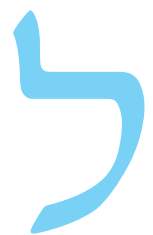


האם לצמחים יש חושים?

פרופ' (אמריטוס) אלי זמסקי

המכללה האקדמית לחינוך חמדת הדרום;
הפקולטה למדעי הסביבה, המזון והחקלאות, האוניברסיטה העברית



מכילים צבענים (פיגמנטים) ירוקים (כלורופילים), כתומים (קרואנואידים) וצהובים (קסנתופילים). הללו משתפים פעולה בתהליך האור של ההטמעה. הם קולטים אנרגיה של אור - בעיקר אור אדום ואור כחול - ואינם קולטים אור ירוק. לכן הצמחים נראים ירוקים; עליהם הם למעשה מסננים (פילטרים) ירוקים (איור 1). המסקנה: האיברים הירוקים של הצמחים מבחינים בין הצבעים השונים, הם קולטים אור אדום ואור כחול ואינם קולטים אור ירוק המוחזר מן העלה לכל הכיוונים.

2. האם הצמחים רואים אור?

כן! תופעות רבות המתרחשות בצמחים תלויות בעוצמת האור ובכיוון האור. תנועות של חלקי צמח בתגובה לאור מכונות תנועות פוטורופיות או פוטורופיזם. לצמחים יש חיישנים לאור על קרומי התאים. הם חשים בכיוון האור ובעוצמת האור ומתכופפים או גדלים לכיוון האור (תגובה פוטורופית חיובית) או בניגוד לכיוון האור (תגובה פוטורופית שלילית). הצמיחה לכיוון האור היא בעלת חשיבות עצומה לצמחים כי היא מבטיחה שהעלים יוכלו לקלוט את מירב אנרגיית האור. אפשר לבדוק את הצמיחה לכיוון האור גם עם מנורת שולחן (איור 2). נבטים של צמחים יגדלו תמיד לכיוון האור. גם אתם יכולים לחזור על הניסוי שרואים בתמונה. מומלץ לקחת זרעים של עדשים, אפונה או שעועית, לשטוף אותם במים במשך שעתיים ולהניח אותם על מצע של צמר גפן רטוב בתוך צלחת ולהקפיד שהמצע יישאר רטוב. הצמיחה לכיוון האור מושגת בעזרת הורמון הנקרא אוקסין. ההורמון נוצר בקודקודים של הענפים, זורם כלפי מטה וגורם

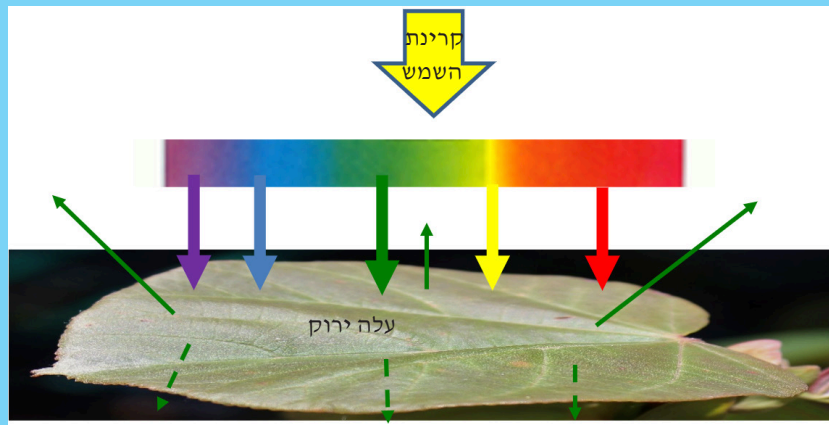
מושג "חושים" הגדרות רבות. בוויקיפדיה הגדרה כללית האומרת כך: "החושים הם היכולות של יצורים חיים לקלוט מידע מהסביבה או מהגוף, ולהמירו לקוד חשמלי-כימי כדי שהמוח יוכל לעבד אותו". ההתייחסות היא כמובן לבעלי חיים. האם לצמחים יש חושים? אם כן, אולי מן הראוי להרחיב את ההגדרה. זאת תשפטו אתם לאחר קריאת המאמר שלהלן.

