



הפקולטה למדעי
החברה
בית הספר לחינוך
ע"ש פרופ' פ. חורגין

משרד החינוך, המזכירות הפדגוגית
הפיקוח על הוראת הביולוגיה
המרכז לפיתוח ותמיכה במעבדות הביולוגיה
בבתי הספר



שיטות עבודה במעבדה לביולוגיה

השתלמות לבורנטים - שלומי
חנוכה תשע"ט – דצמבר 2018

על סדר היום

❖ תכשירים להסתכלות במיקרוסקופ

- גרגרי אבקה של היביסקוס
- אפידרמיס של פרי פלפל אדום
- אפידרמיס של עלה כותרת (גרניום)
- תדפיס פיוניות

❖ "נביטת" גרגרי אבקה

❖ מיטוזה בתאי שורש של שום

❖ מה מצוי במצוי

- פעילות אנזימים במיצוי
- מיצוי וכרומטוגרפיה של עלה צבעוני (אדום)

❖ ספקטרופוטומטר



מיקרוסקופיה

עבודה במיקרוסקופ

תפקיד הלבורנט

- סיוע למורה בהדרכת התלמידים בעבודה במיקרוסקופ
- שמירה על תקינות המיקרוסקופים בעבודה השוטפת
- הזמנת שירות לטיפול במיקרוסקופים לפחות פעם **אחת** בשלוש שנים

תחזוקת מיקרוסקופים ושימוש נכון



➤ הדרכה ייחודית מסֵפֶק המיקרוסקופים שבבית הספר

➤ ניקוי מיקרוסקופים (סרטון באנגלית):

<https://youtu.be/Tz4Dy5D6kdw>

➤ תחזוקה וניקוי מיקרוסקופים (אנגלית)

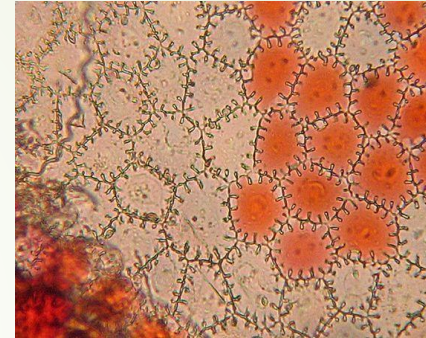
<http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/articles/basics/care.html>

➤ שימוש נכון במיקרוסקופ

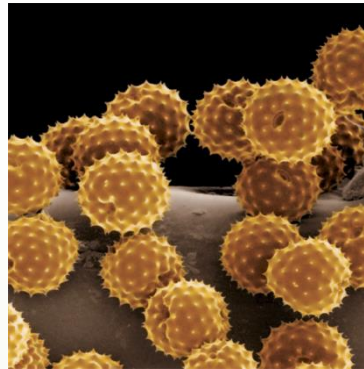
דוגמאות לתכשירים במיקרוסקופ



אפידרמיס
של פרי פלפל
אדום



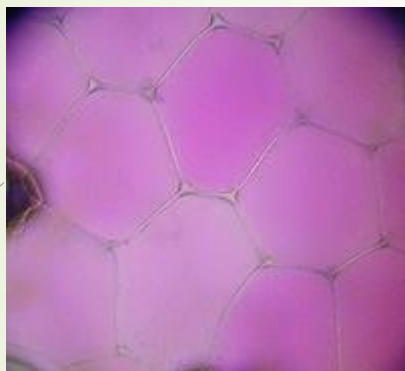
אפידרמיס
של עלה גרניום



גרגרי אבקה של היביסקוס

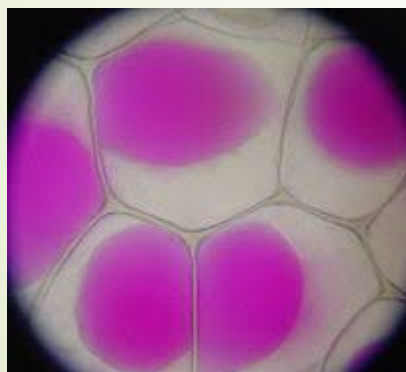
פלסמוליזה בעלה יהודי נודד סגול

➤ בתאי עלה של יהודי נודד סגול יש בחלולית אנטוציאנים שמקנים לתא את צבעו הוורוד-סגול.



<https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A4%D7%9C%D7%A1%D7%9E%D7%95%D7%9C%D7%99%D7%96%D7%94>

➤ כשהתא בטורגור מלא – החלולית תופסת את רוב נפח התא.



➤ כשהתא מאבד מים – **פלסמוליזה** – קרום התא מתרחק מהדופן, החלולית מתכווצת והצבע הוורוד נראה רק בחלק מהתא.

פיוניות

- באפידרמיס של עלי צמחים יש פתחים מיוחדים – פיוניות
- דרך פתחי הפיוניות נקלט פחמן דו חמצני (נדרש לפוטוסינתזה) ונפלטים חמצן ואדי מים (תוצרי פוטוסינתזה)
- הפיונית בנויה משני תאי סגירה ורווח ביניהם – פתח הפיונית
- מנגנון המווסת פתיחה וסגירה של פיוניות מאפשר שמירה על מאזן המים בצמח

תאי הסגירה של
הפיונית



פתח
הפיונית



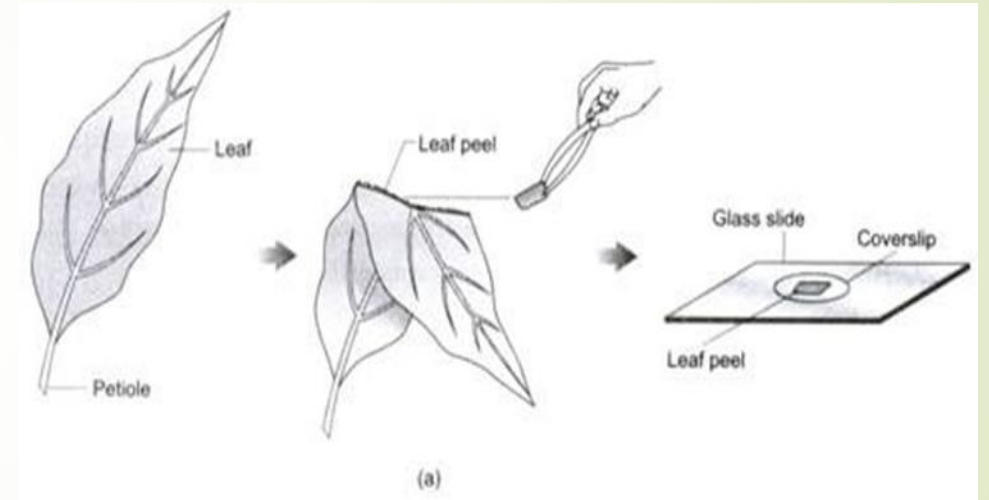
תכשיר אפידרמיס

הסתכלות בפיוניות במיקרוסקופ

הכנת תכשיר להסתכלות בפיוניות על ידי קילוף האפידרמיס

הכנת תדפיס פיוניות על ידי שימוש בלכה שקוף

- בוחרים עלה מתאים (לא שעיר, עדיף גלדני)
- מורחים שכבה דקה של לכה שקופה לציפורניים (אפשר גם תכשיר שמתפקד כ"פלסטר" לכיסוי פצעים, שקוף)
- ממתינים עד להתיבשות מלאה של הלכה
- מסירים את הלכה בעזרת מלקטת או סלוטייפ ומניחים על זכוכית נושאת (אין צורך להכין טיפת מים ואין צורך לכסות)
- סרטון המדגים הכנת תדפיס פיוניות (באנגלית)



<http://www.biologydiscussion.com/experiments/experiment-to-observe-temporary-mount-of-a-leaf-peel-to-show-stomata/1733>

