

סיכום פרק: התאמה לבתי גידול

תכנית הלימודים

התאמה לבתי גידול (8-10 שעות)

רעיון מרכזי: קיימת התאמה בין המבנה והתפקוד של יצורים חיים לבין התנאים בסביבתם.

נושאים

- סוגים שונים של התאמות: מורפולוגית, פיזיולוגית-ביוכימית, התנהגותית. (הנושא נלמד כבר בפרק הראשון: מתחילים לדבר אקולוגית).
- מחזור חיים של צמחים.
- מחזור חיים של חד-שנתיים וגיאופיטים כהתאמה לאקלים ים תיכוני ולאקלים מדברי (אסטרטגיות לבריחה ולהימנעות או התחמקות מעונה יבשה).

מונחים:

הומיאותרמיים (אנדותרמיים), פויקילותרמיים (אקטותרמיים), בצל, דיות, האבקה, הפצת זרעים, זרע, נביטה, פיונית, פקעת, פרח, פרי.

הערות:

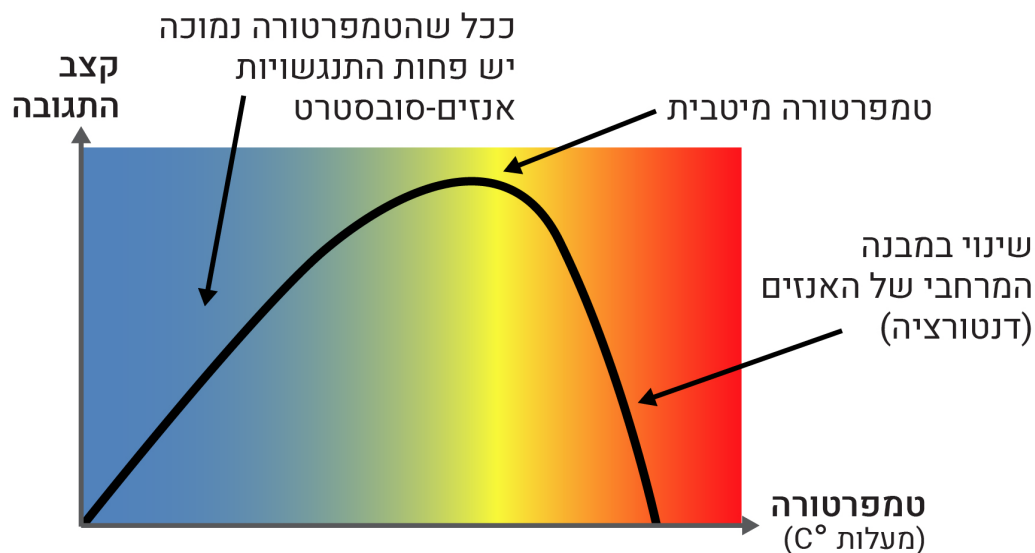
- על התלמיד להכיר התאמות של צמחים והתאמות של בעלי חיים בארץ ל-3 סביבות: סביבה מימית, אקלים ים תיכוני ואקלים מדברי.
- יש להתייחס לחשיבות יחס שטח פנים לנפח והשפעתו על האורגניזם. זהו עיקרון מרכזי שנלמד ברמות ארגון שונות וגם כאן.

סיכומים

- א. ויסות טמפרטורת גוף.
- ב. התאמות למדבר.
- ג. התאמות לסביבת חיים מימית (ים וגופי מים מתוקים).