במאמר זה תיווכחו שלצמחים יש חושים. אומנם אין להם עיניים, אין להם אף, אין להם פה והם אינם יכולים למשש, אבל יש להם תכונות שבעזרתן הם חשים את הסביבה ואת הכיוון שממנו מגיע אליהם הגירוי. מפני שהצמחים אינם ניידים, ואינם יכולים לנוע ממקום שבו התנאים אינם נוחים לצמיחה אל מקום נוח יותר, הם חייבים להתמודד עם התנאים השוררים בסביבה כדי לשרוד. מכאן אנו למדים שהם חייבים לחוש ולהתמודד עם הסובב אותם.

נבדוק, האם הצמחים "רואים" צבעים? האם הצמחים "רואים" אור? האם הצמחים "חשים" במחזוריות של היום והלילה? האם הצמחים "חשים" בכוח הכבידה? האם הצמחים "חשים" במגע? האם הצמחים "חשים" בשינויי טמפרטורה ואורך יום? האם הצמחים "חשים" כאשר פוצעים אותם? האם הצמחים "מריחים"?

1. האם הצמחים רואים צבעים?

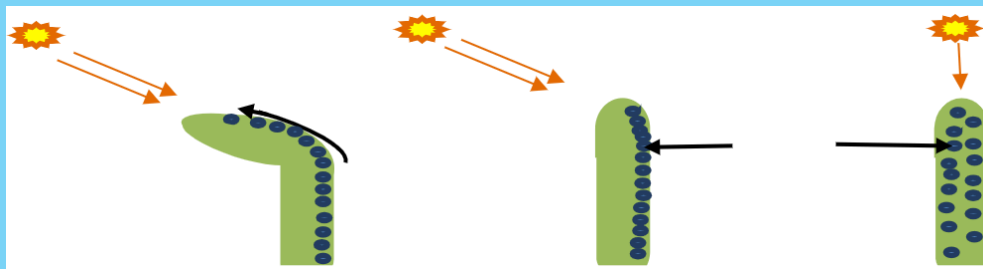
כן! צמחים מכילים בעליהם ובענפיהם הירוקים הצעירים אברונים המכונים כלורופלסטים. הכלורופלסטים



איור 1: קרינת השמש המכילה את כל הצבעים הנראים פוגעת בעלה. העלה קולט בעיקר את צבעי האדום והכחול המשמשים אותו בתהליך ההטמעה ואינו קולט את האור הירוק הנפוץ לכל עבר. לכן הצמחים נראים ירוקים.



איור 2: נבטים של עדשים שנבטו על צמר גפן רטוב בתוך צלחת והונחו על השולחן בחושך. מן הצד מאירה עליהם מנורה. כל הנבטים התכופפו לכיוון של האור.



איור 3: התכופפות איבר של צמח בכיוון האור בהשפעת ההורמון אוקסין (עיגולים) הנע לרוחב האיבר מהצד המואר לצד החושך וגורם שם להתארכות תאים.

הצמחים היא חייבת להיות רציפה. יש להבחין בין התגובה לכיוון האור, כפי שהוסברה בפרק הקודם (פוטורופיזיס), לבין התגובה היומית המחזורית ("השעון הביולוגי") שמתרחשת בלי כל קשר לכיוון של הגירוי החיצוני. תנועה יומית של איברי צמח, עלים, פרחים ותפרחות, מכונה תנועה נסטיית או תנועה לקראת שינה (ניקטינסטית). ניתן להבחין בקלות בתנועה כזו איורים 4, 5).

העלים אומנם מחוברים לגבעול, אך במהלך היום הם נעים באיטיות במטרה להיות בזווית המתאימה

להתארכות תאים ולחלוקות תאים. הוא גם נע לרוחב מהצד המואר לצד החושך, ושם גורם להתארכות תאים. כתוצאה מכך מתכופף הגבעול לכיוון האור (איור 3).

3. האם הצמחים חשים במחזור יומי של יום ולילה?

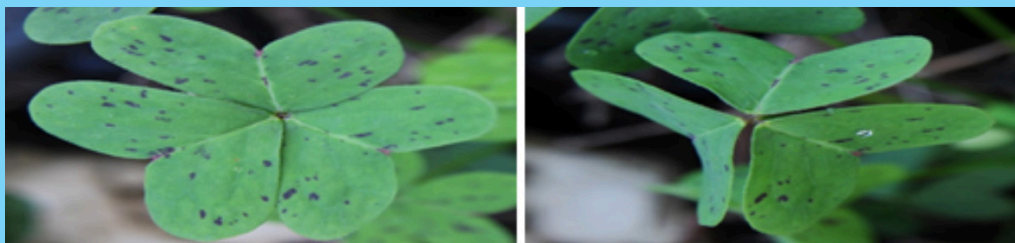
כן! צמחים מבחינים בשעות היום והלילה במחזור של 24 שעות והם מגיבים לכך בהתאם. לדוגמה, צמחים מקבלים גירוי לפריחה על פי משך שעות האור או החושך. אך כדי שהתגובה לחושך תיקלט על ידי

