

המצוד אחר השבב הגנוב בתערוכת החדשנות

במוזיאון המדע נערכה תערוכה יוקרתית בה הוצג אב-טיפוס של שבב מחשב המבוסס על ביולוגיה אב-טיפוס סודי של שבב מחשב המבוסס על ביולוגיה נעלם הבוקר מתערוכת החדשנות היוקרתית. הגנב אמנם פעל במקצועיות, חמק מהמצלמות ולבש כפפות כדי לא להשאיר עקבות, אך טעות אחת קטנה עומדת להפיל אותו בפח, כתם מיץ פירות ושערה בודדת שנמצאו על שולחן התצוגה. כאן אתם נכנסים לתמונה כיחידת העלית לזיהוי פלילי. המשימה שלכם היא להיכנס למעבדה, להפיק DNA מתוך הממצאים הביולוגיים שהושארו בשטח כדי לחלץ את החומר התורשתי של החשוד. רק לאחר שתבנו מודל מדויק של ה-DNA שלו, נוכל לפענח את התכונות הגנטיות שלו כמו צבע עיניים סוג שיער ועוד... ובכך לחשוף את זהותו של הגנב לפני שהשבב הביולוגי ייפול לידיים הלא נכונות. העתיד הטכנולוגי נמצא בידיים שלכם, המצוד מתחיל עכשיו!

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 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 (טריים 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, כ-10 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?**

דף לחוקר (התלמיד):

חוקר יקר, השתמש ב'נוזל הכלים המדעי' כדי לפרוץ את 'חומות התא' (קרומי התא והגרעין). לאחר שה-DNA ישקע, אסוף אותו בעזרת קיסם.

• **האם אתם רואים את הקוד של החיים?**

2. בניית מודל פורנזי

לאחר שהפקתם את ה-DNA הגולמי מהזירה, עליכם להבין איך הוא בנוי כדי שנוכל לבצע השוואת פרופילים ולזהות את הגנב. ה-DNA הוא לא סתם חוט לבן; הוא צופן מורכב הבנוי משתי שרשראות המלופפות זו סביב זו.

א. משימת ה-Make הנדסת הסליל הכפול-

המטרה: זיווג בסיסים, מבנה הסליל הכפול (Double Helix), וקשרי המימן.

השתמשו בחומרים שבמרחב המייקר (סוכריות גומי, חרוזים, מנקי מקטרות או חומרי מחזור) כדי לבנות דגם תלת-ממדי של ה-DNA של החשוד. הדגם שלכם חייב להיות מדויק מבחינה מדעית ולהציג את המרכיבים הבאים:

- ✓ מבנה הסליל הכפול שתי שרשראות מפותלות המחוברות ביניהן.
- ✓ עליכם להקפיד על הצמידים הקבועים A תמיד מול T, ו-C תמיד מול G (A-T, C-G).
- ✓ הציגו בדגם את החיבור בין השרשראות ה-DNA- קשרי מימן שמחברים בין השרשראות. ובין זוגות הבסיסים.

ב. אתגר ה-AI: פיצוח הצופן הגנטי

כעת, כשבידיכם המודל הפיזי, נעבור לפענוח הדיגיטלי. הגנב השאיר רצף אותיות מסתורי. 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.

3. הפרופיל הגנטי (Forensic Profiling)

התלמידים משווים את ה-DNA שהפיקו (סימולציה של רצף) אל מול שלושה חשודים.

התאמה	רצף DNA מהזירה	חשוד
50%	A-G-C-T-T-A	חשוד א' (מנקה המוזיאון)
100%	A-G-T-C-C-A	חשוד ב' (אוצר התערוכה)
10%	C-C-G-A-T-T	חשוד ג' (מבקר אקראי)

מתווה למורה (ללא רקע בביולוגיה):

✓ מהו בעצם ה-DNA?

דמיינו את ה-DNA כספר המתכונים הגדול של הגוף. בכל תא ותא בגוף שלנו קיים עותק של כל הספר (הקוד הגנטי המלא). אז איך תא בעין יודע להיות עין ותא בשריר יודע להיות שריר? פשוט מאוד: כל איבר קורא רק את הפרקים הרלוונטיים אליו, למרות שכל הספר נמצא מולו. בניסוי שלנו, אנחנו מוציאים את "הספר" הזה מהתאים של הפרי כדי שנוכל לקרוא את הפרקים שמתארים את הגנב.

✓ למה האתנול צריך להיות קר?

ה-DNA הוא מולקולה שמתמוססת בקלות במים (ולכן הוא שקוף ובלתי נראה בתוך התא). ה-DNA אינו מתמוסס באלכוהול. ככל שהאלכוהול קר יותר, המסיסות של ה-DNA יורדת דרמטית. האלכוהול הקר גורם ל-DNA לצאת החוצה מהתמיסה ולהתגבש במהירות. הטמפרטורה הנמוכה עוזרת למולקולות להיצמד אחת לשנייה וליצור את החוטים הלבנים שניתן לראות בעין. ה-AI מדמה את המחשב של המעבדה הפורנזית (מז"פ). הוא סורק מאגרי נתונים, משלים רצפים ומנבא השפעות של מוטציות. להראות לתלמידים שביולוגיה המודרנית היום היא מדע של נתונים המבוססת על דאטה ומחשוב.

4. שאלת הסיום לדיון בכיתה (חשיבה ביקורתית)

- ✓ מצאנו DNA של חשוד בזירה. האם זה מוכיח ב-100% שהוא הגנב?
- ✓ ייתכן שהחשוד ביקר במוזיאון יום קודם והתעטש? אולי מישהו שתל את הראיה? הדיון מלמד אותם שראיה מדעית זקוקה תמיד להקשר, לביקורת ולזהירות לפני חריצת גורל.