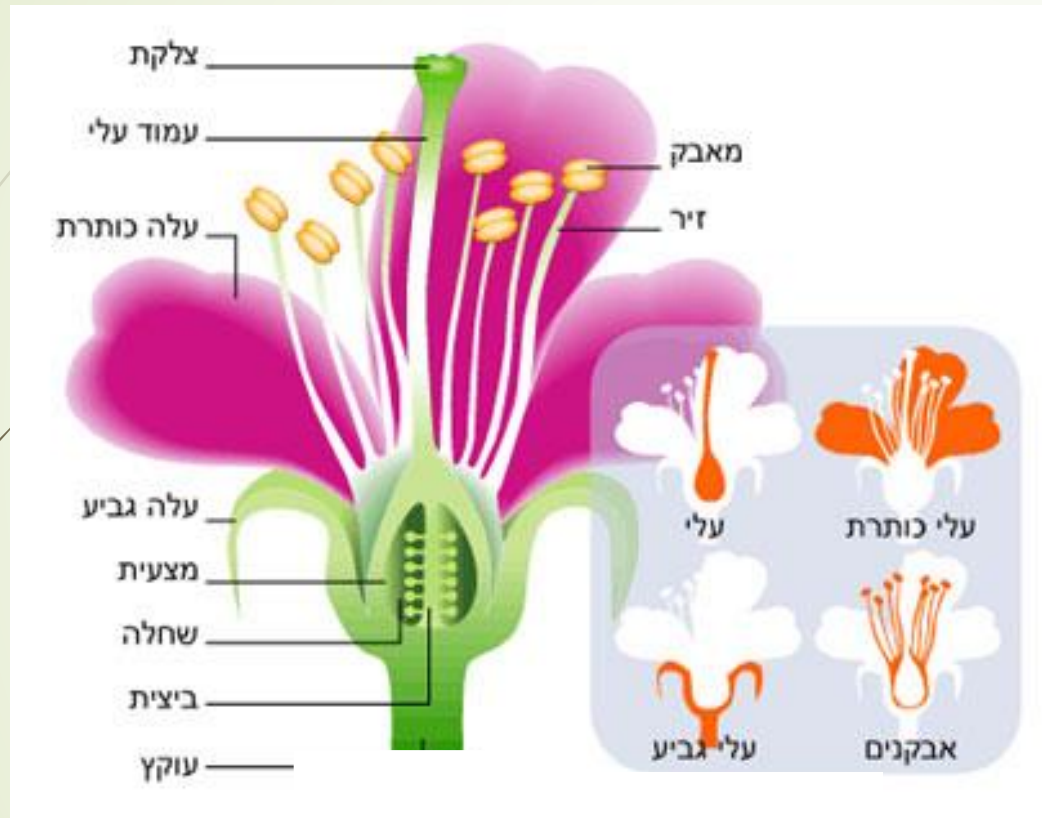


סדנה: הסתכלות במיקרוסקופ בתכשירים שונים



"נביטת" גרגרי אבקה

מבנה הפרח ואברי הרבייה



חתך אורך בפרח

האבקנים הם החלק הזכרי בפרח.

האבקן בנוי מ: זיר ומאבק. במאבקים מתפתחים גרגרי אבקה

העלי הוא החלק הנקבי בפרח.

העלי בנוי מ: שחלה ובתוכה הביציות, עמוד עלי וצלקת

האבקה והפריה

➤ בתוך גרגר האבקה* מצויים תאי מין זכריים

➤ בתוך כל אחת מהביציות (שבשחלה) מצוי תא מין נקבי

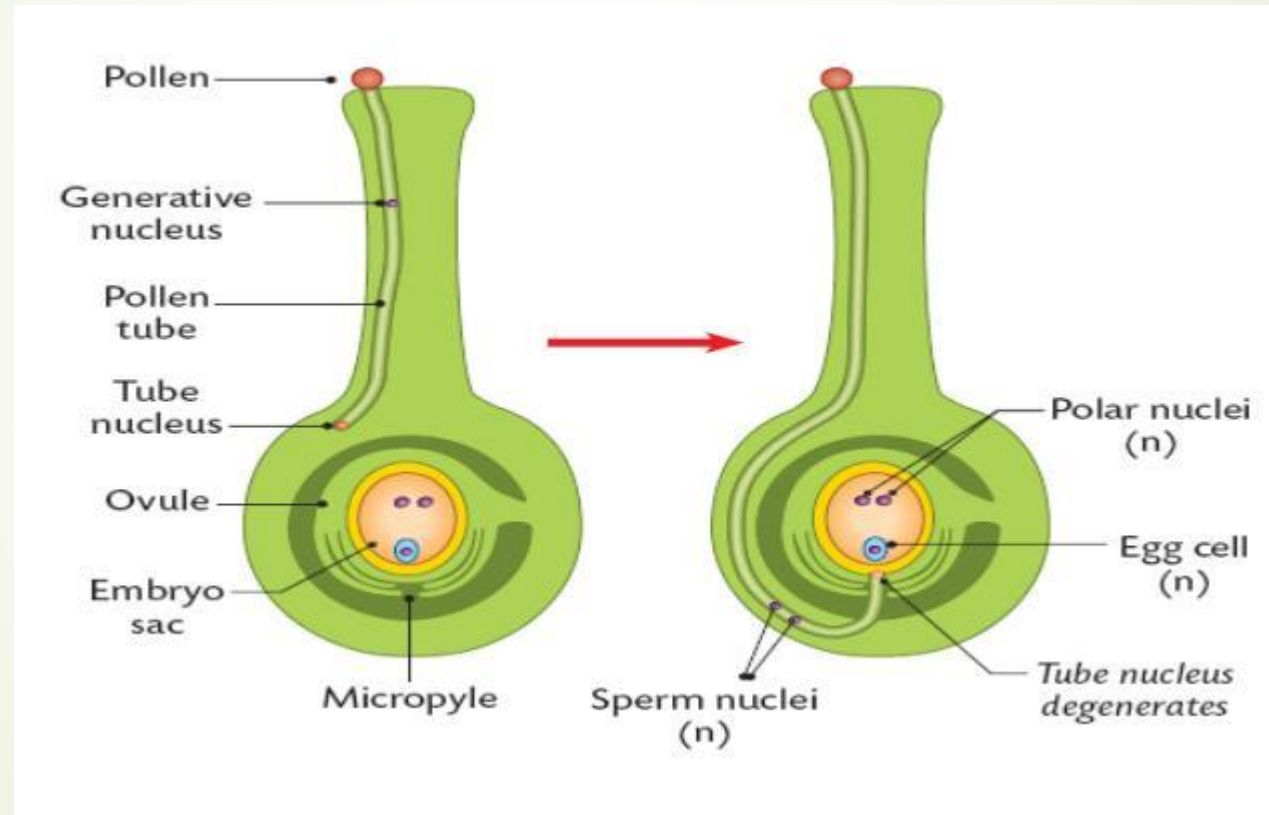
➤ **האבקה:** מעבר של גרגרי אבקה אל הצלקת

➤ **"נביטה"** של גרגרי אבקה על הצלקת ו**צמיחה של נחשון** (ובתוכו תאי מין זכריים)
בתוך עמוד העלי