כן! הצמח באמת יודע היכן למעלה והיכן למטה. היכן השמים והיכן האדמה. הגבעולים של הצמחים צומחים למעלה והשורשים למטה. יש גם גבעולים שצומחים שטוח על פני הקרקע; גבעולי הדשא, למשל, צומחים שטוח על פני הקרקע, אך עליהם גדלים כלפי מעלה. הגבעולים, ובייחוד העלים שעל הגבעולים, זקוקים לאור השמש כדי ליצור סוכרים, כמו שראינו בסעיפים הקודמים. לכן הגבעולים צומחים זקוף כלפי מעלה, והעלים צומחים הצידה כדי לקלוט את אור השמש. השורשים לעומת זאת צריכים לינוק מים מהקרקע; צמחים ובעלי חיים תלויים במים כדי לשרוד. יחד עם המים, קולטים השורשים מהאדמה גם כל מיני חומרי מזון שמתמוססים במים. כל חלק של הצמח מרגיש

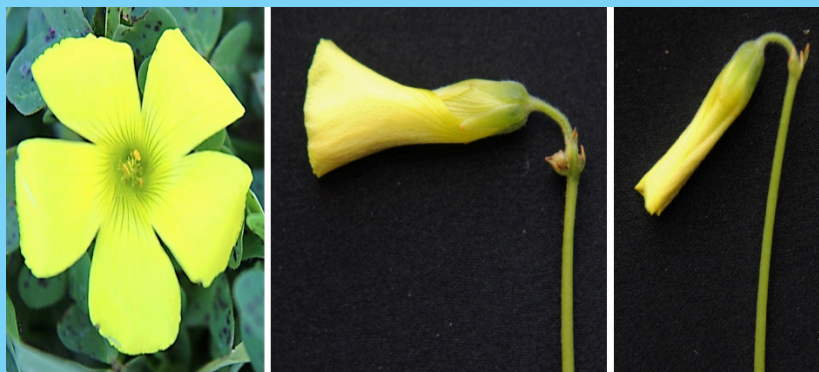
לקליטת מירב קרינת השמש, או במקרה של פרחים - לזווית שתאפשר להם להיות פתוחים במהלך היום. התנועה הזו מושגת בעזרת אזור מיוחד המכונה **פולבינוס** שממוקם בבסיס הפטוטרת ("הגבעול" של העלה) וגם בין הפטוטרת לטרף (החלק הפרוש של העלה) לעלה (איור 6). הפולבינוס נראה כאזור תפוח במקצת.

מנגנון התנועה של הפולבינוס מבוסס על קליטה או פליטה של יונים (אטומים בעלי מטען חשמלי) של אשלגן וכלור ובעקבותיהם תנועה של מים לתוך התאים או החוצה מהתאים (איור 7).

4. האם הצמחים חשים בכוח הכבידה?



איור 4: עלים פרושים של חמציץ ביום (משמאל) וכפופים בשעה חמש בערב (מימין). לפנות בוקר העלים ייפרשו בחזרה. התנועה היומית הזו אינה קשורה לעוצמת האור או לכיוונו.



איור 5: תנועה לקראת שינה של פרח חמציץ. פרח פתוח (משמאל), פרח סגור אחר הצהריים (באמצע) ופרח כפוף בערב (מימין).



איור 6: פולבינוס בעלה. הפולבינוס היא רקמה שמניעה ומסובבת את העלה במהלך היום כדי שיהיה ניצב לשמש. הפולבינוס נמצא בין הפטוטרת ("הגבעול" של העלה) ובין הפטוטרת לטרף (החלק הפרוש של העלה).

היכן השמים והיכן האדמה. התגובה של צמחים לכוח הכבידה מכונה **גרוויטרופיזם**. גרוויטרופיזם יכול להיות שלילי במקרה של גבעולים או חיובי במקרה של שורשים.

צמחים, בניגוד לבעלי חיים, גדלים (מוסיפים תאים על ידי חלוקות) בקצוות של הגבעולים ובקצוות של השורשים באזורים המכונים **קודקודי צמיחה**.

