



מזר

ניסוי 1

הנושא: האבקה בצמחים:
א. הנבטת גרגרי אבקה
ב. בדיקת מאפיינים שונים של פרחים

הכיתה: י, יא, יב / 3 או 5 י"ל

הזמן הנדרש: שני שיעורים

הידע הקודם הנדרש: מבנה הפרח, האבקה בצמחים

מומלץ לבצע ניסוי זה בסוף החורף או באביב.
 בחלק א של הניסוי יונבטו גרגרי אבקה על מצע של אגר וסוכרוז.
 בחלק ב של הניסוי ייבדקו מאפיינים אחדים של פרחי מינים שונים ובכלל זה ייבדקו מיקרוסקופית גרגרי האבקה.
 רצף זה מאפשר ניצול מיטבי של זמן ההמתנה הדרוש עד לנביטת גרגרי האבקה.

א. הנבטת גרגרי אבקה על מצע של אגר וסוכרוז מאפשרת למתבונן לעקוב אחר התהליך המתרחש באופן טבעי בגרגרי האבקה לאחר הגעתם אל הצלקת.
 בגרגר האבקה הנובט מתבלטת שלוחה הנקראת "נחשון נביטה".

ב. מסיבות שונות ייתכן שבמשך כ-20 דקות ינבטו על האגר רק גרגרי אבקה אחדים. במקרה זה כדאי להחזיר את הזכוכית לתא הלח ולהשהותה בו למשך 5–10 דקות נוספות.

ג. בזמן ההמתנה לנביטת גרגרי האבקה אפשר לבצע את חלק ב של הניסוי. בחלק ב התלמיד יבדוק פרחים המואבקים על ידי חרקים ופרחים המואבקים על ידי רוח תוך התייחסות למאפיינים מיקרוסקופיים ומאקרוסקופיים (כגון: גודל גרגרי האבקה וצורתם, גודל הפרח, צבעו, צורתו המיוחדת, נוכחות צופנים, האם הפרחים בודדים או בתפרחות, גובהם היחסי של העלי והאבקנים, הריח).

עבור תלמידי 5 י"ל מומלץ להשמיט את הטבלה (סעיף 7) ולדרוש מהם לקבוע אמות מידה להשוואת הפרחים שקיבלו (מואבקי רוח ומואבקי חרקים), בדומה לפירוט שלעיל.
 הסבר לגבי אומדן גודלם של גרגרי אבקה מופיע בתרגיל מעבדה 7.



אורה

במהלך הדיון המסכם כדאי להדגיש את התאמת כל מרכיבי הפרח (כולל גרגרי האבקה) לדרך ההאבקה.

ד. אם התלמידים טרם למדו את נושא ההפריה בצמחים, יש להשמיט את שאלה 9. דיון בתוצאות הניסוי ובתשובה לשאלה 9, יאפשר לתלמידים להבין את רצף התהליכים החל בהאבקה ועד להפריה.

להלן מספר הצעות לסיכום ולהעשרה בנושא זה:

1. הדגמת מדידת נפח הצוף בפרח (בעזרת צינור נימי), הדגמת מדידת ריכוז סוכר בצוף (בעזרת מקלון לבדיקת גלוקוז או בפרקטומטר).



2. הצגת צמחים שאינם מואבקים בארץ מסיבות שונות (היביסקוס או חמציץ).
3. אזכור התופעה של שדירת צוף בפרחי היביסקוס על ידי צופית.
4. תאור מנגנונים מיוחדים למשיכת חרקים: בפרחי צמחים ממשפחות לופיים, סחלביים.
5. לכידת דבורה מאביקה, בדיקה מיקרוסקופית של גרגרי האבקה שעליה והשוואתם לגרגרי האבקה של הצמח אותו ביקרה.
6. משימה אפשרית לתלמידי 5 י"ל: צפה בפרח מסוים ובמאביקו. נסח השערה לגבי גורם המשיכה העיקרי בפרח. תכנן ניסוי שיבדוק את השערתך. התלמידים המתעניינים יוכלו לבצע בשדה ניסויים מתאימים במיני פרחים שונים.

לקריאה נוספת:

דפני, א' (אין ציון שנה), **פרחים והאבקותם**, חי וצומח בעונתו ובבית גידולו הטבעי, המרכז הישראלי להוראת המדעים, ירושלים.
מירון, ש' (1990), **הדבורה והפרח**, חי וצומח בעונתו ובבית גידולו הטבעי, המרכז הישראלי להוראת המדעים, ירושלים.



אבקה



- מיקרוסקופ
- ציוד לעבודה מיקרוסקופית
- זכוכית מגדלת
- צלחת פטרי ופיסת צמר גפן לריפוד תחתית הצלחת
- 2–3 מגבות נייר
- נייר מילמטרי (1X1 ס"מ)
- סרגל
- תמיסת אגר בריכוז 2% וסוכרוז בריכוז 20% (כמות המתאימה ל-20 תלמידים)
- אופן ההכנה:

הוסף ל-1 גרם אגר ו-10 גרם סוכרוז, 50 מ"ל מים מזוקקים. ערבב היטב תוך חימום זהיר עד לרתיחה. אם תכין את התמיסה סמוך למועד הניסוי – האגר לא ייקרש, והתלמידים יוכלו להכין טיפה על פני זכוכית נושאת בעזרת מקל זכוכית. אם האגר נקרש בכלי ההכנה, תוכל לחממו שנית.

- פרחי מינים שונים:
- פרחי צמחים מואבקי רוח כגון: צמחי משפחת דגניים, אורן, אלון.
- פרחי צמחים מואבקי חרקים כגון: צמחי משפחות מצליבים, פרפרניים, שפתניים.
- כל קבוצת תלמידים תקבל לפחות נציג אחד מכל טיפוס פרחים.
- פרחי נר הלילה – לצורך הנבטת גרגרי האבקה יש לקטוף את הפרחים מבעוד יום, ולשמרם בחדר, כך תישמר חיוניות גרגרי האבקה. פרחים הנקטפים בבוקר אינם מתאימים לניסוי ההנבטה. (צמחי נר הלילה גדלים בר לאורך חוף הים התיכון ובאזורים אחרים בארץ כצמחי נוי. עיקר פריחת נר הלילה בחודשים אפריל – ספטמבר.)
- תוצאות **טובות** מתקבלות גם בהנבטת גרגרי אבקה מצמחי התרבות: כובע הנזיר (טרופיאולס), יערה, סלסלי כסף (אליסון – מללנית ריחנית).



