



המרכז הישראלי למצוינות בחינוך
Israel Center for Excellence
through Education

מצוינות 2000
בחסות קרן סקירבול

המכון למצוינות בהוראה

צבעים בעולם החי

כתיבה: אילת חסון

עריכה: ד"ר גיא אשכנזי, ד"ר קובי בן-ברק, ד"ר אבי פולג

תמוז תשע"א

יולי 2011

© כל הזכויות שמורות למרכז הישראלי למצוינות בחינוך ולמשרד החינוך

הקדמה

עולם הצומח הוא עולם צבעוני מאד. אף על-פי שהירוק הוא הצבע השולט, לפרחים, פירות וירקות צבעים רבים ומגוונים. מה מעניק לפירות ולירקות את צבעיהם? מהם היתרונות שמעניקים צבעים לבעלי-חיים? האם יש יתרון לכך שפרי שאינו בשל אינו צבעוני, אך הופך צבעוני כאשר הוא מבשיל? ואם כן, מדוע יש פירות שאינם צבעוניים? ביחידה זו ננסה לענות על שאלות אלה.

מבנה יחידת הלימוד

ביחידת לימוד זו שתי פעילויות:

1. הכנת צבעים מפירות ומירקות – בפעילות זו, נמצה את הצבעים ממגוון של פירות וירקות ונשתמש בהם על-מנת להכין צבעים אקריליים. רבים מן הצבעים המשמשים ציירים מקצועיים מופקים עד היום מחומרים אורגניים שונים.

2. ניסוי חקר: האם ציפורים מעדיפות מזון בצבע מסוים? – בפעילות זו ננסה לגעת ביתרונות שמעניקים הצבעים לצמחים. התלמידים יתכננו ניסוי כדי לבדוק האם ציפורים מעדיפות מזון בצבע מסוים. כיצד קשור הדבר לצבעים של פירות? הפירות נאכלים על-ידי ציפורים ובעלי-חיים ותוך כדי כך הזרעים מופצים. רוב הצמחים תלויים בבעלי-חיים להפצת הזרעים.

מומלץ להקדיש ליחידת לימוד זו כ- 2-3 שיעורים כפולים.

הפעילות מומלצת להפעלה בכיתות ד' – ה'.

הצבעים השונים של פירות וירקות

הקדמה

בפעילות זו נמצה צבעים ממספר פירות וירקות ונשתמש בהם כדי לצייר ציור. תוך כדי כך, ננסה לעורר שאלות הקשורות בצבעים: מהו צבע? מהם מקורות הצבעים? מתי החל האדם להשתמש בצבעים? התלמידים יערכו היכרות עם הצבעים שבטבע בדרך חווייתית.

רקע מדעי

מהו צבע ומהי ראיית צבעים?

אור השמש מורכב מגלים אלקטרומגנטיים באורכים שונים. השמש פולטת קרינה בטווח רחב מאוד של אורכי גל, אולם הרשתית מסוגלת לקלוט רק אורכי גל שבין 400 ל- 800 ננומטר בקירוב. זהו התחום הנראה לעין.



הקשת נוצרת כאשר אור השמש מוחזר מטיפות הגשם. אורכי הגל השונים מוחזרים בזוויות שונות, ונקלטים באזורים שונים ברשתית העין. כך נוצרת במוחנו תחושה של הצבעים השונים: אדום, כתום, צהוב, ירוק, תכלת, כחול וסגול.

תחושת הצבע הלבן נוצרת במוחנו כאשר עצם מואר אינו קולט (כמעט) את הקרינה המוקרנת עליו (מן השמש, או ממקור אור כלשהו), והוא מחזיר (כמעט) את כל אורכי הגל של הקרינה אל העולם החיצוני. כאשר הרשתית קולטת את אורכי הגל המוחזרים ממנו, נשלחים אותות אל המוח ונוצרת תחושת צבע לבן. תחושת הצבע השחור נוצרת באופן הפוך: כאשר עצם מואר קולט (כמעט) את כל אורכי הגל, אור (כמעט) אינו מוחזר ממנו אל העין וברשתית נוצר אזור אליו לא מגיעה כל קרינה. אותות חשמליים

מאזור זה ברשתית אינם עוברים אל המוח, והמוח מפרש את היעדר האותות כתחושה של צבע שחור.

צבעים "צבעוניים" נוצרים כאשר גוף קולט חלק מאורכי הגל בתחום הנראה ומחזיר את החלק האחר. החלק שחוזר מגיע אל הרשתית בעינינו ומתורגם במוחנו לצבע¹. אם כן, צבע הוא

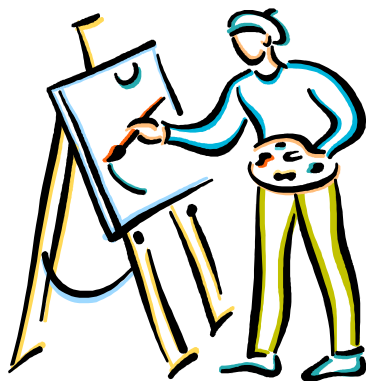
¹ המנגנון באמצעותו הופכים האותות החשמליים, המגיעים מן הרשתית אל אזור הראייה בקליפת המוח, לתחושה ראייה, ובמקרה שלפנינו – ראיית צבעים, אינו מפוענח עדיין.