הקודקודים האלה מפרישים הורמונים הזורמים לאורך הצמח ומשפיעים על התמיינות הרקמות. כאשר ההורמונים הללו עוברים דרך תאי הצמח, מלמעלה למטה (מהגבעולים לכיוון השורשים), או מלמטה למעלה (מהשורשים לכיוון הגבעולים), הם גורמים לקוטביות בתאים כך שכל תא חש מהו צידו העליון ומהו צידו התחתון.

בחקלאות מוכרת הטכניקה של ריבוי על ידי **ייחורים**. ייחורים הם קטעי ענפים ששותלים בקרקע והצמח הגדל מהם שומר על התכונות של צמח האם ממנו נלקחו הייחורים. כל חקלאי יודע שעליו לשתול את הייחורים בכיוון הנכון, כלומר לשמור שהחלק שהיה כלפי מעלה בצמח האם יישאר כלפי מעלה בייחור הנשתל בקרקע (איור 8).

אם ניקח עציץ שיש בו צמח שעומד ישר ונשכיב את העציץ, אז תוך כמה שעות הצמח יתכופף כלפי מעלה כמו שרואים באיור 9.

ניסוי: קחו כמה זרעים יבשים של שעועית והשרו אותם בכוס מים למשך כשעתיים. לאחר מכן קחו עציץ עם אדמה וזרעו בתוכו את הזרעים של השעועית. יש לטמון את הזרעים באדמה בצורה שרק מעט אדמה מכסה אותם. השקו את האדמה; הקפידו להשקותה במעט מים כל יום. המתינו מספר ימים עד שהשעועית תגדל קצת לגובה. אחר כך השכיבו את העציץ על צידו ועקבו אחרי מה שקורה לו אחרי יום.

5. האם הצמחים חשים במגע?

כן! צמחים חשים כאשר נוגעים בהם או כאשר הם נוגעים בגוף זר. התגובה למגע מכונה **תיגמוטרופיזם**. ישנם צמחים המגיבים למגע במהירות רבה. כך הם הצמחים הטורפים, וכך גם מגיבה המימוזה הביישנית, הסוגרת את עליה במהירות כאשר חרק נוחת עליהם. המגע מפעיל מנגנון המעביר את הגירוי, בדומה לתגובה עצבית דרך קרומי התאים כפי שמתרחש אצל בעלי חיים. הגירוי גורם לשינוי מהיר של **לחץ הטורגור** (הלחץ שמפעיל התא המלא מים על הדופן העוטפת אותו) בפולבינוס (ראו בפרק הקודם). תאי הפולבינוס מפרישים יונים ומים, מתכווצים במהירות והמלכודת נסגרת על החרק שנחת על העלה.

לעומת התגובה המהירה בצמחים טורפים, שהיא איננה תגובה של צמיחה, צמחים רבים מגיבים למגע על ידי

צמיחה. ישנם צמחים שמסוגלים להיצמד לקירות וגם לגזעים של עצים אחרים. הם עושים זאת בעזרת שורשי אחיזה מיוחדים שמדביקים אותם אל הקיר, כמו למשל אצל הקיסוס (איור 10) והגפנית (איור 11), או שהם נכרכים סביב המצע (איורים 12, 13). מעניין לראות שהצמחים היוצרים שורשי אחיזה מיוחדים מתפתחים רק בצד של המקום אליו הם נדבקים ולא בצד החשוף לשמש. כאשר ענף של צמח כזה גדל באוויר, רחוק מהקיר, הוא לא מצמיח שורשי אחיזה.

כיצד יודע הצמח היכן הקיר? מדוע רק שם הוא מצמיח את שורשי האחיזה?

לבעלי חיים ולצמחים יש חומרים שמכונים הורמונים. ההורמונים נוצרים במקומות מסוימים בגוף, כמו בבלוטות של בעלי חיים או בקודקודים של הצמחים (בקצוות של הענפים והשורשים) ומשם הם זורמים בתוך הגוף ומשפיעים במקומות רחוקים מהמקום שבו הם נוצרו. בצמחים ובעלי חיים ישנם הורמונים שמשפיעים על צמיחה וגדילה. אחד מההורמונים של צמחים, אוקסין, נוצר בקודקודים העליונים של הענפים ונודד לאורכו כלפי מטה. בגבעולים ההורמון הזה נודד גם הצידה ממקום מואר למקום חשוך או למקום בלי אור חזק. כך זה בקיסוס. ההורמון נודד בגבעול מהצד החשוף לשמש אל הצד המוצל שפונה אל הקיר ושם הוא גורם להתפתחות שורשי אחיזה. נמצא שספקטרום האור הכחול הוא שגורם לתנועה הלטרלית של האוקסין. גבעול שצומח באוויר, לא ליד קיר או גזע של עץ, מקבל אור חזק מכל הכיוונים ולכן לא נוצרים שם שורשי אחיזה.