לחוריה

Handwriting practice area with horizontal lines and illustrations of a pencil holder, a pencil, and a small container.

ולכשיו...





למאיוז

ניסוי 1

חלק א

בחלק זה תעקוב אחר נביטת גרגרי אבקה על גבי טיפת אגר המכיל סוכרוז.

1. טבול מקל זכוכית בתמיסת האגר והסוכרוז והעבר בעזרתו טיפה מהתמיסה על גבי זכוכית נושאת. הטיפה תיקרש בתוך זמן קצר.
 2. א. שטוף את מחט המתקן ונגבה.
ב. העבר בעזרת המחט גרגרי אבקה מהמאבק אל טיפת האגר הקרוש.
ג. רפד את תחתית צלחת הפטרי בצמר גפן לח.
ד. הנח את הזכוכית הנושאת על גבי צמר גפן. כסה את הצלחת.
ה. לשמירת הלחות השאר את הזכוכית בצלחת המכוסה למשך כ-15–20 דקות.
3. הוצא את הזכוכית והתבונן בה במיקרוסקופ.

שים לב: המתקן אינו מכוסה, ולכן תוכל להשתמש רק בהגדלה קטנה או בינונית של המיקרוסקופ.

חפש את גרגרי האבקה אשר להם בליטה היוצאת מתוך הגרגר. זהו נחשון הנביטה של גרגר האבקה.

בחר 2–3 גרגרים בעלי נחשון וציירם.
4. באיזה מחלקי הפרח מתרחש תהליך נביטתם של גרגרי אבקה?

חלק ב

בחלק זה תבדוק תכונותיהם של מספר פרחים.

5. א. רשום במחברתך את שם הצמח אשר פרחיו נמצאים ברשותך.
ב. שים טיפת מים על זכוכית נושאת. קח בעזרת מחט מתקן מעט מגרגרי האבקה של הפרח וטבול את המחט בטיפת המים. כסה את הטיפה בזכוכית מכסה.
ג. הסתכל במיקרוסקופ בתכשיר שהכנת.
בחר את ההגדלה שבה נראים הפרטים בצורה הברורה ביותר, צייר 2–3 גרגרי אבקה.



א/ח/י

ד. היעזר בנייר מילימטרי ואמוד את גודלם של שלושה גרגרי אבקה.
חשב את גודלו הממוצע של גרגר האבקה.

6. א. שטוף את מחט המתקן במים ונגבה.
ב. חזור על הוראות סעיף 5 לגבי פרח נוסף שברשותך.

7. התבונן בפרחים שברשותך (היעזר בזכוכית מגדלת בהתאם לצורך), וסכם ממצאך על פי הפירוט שלהלן:

מאפיינים	שם הצמח:	שם הצמח:
• פרחים בודדים / קבוצות		
• מימדי הפרח		
• צבע עלי כותרת		
• צורת עלי כותרת		
• ריח		
• צופנים		
• גובה אבקנים ביחס לעלי		
• מספר אבקנים וצורתם		
• צורת צלקת		
• מאפייני גרגרי האבקה (צבע, צורה, גודל)		
• תכונות נוספות		

8. בחלק זה בדקת פרחים שהם מואבקי חרקים ואחרים שהם מואבקי רוח.
סכם את התכונות המאפיינות פרחים המואבקים בכל אחת מהדרכים הללו.
הסבר כיצד מותאם הפרח לדרך ההאבקה.

9. כאשר גרגרי אבקה מגיעים לצלקת מתרחש בהם תהליך של נביטת נחשון.
תאר את רצף האירועים המתרחשים לאחר נביטת הנחשון ועד ליצירת הזיגוטה.



זיהוי

ניסוי 2

הנושא: זיהוי חומרי תשמורת בנבטים ופירוקם במהלך הנביטה

הכיתה: י, יא, יב / 3 או 5 י"ל
הזמן הנדרש: שני שיעורים לביצוע הניסוי, שיעור נוסף לסיכום התוצאות ולדיון
הידע הקודם הנדרש: פעולות יסוד המתקיימות בתא; נביטה

בחלק א נבדקת נוכחות חלבונים ועמילן בזרעי אפונה ובחלק ב נבדק פירוק עמילן על ידי מיצוי נבטי שעורה בני גילים שונים. (בבדיקת זרעי אפונה לתכולת חלבונים התוצאות ברורות יותר מאלה המתקבלות בבדיקת זרעי שעורה).

חלק ב מתבצע בהמשך לחלק א, אך קריאת התוצאות אפשרית לאחר יום או יומיים. אם הכיתה מתחלקת ל-2 קבוצות שאינן מבצעות את הניסוי באותו יום, אפשר להכניס את הצלחות לאחר יומיים למקרר, ולקרוא את תוצאות שתי הקבוצות בשיעור בכיתה (החל מסעיף 14 ואילך).

א. אם התלמידים אינם מכירים את הבדיקה לזיהוי עמילן על ידי יוד או את הבדיקה לזיהוי חלבון על ידי ביורט, מומלץ להרחיב את חלק א כפי שמודגם בטבלה שלהלן:

זיהוי חלבון ועמילן על ידי ראגנטים מתאימים

מספר מבחנה				תכולת מבחנה
4	3	2	1	
2	—	—	2	נפח מים מזוקקים, במ"ל
—	—	2	—	נפח תמיסת חלבון, במ"ל
—	—	+	+	ראגנט ביורט
—	2	—	—	נפח תמיסת עמילן, במ"ל
+	+	—	—	תמיסת I_2/KI
				צבע הנוזל במבחנה

ב. אם בחרת לבצע את חלק א בלבד, תוכל לבדוק חומרי תשמורת במיני זרעים נוספים, כגון שעועית, חמוניות או בוטנים (אגוזי אדמה).
 כמו כן אפשרית בדיקה לנוכחות שומן בזרעים שונים.