➤ **הפריה:** התלכדות של תא מין זכרי עם תא המין הנקבי

*גרגר האבקה אינו תא בודד

צמיחת נחשון והפריה



"נביטה" של גרגרי אבקה

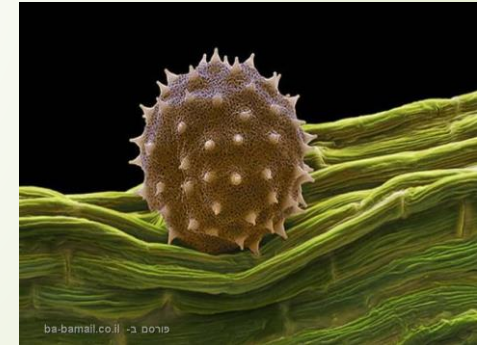


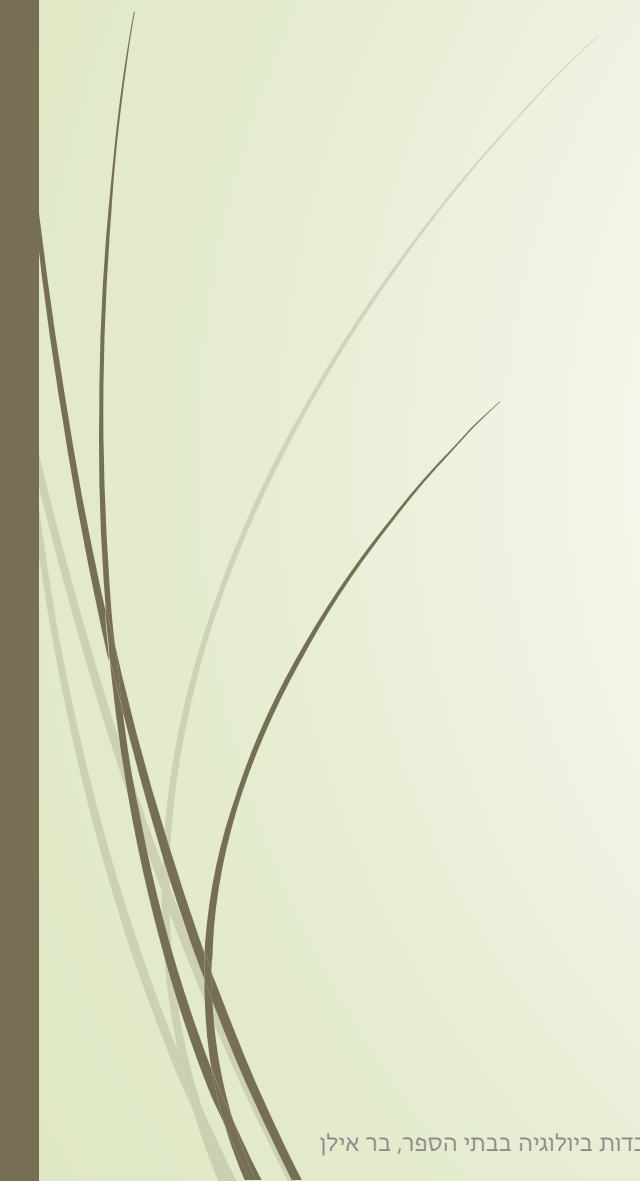
<http://ngm.nationalgeographic.com/2009/12/pollen/oeggerli-photography>

Photograph by
Martin Oeggerli

➤ אפשר להשתמש בפרחים ממשפחות שונות:
נר הלילה, כובע הנזיר, בוהיניה, שושן

➤ איך מזהים בפרח את גרגרי האבקה?





סדנה: הכנת סיפה תלויה עם גרגרי אבקה



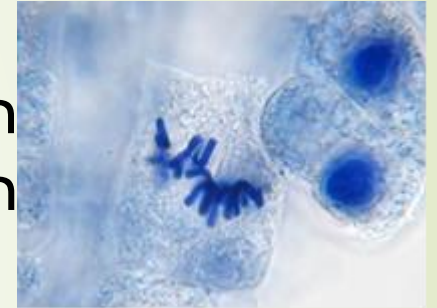
מיטוזה בתאי שורש שום

שלבים בתהליך המיטוזה בצמחים



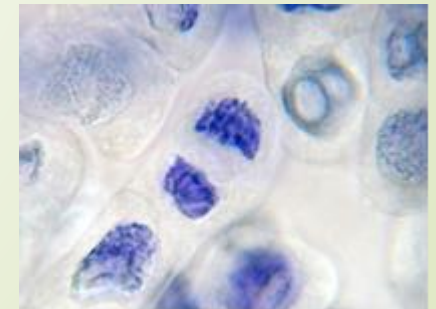
קרום הגרעין מתפרק, הכרומוזומים מתקצרים ונדחסים

הכרומוזומים מסתדרים זה מול זה על "קו המשווה" של התא

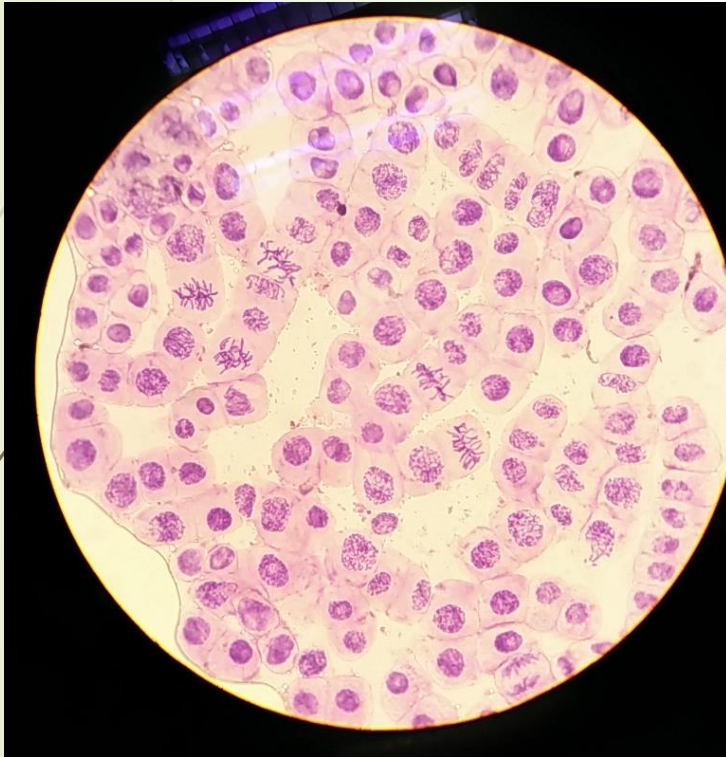


הכרומטידות נפרדות זו מזו, כל אחת "נעה" לקוטב אחר של התא

קרומי הגרעינים החדשים נבנים מחדש, דופן חדשה נוצרת בין שני התאים החדשים.



