

מדריך למורה: תעלומת ה-DNA והפקת חומר תורשתי

להלן מדריך למורה עבור יחידת הלימוד "תיק 102 (חיבור ליחידת הרבייה בכיתה ח') - תעלומת ה-DNA". המדריך נועד להעניק לך ביטחון מלא בהובלת הפעילות, גם ללא רקע קודם בביולוגיה, תוך התמקדות בניהול החוויה והפעלת התלמידים.

הפעילות נפתחת ביצירת מתח וסקרנות סביב תעלומת פריצה, שהופכת את התלמידים לחוקרי מז"פ. בשלב הראשון הם מבצעים ניסוי (הפקת DNA), במהלכו הם לומדים על מבנה התא והחומר התורשתי. בשלב השני הם בונים מודל במרחב המייקר כדי להבין את חוקיות זיווג הבסיסים (A-T C-G). בסוף, הם משתמשים ב-AI ככלי חישובי מתקדם לפענוח רצפים ומוטציות, מה שמחבר בין המדע הקלאסי לטכנולוגיית העתיד. הפעילות מסתכמת בדיון אתי-מדעי על משמעותן של ראיות, מה שבונה אצלם חשיבה ביקורתית וספקנות בריאה.

1. הפקת ה-DNA - חילוץ הקוד הגנטי

בשלב זה, עליכם לבצע ניסוי מדעי לחילוץ ה-DNA מתוך תאי הפרי שבמיץ. במהלך הניסוי, תבצעו פירוק מכני של התאים כדי להפיק DNA מפרי (המייצג את המיץ שנמצא בזירה) כדי להבין את התהליך.

הוראות בטיחות - מומלץ לעבוד עם חלוק, נעליים סגורות, כפפות ומשקפי מגן. הניסוי להפקת ה-DNA מבוסס על המעבדה ב**קישור** קראו היטב את כל ההנחיות לפני תחילת ביצוע הניסוי.

ציוד וכלים לכל קבוצת תלמידים:

בלנדר מוט או מזלג

2 כוסות כימיות רצוי מפלסטיק בנפח 250 מ"ל

כוס כימית זכוכית בנפח 100 מ"ל

משפך

פד גזה

כפית

משורה בנפח 100 מ"ל

4 מבחנות רחבות בקוטר 2.5 ס"מ

קיסם עץ ארוך/ מקל זכוכית

פיפטת פסטר

חומרים לכל קבוצת תלמידים:

4 תותים (טריום או קפואיים שהופשרו)
סבון כלים (רצוי מסוג פלמוליב)
אתנול 96%-100% מקורר במקפיא

הכנה על ידי הלבונט:

1. הכניסו כ-4 תותים גדולים בכוס כימית (עדיף מפלסטיק) לכל קבוצה.
2. הכניסו אתנול למקפיא מספר שעות לפני ההדגמה. חלקו את האתנול (כ20- מ"ל) לתלמידים לקראת השימוש בו.
3. מהלו את סבון הכלים ביחס של 1:10 כלומר להכנת 200 מ"ל תמיסה מהולה: 20 מ"ל סבון עם 180 מ"ל מים.

הניסוי להפקת הDNA מבוסס על המעבדה בקישור

ציוד וכלים לניסוי:

בלנדר מוט או מזלג
2 כוסות כימיות רצוי מפלסטיק בנפח 250 מ"ל
כוס כימית זכוכית בנפח 100 מ"ל
משפך
פד גזה
כפית
משורה בנפח 100 מ"ל
4 מבחנות רחבות בקוטר 2.5 ס"מ
קיסם עץ ארוך/ מקל זכוכית
פיפטת פסטר

חומרים לניסוי:

4 תותים (טריום או קפואיים שהופשרו)
סבון כלים (רצוי מסוג פלמוליב)
אתנול 96%-100% מקורר במקפיא

מהלך הניסוי:

1. מעכו היטב את התותים בעזרת בלנדר מוט למחית חלקה ללא גושים או על ידי מעיכה בעזרת מזלג. אפשר להוסיף מעט מי ברז, כ10- מ"ל, תוך כדי מעיכה.