בעצם תחושה שמתקבלת במוחנו לאחר שאורכי גל מסוימים נקלטים ברשתית והאותות החשמליים מגיעים אל אזור הראייה במוח.

לדוגמא: הצמחים נראים לנו ירוקים, כיוון שהם בולעים חלק מאורכי הגל בתחום הנראה, אבל מחזירים חלק אחר. יש להדגיש כי קיימים יחסים הפוכים (וייתכן שמפתיעים), בין צבע הצמח לבין יכולתו לנצל את הקרינה – הכלורופיל שבצמח קולט את אורכי הגל האדומים והכחולים², והאנרגיה הגלומה בקרינה של אורכי גל אלה היא המעניקה לצמח את יכולתו ליצור סוכר מפחמן דו-חמצני ומים, ולהוות את התשתית לכל עולם החי (השכבה היצרנית). דווקא אורכי הגל הירוקים, המעניקים לנו תחושת צבע, רעננות ולבלוב, הם אורכי הגל אותם הצמח אינו מנצל.

צבעים בשימוש האדם

האדם משתמש בצבעים משחר ההיסטוריה. ציור המערות העתיק ביותר באירופה מתוארך ל-30,000 שנה לפני הספירה. בציורים אלה נעשה שימוש בעיקר בצבעים אי-אורגניים: כגון תחמוצת הברזל, תחמוצת המנגן ופחם.



צבעים מורכבים מצבען (פיגמנט), המעניק את תכונת הצבע, ומבסיס, המעניק את הנפח ומשמש כדבק של הצבע אל משטח הציור (יהא זה קיר מערה, או בד קנבס).

ניתן לחלק את הצבענים לשתי קבוצות עיקריות: צבענים שמקורם מחומרים אורגניים וצבענים שמקורם מחומרים אי-אורגניים. דוגמא לצבען אורגני הוא האינדיגו. את האינדיגו, שהוא צבע שבין הכחול לסגול, מפיקים מצמח האינדיגו. מינים שונים של הצמח גדלים בתנאים טרופיים באסיה ובאמריקה. זהו אחד מהצבענים העתיקים והנפוצים ביותר בעולם: נראה שמקור הצמח בהודו, משם יוצא הצבען אל אירופה כבר בתקופת האימפריה הרומית. הצבע שימש לציור, לצביעת בדים, לרפואה ולקוסמטיקה.

כפי שנראה בפעילות, ניתן להפיק צבעים מגוונים מאד מפירות ומירקות. אם כן, מדוע מופקים כיום רק צבעים מועטים מפירות ומירקות? הסיבה נובעת מכך שצבעים ממקור אורגני נוטים לדהות יחסית במהירות: מולקולות הצבען מתפרקות והצבע משתנה ודוהה. תופעה זו נפוצה פחות בצבענים שמקורם אי-אורגני.

² יש להדגיש כי הביטוי "אורכי הגל האדומים והכחולים" אינו מדויק. בעולם הפיסיקלי יש אורכי גל של 650 ננומטר, למשל; הם הופכים לצבע אדום רק במוחנו. הגל עצמו אינו "אדום" או "כחול". עם זאת, לצרכי נוחות נמשיך להשתמש בביטוי זה, גם אם אינו מדויק לחלוטין.

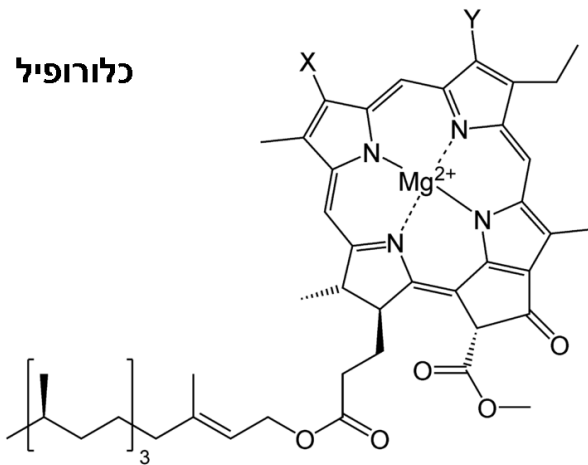
כאמור, הצבענים הראשונים בשימוש האדם היו צבענים אי-אורגניים. בנוסף לצבענים שהוזכרו לעיל, נזכיר גם את הכחול אולטרה-מרין (ultramarine). צבע כחול זה הופק מריסוק של אבן החן הקרויה לְפִיס לְזוּלִי. ציורים עם צבען זה נמצאו במזרח התיכון, בסין, ולאחר מכן בכל אירופה, בעיקר באיורים של כתבי יד; זהו צבען בעל צבע כחול בוהק. ברם, כתישת האבן לאבקה דקה היא תהליך קשה ביותר.