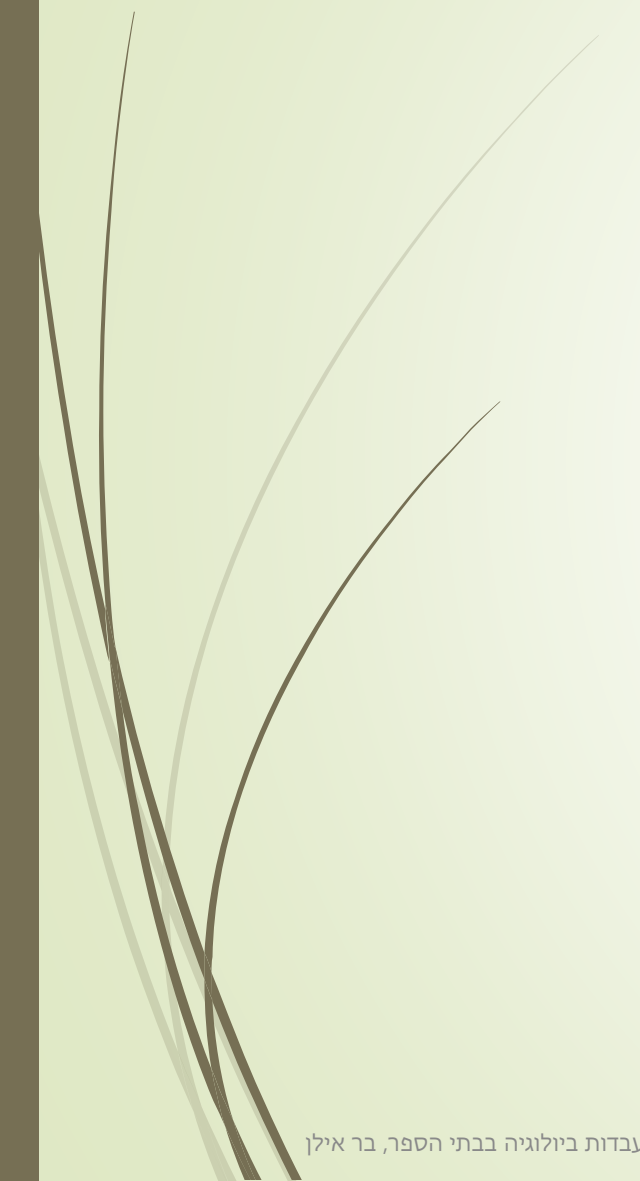
שלבים בהכנת תכשיר מקצה שורש של שום



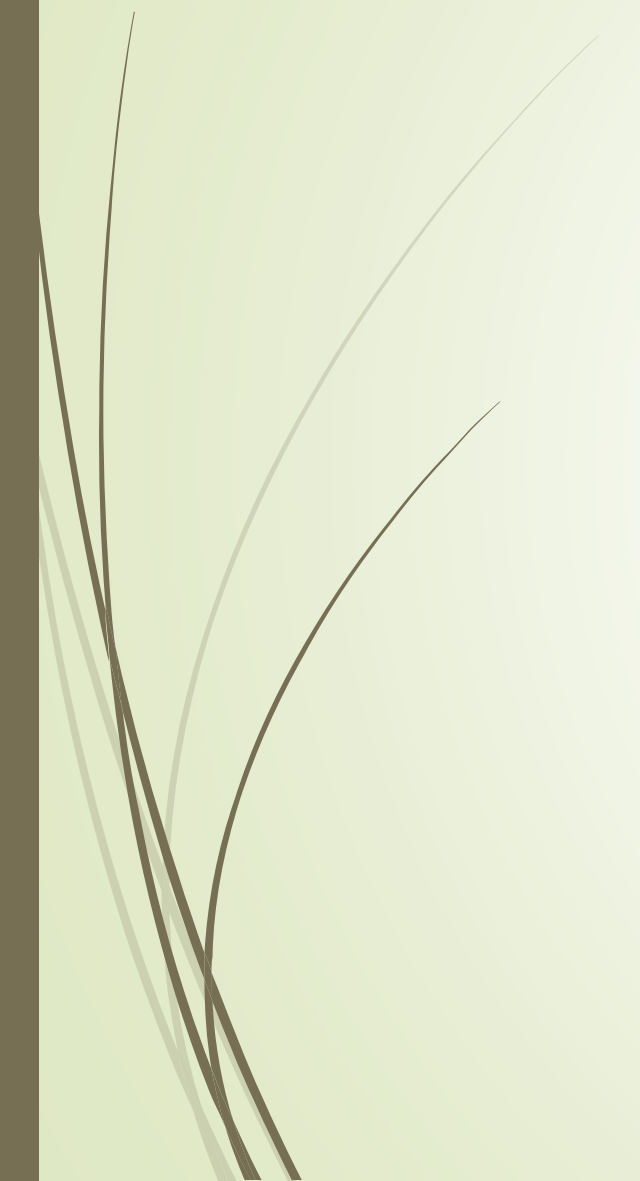
➤ השרשת שן שום

➤ הכנת תכשיר מקצה השורש

➤ איתור תאים בשלבים שונים של מיטוזה



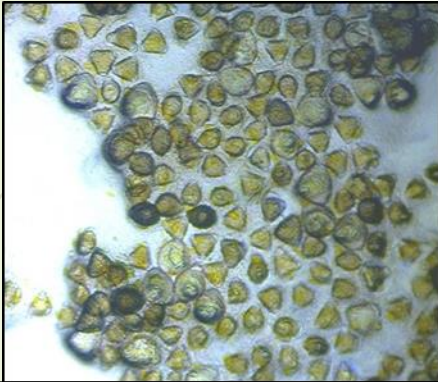
סדנה: הכנת תכשיר מקצה שורש של שום



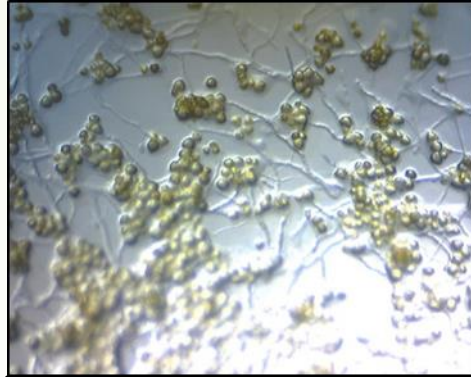
בדיקת תכשירים: נביטת גרגרי אבקה

השפעה של ריכוז הסוכרוז על נביטה של גרגרי אבקה מכובע הנזיר

22



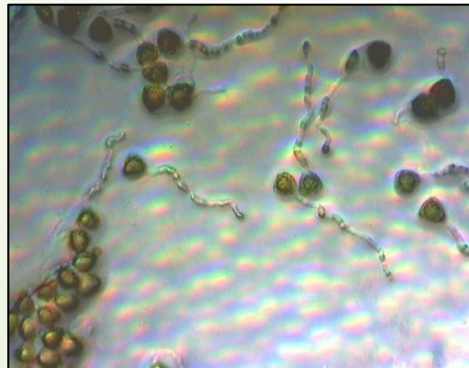
ריכוז סוכרוז 0%
הגדלה X 100



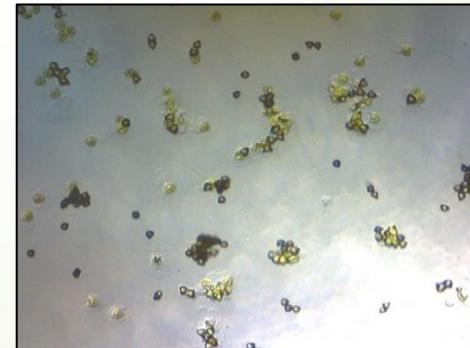
ריכוז סוכרוז 10%
הגדלה X 40



ריכוז סוכרוז 20%
הגדלה X 40



ריכוז סוכרוז 30%
הגדלה X 100



ריכוז סוכרוז 40%
הגדלה X 40

נביטת גרגרי אבקה - יתרונות

➤ ניסוי קצר מועד

➤ מאפשר לעקוב אחר התקדמותו של תהליך ביולוגי

➤ נוח מאד לבצע ריבוי פריטים וחזרות על הניסוי ולחשב ממוצע בכל טיפול

נביטת גרגרי אבקה - חסרונות / קשיים

➤ איתור צמח מתאים, בשלב הפריחה המתאים

➤ מתאים רק בחלק מעונות השנה

➤ אינו מתאים לתלמידים המתקשים בעבודה במיקרוסקופ

➤ מומלץ מיקרוסקופ עם מצלמה / וידאוסקופ



מה מצוי במיצוי?

מבוסס על המאמר: מה מצוי במיצוי
המרכז לפיתוח ותמיכה במעבדות ביולוגיה בבתי הספר
(אתר המרכז לפיתוח ותמיכה / מעבדה / מידע למורה וללבורנט)

מהו מיצוי ואיך מכינים אותו?

שלב ראשון: הרס הרקמה

➤ ריסוק מכני בסביבה מימית - המיצוי מכיל חומרים המסיסים במים כגון חלבונים, אנתוציאנים ובטאנים

➤ בהוספת מַמָּס אורגני (אתנול) - המיצוי מכיל חומרים המסיסים בו כגון כלורופילים, קרוטנואידים, קסנטופילים

שלב שני: הפרדת הנוזל מחלקים מוצקים

➤ סינון באמצעות גזה או נייר סינון

➤ סרכוז בעזרת צנטריפוגה

המיצוי שמתקבל מכיל חלקי תאים, אברונים (שלמים ופגומים) וכן נוזלי תאים שנפגעו ובהם מגוון חומרים אם מסננים באמצעות גזה – המיצוי מכיל גם תאים שלמים.

מהי משמעות הפגיעה במבנה התאי?

➡ פגיעה במידור התאי
- תהליכים מרובי שלבים שתלויים במידור בתא (כגון נשימה תאית)
לא מתקיימים במיצוי

➡ המיצוי מכיל תערובת של אנזימים שונים

איזו פעילות ביולוגית יכולה להתקיים במיצוי?

➤ חלק מהאנזימים יהיו פעילים במבחנה באופן דומה לפעילותם בתאים.

➤ אנזימים שפעילותם אינה תלויה בשלמות המבנה התאי יהיו פעילים במיצוי.

➤ תנאים לפעילות האנזימים במיצוי :

- בתהליך הכנת המיצוי לא הייתה פגיעה בשלמות מולקולות האנזימים
או במבנה המרחבי שלהם

- טמפרטורה מתאימה, pH אופטימלי, נוכחות יונים מסוימים

➤ במיצוי שהוכן מרקמות שבהם הייתה פעילות של אנזים, יהיו גם הסובסטרט וגם התוצר של אותו אנזים.

➤ האם נוכל להרחיק מהמיצוי את הסובסטרט של אנזים מסוים או את התוצר של אותו

איך בודקים פעילות של אנזים מסוים IN VITRO?