התגובה למגע נראית היטב בצמחים מטפסים שגבעולם נוגע במצע כלשהו (תמונות 10, 11) או נכרך על צמחים אחרים (איור 12), או בצמחים בעלי קנוקנות (הסתעפות דמוית חוט של ענף או עלה) שנאחזים בכל גוף שבו הם נוגעים (איור 12). התגובה למגע נוצרת על ידי עיכוב צמיחה באזור המגע וזירוז צמיחה בצד הנגדי שאינו בא במגע עם המצע. התגובה למגע אצל הצמחים רגישה פי עשר מהתגובה למגע בעור של בעלי החיים. כאשר השכבה החיצונית של תאי הצמח, האפידרמיס, באה במגע עם מצע כלשהו, היא שולחת אות שגורם להורמון אוקסין לנוע מהצד הנוגע לצד הנגדי. כתוצאה מכך מעוכבת התארכות התאים באזור המגע ומזורזת התארכותם של תאי הקליפה בצד הנגדי. במצב זה האיבר הצומח (גבעול או קנוקנת) נצמד למצע בו נוגע האיבר המטפס. שורשים מגיבים באופן הפוך; הם צומחים כדי להתרחק ממצע קשה בו הם נוגעים.

6. האם הצמחים חשים בשינויי טמפרטורה ואורך יום?

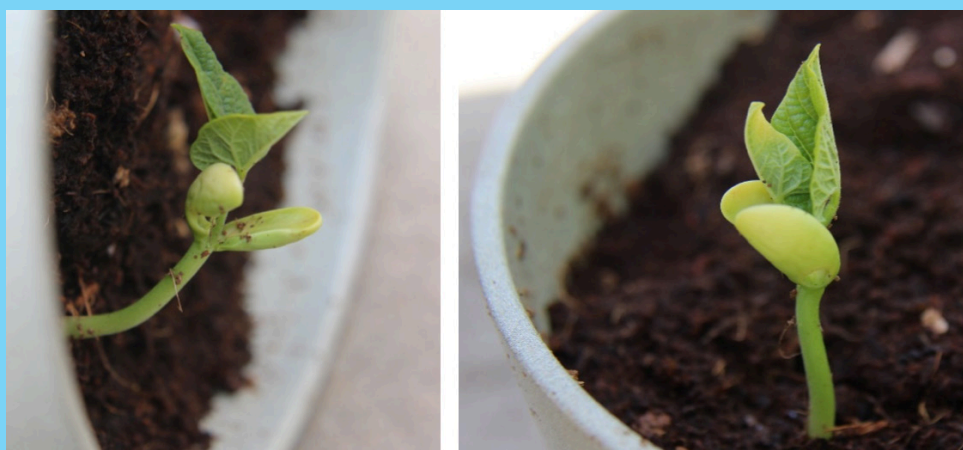
כן! צמחים חשים בשינויים במזג האוויר, בשינויים באורך היום (**פוטופריודיזם**) ובשינויים בטמפרטורה (**טרמופריודיזם**). גם בעלי חיים חשים בשינויים הללו של מזג האוויר.



איור 7: תרשים המדגים את תנועת כיפוף העלה לכיוון השמש בעזרת הפולבינוס הממוקם בבסיס פטוטרת העלה. התאים מתכווצים בצד הפונה אל השמש ותופחים בצד הנגדי של הפולבינוס.



איור 8: שני ייחורים שהועמדו בכלי עם מים למשך שלושה שבועות (ראו את הקטע הרטוב בתחתית הייחורים). הייחור שמשמאל הועמד בכיוון הנכון והייחור שממימין הועמד הפוך. בייחור שהועמד בכיוון הנכון פונה הניצן המלבב ישר כלפי מעלה ואילו בייחור שהועמד הפוך צומח הניצן המלבב הצידה ומתיישר כלפי מעלה לכיוון הנכון. השורשים (מסומנים לדוגמה בצבע חום) יצמחו כלפי מטה מהחלק הבסיסי של הענף.



