

קשר לתוכנית הלימודים

פוטוסינתזה הוא אחד התהליכים הביוכימיים החשובים ביותר לקיום של כל עולם החי. הבנה של התהליך וחשיבותו האקולוגית מצריכה פיתוח של חשיבה מערכתית והיכרות עם נושאים מגוונים כמו: מבנה הצמח, ספקטרום האור הנראה, תהליכים אנזימטיים ועוד. הנושא נלמד מזוויות שונות לאורך שנות החטיבה. המורה מוזמן לעיין באוגדן "שינויי אקלים" שפורסם על ידי מרכז המורים שם ימצא רעיונות נוספים להוראת נושא הפוטוסינתזה. באוגדן זה בחרנו להוסיף מעבדה נוספת המדגימה השפעת גורמים שונים על תהליך הפוטוסינתזה.

מטרות היחידה

- בתום היחידה התלמיד ידע
- להסביר את החשיבות של פוטוסינתזה.
- להסביר את חשיבותו האקולוגית של התהליך.
- לבחון השערות על בסיס בדיקות עצמיות שהוא בצע.
- לנסח את משוואת הפוטוסינתזה כהלכה ללא היסוס.

ידע קודם נדרש

מחזור הפחמן, יצרנים, צרכנים, הבדל בין נשימה תאית לבין פוטוסינתזה. מבנה התא הצמחי, תהליכים אנזימטיים, ספקטרום האור הנראה. המעבדה מומלצת לתלמידים בכיתה ט'.

מעבדה 7: פוטוסינתזה בצמח האלודיאה

שכבת גיל: כיתה ט'.

השפעת פחמן דו-חמצני על קצב הפוטוסינתזה בצמח האלודיאה (*Elodea canadensis*)

בניסוי זה תבדוק את השפעת פחמן דו-חמצני על קצב הפוטוסינתזה בצמח האלודיאה.

שימו לב!

החומר נטריום די-תיאונט אינו מותר לשימוש מעבדה. בימים אלה מתבצע תהליך אישור חומרים חדשים לשימוש מעבדה והחומר יכלל ברשימה המאושרת. יש לבדוק את הימצאות החומר בטבלאות שימוש החומרים המעודכנות.

לפניך החומרים הבאים:

- 15 מ"ל של תמיסה בריכוז 2% (0.1M), של החומר נטריום די-תיאונט $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$
- אבקת סודה לשתייה NaHCO_3
- אינדיגוקרמין
- ענפים של צמח מים מסוג אלודיאה
- טפי
- פיפטור

בנוסף: לכל קבוצה שני כלים זהים (עדיף מבחנות 50 מ"ל), עם 40 מ"ל של מים מאחד מהטיפולים הבאים:
 א. מים מזוקקים מורתחים (כדי להבטיח שעובדים עם מים המכילים ריכוז CO_2 נמוך, רצוי להשתמש באוטוקלאב ואם אין, אז להרתיח במיחם לזמן ארוך ואז לקרר את המים בכלי סגור. הרתחה בקומקום אינה מניבה את התוצאה הרצויה).

ב. מי ברז עם ממש מעט סודיום בי-קרבונט.