מכס

- ג. בסיכום חלק א, מומלץ לדון בהיווצרות חומרי תשמורת בזרע, בתפקידם ובדרך ניצולם במהלך הנביטה. דיון זה מתקשר היטב לניסוי בחלק ב, אשר בו ייבדק תהליך פירוק העמילן על ידי האנזים עמילאז שבנבט.
(ראה: **צומח וצמחים**, (1992), 10, האוניברסיטה הפתוחה, תל אביב, עמ' 18–20.)
- ד. במהלך הניסוי בחלק ב תבדק פעילות עמילאז – על פי כושרו של האנזים לפרק את העמילן שבאגר. זו הסיבה שעלינו לוודא שהמיצוי אינו מכיל עמילן שמקורו בזרע (סעיף 7, שאלה 17 א).
ה. עמילן אינו נמס במים, חלקו שוקע בכלי וחלקו עובר למבחנה בזמן הסינון דרך הגזה. לאחר סינון נוסף דרך נייר סינון מתקבל מיצוי חופשי מעמילן (סעיף 8).
רצוי להדגים לתלמידים את דרך קיפול נייר סינון והכנסתו למשפך.
- ו. בחלק ב אין הכרח להקפיד על כללי סטריליות. בכל זאת רצוי להכניס את הדיסקיות לצלחות הפטרי ולכסות מיד את הצלחות (סעיף 10).
זיהום על ידי מיקרואורגניזמים מפרקי עמילן עלול לשבש את תוצאות הניסוי (שאלה 17 ב).
- ז. יש לדאוג להרחקת עודפי הנוזל מדיסקיות הנייר לפני הנחתן על האגר. אם לא כן, המיצוי ייזל בצלחת, נקבל פירוק עמילן באזור רחב ולא יהיה אפשר למדוד את קוטר האזור שבו פורק עמילן (סעיפים 10–12).
חזור והסבר זאת לתלמיד בשעת עבודתו, שכן בכך תלויה הצלחת הניסוי.
- ח. כמות האנזים הספוגה בדיסקית הנייר היא זעירה, והמגע בינו ובין הסובסטרט הוא בסביבה נוזלית למחצה – לכן יש צורך בהדגרת הדיסקיות על פני האגר (סעיף 13). ההדגרה בטמפרטורה שבין 30°C – 40°C מאפשרת פעילות אנזים אופטימלית (שאלה 17 ג).
- ט. הוספת I_2/KI לאגר עמילן (סעיף 14) גורמת לשינוי צבעו לסגול כהה.
באזורים שהיו במגע עם העמילאז (במקום שהונחה הדיסקית הטבולה באנזים), פורק העמילן שבאגר ולכן נראה עיגול שקוף (שאלה 15).
קוטר האזור שבו פורק העמילן מבטא את פעילות האנזים באותו גיל נבטים.
- י. ההשערה הנבדקת בניסוי היא: אנזים המצוי בנבטי שעורה גורם לפירוק עמילן (שאלה 18).
חשיבות מדידת קוטר האזור בו פורק עמילן בגיל נבטים מסוים תתברר במהלך ריכוז התוצאות הכיתתיות. שכן בניסוי הכיתתי נבדקת השערה נוספת: ככל שעולה גיל הנבט (בטווח מסוים), כך עולה בו פעילות האנזים המפרק עמילן (שאלה 21).



חומרים

יא. הטיפול של דיסקיות הטבולות במיצוי המורתח הוא הבקרה בניסוי. בקרה זו בודקת הסבר חלופי: החומר הגורם לפירוק העמילן אינו אנזים. מטיפול זה יסיק התלמיד, כי אכן פירוק העמילן מזורז על ידי אנזים, שכן הרתחת המיצוי גרמה לאיבוד פעילותו הביולוגית (שאלה 19 א).

הדיסקיות הטבולות במים משמשות גם הן כבקרה. בקרה זו בודקת את ההסבר החלופי: פירוק העמילן שבאגר מתרחש גם ללא אנזים (שאלה 19 ב).

יב. בסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו יחשב כל תלמיד את הקוטר הממוצע שבו פורק העמילן בגיל הנבטים אותו בדק (שאלה 16). בהזדמנות זו אפשר לדון בהבדל שבין חזרות על הניסוי ובין בקרה בניסוי.

יג. לאחר השלמת הטבלה הכיתתית יסתבר כי ככל שעולה גיל הנבט, גדל קוטר האזור הבלתי צבוע.

כלומר בסיכום הניסוי תתאפשר הסקת מסקנה (שאלה 23): פעילות העמילאז גדלה במהלך ימי הנבטת זרעי שעורה בחושך (בטווח הימים שנבדקו). התלמידים הלומדים בהיקף 5 י"ל, יוכלו לדון בקיומה של בקרה פנימית בניסוי הכיתתי (השוואה בין נבטים בגילים שונים).



- ציוד להכנת אמבט מים
- זכוכית נושאת
- אינקובטור בטמפרטורה 30°C – 40°C (בקיץ אפשר להדגיר בטמפרטורת החדר, במקרה זה, ייתכן שיהיה צורך להאריך את משך ההדגרה).
- סרגל או פיסת נייר מילימטרי 1X5 ס"מ
- כתבן
- מלקט
- כן למבחנות
- 4 מבחנות רגילות
- 3 מבחנות קטנות (16X100 מ"מ)



מאורכה

- פיפטת פסטר עם טפטף
 - פיפטה של 10 מ"ל
 - עלי ומכתש
 - משפך קטן (קוטר המשפך כ-4 ס"מ)
 - נייר סינון רגיל בגודל של 10 X 10 ס"מ (רצוי לבדוק את יעילות הנייר על ידי ביצוע סעיף 7 – לתלמיד)
 - 10 שכבות גזה כל אחת בגודל 10 X 10 ס"מ
 - כ-10 דיסקיות נייר סינון שהוכנו על ידי מנקב נייר (יש להפריד את הדיסקיות זו מזו)
 - מים מזוקקים בבקבוק פלסטי וכוס כימית קטנה
 - 10 מ"ל תמיסת NaOH בריכוז 10% בבקבוק טפי
 - 10 מ"ל תמיסת CuSO_4 בריכוז 2% בבקבוק טפי
 - כ-10 מ"ל תמיסת I_2/KI מהול 20:1 בבקבוק טפי
 - 2 צלחות פטרי שבהן יצוק אגר עמילן
- אופן ההכנה:
- השרה במשך 10 דקות 2 גרם אגר רגיל בתוך 100 מ"ל תמיסת עמילן 1%. חמם את התערובת באיטיות תוך כדי בחישה עד לרתיחה. שפך את האגר בעודו חם לצלחות פטרי סטריליות. כסה מייד את הצלחות. כמות זו תספיק לכ-10 צלחות פטרי
- 20 זרעי אפונה שהושרו במים במשך 24 שעות (לחלק א)
 - 40–45 זרעי שעורה (או חיטה) שהונבטו בחושך בצלחת פטרי קטנה על גבי צמר גפן לח (לחלק ב).
- מומלץ להשתמש בזרעים המסופקים על ידי מרכז האספקה בבר-אילן.
- כל קבוצת תלמידים תקבל **נבטים בגיל שונה**. לכן, יש לתכנן את ההנבטה בימים 1, 4, 8 לפני ביצוע הניסוי. על הצלחת יירשם גיל הנבטים.
- בחורף רצוי להאריך את משך ההנבטה בחושך בכ-4 ימים בכל טיפול, או לבצע את ההנבטה באינקובטור.

