

# הוראה במעבדה – השתלמות מורים

## נושא הניסויים: אנזימים

תשפ"ד – 2023



## 02 | למידה בחירום תשפ"ד

רשימת ניסויים מבחינות הבגרות המעשית ומצגות המבוססות עליהן.

מעבר למצגות  
ולסרטונים

# למידה בשעת חירום תשפ"ד

שיטות העבודה בבחינת בגרות מעשית תתבססנה על ניסויים אלו:

## מצגת

בעיה 4, תש"ע 2010  
(סלק) (חלק ב)

## מצגת

## סרטון

בעיה 5, תשס"ו 2006  
(שמרים) (שלב א)

## מצגת

בעיה 1, תשע"ג 2013  
(שמרים) (חלק א, חלק ב)

## מצגת

בעיה 4, תשפ"ב 2022  
(תפוז"א) (חלק א, חלק ב)

## סרטונים נוספים לשימושכם

### סרטון חלק א חלק ב

בעיה 1, תשפ"ג 2023

### סרטון חלק א חלק ב

בעיה 4, תשפ"ג 2023

## בעיה 4 - תשפ"ב 2022

- טופס הבחינה וסולם הצבעים
- רשימת כלים וחומרים לבחינת המעבדה תשפ"ב
- קישור למצגת הדגמת הניסוי

טבלת צבעים של כמויות שונות של עמילן בנוכחות יוד

| הצבע                                      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| כמות יחסית של עמילן<br>(יחידות שרירותיות) |   |   |   |   |   |   |

## הכנת הניסוי על ידי הלבורנט/ית

- רשימת כלים וחומרים – לבדוק עם הלבורנט שיש את כל החומרים, לבדוק תאריך תפוגה (אם רלוונטי), להזמין חומרים מבר אילן, להכין רשימת ציוד
- לבדוק האם נדרשת הקפדה מסוימת בנושא [בטיחות](#)
- לבדוק האם יש תלמידים אלרגיים (ליווד)
- לבקש מהלבורנט/ית לנסות את הניסוי לפני ביצועו בכיתה

חזרה לראש הדף

## חוזר מנכ"ל עדכני "הבטחת הבטיחות במעבדה" תשפ"ג 1.8.23



פורסם חוזר מנכ"ל עדכני "הבטחת הבטיחות במעבדה – 1.8.23" (מחליף את החוזר הקודם מ-1.3.2015).

בחוזר החדש הוכנסו שינויים מהותיים בהנחיות לעבודה עם חומרים (סימון, אחסון, שימוש ופינוי), ובהנחיות לתגובה לאירועי בטיחות במעבדה במגוון דרגות חומרה (החל בשפך קטן של חומר עם סיכון מוגבל וכלה באירוע חירום המחייב פינוי ביה"ס).

כמו כן עודכנו מעט הנחיות השימוש בציוד והעבודה עם יצורים חיים.

[← לחוזר מנכ"ל "הבטחת הבטיחות במעבדה" תשפ"ג 1.8.23](#)

חזרה לראש הדף

הנחיות ונהלים

## מדור בטיחות במעבדות באתר משרד החינוך

חומרים והנחיות בנושא בטיחות במעבדות  
באתר משרד החינוך.

## חוזר מנכ"ל בנושא בטיחות במעבדה

חוזר זה מפרט את כללי הבטיחות ואת  
ההנחיות ללמידה ולעבודה במעבדה.

## הנחיות משלימות לאורחות החיים במוסד החינוכי



## הנחיות בטיחות לביצוע חקר מדעי בבית ומחוצה לו

## הדרכות והנחיה לעבודה במעבדה במיקרוביולוגיה

הדרכה למורים וללבורנטים המעוניינים  
להדריך את תלמידיהם לעבוד בשיטות  
הנהוגות במיקרוביולוגיה.