גם לצבעים האי-אורגניים חיסרון: חלקם מתחמצנים ומשנים את צבעם בעקבות החמצון.

כאמור, צבעים מכילים לא רק צבענים אלא גם בסיס. הבסיס חשוב אולי אף יותר מהצבען. דוגמאות לבסיסים מודרניים הם הדבק הפלסטי, שהוא הבסיס של צבעים אקריליים, ושמן, שהוא הבסיס בצבעי שמן. בתקופות קדומות השתמשו בבסיסים שונים, מדבש ועד לחלמון הביצה (שהוא הבסיס לצבעי טמפרה).

צבעים בטבע

כלורופיל

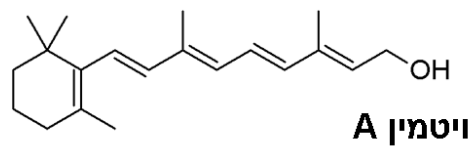
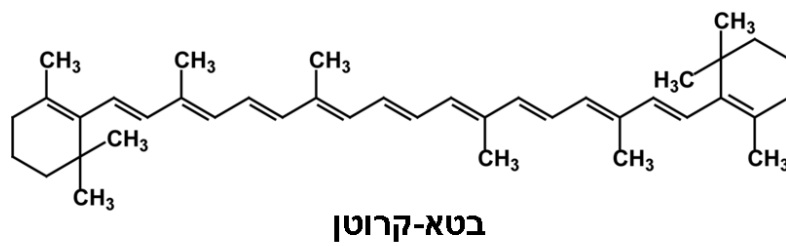


צבענים הם חומרים הבולעים באופן סלקטיבי רק חלק מאורכי הגל של האור הנראה. כך למשל, הצבע הנפוץ ביותר בעולם הצמחים, הצבע הירוק, נגרם על-ידי מולקולת הכלורופיל. כפי שהוזכר למעלה, מולקולה זו בולעת את אורכי הגל הכחולים והאדומים, אך אורכי הגל הירוקים אינם נקלטים אלא מוחזרים.

קבוצה נוספת של צבענים הם הקרוטנים. צבענים אלה נמצאים בכל הצמחים הירוקים. הם מגנים על מולקולות הכלורופיל מאנרגיית השמש ועוזרים לצמח לנצל אנרגיה זו ביעילות גבוהה יותר. בדרך-כלל, כמותם קטנה יחסית לכמות הכלורופיל, ולכן עלי הצמח נראים ירוקים ולא כתומים. מתי אנו מבחינים בהם? בזמן השלכת³. בסתיו, עוצמות האור יורדות, והעלים מפסיקים לייצר כלורופיל. הם מאבדים את צבעם הירוק והצבע הצהוב-כתום של הקרוטנים בא לידי ביטוי. ישנם עצים בהם כמות הקרוטנים יחסית גבוהה, ובשלכת הם מקבלים צבעים כתומים-צהובים.

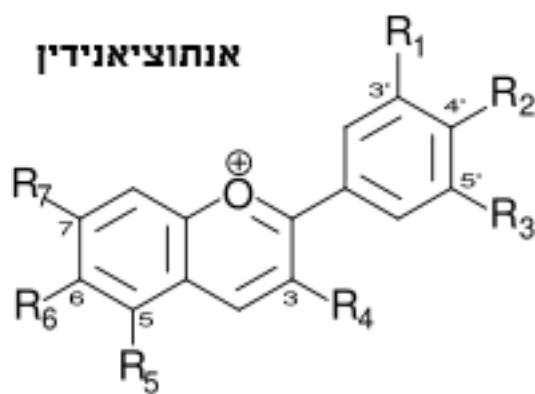
³ לא כל העצים משירים את עליהם בסתיו. זוהי תכונה הנפוצה בעצים שמקורם באזורים בהם החורף קר ומספר שעות האור בו נמוך. עצים שמקורם באזורים חמים הם לרוב ירוקי-עד.

החבר המפורסם ביותר במשפחה זו הוא הבטא-קרוטן, המצוי בכמויות גדולות בגזר וברקות



כתומים אחרים. צריכה של ירקות אלה היא חשובה, כיוון שבטא-קרוטן הוא חומר המוצא לוויטמין A. ויטמין זה, הידוע גם בשם רטינול (Retinol), מהווה חלק חשוב במנגנון קליטת האור ברשתית העיניים. תאי גופנו מייצרים

רטינול מבטא-קרוטן, ואך ורק מחומר זה, ועל כן אנו תלויים באספקה של חומר זה במזון. צבענים אחרים השייכים לקבוצה זו הם הליקופן (Lycopene), שהוא זה המעניק את הצבע האדום לעגבנייה ולאבטיח, והקפסנתין (Capsanthin) האחראי לצבעה של הפפריקה.