ורכשיו...





מ"מ

ניסוי 2

חלק א

בחלק זה תבדוק נוכחות חומרי תשמורת בנבטי אפונה.

1. זרעי האפונה שברשותך הושרו במים במשך 24 שעות. הכנס 20 זרעי אפונה למכתש, הוסף 5 מ"ל מים מזוקקים וכתוש היטב. צוק את רסק הזרעים והמים למבחנה ונער היטב. הנח את המבחנה בכך, כדי שעיסת הזרעים תשקע.



2. העבר את הנוזל העליון שבמבחנת רסק הזרעים למבחנה נקייה. הוסף למבחנה 10 טיפות תמיסת NaOH 10%. הוסף טיפה אחת תמיסת CuSO_4 2% וערבב קלות. (תמיסה מרוכזת של NaOH בתוספת תמיסת CuSO_4 נקראת – ראגנט ביורט). מהו צבע הנוזל שהתקבל במבחנה?

3. הוסף טיפות אחדות של I_2/KI למבחנה שבה נותר רסק הזרעים, ורשום את הצבע שהתקבל.

4. מה למדת מהבדיקות שביצעת על נוכחות חומרי תשמורת בנבט האפונה?

חלק ב

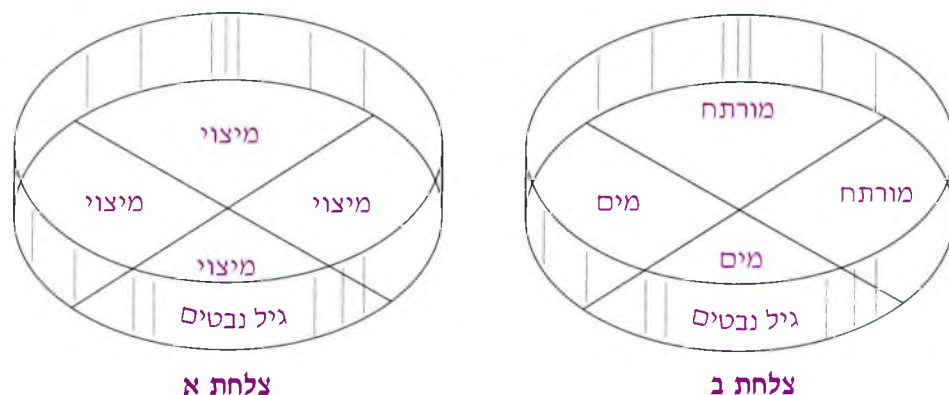
בחלק זה תבדוק השפעת מיצוי שהופק מזרעי שעורה נובטים על עמילן.

5. ברשותך זרעי שעורה נובטים. רשום את גיל הנבטים.
6. הכנס 40 זרעים (ללא השורשון) למכתש וכתוש אותם במשך כדקה. הוסף 10 מ"ל מים מזוקקים וכתוש במשך דקה נוספת.
7. קבע את פיית המשפך במבחנה והנח בו 10 שכבות גזה. סנן את עיסת הזרעים סינון ראשוני **בלי לסחוט** את הרסק. בתום הסינון הסר את הגזה, שטוף היטב את המשפך, ושים בו נייר סינון כך שיתאים לצורת המשפך, הרטב את נייר הסינון על ידי טפטוף מעט טיפות מים. סמן מבחנה קטנה בספרה 1 וקבע בה את המשפך. סנן לתוכה את המיצוי שקיבלת. הסבר מדוע פעולה זו שביצעת תאפשר לך לקבל במבחנה הקטנה מיצוי נבטים ללא עמילן.



מחנך

8. א. לאחר שהצטברו כ-10 טיפות במבחנה 1, המשך לסנן לתוך מבחנה קטנה אחרת שתסמנה בספרה 2.
 ב. הוצא בעזרת פיפטת פסטר טיפה מהמיצוי שבמבחנה 1 והעבר אותה אל זכוכית נושאת. טפטף טיפת יוד על טיפת המיצוי. אם לא הופיע צבע סגול-שחור – אין בתסנין עמילן והתסנין מוכן להמשך ביצוע הניסוי.
 (אם עדיין יש עמילן בתסנין – קח פיסה נוספת של נייר סינון וסנן שנית).
9. ברשותך 2 צלחות פטרי ובהן אגר עמילן. הפוך את הצלחות וסמן על תחתית כל אחת בהתאם לאיור הזה:



בשולי כל צלחת רשום את שמך ואת גיל הנבטים.

10. א. הכנס מעט מים מזוקקים למבחנה קטנה שתסמנה בספרה 3. באמצעות מלקט קח דיסקית נייר סינון וטבול אותה במים מזוקקים.
 ב. הוצא את פיסת נייר הסינון כשהיא צמודה לשולי המבחנה. אפשר לעודף הנוזל לחזור למבחנה.
 ג. הצמד בעדינות (בעזרת מלקט) את דיסקית הנייר על פני האגר שבצלחת במקום שרשמת "מים" (צלחת ב).
 ד. חזור על הוראות סעיפים א–ג עם דיסקית נוספת.
- שים לב:** כדי להפחית את אפשרות זיהום האגר שבצלחות, השתדל לעבוד בזריזות ולכסות כל צלחת מיד לאחר שהנחת בה את הדיסקית.