איור 9: עציץ עם נבט של שעועית. בצד ימין עומד העציץ ישר ובצד שמאל אותו עציץ, שצולם אחרי ששעות, שוכב. הנבט (הצמח הצעיר) מתכופף כלפי מעלה. השורשים ששוכבים על הצד בתוך העציץ ירגישו שהם על הצד ויתחילו לגדול כלפי מטה.

הניצנים הנמצאים מתחתיו ולכן הוא תמיד נמצא בעמדה עליונה, חשוף לשמש (אלא אם כן הוא הופך לפרח או מתנוון וניצן אחר תופס את מקומו). אפשר להוכיח את קיומו של השלטון הקודקודי אם נגזום את הקצה העליון של הצמח. במקרה כזה שיוסר העיכוב, יבלבו הניצנים הצדדיים הנמצאים בחיקי העלים לאורך הגזע (איור 15). באופן טבעי, כאשר הענף הראשי גדל והקודקוד שלו מתרחק מהניצנים שמתחתיו, פוחתת ההשפעה המעכבת שלו עליהם והם מלבלבים.

8. האם צמחים מריחים?

כן! צמחים, כמו בעלי חיים, קולטים חומרים נדיפים מהאוויר. מולקולות של ריח מתפשטות באוויר ונקלטות על ידי בעלי חיים למיניהם. אומנם אין לצמחים איברי הריח כמו לבעלי חיים, אך אין ספק שהם קולטים ריחות. הם קולטים דו-תחמוצת הפחמן לשם ביצוע הפוטוסינתזה, הם קולטים חמצן לשם ביצוע הנשימה התאית, וישנן עוד דוגמות, שיובאו בהמשך. צמחים קולטים, קרוב לוודאי, את מולקולות הריח בקרומי התאים ומעבירים לתוך התא את האות של הריח המסוים כדי לבצע תהליכים שונים.

בני האדם חושפים פירות (שנקטפו לפני הבשלתם על העץ) לגזים שונים, בעיקר אתילן שהוא הורמון צמחי, או אצטילן, בתהליך המכונה הבחלה, כדי לרכך אותם ולזרז הבשלתם. בתורם, הפירות אכן קולטים את הגזים הללו ומגיבים בהתאם. הוכח שפירות המבשילים על צמחים בטבע מפרישים אתילן ומזרזים הבשלתם של פירות בעצים שכנים.

צמחים חשים כאשר זחל של חרק אוכל את עליהם והם מגיבים בתגובת הגנה. בתחילה התגובה היא מקומית בעלה הנאכל, אך בהמשך היא מתפשטת לעלים השכנים וגם לכל הצמח. צמחים הסובלים מהתקפה של מזיקים שונים, פטריות וחרקים, מגיבים ביצירת שלל חומרים שנועדו לדחות את המזיקים. הם מייצרים חומרים מרים (מכונים טנינים), חומרים מחמצנים (ביניהם מי חמצן) וגם הורמונים נדיפים (מתיל חומצה ג'יסמונית ואתילן). שלל החומרים הנוצרים בתגובת הגנה של הצמח מעכבים את האכילה של זחלי החרקים. יתר על כן, הצמחים הנאכלים "משדרים" קריאות SOS (על ידי ההורמונים הנדיפים שהם מייצרים) לצמחים שכנים ומודיעים שהם הותקפו, ואז מתחילה תגובת הגנה גם אצל צמחים שכנים עוד בטרם הותקפו. תופעה דומה נמצאה גם כאשר גירפות אוכלות עלי אקציות באפריקה. העצים הנאכלים מייצרים מערכת הגנה וגם "משדרים" לעצי אקציות שכנים להתחיל ליצר את מנגנון ההגנה הדוחה עוד בטרם נאכלו על ידי הגירפות. המשמעות של הדבר היא שקרומי התאים של הצמחים מצוידים בקולטנים של ריח! אולי עוד יותר מסקרנת התופעה הבאה: לאחרונה נמצא שכאשר השמיעו לצמחים את קול הכרסום של זחלי חרקים, הם החלו, תוך מספר דקות, להגיב בהפרשת חומרי המנגנון הדוחה את הזחלים על אף שלא היו זחלים כלל!

ישנם צמחים שפורחים באביב או בסתיו כאשר אורך היום מתקצר (צמחי יום קצר) וישנם אחרים שפורחים רק כאשר אורך היום מתארך (צמחי יום ארוך), או כאלה שפורחים ללא קשר לאורך היום. חקלאים יודעים לנצל את התכונות הללו ויכולים לזרז או לעכב את הפריחה על ידי בקרת התאורה בחממות הגידול.