קבוצה חשובה נוספת של צבענים היא האנתוציאנינים. הם המעניקים את הצבע לתפוח עץ, ענבים אדומים וכרוב אדום. הם גם מעניקים לעלי עץ המיפל את צבעם האדום העז בזמן השלכת. צבענים אלה יכולים להיות בצבעים אדום עד כחול: הם משנים את צבעם כתלות ברמת החומציות. אכן, יש המשתמשים במיץ שמופק מכרוב אדום כאינדיקטור לרמת חומציות.

הצבעים השונים של פירות וירקות

הקדמה

בפעילות זו נמצה את הצבעים ממגוון פירות וירקות, ונשתמש במיצוי כדי להכין צבעים לציור. כל צבעי הציור מורכבים מצבען – חומר הצבע עצמו, ומבסיס – המדביק את הצבען אל הדף או הבד. בפעילות זו נשתמש בדבק פלסטי כבחומר מדביק. דבק פלסטי הוא החומר המדביק הנמצא בצבעים אקריליים. בעבר השתמשו בחומרים מדביקים שונים: בדבש, בחלמון של ביצים ובשרף של עץ השיטה, הידוע בשם "גומי ערבי".

מהלך הפעילות

1. לפניכם ירקות ופירות שונים.
2. חתכו פרוסות או רצועות דקות משניים מן הירקות והפירות.
3. הכינו זוגות של כוסות חד-פעמיות. רשמו עליהן את שם הפרי או הירק, בצירוף "אצטון" או "מים". למשל, "גזר – אצטון" ו"גזר – מים".
4. העבירו את הפירות והירקות שחתכתם לכוסות המסומנות.
5. הוסיפו אצטון לכלים המתאימים עד כדי כיסוי.
6. הוסיפו מים לכלים המתאימים עד כדי כיסוי.
7. ערבבו בעדינות כל אחד מהכלים במשך כ-5 דקות.
8. צבעיהם של אילו ירקות ופירות התמוססו במים?
9. צבעיהם של אילו ירקות ופירות התמוססו באצטון?
10. בעזרת פיפטת פסטר קחו מעט מן המיצויים הנוזליים שהתקבלו והעבירו לכלי חדש.
11. הוסיפו לכלים מעט דבק לבן וערבבו היטב.
12. בעזרת מכחול, ציירו ציור מן הצבעים שהכנתם.
13. האם נתקלתם בבעיה? אם כן, נסו לזהות מהו מקורה, והציעו פתרון.



מהלך הפעילות

בפעילות זו ימצו התלמידים את הצבענים מפירות ומירקות שונים. בניגוד לשיטה הקלאסית, בה הצמחים מיובשים ונכתשים לאבקה, אנו משתמשים בתחילה במים ובאצטון בכדי למצות את הצבענים, וזאת כיוון שתהליך ייבוש הצמחים וכתישתם הוא ארוך ומייגע..

חלק מן הצבעים יתמוסס היטב במים, ואילו חלקם יתמוסס רק באצטון. אנתוציאנינים, הנמצאים בסלק, בכרוב אדום ובפירות יער, מסיסים היטב במים. לעומתם, גזר, בטטה ופלפל אדום מכילים קרוטנים. קרוטנים מסיסים בשמן, אך גם מעט באצטון. אצטון ממצה צבע ירוק עז גם מירקות המכילים כלורופיל, כגון תרד ובזיליקום.

כדאי להקפיד שכל קבוצה תקבל פרי או ירק אחד המכיל פיגמנטים המסיסים במים, ואחד המכיל פיגמנטים שאינם מסיסים במים (למשל סלק וגזר, או כרוב אדום ותרד).

כדי לוודא שהפיגמנטים אכן מוצו, ולא מדובר בתרחיף של חלקי פירות וירקות במים, סננו את המיצויים השונים לתוך מבחנות באמצעות משפך זכוכית ונייר סינון.

סביר כי חלק מהקבוצות יקבלו מיצוי בהיר מדי. דונו עם התלמידים בסיבות לכך:

1. כמות ממס גדולה מדי. צריך לחזור על הפעולה עם כמות קטנה יותר של ממס. אפשרות אחרת – לתת לממס להתנדף וכך לרכז את המיצוי.

2. קצב המסה איטי. כדי לזרז את ההמסה, אפשר להגדיל את שטח הפנים של הפירות והירקות ע"י גירור במגררת, כתישה בעלי ומכתש או ריסוק בבלנדר. דרך אחרת לזירוז התהליך היא להשתמש במים חמים, או שאפשר פשוט לחכות יותר זמן.