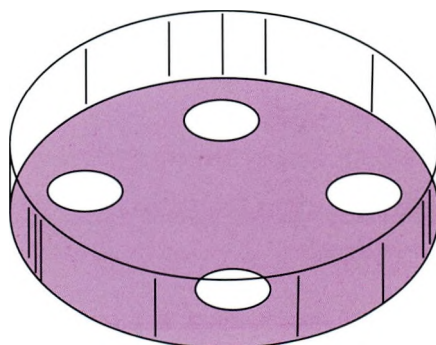


איחוד

11. א. הכן אמבט מים רותחים.
 ב. הכנס את מבחנה 1 המכילה מעט מיצוי לתוך אמבט מים רותחים והנח למיצוי לרתוח במשך כ-5 דקות.
 ג. טבול דיסקית במיצוי המורתח והוצא אותה מהמבחנה כפי שעשית בסעיפים הקודמים. הצמד את הדיסקית במרכז הגזרה שבה רשמת "מורתח" (צלחת ב).
 ד. חזור על הוראות סעיפים א-ג עם דיסקית נוספת.
12. א. באמצעות מלקט קח דיסקית נייר וטבול אותה במיצוי שבמבחנה 2.
 ב. הוצא את פיסת נייר הסינון כשהיא צמודה לשולי המבחנה. אפשר לעודף הנוזל לחזור למבחנה.
 ג. הצמד את הדיסקית במרכזה של אחת מהגזרות בצלחת א, כסה את הצלחת.
 ד. חזור על פעולה זו עם שלוש דיסקיות נוספות – דיסקית אחת בכל גזרה.
13. הכנס את הצלחות כשהן הפוכות לאינקובטור בטמפרטורה של 30°C – 35°C למשך כ-24 שעות.

חלק ג – בדיקת תוצאות

14. הסר בעזרת מלקט את דיסקיות הנייר שבצלחות.
 הצף את פני האגר בתמיסת יוד. המתן כ-30 שניות, ושפוך את עודף הנוזל.
15. א. מדוע נצבע האגר לאחר הוספת I_2/KI ?
 ב. הסבר מדוע נוצרו על פני האגר אזורים שאינם נצבעים על ידי I_2/KI ?
16. החזק את הצלחות מול האור, מדוד ורשום את קוטר האזור הבלתי צבוע. ראה איור:





האוניברסיטה העברית
ירושלים

קוטר האזור הבלתי צבוע בטיפולים השונים

הטיפול	קוטר האזור שלא נצבע ביוז, במ"מ
מיצוי נבטים	
מיצוי נבטים	
מיצוי נבטים	
מיצוי נבטים	
מים	
מים	
מיצוי מורתח	
מיצוי מורתח	

צלחת א:

צלחת ב:

- א. חשב את הקוטר הממוצע של האזור הבלתי צבוע בכל אחד מהטיפולים.
 ב. מה חשיבות ביצוע חזרות בניסוי?

17. א. מדוע היה חשוב להקפיד על כך שהמיצוי יהיה חסר עמילן?
 ב. מדוע כדאי שהצלחות לא יזדהמו על ידי מיקרואורגניזמים?
 ג. מדוע הודגרו הצלחות בטמפרטורה של 30°C ?

18. מהי ההשערה הנבדקת בניסוי?

19. א. הסבר את תפקיד הדיסקיות הטבולות במיצוי המורתח.
 ב. הסבר את תפקיד הדיסקיות הטבולות במים.

20. האם אוששה ההשערה שנבדקה בניסוי? נמק.



איזור

דיון מסכם

הוסף לטבלה שלהלן את תוצאות הקבוצות השונות.

הקוטר הממוצע של האזור בו פורק העמילן על ידי מיצוי נבטי שעורה בגילים שונים

גיל הנבט, בימים	הקוטר הממוצע של אזור הפירוק, במ"מ

21. מהי ההשערה הנבדקת בניסוי הכיתתי?

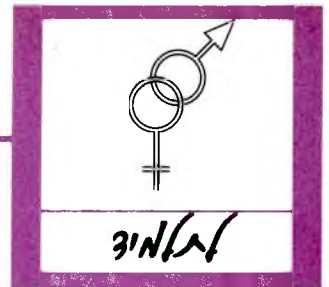
22. א. הצג את תוצאות הניסוי הכיתתי במערכת הצירים שלפניך:

השפעת גיל נבט שעורה על פעילות העמילאז שבו
(הפעילות מבוטאת על ידי קוטר האזור בו פורק עמילן)

קוטר ממוצע
של איזור
הפירוק,
במ"מ

גיל הנבט בימים

ב. נמק מדוע בחרת בתיאור גרפי כלשהו: עקום או דיאגרמת עמודות.



23. מהי המסקנה מתוצאות הניסוי הכיתתי?

24. בחלק א בדקת נוכחות חומרי תשמורת בזרעים.

בחלק ב עקבת אחר פירוק אחד מחומרי התשמורת – העמילן – במהלך ימי הנביטה.

א. באיזה שלב בחיי הצמח נוצרים חומרי התשמורת המפורקים במהלך הנביטה?

ב. אילו חומרים נוצרים בנבט במהלך הנביטה כתוצאה מפירוק העמילן?

ג. באיזה תהליך מנצל הצמח את תוצרי הפירוק?



אלורה

ניסוי 3

הנושא: פירוק חומרי תשמורת בנבט במהלך הנביטה

הכיתה:

יא, יב / 5 י"ל

הזמן הנדרש:

שלושה שיעורים*

הידע הקודם הנדרש: חומרי תשמורת ומאפייני התהליכים בתא

בחלק א התלמיד יתרגל הכנת מתקן מיקרוסקופי של נבטי חיטה (שהכנתו קלה יחסית). על פי ההבדלים בגודל גרגרי העמילן ובצורתם, כפי שיתגלו במיקרוסקופ, התלמיד יוכל לבצע את פעולת החקר כנדרש. בחלק ב ייבדק הקשר בין גיל הנבט ובין פעילות האנזים עמילאז שבו.

א. במהלך הנביטה מפורק העמילן שבזרע החיטה, ותוצרי פירוקו משמשים את הנבט המתפתח. בהסתכלות מיקרוסקופית נראים גרגרי העמילן בנבט בן יומיים אליפטיים ומלאים (סעיפים 2, 3). גרגרי עמילן בנבטים בני 10 ימים פורקו חלקית ונראים בעלי חריצים.

ב. אם עומדת לרשותך סרכזת – מומלץ להשתמש בה בחלק ב לצורך הפרדת המשקע מהתסנין. החלף את הוראות סעיף 5 בסעיף 5, ותקבל מיצוי בדרך נוחה ומהירה יותר. נוסף על כך זו הזדמנות להצגת המכשיר בפני התלמידים ולאזכור אפשרויות השימוש בו במעבדה.