השפעת הטמפרטורה על אורגניזמים

טמפרטורת הסביבה היא אחד הגורמים הא-ביוטיים המרכזיים המשפיעים על אורגניזמים (יצורים חיים). קיום החיים מחייב שמירה על טווח טמפרטורות המאפשר את קיומם של תהליכי החיים בתאים. אחת הסיבות העיקריות לכך היא שתהליכי חילוף החומרים מזורזים על ידי אנזימים, והפעילות האנזימתית מתאפשרת רק בתחום טמפרטורות מסוים המתאים לפעולת האנזימים. טמפרטורות גבוהות עלולות לגרום לשינוי במבנה המרחבי של חלבונים – דנטורציה, מה שגורם במקרה של האנזימים להקטנת פעילותם או להפסקתה המוחלטת. (*הטמפרטורה משפיעה גם על עוד גורמים בתאים, כמו על קרום התא. לדוגמה, טמפרטורה גבוהה מדי עלולה לגרום להמסת הפוספוליפידים ולהרס הקרום).



רוב האורגניזמים חיים בסביבה שהטמפרטורה בה משתנה, ולעיתים עולה מאוד או יורדת מאוד ומגיעה אל מחוץ לטווח הטמפרטורה האופטימלי עד לרמות שעלולות לסכן את האורגניזם. לכן קיומם של אורגניזמים תלוי בכושרם לווסת את טמפרטורת גופם ולשמור אותה בטווח מסוים למרות השינויים בטמפרטורת הסביבה, או לא להיחשף לטמפרטורת סביבה שיכולה להיות קטלנית.

פויקילותרמיים והומיאותרמיים

בעלי החיים נחלקים לשתי קבוצות מבחינת כושרם לווסת את טמפרטורת גופם: **פויקילותרמיים** (**אקטותרמיים**): לבעלי חיים אלה אין מנגנון פנימי לוויסות הטמפרטורה, ולכן טמפרטורת גופם משתנה בהתאם לטמפרטורת הסביבה. יש להם יכולת לווסת את טמפרטורת גופם במידה מסוימת על ידי מנגנונים התנהגותיים בלבד כמו מעבר ממקום למקום (לדוגמה, יש נחשים המתחפרים בחול כאשר טמפרטורת פני הקרקע גבוהה מאוד). לקבוצה זאת משתייכים כל חסרי החוליות, וכן כמה מבין בעלי החוליות – הדגים, הדו-חיים והזוחלים.

הומיאותרמיים

בעלי חיים שיש להם מנגנוני ויסות פיזיולוגיים לשמירה על טמפרטורת גוף קבועה פחות או יותר, גם בסביבה שהטמפרטורה בה אינה קבועה. היונקים והעופות שייכים לקבוצת ההומיאותרמיים. לבעלי החיים ההומיאותרמיים יש שכבות מבודדות (פרווה, שומן תת-עורי, נוצות) המסייעות לשמור על חום הגוף בסביבה קרה. בנוסף, כאשר טמפרטורת הגוף עולה (עקב שהות בסביבה חמה או פעילות גופנית) או יורדת (עקב שהות בסביבה קרה), מופעלים מנגנונים פיזיולוגיים המסייעים לשמירה על טמפרטורת גוף קבועה. דוגמה למנגנוני ויסות טמפרטורה באדם – הזעה והרחבת כלי דם היקפיים להורדת טמפרטורת הגוף, וכן רעידה וכיווץ כלי הדם ההיקפיים כשטמפרטורת הגוף יורדת.

היתרון בהומיאותרמיות

בעלי חיים הומיאותרמיים יכולים לשמור על טמפרטורת גוף שמתאימה לפעילות האנזימים שלהם, ולכן יכולים להיות פעילים ביום, בלילה, בקיץ ובחורף, בסביבה חמה מאוד ובסביבה קרה מאוד. לעומתם, בעלי חיים פויקילותרמיים מוגבלים רק בסביבות המחיה שלהם, ויכולים לפעול רק בשעות או בעונות שמתאימות לפעילות האנזימים שלהם.

"מחיר" ההומיאותרמיות: להומיאותרמיות יש גם "מחיר" – הצורך לאכול כמויות גדולות בהרבה (פי 10–30) בהשוואה לבעלי חיים פויקילותרמיים באותו משקל. הכמויות הללו מאפשרות לקיים קצב מטבוליזם (חילוף חומרים) גבוה, מפני שבתהליכים המטבוליים (כמו נשימה תאית) נפלט חום המחמם את הגוף. הבעיה היא שלא תמיד יש בבית הגידול זמינות גבוהה של מזון.