3. המסיסות הנמוכה של כלורופיל וקרוטנים במים. הירקות מלאים במים, המתמוססים באצטון, והמים מפריעים לפיגמנטים להתמוסס באצטון. פתרון אחד הוא שטיפת רסק הירקות באצטון פעמיים-שלוש, עד לסילוק כל המים. פתרון שני הוא ייבוש הרסק במשך מספר ימים, ומיצוי הפיגמנטים מהירקות המיובשים. פתרון שלישי הוא שילוב של השניים – שטיפה אחת באצטון, וייבוש (האצטון מתייבש מהר יותר מן המים).

כתלות בגיל וברמת התלמידים, החליטו אם לספק לתלמידים את הפתרונות מן המוכן, או לתת להם למצוא פתרונות יצירתיים לקבלת מיצויים כהים.

ניתן לשנות את הגוונים של הצבעים המסיסים במים לגוון אדום יותר על-ידי הוספה של חומץ, ולגוון כחול על-ידי הוספה של סודה לשתייה.

לאחר המיצוי, התלמידים יוסיפו דבק פלסטי למיצוי בכדי לקבל צבעים אקריליים. לבסוף, התלמידים יציירו ציור בעזרת הצבעים שהכינו. כמויות הפיגמנט המופקות בשיטה זו קטנות, ויספיקו לציור קטן מאד. אם אתם מעוניינים בכך, אפשר לבקש מהתלמידים למצוא דרכים לעיבוד כמויות גדולות יותר של פיגמנטים.

ניתן לחשוף חלק מהציורים לשמש (להדביקם על הצד הפנימי של החלון, למשל) ולשמור חלק מהם בצל. השוו את הצבעים כעבור שבוע. דהייט הצבעים עם חשיפה לאור הייתה אחת הבעיות הקשות של אמנים מאז ומעולם. ציורי הקיר של ליאונרדו דה-וינצ'י למשל, דהו מהר במיוחד, כיוון שהוא ערך ניסויים בצבעים חדשים. מסיבה זו רוב ציורי הקיר שלו עברו שחזור.



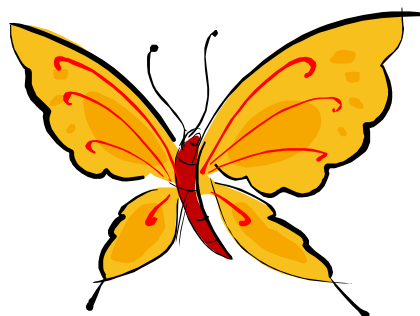
ניסוי חקר: האם לציפורים יש צבע מזון מועדף?

הקדמה

עד כה, ערכנו היכרות עם צבעים שונים של פירות וירקות. אולם מדוע פירות וירקות הם צבעוניים? האם לפירות צבעוניים יש ייתרון על-פני פירות ירוקים? אם כן, מהו ייתרון זה? ההנחה הרווחת היא שהיתרון החשוב ביותר של צבעי הפירות נובע ממשיכת הציפורים והחיות, העוזרות להפיץ את הצמחים השונים. לעצים רבים פירות קטנים ואדומים. זרעיהם של עצים אלה מופצים בעיקר על-ידי ציפורים. האם ציפורים מעדיפות מזון אדום? האם הן מעדיפות מזון בצבע אחר? בפעילות זו יתכננו התלמידים ניסוי בכדי לבדוק את העדפות הצבע של ציפורים.

רקע מדעי

צמחים בעלי פרחים ופירות



בעולם החי והצומח, צבעים משמשים למספר תפקידים. אנו מכירים צבעי הסוואה (כמו של הזיקית, למשל) וצבעי אזהרה, כגון הצבע הכתום הבוהק של הפרפר הרעיל דנאית. כאמור, התפקיד הראשוני של צבענים בצמחים הוא ניצול השמש בתהליך הפוטוסינתזה. לפני כ- 140 מיליון שנה הופיעו הצמחים הראשונים המתרבים באמצעות פרחים ופירות⁴. צמחים אלה מתרבים ברבייה מינית, ורבים

מהם תלויים בחרקים ובחיות אחרות להאבקה. נראה שהצבענים שימשו בתחילה כתומכים בתהליך הפוטוסינתזה ורק לאחר מכן הם שימשו גם בתהליכי הרבייה. צבענים אלה, כשהם מרוכזים בעלי הכותרת של פרחים, מעניקים להם צבעים מרהיבים המושכים את המאביקים. גם הריח המתוק שמופרש על-ידי צמחים מושך את המאביקים.