צמחים חשים גם בשינויי טמפרטורה. מרבית הצמחים הרב-שנתיים צריכים מחזוריות של תקופות קור וחום על מנת לבלב או לפרוח. תכונה זו בולטת במיוחד אצל עצים המשירים את עליהם לקראת החורף ונמצאים במצב של **שלכת** ומלבלבים שוב כאשר הטמפרטורה עולה באביב. גיל העלים אם כן הוא שנה אחת. גם עצים שאינם נראים בשלכת חשים בשינויי אורך היום והטמפרטורה ונכנסים לתקופת תרדמה בחורף. הללו משירים גם כן את עליהם אך הדבר מתרחש במשך השנה ולא בבת אחת. הרגישות לטמפרטורה בולטת בקבוצת צמחים המכונה **גיאופיטים**, שהם צמחי בצל ופקעת, המאבדים את כל איברייהם העל-קרקעיים לקראת החורף ומלבלבים שוב באביב. ישנם צמחים שיש להם דרישה מיוחדת לכמות שעות הקור שהם צריכים לקבל בתקופת התרדמה כדי שיוכלו לפרוח ולהניב פירות. תאי הצמחים קולטים את השינויים באורך היום ובטמפרטורה בעזרת חיישנים מיוחדים הממוקמים על קרומי התאים ומעבירים אותות לתוך התא כדי לזרז תהליכים או להאטם. הפעילות העונתית של צמחים רב-שנתיים הכרוכה במחזוריות של פעילות ותרדמה, נותנת את אותותיה בתוך הגזע של העץ. העץ מאט את פעילותו בהדרגה לתקופת תרדמה. הוא יוצר תאים קטנים עם דופן עבה שנראים בעין כאזור כהה, עד אשר נפסקת הפעילות לחלוטין. עם זאת, היקיצה אינה הדרגתית אלא מתרחשת בבת אחת. העץ יוצר מיד תאים גדולים עם דופן דקה שנראים בעין כאזור בהיר. אפשר להבחין בשינוי בגודל התאים בעזרת מיקרוסקופ (איור 13). השינויים הללו בתוך גזע העץ נראים לנו **כטבעות שנתיות** (איור 14). זו אולי ההוכחה שהצמחים חשים במחזוריות של שינויי אורך היום והטמפרטורה. אפשר לקבל גם תמיכה להוכחה זו אצל צמחים הגדלים באזור קו המשווה. שם אורך היום והטמפרטורה כמעט שאינם משתנים במהלך השנה, ולכן הצמחים פעילים באופן רצוף וללא הפסקה במהלך השנה והם חסרי טבעות שנתיות! במהלך השנים נאטמות הטבעות הפנימיות של העץ בחומרים שמנוניים והחלק הפנימי של הגזע נראה כולו כהה (איור 14).

7. האם הצמחים חשים כאשר פוצעים אותם?

כן! צמחים אומנם אינם חשים בכאב כפי שאנו חשים בו כי אין להם מערכת עצבים ומוח, אבל הם בהחלט חשים כאשר חרק מכרסם את העלה או כאשר החקלאי גוזם את ענפיהם. בצמחים יש מדרג של שליטה. הקודקוד הראשי, זה שנמצא בעמדה הכי גבוהה, שולט על הצמיחה של הניצנים והענפים הנמצאים תחתיו. התופעה הזו מכונה שלטון קודקודי. התופעה הזו בולטת במיוחד בעצים רב-שנתיים ולכן לעץ יש מבנה של פירמידה עם קצה מחודד למעלה ונוף רחב כלפי מטה. הקודקוד הראשי, בעזרת הורמונים שהוא מפריש, גורם לעיכוב בהתפתחותם של



איור 10: הצמח המטפס קיסוס יוצר שורשי אחיזה במגע עם גזע של עץ (מימין). שורשי האחיזה אינם נוצרים בצד המואר.



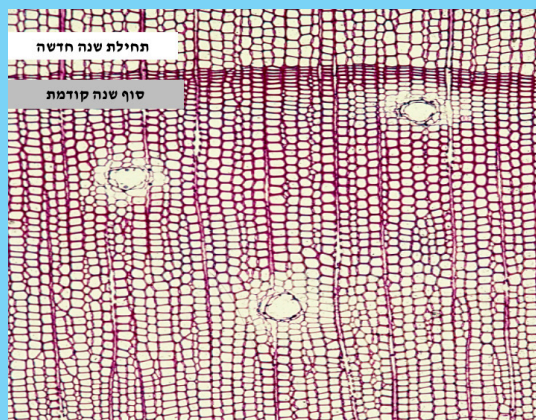
איור 11: כריות הדבקה של צמח הגפנית נוצרות במקום המגע של הגבעול עם הקיר ולא בצד הנגדי.