2. הניחו את המשפך על כוס נקייה ומעליה הניחו פד גזה. אפשר להשתמש במסננת במקום במשפך ופד גזה.
3. סננו את המחית לכוס נקייה. העזרו בכפית לזירוז הסינון.
4. מדדו בעזרת משורה את נפח הנוזל המסונן ומזגו לכוס כימית מזכוכית כמות של 100 מ"ל.
5. מדדו בעזרת אותה המשורה תמיסה מהולה של סבון כלים, בנפח השווה למחצית מנפח תסנין התותים.
6. הוסיפו את תמיסת הסבון המהולה לכוס עם תסנין התותים.
7. ערבבו באיטיות בעזרת כפית את התמיסה למשך 2-3 דקות. השתדלו לא להקציף את התמיסה יותר מדי.
8. הרכיבו משקפי מגן.
9. מזגו בזהירות (מומלץ להשתמש בפיפטה) מעט אתנול קר על הדופן הפנימית של הכוס עם תסנין התותים ותמיסת הסבון. גובה האתנול צריך להיות כ-2-3 ס"מ מעל שטח פני תסנין התותים.
10. התבוננו מצד הכוס כדי לראות את חוטים לבנים הצפים באתנול.

• **שערו מהם חוטים אלה?**

תוצאות צפויות

חוטי ה-DNA של התותים יצופו למעלה אל תוך תמיסת האתנול וייראו כחוטים לבנים. אפשר לאסוף את החוטים בעזרת קיסם או פיפטה

1. הרקע המדעי

• **מה זה DNA?**

המידע התורשתי לקביעת התכונות והבקרה על ביטוי המידע שנמצא בו. ה-DNA נמצא בתוך כמעט כל תא בגוף שלנו (תאי דם אדומים ללא גרעין חסרי DNA). הוא קובע הכל – מצבע העיניים ועד לסוג השיער.

• **איפה הוא נמצא?**

בגרעין התא. דמיינו את התא כמו כספת, והגרעין הוא מגירה נעולה בתוך הכספת. כדי להוציא את ה-DNA, צריך לפרוץ את שתיהן.

• **למה הוא נראה כמו חוטים?**

ה-DNA הוא מולקולה ארוכה מאוד. כשהיא יוצאת מהתא ומתקבצת יחד עם המון מולקולות דומות, היא נראית כמו צמר גפן לבן ודביק.

מומלץ לבצע את הניסוי דווקא עם תותים כיוון שתאי התות הינם **אוקטפלואידים** - בעלי 8 עותקים של המטען הגנטי).

תא האדם הוא דיפלואיד, כדי להפריד את ה-DNA מתוך התא עלינו להרוס את קרום התא הבנוי

בעיקר ממולקולות של שומן. הוספת הסבון הורסת את קרום התא. הוספת האתנול הקר לתמיסה משקעת את מולקולות ה-DNA מתוך התמיסה המימית וחושפת אותן. אתנול הוא מעט פחות פולארי ממים – ולכן אינו מסוגל להמיס DNA בתוכו.

ה-DNA הוא מולקולה מאוד פולארית ולכן הוספת האתנול גורמת ל"שיקוע" –היפרדות מהתמיסה שלו. מבחינה כימית אפשר לומר כי כאשר ה-DNA מומס במים הוא יוצר קשרי מימן עם מולקולות

המים. הוספת אתנול לתמיסה גורמת למים ליצור עם האתנול קשרי מימן במקום ה-DNA, מה שגורם למולקולות ה-DNA להיצמד זו לזו ולהיפרד מהתמיסה בנקודת המגע בין האתנול למים, כפי שראינו בניסוי. קירור האתנול לטמפרטורה נמוכה מוריד עוד יותר את יכולת ההמסה שלו. בנוסף, עוצרת הטמפרטורה הנמוכה את פעולת אנזימי הפירוק שקיימים בתאים באופן טבעי המפרקים גם את ה-DNA, ובכך משפרת את המיצוי ואת תוצאות הניסוי – מולקולות ה-DNA נשמרות גדולות ולא מפורקות.