בדומה לפרחים, גם הפירות מושכים אליהם בעלי-חיים. צמחים רבים תלויים בבעלי-החיים לצורך הפצת זרעיהם. בעלי-החיים אוכלים את הפירות ומפרישים את הזרעים ממערכת

⁴ צמחים בעלי פרחים ופירות נקראים "מכוסי זרע" (angiospermae). קבוצה זו מאופיינת באברי רבייה מפותחים – הפרחים – שבתוכם מתפתחים הזרעים. רבייתם של רוב מכוסי הזרע מתאפשרת בעזרת בעלי-חיים (להאבקה, ולעיתים גם להפצת הזרעים). נהוג לחשוב שהרבייה באמצעות בעלי-חיים היא שתרמה להצלחה האבולוציונית של הקבוצה, שבה כ- 260,000 מינים.

העיכול. ישנם זרעים שלא ינבטו, אלא אם יעברו במערכת העיכול של בעל-חיים. מהו היתרון של מנגנון זה? זרע שלא נאכל, נפל בוודאי ליד צמח האם, ואם יגדל, הוא יתחרה עם צמח האם על המשאבים.

רוב הפירות משנים את צבעם בעת ההבשלה. שינוי הצבע מאותת לבעלי-החיים שהפרי בשל לאכילה. פרי בשל משנה לא רק את צבעו: הוא הופך רך יותר ומתוק יותר. הצמח משקיע אנרגיה רבה בתהליך ההבשלה, כיוון שאכילה של פירות בוסר פוגעת בצמחים: הזרעים עדיין אינם מוכנים להפצה והם לא יתרבו. בעלי-החיים, מצידם, למדו שפירות בשלים הם טעימים יותר ומזינים יותר, ולכן הם מעדיפים לאכול אותם על פני אכילת פירות בוסר. זו דוגמה לסימביוזה תפקודית בין הצמחים לבין בעלי-החיים המפיצים אותם.

שינוי הצבע מאותת לא רק לבעלי-החיים שהפרי מוכן לאכילה. גם החקלאי משתמש במדד זה כדי לדעת מתי לאסוף את הפירות השונים.

הרחבה – למורים מעדיפים פירות ירוקים

אחת העבודות של דארווין, אבי האבולוציה, עסקה בהתאמות של סחלבים למאביקים שלהם ולהפך. לעומת זאת, השאלה האם הפירות מותאמים לבעלי-החיים המפיצים אותם עדיין נתונה לדיון. בכדי לבדוק שאלה זו, השוותה קבוצת חוקרים גרמנית את מיני הפירות באיי מדגסקר למיני הפירות בדרום אפריקה.

ההיגיון שעמד בבסיס ההשוואה היה שהאוכלוסיות של בעלי-החיים המפיצים את הזרעים בשני האתרים הן שונות: באיי מדגסקר, בעלי-החיים העיקריים התורמים להפצת זרעים הם המינים השונים של הָלְמוּרִים. לעומת זאת, בדרום אפריקה, הפצת זרעים נעשית בראש ובראשונה על-ידי ציפורים. על-ידי ניתוח של מיני הפירות הנמצאים בשני אזורים אלה, חיפשו החוקרים הבדלים בין תכונות שונות של הפרי, כגון מתיקות, גודל, או צבע, בשני האתרים.



אכן, החוקרים מצאו הבדלים בצבעים של הפירות בשני האזורים. ניסוי זה וניסויים נוספים הגדירו שתי קבוצות של פירות, המחולקות על-פי צבע:

- פירות בצבע אדום, שחור, לבן, כחול, ורוד, סגול, צהוב או כתום נקראים "פירות של ציפורים".

▪ פירות בצבעים ירוק, חום, צהוב, כתום, אדום, או סגול, נקראים "פירות של פרימטים"⁵.

אם כן, יש צבעים כמו ירוק או חום שמועדפים באופן בלעדי על-ידי פרימטים, צבעים כמו כחול או ורוד שמועדפים על-ידי ציפורים, וצבעים כמו אדום או סגול המועדפים על-ידי שתי הקבוצות. החוקרים מצאו שבמדגסקר פחות מ-20% מהפירות היו "פירות של ציפורים" ואילו בדרום אפריקה כ-70% מהפירות היו "פירות של ציפורים". אם כן, החוקרים מצאו התאמה בין צבע הפירות לבין סוג בעלי-החיים המפיצים אותם. ההבדל בצבע היה ההבדל המשמעותי היחיד שנמצא בין הפירות הדרום אפריקאים לפירות ממדגסקר.

⁵ פרימטים (primates) הם סדרה במחלקת היונקים, וביניהם הלומואים, הקופים והקופים הגבוהים (apes) וביניהם האדם.

ניסוי חקר: האם לציפורים יש צבע מזון מועדף?

