלת משקע מרוכז

- א. באמצעות עט לסימון, סמנו 3 פיפטות פסטר 1 – 3.
- ב. באמצעות הפיטה המסומנת "1", הוסיפו 1 מ"ל מים מזוקקים לכלי 1 וערבבו את הדבש עם המים המזוקקים כ-2 דקות, תוך העלאה והורדת המים והדבש בפיטה עד קבלת תמיסה אחידה. השאירו את הפיטה בכלי.
- ג. חזרו על ההנחיות עם פיטה "2" וכלי 2, ועם פיטה "3" וכלי 3.
- ד. באמצעות עט לסימון, סמנו 3 מבחנות קוניות 1-3.

איור: מבחנה קונית



- ד. באמצעות הפיטה 1, העבירו 1 מ"ל מהדבש שמהלתם במים, לתוך מבחנה 1. סגרו אותה היטב.
- ה. חזרו על ההנחיות עם פיטה 2 ומבחנה 2, ועם פיטה 3 ומבחנה 3.
- ו. לרשותכם מבחנה קונית נוספת, באמצעות פיפטת פסטר נקיה מלאו בה מים בנפח 1 מ"ל, היא תשמש לאיזון בתהליך הסרכז במכשיר הצנטריפוגה.
- ז. הכניסו את 4 המבחנות למכשיר צנטריפוגה, שימו לב שהן ממוקמות זו מול זו בצורה מאוזנת.
- ח. הפעילו את מכשיר הצנטריפוגה וסרכזו במהירות 5000 rpm, למשך 10 דקות.
- ט. בסיום הסרכז, הוציאו בעדינות את המבחנות ממכשיר הצנטריפוגה והניחו אותן בכך במבחנות.

שלב ב – הכנת תכשיר לתצפית במיקרוסקופ:

- ט. על השולחן 3 זכוכיות נושאות, סמנו אותן 1 – 3.
- י. באמצעות הפיטה "1", הוציאו את הנוזל העליון ממבחנה "1" והשאירו מעט נוזל מעל המשקע. רוקנו את הנוזל העליון מהפיטה לכלי הפסולת.
- יא. באמצעות אותה הפיטה (הריקה), ערבבו את המשקע במבחנה, עם טיפת הנוזל שנשארה מעליו.
- יב. באמצעות פיפטת פסטר, שאבו טיפה מהתרחיף והניחו על זכוכית נושאת "1".
- יג. החזיקו את זכוכית המכסה באלכסון כך שתהא טבולה בשולי טיפת המים. כסו בהדרגה את התכשיר שעל הזכוכית הנושאת. פעולה זו מצמצמת את לכידתן של בועות אוויר בין שתי הזכוכיות. סיפגו את עודפי הנוזל בעזרת נייר סופג.

- י. חיזרו על ההנחיות בסעיפים י' – יג עם מבחנה, פיפטה וזכוכית נושאת המסומנת במספר "2" ועם מבחנה, פיפטה וזכוכית נושאת המסומנת במספר "3".
- ט. הסתכלו מבעד למיקרוסקופ בתכשירים שהכנתם, נסו למצוא גרגרי אבקה ושערו מי משלושת סוגי הדבש הוא הדבש המזויף. על פי תצפיותיכם בתכשירים בהם מצאתם גרגרי אבקה.
- טז. ציירו במחברת 2 גרגרי אבקה שונים מכל אחד מן התכשירים. תנו כותרות לציורים וציינו את ההגדלה שהתבוננתם בה.
- יז. האם יש הבדל במגוון גרגרי האבקה הנצפים בסוגי הדבש השונים? נמקו על פי התצפיות בתכשירים מסוגי הדבש השונים.
- יח. על מנת לזהות את הפרחים בהם ביקרו הדבורים, העזרו באינטרנט ומצאו תמונות ומדריכים לזיהוי גרגרי אבקה. התבוננו היטב, שימו לב לגודל, לצורה ולמבנה של גרגר האבקה. ציינו את שמות הצמחים שזיהיתם.