• למה האלכוהול הקר?

ה-DNA לא מתמוסס באלכוהול. ברגע שהוא נוגע בו, הוא הופך למוצק (שוקע) וצף למעלה. **טיפ חשוב:** יש למזוג את האלכוהול בזהירות על דופן הכלי כדי שתיווצר שכבה נפרדת.

3. ניהול הפעילות לפי שלבים

א. יצירת המתח (5 דקות) היכנסו לכיתה עם **"שקית ראיות"** (אפשר לשים בפנים סתם שערה או מבחנה). ספרו את סיפור הגניבה. **(מופיע בקובץ- תלמיד)**
המטרה: להפוך את הלימוד למשחק בלשי.

ב. שלב ה-MAKE והמודל- בניית דגם ה-DNA מחומרי יצירה שבמרחב. (30 דקות)

- **מה לבדוק כשהם בונים?** ודאו שהם מצמידים את ה"בסיסים" בזוגות קבועים (צבע א' תמיד עם צבע ב'). ב-DNA, האותיות A תמיד מול T, ו-C תמיד מול G.
- **מושג המפתח:** "זיווג בסיסים". אם הם לא בזוגות, המידע הגנטי "מתקלקל" (מוטציה).

ג. שלב ה-15 (AI דקות)

בקשו מהתלמידים להשתמש בצ'אט כדי לפענח את ה"רצף מהזירה".

עליכם להשתמש בכלי בינה מלאכותית (AI) כעוזר מחקר כדי להשלים את הפרופיל של הגנב. הזינו ל-AI את הפקודה (Prompt) הבאה:

אני חוקר מז"פ המפענח פריצה למוזיאון. קיבלתי מהזירה את רצף ה-DNA הבא (הכניסו כאן רצף אקראי, לדוגמה AGTTTCG.....)

1. ספק לי את הרצף המשלים (הצד השני של הסליל) לפי חוקי זיווג הבסיסים.
2. אם תתרחש מוטציה והאות ה-A השלישית ברצף תתחלף ב-C.

- האם זה עלול לשנות את תכונות החשוד (כמו צבע עיניים או גובה)?
- הסבר בקצרה איך שינוי כזה משפיע על המידע הגנטי.

4. פתרון בעיות

- "לא יצא לי צמר גפן לבן במבחנה"- כנראה שהם ערבבו את האלכוהול חזק מדי עם המיץ. צריך להוסיף את האלכוהול בעדינות כדי שיצוף מעל.
- "למה משתמשים בבננה/תות ולא ברוק של הגנב?"- הסבירו שבפירות יש כמות עצומה של DNA (הם "פוליפלואידים"), ולכן קל יותר לראות אותו בעין בלי מיקרוסקופ.

5. שאלות – מעוררות חשיבה:

1. שאלה: "אם ה-DNA נמצא בתוך הגרעין, איך הוא מצליח להגיד ליד שלנו לגדול?"
תשובה: הוא שולח "שליחים" (RNA) עם הוראות עבודה.
2. שאלה: "האם לשני אנשים יכול להיות אותו DNA?"
תשובה: רק לתאומים זהים! בכל מקרה אחר, ה-DNA הוא כמו "ברקוד" ייחודי.

6. המחונן המהיר להערכה:

- ביצוע הניסוי: האם התלמיד הצליח להראות חומר לבן במבחנה? (30%)
- דיוק המודל: האם המודל בנוי כסליל כפול עם זוגות קבועים? (40%)
- שימוש ב-AI - האם התלמיד הצליח להפיק מה-AI הסבר על משמעות הרצף? (30%)