הקדמה

בפעילויות הקודמות נוכחנו בצבעוניות של פירות וירקות. חשיבות אחת של הצבעים של ירקות ופירות לאדם היא בחקלאות: כיצד יודע החקלאי מתי הפירות בשלים ומוכנים למאכל? כאשר הם משנים את צבעם.



הצבעוניות של סלט הירקות מדגישה את מגוון הצבעים של הירקות.

רוב הפירות ירוקים בתחילה, והם משנים את צבעם תוך כדי ההבשלה. עגבניות ופלפלים הם רק שתי דוגמאות לפירות שמתחילים את דרכם ירוקים:

הצבעים האדומים והצהובים של הפלפל מתקבלים במהלך ההבשלה. אפילו פלפלים ירוקים משנים את צבעם והופכים בהירים יותר. לעתים אפשר למצוא בחנויות המזון פלפלים בצבעים ירוק ואדום. כמו בעגבניות, זהו סימן לכך שהפלפלים נקטפו לפני תום ההבשלה. אמנם, שינוי צבע הפירות בתהליך ההבשלה הוא בעל חשיבות בחקלאות, אך ברור שהפירות אינם משנים את צבעם לטובת החקלאי. שינוי הצבע הוא חלק מהתקשורת שמתקיימת בין הפירות ובין בעלי-החיים האוכלים אותם עוד מיליוני שנים לפני היות האדם (ובוודאי שלפני קיומו של מקצוע החקלאות).

מה היתרון לצמחים בכך שהם "מספרים" לבעלי-החיים מתי הפרי בָּשָׁל? כיוון שלבעלי-חיים יש תפקיד חשוב בהפצת הזרעים. הצמחים, שאינם יכולים לנוע, תלויים ברוח או בבעלי-החיים לצורך הפצת זרעיהם. לאחר שבעלי-החיים אוכלים את הפרי, הזרעים מופרשים ממערכת העיכול במרחק מצמח האָם. אם ציפור נודדת היא זו שאכלה את הפרי, יתפתח הצמח הנובט גם במרחק של אלפי קילומטרים מצמח האָם, וייתכן אף שהוא יתפתח ביבשת אחרת. זרעי פירות שעדיין לא הבשילו אינם מוכנים עדיין להפצה, ולכן יש יתרון לצמח בכך שבעלי-החיים יאכלו רק זרעים בשלים.

אם כן, ברור מדוע הצמח משקיע מאמץ בכדי לאותת לבעלי-החיים שהפרי בשל ומוכן לאכילה. אולם מדוע מעדיפים בעלי-החיים פירות בשלים?
כפי שאנו יודעים מניסיונו, פירות "בוסר", שעדיין אינם בשלים, הם חמוצים, קשים ולא טעימים. לעתים פירות שאינם בשלים אף מכילים רעלנים בריכוז גבוה. בעלי-החיים לומדים לזהות פירות בשלים, כיוון שבפירות בשלים כמות הסוכר גבוהה והם רכים ונוחים לאכילה. לפירות שאינם בשלים, לעומת זאת, יש טעם רע וחלקם אף גורם להרעלה.
אם כן, הצבעים של הפירות הבשלים מושכים את בעלי-החיים. בניסוי זה לא נעסוק בכל בעלי-החיים, אלא נתרכז בציפורים. האם ציפורים מעדיפות מזון בצבעים מסוימים?
על שאלה זו תנסו לענות בפעילות שלפניכם.

מהלך הניסוי

ברצוננו לבדוק האם ציפורים מעדיפות מזון בצבעים מסוימים.

תכננו ניסוי בכדי לענות על שאלה זו.

דונו ביניכם בגורמים הבאים:

- כיצד תשנו את צבע המזון?
- האם אתם משנים רק גורם זה?
- כיצד תחליטו האם ציפורים מעדיפות מזון בצבע אחד על פני מזון בצבע אחר? כיצד תמדדו את העדפת הציפורים?
- האם תוך כדי המעקב אתם יכולים ללמוד דברים נוספים? למשל, האם מינים שונים של ציפורים מעדיפים מזון בצבעים שונים?

תכננו את הניסוי:

1. הגדירו את מטרת הניסוי והשאלה שברצונכם לחקור.
2. פרטו מהם הכלים והחומרים הנחוצים לכם.
3. כתבו את פרוטוקול הניסוי בפירוט.
4. הגישו את תכנון הניסוי ואת רשימת החומרים למורה.
5. לאחר אישור פרוטוקול הניסוי על-ידי המורה, בצעו את הניסוי שתכננתם.
6. הציגו את התוצאות שקיבלתם, בין השאר בטבלה או בגרף מתאימים.
7. על-פי התוצאות, האם ציפורים מעדיפות מזון בצבע או בצבעים מסוימים?

בהצלחה!