ג. אם התלמידים מסננים, רצוי להכין לפני המעבדה מיצוי מכל אחד מגילאי הנבטים עבור תלמידים שלא יצליחו לקבל מיצוי ללא עמילן.

ד. התלמיד עוקב אחר תהליך אנזימטי של פירוק עמילן על ידי האנזים עמילאז בטמפרטורה קבועה. לכן יש לדאוג לכך שהאנזים בנפרד והמצע (סובסטרט) בנפרד יהיו באותה טמפרטורה (סעיף 8). רגע הוספת האנזים למצע נקרא זמן 0 – זמן תחילת התהליך. מכאן ואילך אפשר לבדוק בפרקי זמן קצובים את היעלמות המצע או הופעת התוצר. בניסוי זה (סעיף 9) נבדקת היעלמות המצע – עמילן.

* ביצוע חלק א ודיון בתכנון הניסוי נמשכים כשיעור אחד.



מזרע

ה. תוצאות הניסוי יסוכמו בטבלה (סעיף 9 ח-ט). ראה דוגמה:

משך הזמן הדרוש לפירוק עמילן על ידי מיצויי נבטים בני גילים שונים*

משך הזמן הדרוש לפירוק עמילן, בדקות	זמן הבדיקה, בדקות								גיל נבטים, ימים	מספר מבחנה
	14	12	10	8	6	4	2	0		
									2	א 2
									4	א 4
									6	א 6

* בכל מבחנה 0.5 מ"ל תמיסת עמילן בריכוז 0.1% ו-1 מ"ל מיצוי נבט.

במהלך העבודה יירשמו התוצאות המתקבלות מבדיקת עמילן (+, -, -) בכל 2 דקות עבור כל גיל של נבטים. לכן יש לצרף לטבלה מקרא המפרש כל אחד מהסימנים המופיעים בה. העמודה השמאלית בטבלה מסכמת את תוצאות הניסוי.

1. בניסוי נבדקו זרעים בני גילים שונים: 2, 4, 6 ימים. גיל הנבטים הוא משתנה רציף ולכן מתאים להציג את תוצאות הניסוי בעקום (שאלה 11). אם כי עקרונית רצוי לשרטט עקום, כאשר בניסוי נבדקים יותר מ-3 ערכים של המשתנה התלוי.

2. עם חלוף הזמן מראשית הנביטה, עולה פעילות* העמילאז בזרעי החיטה (שאלה 12). בהתאם לכך פירוק העמילן גדל (שאלה 14) וגרגרי עמילן אשר נצפו בנבטים בני 10 ימים נראים ריקים חלקית (שאלה 13). העמילן שבזרע מקורו בתהליך הפוטוסינתזה שהתקיים בחלקים הירוקים שבצמח האם שבו התפתחו הזרעים. העמילן מתפרק בנבט לדו-סוכר וחד-סוכר ואלה משמשים בו להפקת אנרגיה ולייצור חומרים חדשים (שאלה 15).

* בניסוי זה נבדקת פעילות האנזים עמילאז ולכן לא ניתן להסיק לגבי כמות האנזים.



האוניברסיטה

לקריאה נוספת, עיין: **צומח וצמחים**, (1992), 10, האוניברסיטה הפתוחה, תל אביב, עמ' 18–20.

לקריאה נוספת, עיין: **פרקים בפיזיולוגיה של הצמח**, (1984), 6, האוניברסיטה הפתוחה, תל אביב, עמ' 67–70.



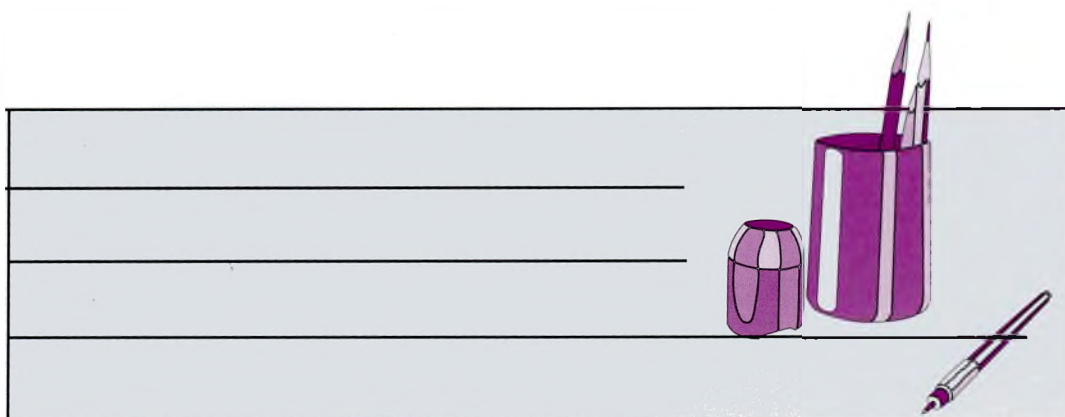
- ציוד להכנת אמבט מים
- מיקרוסקופ
- ציוד לעבודה מיקרוסקופית
- שעון עזר
- כתבן
- כן למבחנות
- 7 מבחנות רגילות *
- 4 פיפטות פסטר עם טפטף
- 4 פיפטות של 1 מ"ל
- פיפטה של 10 מ"ל
- עלי ומכתש (קוטר המכתש כ-4 ס"מ)
- 3 משפכים קטנים (קוטר בין 3–10 ס"מ)
- לוח שקעים או צלחת לשימוש חד פעמי בקוטר של כ-13 ס"מ או יותר
- מכסה או תחתית של צלחת פטרי
- 3 חתיכות גזה, (בכל אחת 10 שכבות) כל אחת בגודל של כ-10X10 ס"מ *
- 6 חתיכות נייר סינון ווטמן 1 בגודל של כ-10X10 ס"מ *

* אם בכוונתך להשתמש בסרכזת להפרדת המשקע מהתסנין, השמט את הפריטים המצוינים ב-* והוסף 6 מבחנות רגילות ו-3 מבחנות סרכזת.