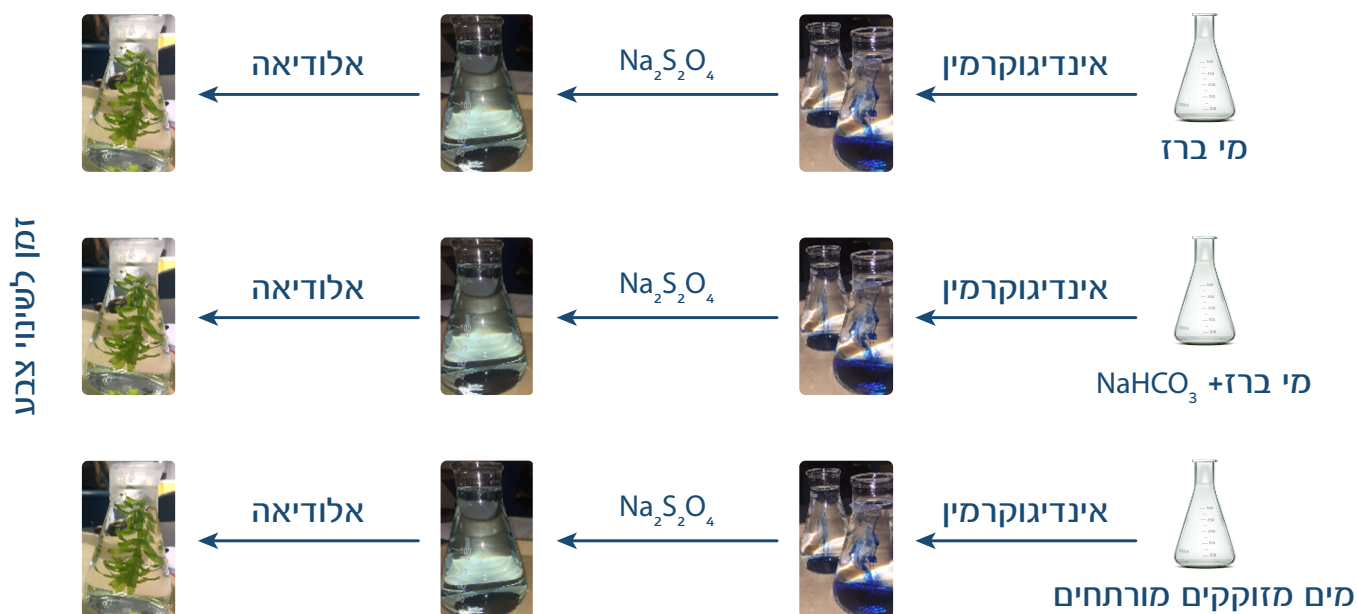
ג. מי ברז ללא סודיום ביקרבונט

שאלות מקדימות

- שערו כיצד ריכוז הפחמן הדו-חמצני המומס במים (בהתאם להרכב המים בכלים א-ג) צפוי להשפיע על קצב הפוטוסינתזה. נמקו.
- כיצד תדעו שתהליך הפוטוסינתזה מתרחש? (רמז: קרא על החומר אינדיגוקרמין).
- הציגו את התוצאות למורה ורק אז עברו לחלק המעשי.

מהלך הניסוי

- הוסף מעט אינדיגוקרמין לכל אחד מהכלים שלפניך. התמיסה תהיה כחולה שזה המצב המחומצן של אינדיגוקרמין (תמונה 11).
- בעזרת פיפטת פסטר מזכוכית או פיפטור, הוסף טיפה אחר טיפה של תמיסת $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, לאחר כל טיפה הקפד לערבב. ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ הוא חומר מחזר חזק, לאחר הוספתו האינדיגוקרמין יחזור לצבע צהוב בהיר).
- הקפד להוסיף טיפה אחר טיפה בדיוק עד לשינוי הצבע. לאחר שינוי הצבע הוספת טיפת מים צריכה להראות פסים כחולים.
- הוסף צמח אלודיאה לכל אחד מהכלים וסגור את הכלים ללא השארת אוויר. שטוף במים ויבש את הכלי מבחוץ.
- הקרן את שני הכלים באור והתבונן במתרחש כל 5 דקות למשך חצי שעה. תעד את התוצאות. שים לב לשינוי בצבע התמיסה וצלם את התמיסה.



תמונה 11: מבנה הניסוי. ניתן לראות את התמיסות צבועות בכחול לאחר הוספת האינדיגוקרמין ולאחר הטיטור עם $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ הן שוב בצבע שקוף.