➤ אם במיצוי ריכוז הסובסטרט או ריכוז התוצר גבוה – יש להפריד אותם מהמיצוי לדוגמה:

- כדי לבדוק יצירת עמילן על ידי אנזים שבמיצוי יש להפריד את העמילן הקיים במיצוי ולבדוק יצירת עמילן "חדש"

- כדי לבדוק פירוק עמילן על ידי עמילאז שבמיצוי, יש להרחיק את העמילן שבמיצוי, להוסיף עמילן חיצוני בריכוז ידוע

➤ אם מודדים את כמות התוצר, וריכוז הסובסטרט במיצוי נמוך – בתחילת הניסוי מוסיפים למיצוי כמות גדולה ומדודה של סובסטרט לדוגמה:

- כדי לבדוק פעילות קטלאז מוסיפים למיצוי מי חמצן

פעילות אנזימים במיצוי

האם אפשר לבדוק במיצוי מסוים פעילות של מספר אנזימים?

➤ בכל טיפול מוסיפים למיצוי סובסטרט אחר, ובהתאם לכך פעיל האנזים הייחודי שמצוי במיצוי

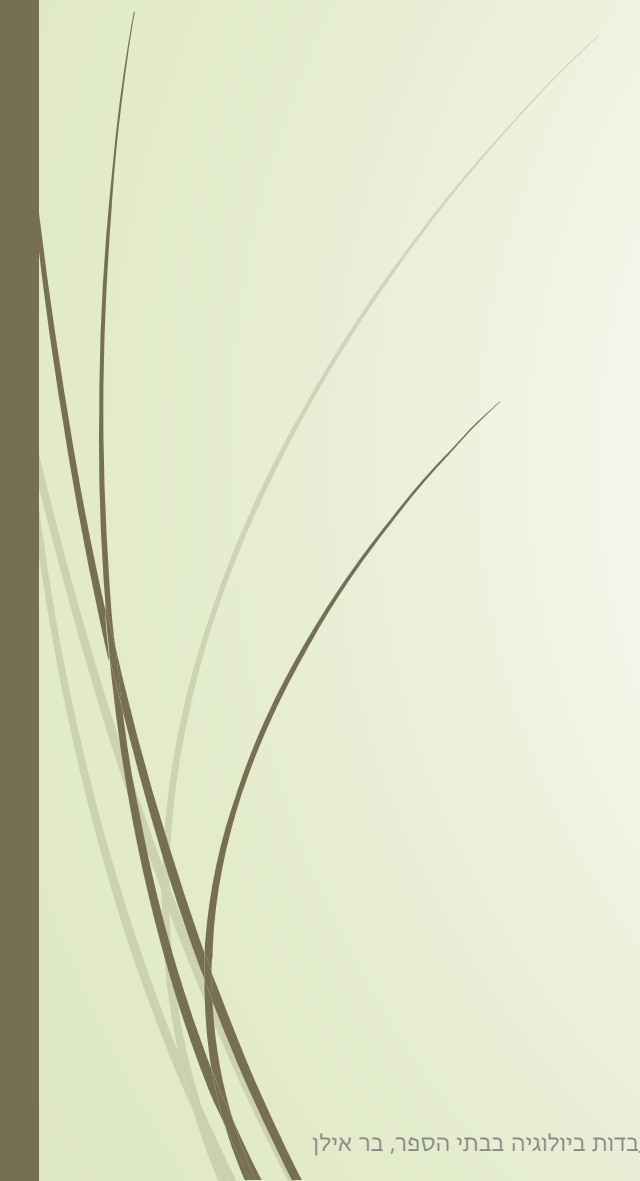
➤ במיצוי תפוז"א אפשר לבדוק פעילות של:
- אנזים מזרח סינתזת עמילן
- עמילאז
- קטלאז

➤ תהליכים אנזימטיים במיצוי מפקעת תפוח אדמה
(קבצים ללבורנט, לתלמיד, למורה)



מדוע בביוחקר חייבים להשתמש במיצוי ולא בתכשיר מנוקה של אנזים?

בביולוגיה אנו מעוניינים ללמוד ולחקור תהליכים המתרחשים
באורגניזמים חיים, ברקמות שלהם או במיצוי שהופק מהם.



הדגמה: פעילות אנזימטית במיצוי

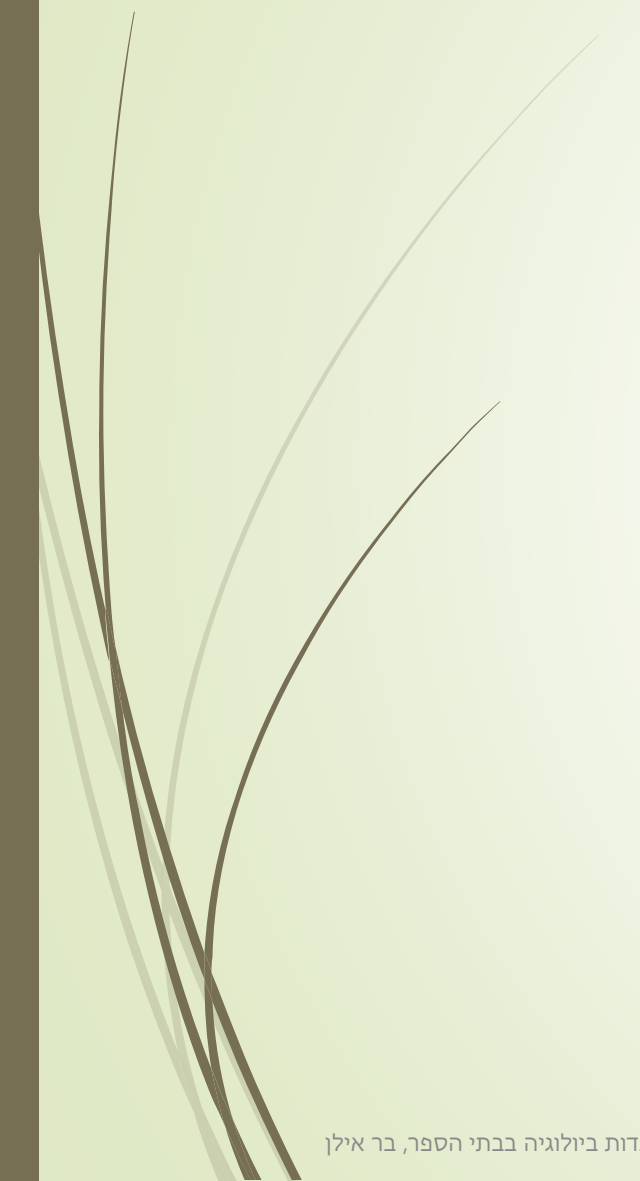


כרומטוגרפיה של מיצוי מעלה צבעוני (אדום)

➤ האם בעלים אדומים נמצא כלורופיל?

➤ לצבענים (פיגמנטים) שונים המצויים בעלי צמחים יש מסיסות שונה במים ובאתנול (אלכוהול).

➤ בכמה צבעים ניתן להבחין בנייר הכרומטוגרפיה?

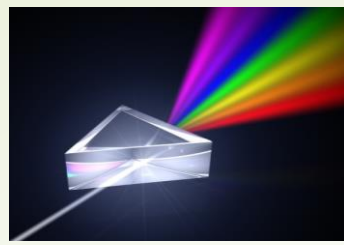


סדנה: הכנת מיצוי מעלי יהודי נודד סגול וכרומטוגרפיה

ספקטרופוטומטר



על אור וצבע



➤ האור הלבן הוא תערובת של אורכי גל שונים.

לכלל אורכי הגל המרכיבים את האור הלבן קוראים **ספקטרום** האור הנראה.

➤ ההבדלים באורכי הגל של קרינת האור הנראה נקלטים בעיננו כצבעים שונים



➤ כאשר העין קולטת את התערובת של צבעים אלה היא מפרשת אותה כצבע יחיד - לבן.

העדר אור מתורגם לצבע שחור.

➤ אם אור לבן ייפגע בשני עצמים: באחד הוא ייבלע כולו והשני יחזיר את האור, הרי שהעצם

הראשון יראה שחור והשני לבן.