לאורה

- 3 קיסמי שיניים
- מים מזוקקים בבקבוק פלסטי וכוס כימית קטנה
- 5 מ"ל תמיסת I_2/KI מהולה 10:1 בבקבוק טפי
- 5 מ"ל תמיסת עמילן בריכוז 0.1% במבחנה
- 3 צלחות קטנות ובהן נבטי חיטה שהונבטו בחושך במשך 2, 4, 6 ימים. בכל צלחת יסומן גיל הנבטים (נוח להנביט בתחתית או מכסה של צלחת פטרי קטנה). בכל צלחת יש להניח כ-30 זרעי חיטה על גבי צמר גפן לח ולהוסיף מים בשעת הצורך. בחורף אפשר להנביט באינקובטור בטמפרטורה של $25^{\circ}C$ – ובמקרה זה חייבים לכסות בצמר גפן לח, כדי למנוע התייבשות הנבטים.
- אם ההנבטה בוצעה בטמפרטורות חדר נמוכה ($15^{\circ}C$), מומלץ להשתמש בנבטים בוגרים יותר.
- הערה: זרעי חיטה הנרכשים בחנות מזון נרקבים לאחר זמן קצר. לכן, מומלץ להשתמש בזרעים המסופקים על ידי מרכז האספקה בבר-אילן.
- צלחת ובה צמר גפן לח ונבטים בני 10 ימים – לחלק א. (כל קבוצת עבודה תזדקק לנבט אחד בלבד). בחורף מוטב להשתמש בנבטים בני שבועיים, או לבצע את ההנבטה באינקובטור במשך פרקי זמן קצרים.



ולכשיו...





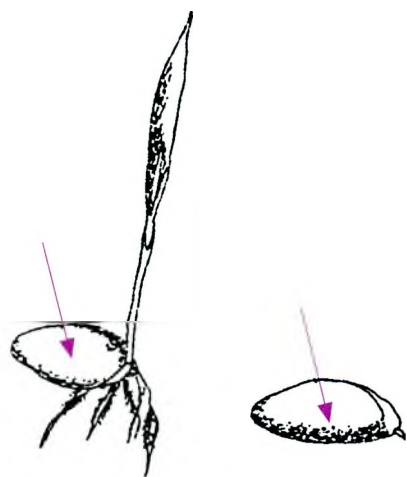
למאני

ניסוי 3

חלק א

בחלק זה תשווה (במיקרוסקופ) בין גרגרי עמילן בזרעי חיטה שהונבטו בחושך במשך יומיים ובין גרגרי עמילן בזרעי חיטה שהונבטו בחושך במשך עשרה ימים.

1. א. רשום "2" בקצה זכוכית נושאת. קח במחט מתקן מעט מהרקמה שמתחת לקליפת זרע שהונבט במשך יומיים (מהאזור המסומן בציור בחץ) והכן מתקן מיקרוסקופי בטיפת מי ברז.



נבט בן 10 ימים

נבט בן יומיים

ב. רשום "10" בקצה זכוכית נושאת אחרת. הכן בצורה דומה מתקן נוסף מזרע שהונבט במשך עשרה ימים.

2. הסתכל במתקנים שהכנת במיקרוסקופ. שים לב להבדלים בצורת גרגרי העמילן שבשני המתקנים.

א. צייר 3 גרגרי עמילן מכל אחד מהמתקנים.

ב. תאר בקצרה במה שונה צורת גרגרי העמילן במתקן האחד מאלה שבמתקן האחר.

3. הצע הסבר להבדל בין הגרגרים שבשני המתקנים.



גאון



4. על פי הסעיפים שלהלן, תכנן ניסוי שיבחן את הסברך – או חלק ממנו.
 - א. מהי ההשערה שאותה תבדוק?
 - ב. מהו המשתנה התלוי?
 - ג. כיצד תמדוד את המשתנה התלוי?
 - ד. מהו המשתנה הבלתי תלוי?
 - ה. כיצד תשנה את המשתנה הבלתי תלוי?
 - ו. ציין 3 גורמים קבועים בניסוי המתוכנן והסבר את חשיבותם במערך הניסוי שהצעת.



מיניות

חלק ב

בחלק זה תבדוק את פעילות האנזים עמילאז בזרעי חיטה שהונבטו בחושך במשך: יומיים, ארבעה ושישה ימים.
אם ברשותך סרכזת עבור לסעיף 5.

5. אופן הכנת המיצוי מכל אחת מקבוצות הנבטים:
 - א. סמן 3 מבחנות בספרות 2, 4, 6 ומבחנה נוספת – "פסולת".
 - ב. שים במכתש 20 זרעי חיטה שהונבטו במשך יומיים (קח את הזרע כולו).
 - ג. הוסף 20 מ"ל מים מזוקקים תוך כדי כתישה. כתוש במשך כשתי דקות.
 - ד. בעזרת משפך סנן את הנוזל דרך 10 שכבות של גזה ושכבת נייר סינון לתוך מבחנה 2 (נייר הסינון צמוד למשפך והגזה מעליו).
 - ה. בעוד הסינון נמשך, שטוף היטב את העלי והמכתש והכן מיצוי מ-20 זרעים שהונבטו במשך 4 ימים, כמפורט בסעיפים ב–ג.
- בהתאם להוראה בסעיף ד, סנן מיצוי זה למבחנה 4.
 - ו. על פי ההוראות בסעיף ה, הכן מיצוי מזרעים שהונבטו 6 ימים וסנן אותו למבחנה 6.
 - ז. כאשר יש בכל מבחנה כ-1.5 מ"ל מיצוי, תוכל להמשיך בסעיף 6, אך עדיין אל תזרוק את המיצוי שטרם הסתנן – ייתכן שתזדקק לו בהמשך. לכן בזמן טיפולך במבחנה, העבר את המשפך למבחנת "פסולת" והחזר אותו למבחנה בסיום הטיפול בה.
- 5'. אם ברשותך סרכזת, עליך לעבוד לפי ההנחיות בסעיף זה, במקום אלה שבסעיף 5.
 - א. סמן 3 מבחנות סרכזת בספרות 2, 4, 6.
 - ב. שים במכתש 20 זרעי חיטה שהונבטו במשך יומיים (קח את הזרע כולו).
 - ג. הוסף 10 מ"ל מים מזוקקים תוך כדי כתישה. כתוש במשך כשתי דקות.
 - ד. העבר אל מבחנת סרכזת 2.
 - ה. שטוף היטב את העלי והמכתש ובצע את ההוראות שבסעיפים ב–ד, לגבי הזרעים בני 4 ו-6 ימים (השתמש במבחנות סרכזת 4 ו-6).
 - ו. הכנס את 3 המבחנות למשך 3 דקות לסרכזת במהירות גבוהה.
 - ז. סמן 3 מבחנות בספרות 2, 4, 6.
- לאחר סיום הסירכוז, העבר בזיהירות את הנוזל העליון לשלוש המבחנות שסימנת על פי גיל הנבטים.