מהלך הפעילות

התלמידים יהפכו לחוקרים, ויתכננו ניסוי בכדי לבדוק האם לציפורים יש צבע מזון מועדף. תוכלו לפתוח בדיון מקדים, בו תעודדו את התלמידים להעלות סיבות שונות לתפקידים של צבעי הפירות. חומר רקע לכך מצוי הן במדריך למורה והן בתחילת דף התלמיד; לכן, קיימו את הדיון לפני חלוקתו.

לאחר מכן, במהלך שלב תכנון הניסוי, ערכו דיון בכיתה במספר נושאים:

בידוד משתנים: זהו שלב חשוב מאד בתכנון כל ניסוי. נאמר שהתלמידים מחליטים להשוות את משיכת הציפורים לִבְמָבָה צהובה לעומת בְּמָבָה אדומה. נאמר שהציפורים יעדיפו את הִבְמָבָה הצהובה. האם נוכל לומר שציפורים מעדיפות מזון צהוב? אולי צורתה של הִבְמָבָה הצהובה קלה יותר לאחיזה על-ידי מקור הציפור? אולי הן מעדיפות את הטעם המלוח של הִבְמָבָה הצהובה? בכדי לענות בבירור על השאלה, יש לבודד את המשתנה (הצבע) משאר הגורמים ולשנות רק אותו. כך לדוגמא, ניתן לקחת בְּמָבָה צהובה ולצבוע אותה בצבעים שונים בעזרת צבעי מאכל.



מדידות: שאלה חשובה נוספת היא מה נמדוד, וכיצד נעשה זאת. כך, למשל, ניתן לספור את הציפורים שהתקרבו אל המזון בזמן נתון. לחלופין, ניתן למדוד את מספר פיסות המזון שנאכלו בזמן נתון. מאיזה מרחק צופים התלמידים בציפורים? רעש או צפייה בציפורים ממרחק קטן עלולים להפריע למדידה. כל שיטת מדידה היא לגיטימית, אולם חשוב שחברי הקבוצה יסכימו מראש על מה הם עומדים למדוד וכיצד.

אתיקה: שימו לב! במהלך ניסויים אלה, התלמידים בודקים את התנהגותן של ציפורי בר. חשוב מאד לשמור על שלומן של הציפורים. השתמשו רק בצבעים הראויים למאכל אדם (צבעי מאכל או תמציות שונות). דאגו שהמזונות אותם התלמידים מציעים לציפורים אינם מסוכנים להן (מזונות מקולקלים לדוגמא). כמו כן, שימו לב שהכלים בהם נמצא המזון הם שטוחים ואינם מהווים סכנה לציפורים. בכל מקרה, הימנעו משימוש בשקיות פלסטיק.

ציפורים שונות: ניסוי זה הוא הזדמנות לערוך היכרות עם ציפורי הסביבה. לשם כך ניתן להשתמש במגדיר ציפורים. במגדירים החדשים מופיעות תמונות של הציפורים השונות וקל למדי לזהות אותן. האם ציפורים שונות העדיפו מזון בצבעים שונים?

סיכום

יחידה זו עסקה בצבעים של פירות וירקות. ראינו שצבעים אלה אינם רק הבסיס לצבעוניות שבטבע, אלא גם לצבעוניות מעשה ידי אדם – מצירי מערות, דרך בדים צבועים בצבעים שונים ועד למזון תעשייתי (שימו לב שמיץ פטל או שקדֵי מרק, למשל, צבועים בצבעים שמקורם בפירות וברקות). בהמשך, נגענו ביתרונות אותם משיגים הצמחים בכך שפירותיהם צבועים. כמו לצבעים אחרים בטבע, צבעים אלה מהווים תקשורת בין הצמחים לבעלי-החיים האוכלים (ומפיצים) אותם.

אנו מקווים שבמהלך הפעילויות הצלחנו להאיר במקצת את נושא הצבעים ולהראות שגם מאחורי נושא כה ברור מאליו מסתתרת מערכת שלמה של יחסי גומלין בין הצמח לסביבתו; זו אף הזדמנות עבורנו, המורים, לטפח יכולות חשיבה ומיומנויות נוספות בקרב התלמידים.

ציוד וחומרים

לכל צוות:

- אצטון (כ-100 מ"ל)
- 2 צלחות חד-פעמיות
- סכין לחיתוך ירקות
- 2 פיפטות פסטר
- 4 כוסות חד-פעמיות (מנייר או פלסטיק שקוף, לא מקלקר!)
- מכחול
- טוש סימון
- דף לבן

לכל הכיתה:

- 12 מבחנות + מעמד
- משפך זכוכית
- 12 ניירות סינון
- מגררת (פומפייה)
- דבק לבן (דבק פלסטי)
- אוכמניות (אפשר גם חבילה קפואה), דובדבנים, פטל שחור או תותי-עץ שחורים
- כרוב אדום
- סלק
- גזר או בטטה
- פלפל אדום
- תרד או בזיליקום
- חומץ
- סודה לשתייה