## רשימת חומרים לשימוש תחת אזהרות

רשימת חומרים לשימוש עם הנחיות  
בטיחות ואזהרות

## רשימת חומרים לא מסוכנים

רשימת חומרים לא מסוכנים עם הנחיות  
בטיחות לשימוש ואיסון

## רשימת חומרים אסורים לשימוש

רשימת חומרים אסורים לשימוש בבתי  
הספר

# בעיה 4 תשפ"ב (חלק א + חלק ב) - 2022

- **נושא הניסוי:** תהליך היווצרות עמילן מגלוקוז פוספט, המתרחש בתסנין מתפוח אדמה
- **ידע מוקדם:** פעילות אנזימים (אנזימים מזרזים תהליכים שונים: בנייה, פירוק, חמצון), גורמים המשפיעים על פעילות אנזים, אברונים תוך תאיים, תכונות קרומים, חומרי תשמורת (עמילן), חשיבות חומרי תשמורת
- **מיומנויות טכניות:** שימוש בפיפטות בנפחים שונים, שימוש בפיפטת פסטר, סינון.
- מומלץ שימוש במיקרוסקופ להסתכלות בתאי תפוז"א וזיהוי עמילופלסטידות לאחר צביעה בIOD  
(**מיומנות זו לא נדרשת בתשפ"ד**).
- **מיומנויות חקר:**
  - טבלה לסיכום מערך בדיקה / ניסוי + כותרות
  - הסבר שיטות ניסוי
  - הגדרת משתנים (בלתי תלוי, תלוי)
  - הסבר שיטת מדידה והתאמתה למדידת המשתנה התלוי
  - הסבר תוצאות הניסוי
  - אופן שמירה על גורם קבוע בניסוי
  - הסבר חשיבות שמירה על גורם קבוע בניסוי
  - חישוב ריכוז תמיסה לאחר מיהול

# תכנון ההוראה במעבדה

- חלק א – הכנת תסנין ללא עמילן. התסנין דרוש לחלק ב
- קריאת כותרות בטופס הבחינה  
המלצה: ניסוח השערה על ידי התלמידים, לפני ביצוע הניסוי
- חלק ב – לביצוע על ידי כל התלמידים
- שיתוף תוצאות, דיון בהבדלים, חישוב ממוצע כיתתי
- דיון במצב של תוצאות הניסוי שאינן צפויות
- ניתוח תשובות נבחרות של תלמידים (לשאלות שתלמידים מתקשים בהן)
- הכנת תכשירים להסתכלות במיקרוסקופ (שיעור נפרד). התמקדות בתאים שלמים וציור התכשיר. **לא נדרש בתשפ"ד**
- בדיקת ידע מוקדם (מתוך הליבה) / השלמת ידע – סיכום על חומרי תשמורת, עמילן, עמילופלסטידות, קשר לפוטוסינתזה

# תוצאות הניסוי לאחר 10 דקות



טבלת צבעים של כמויות שונות של עמילן בנוכחות יוד

| הצבע | כמות יחסית של עמילן<br>(יחידות שרירותיות) |
|------|-------------------------------------------|
|      | 0                                         |
|      | 1                                         |
|      | 2                                         |
|      | 3                                         |
|      | 4                                         |
|      | 5                                         |

# טבלה של תוצאות הניסוי

השפעת ריכוז / נפח / מס' טיפות, תסנין / אנזים, מתפוח אדמה

על [קצב] יצירת / הכמות היחסית / ריכוז של עמילן או: על צבע התמיסה

|           | [נפח] תסנין [ב]<br>(טיפות) | [נפח] מים<br>(טיפות) | [נפח] גלוקוז<br>פוספט<br>(טיפות) | כמות [יחסית של]<br>עמילן<br>[אחרי 10 דקות] |
|-----------|----------------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| שורה<br>א | 3                          | 0                    | 2                                | 5                                          |
| שורה<br>ב | 2                          | 1                    | 2                                | 3                                          |
| שורה<br>ג | 1                          | 2                    | 2                                | 1                                          |
| שורה<br>ד | 0                          | 3                    | 2                                | 0                                          |

# הסבר תוצאות ניסוי

מרכיבי התשובה בהסבר תוצאות הניסוי:

- ✓ [דרך השינוי של המשתנה הבלתי תלוי]
- ✓ המשתנה הבלתי תלוי
- ✓ קצב תהליך (המשתנה התלוי)
- ✓ כמות תוצר
- ✓ שיטת המדידה
- ✓ התוצאות
- ✓ התייחסות לבקרה

ראו תשובה מלאה [במחווה](#)

## הסבר תוצאות הניסוי

| שורה   | [נפח]<br>תסנין<br>[ב]<br>(טיפות) | [נפח]<br>מים<br>(טיפות) | [נפח]<br>גלוקוז<br>פוספט<br>(טיפות) | כמות [יחסית של]<br>עמילן<br>[אחרי 10 דקות] |
|--------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| שורה א | 3                                | 0                       | 2                                   | 5                                          |
| שורה ב | 2                                | 1                       | 2                                   | 3                                          |
| שורה ג | 1                                | 2                       | 2                                   | 1                                          |
| שורה ד | 0                                | 3                       | 2                                   | 0                                          |

- שורה ד : גלוקוז פוספט + מים
- האם אפשר להסביר את תוצאות הניסוי גם ללא שורה ד?

- כאשר תוצאת טיפול היא "0" / אין שינוי / לא היה שינוי בצבע תמיסת היוד – יש תלמידים שאינם מסבירים תוצאה זו

# הסבר חשיבות בקרה (1)

|           | [נפח]<br>תסנין<br>[ב]<br>(טיפות) | [נפח]<br>מים<br>(טיפות) | [נפח]<br>גלוקוז<br>פוספט<br>(טיפות) | כמות [יחסית של]<br>עמילן<br>[אחרי 10 דקות] |
|-----------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| שורה<br>א | 3                                | 0                       | 2                                   | 5                                          |
| שורה<br>ב | 2                                | 1                       | 2                                   | 3                                          |
| שורה<br>ג | 1                                | 2                       | 2                                   | 1                                          |
| שורה<br>ד | 0                                | 3                       | 2                                   | 0                                          |

- בקרה: גלוקוז פוספט + מים
- בבחינה זו לא הייתה שאלה על חשיבות הבקרה
- נסחו את חשיבות הבקרה

• חשיבות הבקרה:

1. לשלול את ההסבר החלופי שעמילן יכול להיווצר במשך הזמן מהסובסטרט גלוקוז פוספט (תגובה ספונטנית)

2. בקרת צבע – כדי לוודא שגלוקוז פוספט אינו מגיב עם יוד לקבלת צבע / להשוות את הצבע שמתקבל בנוכחות גלוקוז פוספט לצבע שמתקבל בנוכחות עמילן

## הסבר חשיבות בקרה (2)

- מומלץ להוסיף או להדגים בקרה נוספת (בביוחקר)
- בקרה: תסנין + מים\*
- חשיבות הבקרה: לשלול את ההסבר החלופי שבתסנין יש חומרים (כגון גלוקוז – פוספט) שמהווים סובסטרט ליצירת עמילן, וככל שריכוז התסנין גבוה יותר, כך נוצר בו יותר עמילן
- ההסבר החלופי הזה הגיוני. אפשר להניח שבתסנין יש סובסטרט ליצירת עמילן (כפי שמתרחש בפקעת). אך בתנאי הניסוי כנראה שריכוז הסובסטרט נמוך מאד, ולכן הוסף הסובסטרט ה"חיצוני".
- ייתכן שבפרק זמן ארוך יותר היה נוצר עמילן גם ללא הוספת גלוקוז פוספט

\* לפני ביצוע חלק ב, בדקו את התסנין כדי לוודא שאין בו עמילן.

# התאמת שיטת המדידה למדידת המשתנה התלוי

- המשתנה התלוי: קצב פעילות אנזים המזרז יצירת עמילן
- שיטת המדידה: הוספת יוד [לאחר פרק זמן מסוים] ובדיקת צבע התמיסה בהשוואה לסולם הצבעים [ריכוז יחסי של עמילן]
- התאמת שיטת המדידה למדידת המשתנה התלוי:  
ככל שקצב פעילות האנזים גבוה יותר, כך נוצר יותר עמילן,  
צבע התמיסה כהה יותר / ועל פי סולם הצבעים כמות העמילן שנוצרה רבה יותר.