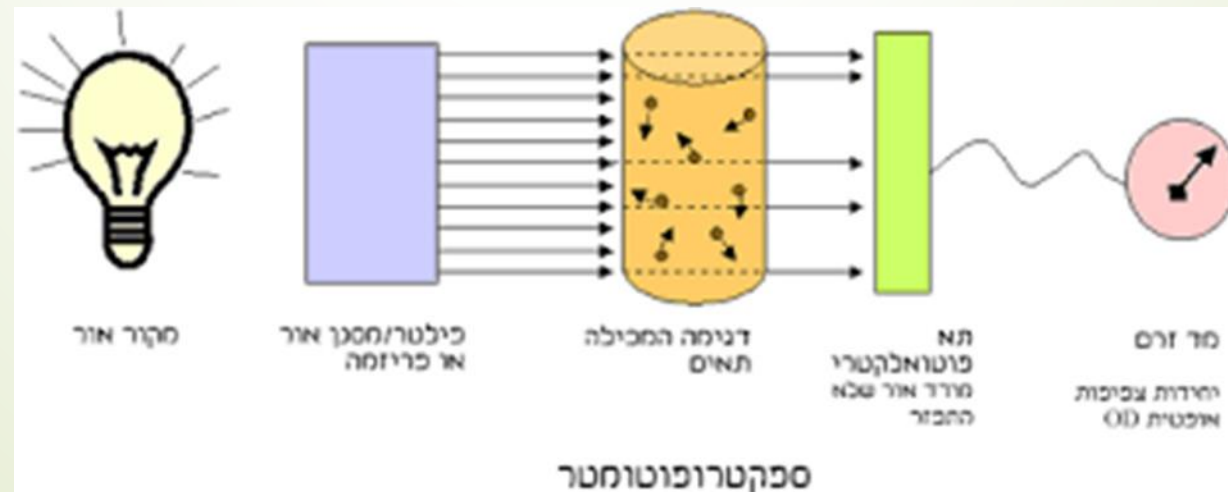
ספקטרופוטומטר

מכשיר המודד את

עצמת הבליעה של גלי האור בתמיסה: **A = Absorption** (ביחידות O.D),

או את

אחוז גלי האור שעברו את התמיסה: **T = Transmittance** (ב-%)



עוצמת בליעת האור וריכוז החומר

➤ עוצמת **בליעת** האור תלויה בריכוז של התמיסה הנבדקת.

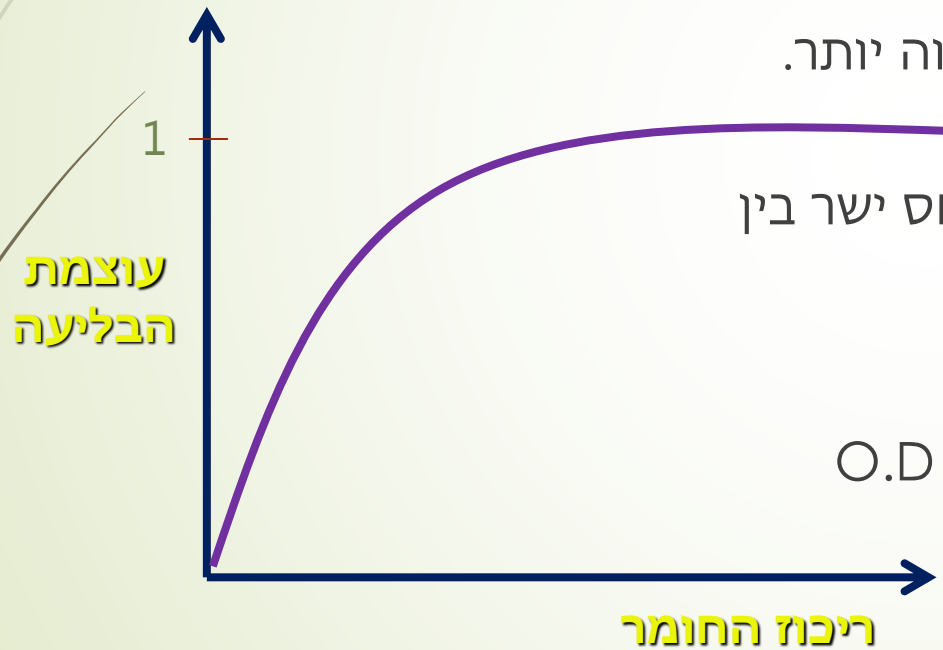
➤ ככל שבתרחיף מספר גדול יותר של אברונים/תאים/חידקים, התמיסה הנבדקת עכורה יותר ועוצמת האור

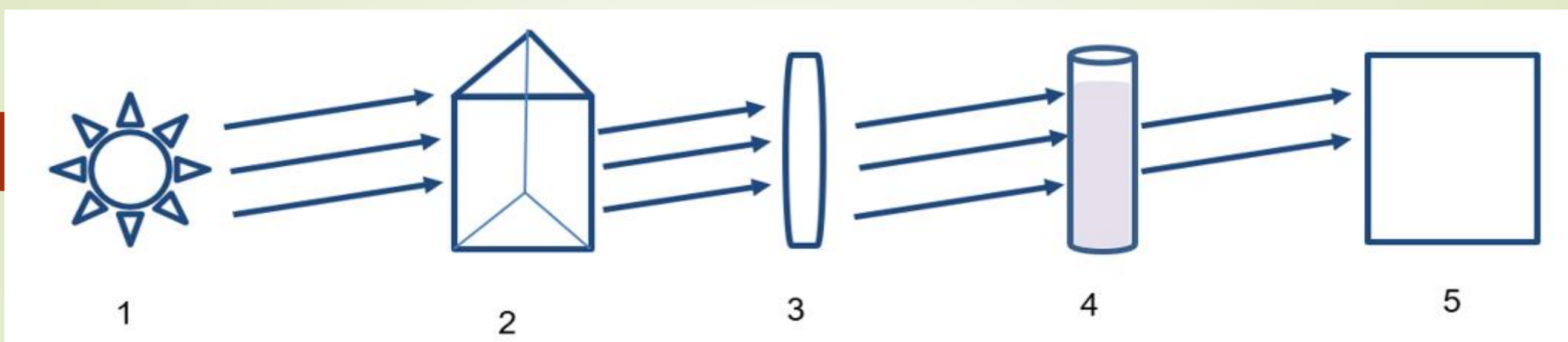
המגיעה לגלאי האור קטנה יותר – הערך O.D יהיה גבוה יותר.

➤ רק באורך הגל בו הבליעה היא מקסימלית מתקיים יחס ישר בין

ריכוז החומר לעוצמת הבליעה (עד גבול מסוים)

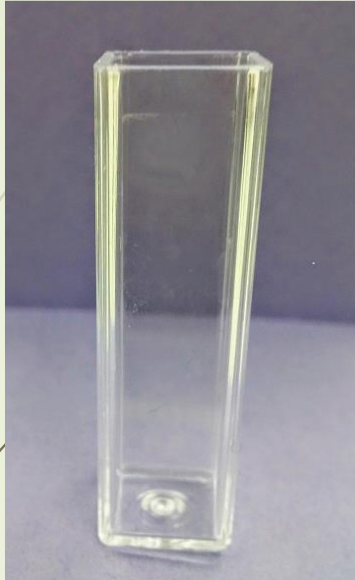
עצמת הבליעה נמדדת ביחידות של **צפיפות אופטית O.D**





- אור לבן ממנורה (1) מועבר דרך מנסרה השוברת את האור הלבן לאורכי הגל השונים (2) גלי האור השונים עוברים דרך מסנן הקרינה (3) שמעביר אורך גל מסוים אל הדגימה שהיא התמיסה הנבדקת (4). חלק מהאור שהוקרן על הדגימה נבלע, וחלקו עובר ומגיע לגלאי אור (5).
- ככל שעוצמת האור המגיעה לגלאי האור תהיה גדולה יותר כך הזרם החשמלי שייצא מהגלאי יהיה גדול יותר ולהיפך. הזרם שעובר לגלאי מתורגם לערך מספרי.
- נוכל למדוד את אחוז גלי האור שעבר את התמיסה (הערך T) נוכל גם למדוד את כמות גלי האור שנבלעים על ידי הדגימה (הערך A).