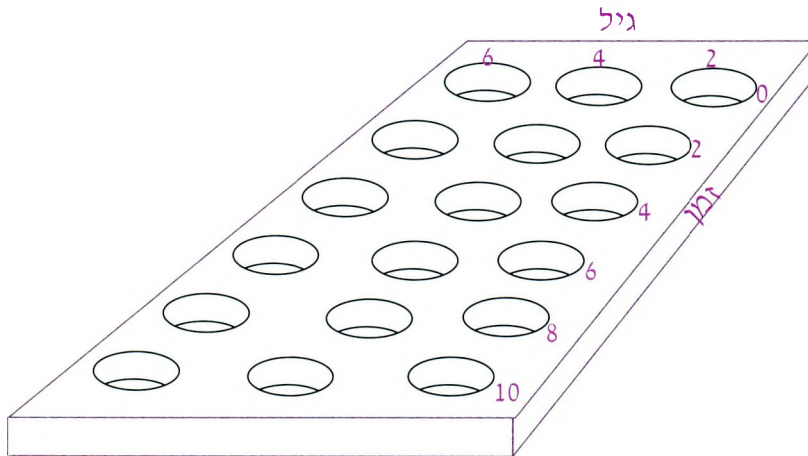


6. המיצוי שקבלת מכיל אנזים עמילאז. בהמשך הניסוי תבדוק את פעילות האנזים בכל אחד מהמיצויים על פי משך הזמן הדרוש לפירוק כמות שווה של עמילן שתוסיף להם. לכן עליך לוודא שהמיצויים שהכנת אינם כוללים עמילן שמקורו בזרע.
- א. טפטף על צלחת פטרי טיפת I_2/KI .
- ב. טפטף בעזרת פיפטת פסטר ממיצוי הזרעים בני יומיים, על טיפת I_2/KI וערבב בעזרת קיסם (השאר את הפיפטה בתוך המבחנה).
- אם זיהית עמילן – הכן פיסת נייר סינון נוספת וסנן שנית את המיצוי למבחנה שתסומן במספר מתאים. בדוק שוב לנוכחות עמילן.
- חזור על בדיקה זו בשני המיצויים האחרים: מזרעים בני 4 ו-6 ימים.
7. הכן אמבט מים בטמפרטורה של $35^\circ C$ (טווח בין $30^\circ C$ – $40^\circ C$).
8. א. סמן 3 מבחנות נקיות בספרות 2, 4, א, 6.
- ב. הכנס לכל אחת מהמבחנות שהכנת 1 מ"ל מהמיצוי המתאים (ל-2 ממבחנה 2 וכו'). במבחנות אלה תבדוק את פעילות העמילאז במיצויים השונים.
- ג. הכנס את מבחנות 2, א, 4, 6 לאמבט מים בטמפרטורה של $35^\circ C$, להשוואת הטמפרטורה.
- ד. הכנס את המבחנה עם תרחיף העמילן לאותו אמבט.
- בהמשך תצטרך לעבוד מהר, לכן בטרם תעבוד קרא את סעיף 9 עד תומו והכן את הטבלה לרישום התוצאות.



מאז

9. א. טפטף על לוח שקעים או צלחת חד פעמית 6 שורות של טיפות I_2/KI , 3 טיפות בכל שורה. כל שורה תשמש לבדיקת עמילן בזמן דגימה אחר, וכל טור הוא גיל זרעים שונה (ראה איור).



- ב. העבר 0.5 מ"ל תמיסת עמילן 0.1% למבחנה 2 א, ערבב קלות את תוכן המבחנה.
- ג. בעזרת פיפטת פסטר טפטף מיד טיפה מהתערובת על טיפת ה- I_2/KI הראשונה בטור "2". זוהי בדיקת זמן 0, רשום את הזמן במדויק.
- ד. החזר את המבחנה עם הפיפטה בתוכה לאמבט. הקפד לרוקן את הפיפטה לתוך המבחנה לאחר כל בדיקה.
- ה. רשום את תוצאות הבדיקה בטבלה שבסעיף 9 ח.
- ו. השתמש בסימן + לנוכחות עמילן, – להעדר עמילן, $\pm$ במקרה של ספק.
- ז. ערוך אותה בדיקה (סעיפים 9ב–9ה) למבחנות 4א ו-6א ורשום את התוצאות בטבלה.
- ח. המשך לבדוק נוכחות עמילן בכל 3 המבחנות ברווחי זמן בני 2 דקות. (הוסף טיפות I_2/KI לפי הצורך).
- ט. הפסק לבדוק כאשר נוכחת שאין יותר עמילן באחת המבחנות, או אם עברו 14 דקות מאז הוספת העמילן.
- י. הכן טבלה לרישום התוצאות.
- יא. סכם ורשום בטבלה, מהו משך הזמן הנדרש לפירוק 0.5 מ"ל עמילן בכל אחת מהמבחנות. אם הפירוק לא הושלם לאחר 14 דקות, רשום כי משך הזמן גדול מ 14 דקות.



אינטימיות

10. א. מהו המשתנה התלוי בניסוי?
 ב. כיצד נבדק המשתנה התלוי?
 ג. האם כלולה בקרה בניסוי שביצעת? הסבר.
11. א. מהי ההצגה הגרפית המתאימה לתוצאות ניסוי זה? נמק.
 ב. הצג את תוצאות הניסוי בדרך הגרפית המתאימה.
12. מה ניתן להסיק מתוצאות הניסוי שערכת? נמק.
13. הסבר במה תורם הניסוי שביצעת בחלק ב להבנת ההבדלים בצורת גרגרי העמילן בנבטים בני גילים שונים, שבהם הבחנת בחלק א?
 14. אילו ערכת בדיקה כמותית לעמילן בנבטים בני גילים שונים, האם צפוי הבדל בכמות העמילן שבהם? הסבר קביעתך.
15. א. מה מקור העמילן המצוי בזרע ומתי נוצר?
 ב. כיצד מנצל הנבט את תוצרי פירוק העמילן?