## מדוע חשוב לשמור על גורמים קבועים בניסוי?

- בניסוי נבדקת השפעת המשתנה הבלתי תלוי על המשתנה התלוי
- גורם קבוע משפיע על אחד ממרכיבי הניסוי, ובהיותו קבוע משפיע עליהם במידה שווה.
- כדי שנוכל להסיק מסקנה על השפעת המשתנה הבלתי תלוי, כל שאר הגורמים (המשפיעים) חייבים להישאר קבועים.  
ראוי להדגיש שאין די בניסוח כוללני, ובהסבר יש להתייחס באופן מפורש\* להשפעת הגורם שנבחר על מרכיבי הניסוי
- לדוגמה: **חשוב לשמור על ריכוז סובסטרט קבוע בכל הטיפולים, כי ריכוז הסובסטרט משפיע על קצב פעילות האנזים.**  
**בניסוי זה בדקנו את השפעת ריכוז התסנין/אנזים, לכן (כדי שנוכל להסיק מסקנה) יש לשמור על שאר הגורמים (המשפיעים) קבועים.**

מאמר באתר המרכז בבר אילן : חשיבות השמירה על גורמים קבועים

# מדוע חשוב לשמור על גורמים קבועים בניסוי?

• דוגמה לתשובה מלאה:

**חשוב לשמור על ריכוז סובסטרט קבוע בכל הטיפולים, כי ריכוז הסובסטרט משפיע על קצב פעילות האנזים. ככל שריכוז סובסטרט גדל (עד לריכוז מסוים), כך גדל הסיכוי למפגש מולקולות האנזים עם הסובסטרט וכך גדל קצב פעילות האנזים.**

**בניסוי זה בדקנו את השפעת ריכוז התסנין/אנזים, לכן (כדי שנוכל להסיק מסקנה) יש לשמור על שאר הגורמים (המשפיעים) קבועים.**

# חשיבות שמירה על גורם קבוע

שאלה 43

בכל אחד מן השקעים בניסוי הנפח הכולל של הנוזלים נשמר קבוע – אותו הנפח בכל השקעים.

א. הסבירו כיצד נשמר נפח קבוע של נוזלים בכל השקעים.  
ב. לשם מה חשוב לשמור על נפח קבוע של נוזלים בכל השקעים?

|           | [נפח<br>תסנין<br>[ב]<br>(טיפות) | [נפח]<br>מים<br>(טיפות) | [נפח]<br>גלוקוז<br>פוספט<br>(טיפות) | כמות [יחסית של]<br>עמילן<br>[אחרי 10 דקות] |
|-----------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| שורה<br>א | 3                               | 0                       | 2                                   | 5                                          |
| שורה<br>ב | 2                               | 1                       | 2                                   | 3                                          |
| שורה<br>ג | 1                               | 2                       | 2                                   | 1                                          |
| שורה<br>ד | 0                               | 3                       | 2                                   | 0                                          |

להלן ארבע אפשרויות לתשובה. העתיקו למחברת את התשובה הנכונה.

- כדי שהריכוז ההתחלתי של התסנין יישמר קבוע בכל הטיפולים.
- כדי שהריכוז ההתחלתי של גלוקוז פוספט יישמר קבוע בכל הטיפולים.
- כדי שנפח האנזים יישמר קבוע בכל הטיפולים.
- כדי שמשך הזמן עד לסיום התגובה יישמר קבוע בכל הטיפולים.