מבחנת המדידה - קיווטה



ושתי דפנות חלקות



לקיווטה שתי דפנות מחוספסות

סימון הקיווטה ואחזקתה בידיים תעשה רק בדפנות **המחוספסות**

לפני המדידה יש לשטוף את הקיווטה בכמה מנות של התמיסה הנבדקת

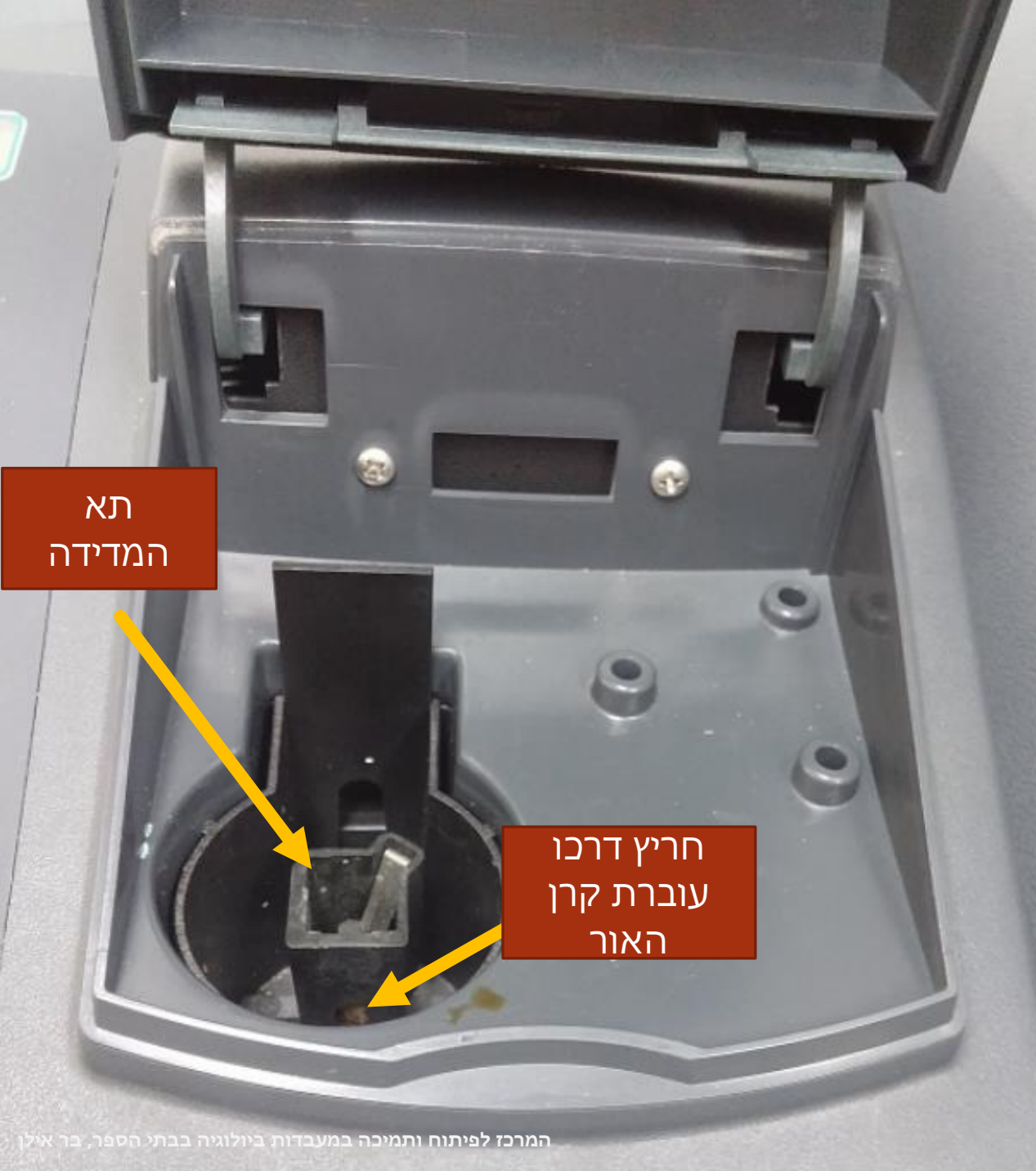
אם נשארות טיפות של התמיסה על דופן הקיווטה החיצונית, יש לספוג אותן בעדינות עם מגבת נייר נקיה

ולבדוק שאין סיבי נייר על הדופן, ושאין בועות אוויר בתוך הקיווטה בחלקה התחתון

יש להעביר לקיווטה דגימה מהתמיסה הנבדקת
בנפח כזה שגובה התמיסה יעלה על גובה החרץ
דרכו מועברת קרן האור. נפח הדגימה הנדרש
למדידה משתנה בין סוגי הקיווטה השונים ונע בין
1-2 מ"ל

יש להכניס את הקיווטה כך שהדפנות **השקופות**
מופנות לכיוון קרן האור, ושגובה הדגימה גבוה
מגובה החרץ דרכו עוברת קרן האור

את המכשיר מאפסים בעזרת **תמיסת בלנק** –
תמיסה המכילה את כל המרכיבים של הדגימה, פרט
לחומר הנבדק



השימוש בספקטרופוטומטר - תמצית

- מציאת שיא הבליעה על ידי חיפוש במרשתת (מילות החיפוש: שם החומר הנבדק באנגלית + absorption)
- הכנת קיווטה עם תמיסת בלנק
- איפוס המכשיר עם תמיסת הבלנק
- הכנת הקיווטות עם דגימות
- מדידת הדגימות ורישום התוצאה בטבלה
- אם ערך המדידה גבוה מ- 1 - מיהול התמיסה
- כיבוי המכשיר וניקוי סביבת העבודה

בעיות ופתרונות

➤ לא ניתן למדוד תמיסה שאיננה אחידה בצבע

➤ כאשר ערך המדידה המתקבל הוא שלילי, כנראה חלה טעות בהכנת תמיסת הבלנק. יש לתקן את

תמיסת הבלנק

➤ חשוב לוודא שהמדידה מתבצעת באורך הגל בו הבליעה היא **מקסימלית**

➤ מומלץ למהול את התמיסה הנבדקת כך שיראה הבדל בגוון החומר בעין ואז למדוד במכשיר. אם

התוצאות אינן תואמות את המגמה הנראית לעין, כנראה שאורך הגל אינו מתאים.

יש לחזור ולוודא מהו אורך הגל בו הבליעה מקסימלית

בליעה או העברה?

אחוז העברה T (%)

בתגובה אנזימתית, כאשר אנו מודדים את קצב התגובה על פי צבען המזהה את **הסובסטר**:
ככל שריכוז הסובסטרט יורד, גוון הצבען בהיר יותר
ואחוז גבוה יותר של קרני אור יעברו

עצמת הבליעה A (O.D)

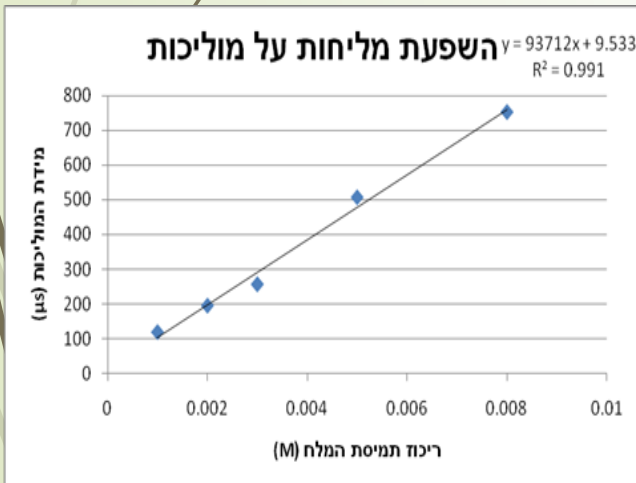
בתגובה אנזימתית, כאשר אנו מודדים את קצב התגובה על פי צבען (פיגמנט) המזהה את **התוצר**:
ככל שריכוז התוצר עולה, גוון הצבען כהה יותר
ויותר קרני אור יבלעו בתמיסה

**ככל שקצב התגובה מהיר יותר
כך הקריאה תהיה גבוהה יותר**

מד מוליכות



- יש יחס ישר בין ריכוז יונים בתמיסה למוליכות החשמלית של התמיסה
- הערך נמדד ביחידות: ms/cm (מילי-סימנס/ס"מ) או µs/cm (מיקרו-סימנס/ס"מ)
- למכשירים שונים טווח רגישות שונה
- כדי לחשב את הריכוז של תמיסת NaCl שריכוזה אינו ידוע, יש להכין עקום כיול



מגבלות השימוש במד מוליכות

46

- המדידה איננה ספציפית ליונים מסוימים.
- ייתכן שהשינויים / הבדלים מתחת לטווח הרגישות של המכשיר.
- כדאי להתייעץ עם הספק לגבי רגישות המכשיר המומלץ כך שיהא מותאם לטווחים שימדדו.
- נדרש נפח מינימלי של תמיסה / מיצוי (10 - 25 מ"ל) כדי שהאלקטרודה תהיה טבולה בתמיסה.