איור 12: 1. גבעולים נכרכים של הצמח תונברגיה גרגוריי (Thunbergia Gregorii) 2. קנוקנת של הצמח המטפס אורנית לוחבת נכרכת על ענף יבש.

אינם יכולים לבזבז אנרגיה על ידי צמיחה באקראי עד אשר הם יפגשו צמח פונדקאי. הם קולטים מולקולות המשתחררות אל האוויר מצמחים שונים, משנים את כיוון הצמיחה וגדלים אל עבר הפונדקאי (איור 17). תנועה של גוף אל עבר גירוי כימי, או ממנו והלאה, מכונה **כמוטקסיס**. קצה השלוחה של הכשות "טועם" את המולקולות שבאוויר כמו לשונו של נחש.

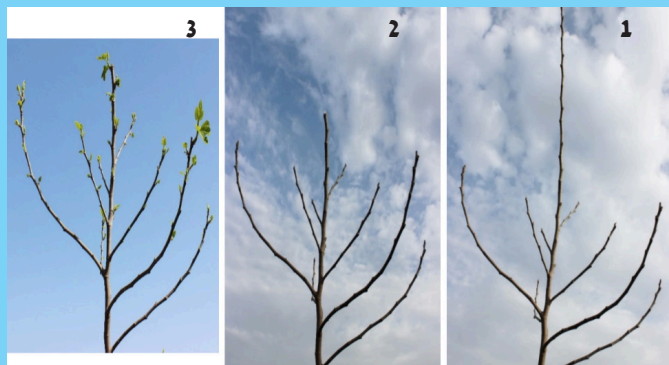
תופעה מעניינת נוספת המוכיחה כי צמחים מסוגלים לקלוט ריחות מסוימים קיימת בצמח הטפיל כשות (איור 16). צמח הכשות אינו מסוגל לבצע את תהליך הפוטוסינתזה ולכן הוא טפיל מוחלט שחייב להיצמד לצמח פונדקאי ולנצל אותו. הזרעים של הכשות נובטים על הקרקע ומצמיחים שלוחות הגדלות ותרות אחר צמחים שונים היכולים לשמש כפונדקאים. נבטי הכשות



איור 13: חתך רוחב מיקרוסקופי בגבול שבין שתי טבעות שנתיות בעץ של אורן. מבחינים בתאים ההולכים ונעשים קטנים עם דופן עבה בצבע כהה לקראת התרדמה (סוף שנה קודמת) והתעוררות בבת אחת על ידי יצירת תאים גדולים עם דופן דקה (תחילת שנה חדשה). שלושת העיגולים הגדולים הם ביבי שרף שבהם האורן יוצר את השרף בתוך העץ.



איור 14: חתך רוחב בגזע של עץ. מבחינים בטבעות השנתיות ובאזור כהה בתוך הגזע שנוצר מהצטברות של חומרים שמנוניים בתוך העץ.



איור 15: החלק העליון של עץ התאנה. 1. הקודקוד העליון עיכב התפתחות ענפים צדדיים מתחתיו. 2. לאחר שהוסר הענף העליון. 3. שלושה שבועות לאחר הגיזום מתחילים כל הניצנים לבלב עד אשר העליון מביניהם יבסס את השלטון הקודקודי שלו על היתר.



איור 16: צמח הכשות שהוא טפיל מוחלט (גבעולים צהובים), גדל על צמח פונדקאי.



איור 17: שלוחה של כשות גדלה על הקרקע ומחפשת פונדקאי. קצה השלוחה "הריח" את מיקומו של פונדקאי במרחק של 30 ס"מ ושינה את כיוון צמיחתו (מודגש בעיגול) לעבר הפונדקאי.

מקורות

- חיימוביץ, ד. (2014), *צמח מה הוא יודע? הוצאת מטר*.
 זמסקי, א., (2015), *חשיבה יצירתית בהוראת מדעי הטבע*. בהוצאת מכון מופ"ת.
 זמסקי, א. (2017), *תהליכים ומנגנונים בעולם הצמחים*. הוצאת מגנס, האוניברסיטה העברית.