הפחמה  
לאת עניינים

"לידיעתך":

הצבע של תמיסת יוד הוא צהוב-כתום. בתגובה בין עמילן לבין יוד צבע התמיסה משתנה  
לכחול כהה או לשחור או לחום כהה

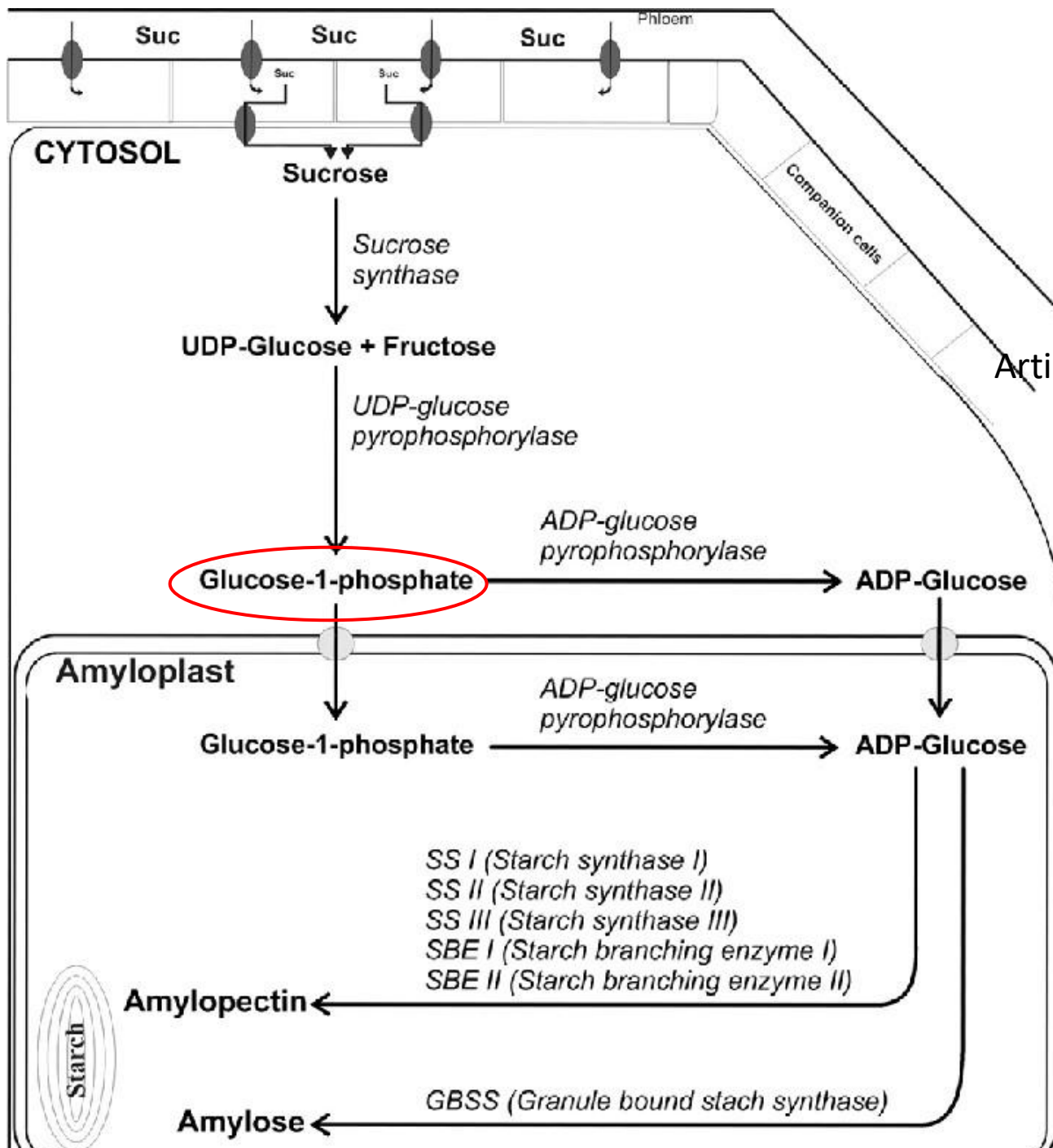
| עמילוז                                     | עמילופקטין                                        |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| פולימר שרשרת ישרה המורכב מתת-יחידות גלוקוז | הפולימר הוא שרשרת מסועפת המורכב מתת-יחידות גלוקוז |
| 20 אחוז מהעמילן הן מולקולות עמילוז         | 80 אחוז מהעמילן הן מולקולות עמילופקטין            |
| עמילוז מגיב עם יוד לקבלת צבע כחול – שחור   | עמילופקטין מגיב עם יוד לקבלת צבע חום כהה - אדמדם  |