סדנה: בדיקת ריכוז מומסים ברקמה צמחית בעזרת מד מוליכות

השפעה של משך החשיפה לטמפרטורות נמוכות על יציאת חומרים מהתאים

- 2 חתיכות עלי בצל, כל אחת באורך 7 ס"מ, שהו בהקפאה (ללא מים) לפרקי זמן שונים.
- לכל הטיפולים נבחרו עלים דומים. בכל טיפול לפחות 3 חזרות.
- לאחר הוצאה מהקפאה העלים הועברו למבחנה עם 10 מ"ל מים מזוקקים למשך כ - 20 דקות.
- מדידת מוליכות בכל טיפול.

משך הזמן בתא הקפאה (בדקות)	ממוצע מוליכות לאחר השריה במשך 20 דקות במים ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
0	
10	
40	

תוצאות של ניסוי

משך הזמן בתא הקפאה (בדקות)	ממוצע מוליכות לאחר השריה במשך 20 דקות במים ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
0	50
10	245
40	885

אתרים רלוונטים

➡ [אתר מרכז הפיתוח והתמיכה בבר אילן](#)



➡ [המרכז הארצי למורי הביולוגיה](#)

➡ [מידע על ריאגנט בנדיקט](#)

תמיסות

חישוב ריכוז תמיסה באחוזים ➡

חישוב ריכוזים של תמיסות במולר ➡

הכנת תמיסות ומיהול תמיסת אַם לריכוז נתון ➡



תמיסות

➤ **תמיסה:** מומס + ממס

➤ **מומס:** מוצק, נוזל או גז

- כאשר בתהליך נפלט גז (חמצן או פחמן דו חמצני) במערכת סגורה המכילה מים, נוצרת תמיסה מימית שהמומס בה הוא גז.

➤ **ממס:** מים הוא הממס **ברוב** התמיסות שמכינים במעבדה לביולוגיה

➤ **ריכוז תמיסה** מבטא את כמות המומס המצויה בכמות נתונה של

תמיסה

- קיימות מספר שיטות לבטא ריכוז תמיסה. בהמשך נתייחס רק לתמיסות

שריכוזן מבוטא באחוזים ובמולריות.

ריכוז תמיסה מבוטא באחוזים - % (משקל / נפח)

ריכוז תמיסה ב - % = כמות מומס בגרם, ב - 100 מ"ל
תמיסה

נוסחה לחישוב ריכוז תמיסה ב - %:

$$\text{ריכוז תמיסה ב - \%} = \frac{W \text{ (כמות המומס בגרם)} \times 100}{V \text{ (נפח התמיסה במ"ל)}}$$

דוגמאות להכנת תמיסות בריכוזים שונים (ב - %)

➤ כיצד להכין 400 מ"ל תמיסה שריכוזה 3%?

- להכנת 100 מ"ל תמיסה, יש לשקול 3 גרם מומס ולהמיס בנפח עד 100 מ"ל
- להכנת 400 מ"ל תמיסה, יש לשקול $4 \times 3 = 12$ גרם מומס ולהמיס בנפח עד 400 מ"ל.

➤ באיזה נפח יש להמיס 5 גרם גלוקוז כדי לקבל תמיסה שריכוזה 2.5%?

$$2.5\% = \frac{100 \times 5}{V}$$

תשובה: יש להמיס ב - 200 מ"ל

➤ המסת 1 גרם גלוקוז במים עד לנפח של 200 מ"ל תמיסה. מהו ריכוז התמיסה?

$$0.5\% = \frac{100 \times 1}{200}$$

מסה מולרית

➤ "מול" – יחידה המבטאת כמות של 6×10^{23} חלקיקים (מולקולות/יונים)

➤ **מסה מולרית** - היא מסה (בגרמים) של "מול" חלקיקים

➤ ניתן לחשב מסה מולרית של כל חומר על פי הנוסחה הכימית שלו והנתונים על מסה מולרית של כל אטום.
לדוגמה:

מסה מולרית של גלוקוז $C_6H_{12}O_6$ = $6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180$ גרם.
מול אחד של גלוקוז שוקל 180 גרם

➤ כשהנוסחה אינה ידועה או מורכבת אפשר למצוא באינטרנט את המסה המולרית של תרכובות שונות (על פי שם התרכובת, או הנוסחה)

ניסוי לבדיקת ההשפעה של תמיסות שונות על תהליך האוסמוזה

בניסויים כאלה חשוב להשתמש בתמיסות שבהן אותו מספר מולקולות / יונים.

לדוגמה:

אם מכינים לניסוי תמיסת גלוקוז בריכוז 1% ותמיסת סוכרוז בריכוז 1%, האם מספר המולקולות של הסוכר בכל אחת מהתמיסות שווה / שונה?

- המסה המולרית של גלוקוז היא 180 גר'
- המסה המולרית של סוכרוז היא גר'

➡ האם בתמיסה של 1% גלוקוז יש יותר/פחות/אותו מספר מולקולות מאשר בתמיסה של 1% סוכרוז?

מסקנה: בניסוי כזה יש להשתמש בתמיסות בעלות אותו ריכוז מולרי .

ריכוז תמיסה במולריות (M)

➡ מספר מולים = כמות החומר (בגרמים)
מסה מולרית (גרם/מול)

➡ ריכוז תמיסה במולריות (M) = מספר המולים של המומס (n)
נפח התמיסה (בליטר) (v)

➡ א.ו: **ריכוז תמיסה ב M = כמות החומר המומס (בגרם)**
מסה מולרית (בגרם) X נפח התמיסה (בליטר) (v)

מיהול תמיסות

C_1 = ריכוז תמיסת אָם

C_2 = ריכוז התמיסה המהולה

V_1 = נפח תמיסת האָם

V_2 = נפח **סופי** של תמיסה מהולה (V_1 + נפח המים שהוספנו כדי למהול)

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \quad \text{או:} \quad \frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

בנוסחה זו אפשר להשתמש ביחידות שונות של נפח (מ"ל, ליטר) ושל ריכוז (% או M)

דוגמה להכנת תמיסה מהולה (1)

כמה מים יש להוסיף ל – 100 מ"ל תמיסה, שריכוזה 5%, כדי לקבל תמיסה מהולה שריכוזה 1%?

$$5\% = C_1$$

$$1\% = C_2$$

$$100 \text{ מ"ל} = V_1$$

$$? \text{ מ"ל} = V_2$$

$$V_2 \times 1 = 100 \times 5$$

$$500 \text{ מ"ל} = V_2$$

כדי לקבל 500 מ"ל תמיסה מהולה (V_2), יש להוסיף 400 מ"ל מים ל- 100 מ"ל תמיסה מרוכזת.

דוגמה לחישוב ריכוז של תמיסה מהולה (2)

מהו ריכוז התמיסה המהולה שהוכנה ע"י הוספת 150 מ"ל מים ל- 50 מ"ל תמיסה שריכוזה 2M ?

$$2M = C_1$$

$$C_2 = \text{ריכוז התמיסה המהולה}$$

$$V_1 = 50 \text{ מ"ל}$$

$$V_2 = 200 \text{ מ"ל} + V_1 \text{ (150 מ"ל)}$$

$$200 \times C_2 = 50 \times 2$$

ריכוז התמיסה המהולה הוא 0.5M

ובמעבדה...

הערות טכניות להכנת תמיסות:

- ▶ למומס יש נפח, לכן כדי לקבל תמיסה בנפח מסוים (100 מ"ל / 1 ליטר), יש להעביר את המומס לכלי מדידה (בקבוק מדידה מכויל, או משורה) ולהוסיף **מים עד** לנפח הנדרש.
- ▶ כאשר נפח המומס קטן מאד, ולא נדרש דיוק מירבי – אפשר להוסיף מים בנפח הנדרש
- ▶ תמיסות של חומרים נדיפים יש להכין במנדף
- ▶ כאשר מוהלים חומצה מרוכזת, יש להוסיף את החומצה למים **ולא** את המים לחומצה.
- ▶ אחסון תמיסות מסוימות (בבקבוק כהה, בקירור)