מעבדה 7: תוצאות למורה

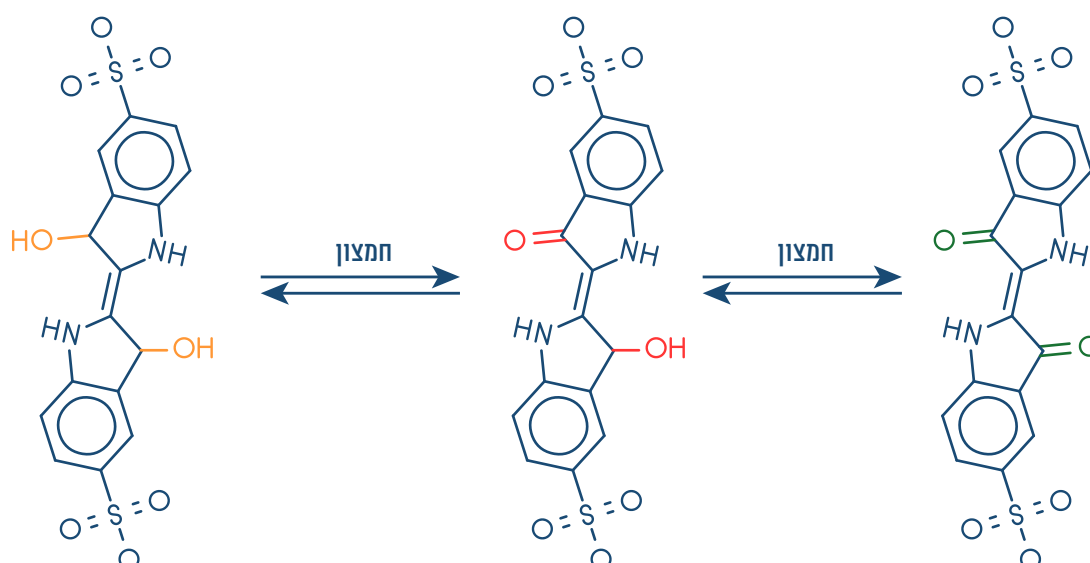
מדובר בניסוי שמצריך הכנה מדוקדקת מראש מצד המורה. חשוב שהאבקות והתמיסות תהינה טריות, ולוודא בבוקר הניסוי שהניסוי עובד. תהליך הטיטור מורכב ויש שונות גדולה בעבודה של התלמידים. לכן כדאי כי כל זוג תלמידים יבצע שתי חזרות של טיפול אחד בלבד. מאחר והתלמידים מודדים זמן לשינוי צבע, ניתן לאסוף את הנתונים מהקבוצות השונות ולסכמן.

קצב הפוטוסינתזה המהיר ביותר נמדד בכלים שהכילו מי ברז ותוספת של סודה לשתייה. וקצב הפוטוסינתזה האיטי ביותר נמדד בכלים שהכילו מים מזוקקים מורתחים. ניתן היה לראות את השינוי בצבע התמיסה באזורים שונים בכלי (תמונה 12).

אינדיגוקרמין (Indigo carmine) הוא אינדיקטור pH. המולקולה בתמיסה מימית מחליפה את צבעה בהתאם לדרגת החמצון שלה. כאשר היא מחוזרת וה - $pH=13$ צבעה צהוב. בחמצון מלא, וכאשר ה - $pH=11.4$ צבעה ירוק (תמונה 13).



תמונה 12: חימצון אינדיגוקרמין מצבע שקוף לצבע כחול. ניתן לראות את האזורים הכחולים בסמוך לענף האלודיאה, עדות לפליטת חמצן, ואת האזורים השקופים הרחוקים יותר מהעלים.



תמונה 13: השפעת דרגת החמצון של התמיסה על הצבע של מולקולת האינדיגוקרמין. בדרגת **חימצון** מקסימלית צבע האינדיקטור **ירוק**, בדרגת **ביניים** צבע האינדיקטור **אדום** ובדרגת **חיזור** מקסימלית צבע האינדיקטור **צהוב**.