There are two types of starch synthases: soluble and granule-bound;  
the former (soluble) synthesizes amylopectin and the granule-bound  
synthesizes amylose

ברסק – שולט הצבע הכחול שחור שנוצר בתגובה של עמילוז עם יוד  
בתסנין יש כנראה אנזים מסיס / או יותר אנזים מסיס,  
יש להניח שנוצר עמילופקטין, ולכן הצבע עם יוד נוטה לחום אדום, ולא לכחול – שחור

[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Biological\\_Chemistry/Supplemental\\_Modules\\_\(Biological\\_Chemistry\)/Carbohydrates/Case\\_Studies/Starch\\_and\\_Iodine](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Biological_Chemistry/Supplemental_Modules_(Biological_Chemistry)/Carbohydrates/Case_Studies/Starch_and_Iodine)

הרחבה  
לאת עניינים



Potato starch synthases: Functions and relationships Farhad Nazarian-Firouzabadia,\* , Richard G.F. Visserb

Article in Biochemistry and Biophysics Reports · February 2017

מתרשים זה ניתן ללמוד שבתאי הצמח, גלוקוז – 1 פוספט עובר לתוך העמילופלט, ועובר תהליך של פוספורילציה נוספת והתוצר הוא גלוקוז – ADP בעמילופלט, גלוקוז – ADP הוא סובסטר לעמילופקטין ולעמילוז. תהליכים אלו מזורזים על ידי אנזימים שונים (חלקם מסיסים, ואחד קשור לגרנולה).

## בעיה 5, תשס"ו 2006 (שלב א)

- [טופס הבחינה בעיה 5 תשס"ו 2006](#)
- [רשימת כלים וחומרים לבחינת המעבדה תשס"ו](#)
- [מצגת וסרטון](#) של שלב א. בתוך המצגת קישור לסרטון: הכנת תרחיף ותסנין

## נושא הניסוי: פעילות האנזים אינברטאז בתסנין שמרים

- **ידע מוקדם:** פעילות אנזימים, גורמים המשפיעים על פעילות אנזים, חשיבות סוכרים בתהליכים שונים בתא (נשימה תאית, בניית תרכובות רב סוכר, בניית דופן תא), דו־סוכר, חד־סוכר
- **מיומנויות טכניות:** שימוש בפיפטות בנפחים שונים, שימוש במקלונים לבדיקת ריכוז גלוקוז
- **מיומנויות חקר:**
  - רישום בטבלה דיווח תוצאות ניסוי + כותרות. הכנת טבלה לסיכום תוצאות ניסוי.
  - הגדרת משתנים (בלתי תלוי, תלוי)
  - דרך השינוי של המשתנה הבלתי תלוי
  - הסבר שיטת מדידה והתאמתה למדידת המשתנה התלוי
  - הסבר תוצאות הניסוי
  - זיהוי גורמים קבועים בניסוי
  - הסבר חשיבות שמירה על גורם קבוע בניסוי
  - חשיבות בקורות בניסוי

# הסבר תוצאות



הערה: בשלבי גידול של השמרים, מוסיפים סוכרים. ייתכן שבשמרים יבשים או לחים נשאר מעט גלוקוז. לכן, אפשר שיימצא מעט גלוקוז בתסנין, והריבוע במקלון יהיה ירוק בהיר

5:15 / 5:26

בחינת בגרות מעשית בביולוגיה 2006 בעיה 5 חלק א

לאחר תהליך פירוק סוכרוז המזורז על ידי האנזים אינברטאז, כמות הגלוקוז רבה מאד (מבחנה 4 בהשוואה למבחנה 5)

# הרחבה

- מידע על שמרים - פטריה חד תאית (אאוקריוט)
- אינברטאז - אנזים אקסטרצלולרי
- ✓ חשיבות אנזימים אקסטרצלולריים במיקרואורגניזמים (מפרקים)
- אנזים סופֶּרָאז (ואנזימים אחרים) מצויים בסביבה חוץ תאית באורגניזם רב תאי (מערכת העיכול)