טמפרטורת הגוף של בעלי החיים ההומיאותרמיים היא כמעט תמיד גבוהה מטמפרטורת הסביבה (ברוב היונקים 360–390°C, וברוב העופות 400–430°C), ולכן הם מאבדים חום לסביבה. (כדי לדמיין כמה אנרגיה נדרשת כדי לשמור על טמפרטורת גוף קבועה שגבוהה מטמפרטורת הסביבה, חשבו כמה אנרגיית חשמל הייתה נדרשת על מנת לשמור מִכָּל מלא מים בגודל גוף האדם בטמפרטורה של 37 מעלות צלזיוס.)

השפעת יחס בין שטח הפנים לנפח של הגוף על ויסות הטמפרטורה

ליחס שבין שטח הפנים לנפח של הגוף יש חשיבות רבה בוויסות טמפרטורת הגוף. ככל שיחס זה גדול יותר, כך שיעור הקליטה הפסיבית של חום מהסביבה או איבוד חום אליה גבוה יותר.

היחס שטח פנים/נפח של הגוף מושפע מגודל הגוף

ככל שהגוף גדול יותר, כך היחס קטן יותר. לגוף גדול יש יתרון עבור בעלי חיים בסביבות קרות, מכיוון שהם מאבדים פחות חום לסביבה הקרה (ליחידת נפח גוף). במקרים רבים בעלי חיים המותאמים לסביבות אלה הם בעלי גוף גדול בהשוואה לבעלי חיים ממינים דומים באזורים חמים יותר (לדוגמה, שועל שלג גדול בהרבה משועל פנק החי במדבר).

גם צורת הגוף וצורת איברים בגוף משפיעות על היחס בין שטח הפנים לנפח.

לדוגמה, באוזניים גדולות ודקות יחס השטח פנים/נפח גדול יותר מאשר באוזניים קצרות ועבות. לאוזניים גדולות יש יתרון בפיזור חום בסביבת חיים חמה, ואילו לאוזניים קצרות ועבות יש יתרון בסביבה קרה משום שמתרחש בהן פחות איבוד חום לסביבה. (לדוגמה, לשועל פנק יש אוזניים גדולות מאוד ביחס לגודל הגוף, ואילו לשועל ארקטי יש אוזניים קטנות).

התאמות לבית גידול מדברי

חלק ב'

התנאים הא-ביוטיים הבסיסיים המאפיינים את כל המדבריות החמים הם:

- טמפרטורה גבוהה בשעות היום (ובחורף טמפרטורה נמוכה מאוד בלילה).
- מיעוט משקעים (פחות מ-200 מ"מ גשם בשנה), יובש, במקרים רבים אין מים זמינים במשך רוב השנה.

לכן הטמפרטורה והמים מהווים גורמים מגבילים בסביבה המדברית. גורם מגביל הוא תנאי או משאב ששינוי ברמתו או בעוצמתו משנה (מגביר או מאט) את הקצב של תהליך באורגניזם או את קצב גידול האוכלוסייה.

פויקילותרמיים והומיאותרמיים

לבעלי חיים מדבריים יש התאמות שמאפשרות להם לשמור על מאזן המים בגופם ולווסת את טמפרטורת גופם, במילים אחרות – לשמור על ההומיאוסטזיס.

דוגמאות להתאמות:

התאמות שמקטינות את כמות החום הנקלטת ו/או את איבוד המים לסביבה:

פעילות בלילה ושהות ביום במחילה, הסתתרות בצל בשעות החמות, ריצה ברגליים מתוחות כשהגוף מרוחק מהקרקע החמה.

התאמות שמקטינות את איבוד המים לסביבה:
הפרשת שתן מרוכז, הפרשת צואה מרוכזת.

התאמות שמגדילות את איבוד החום לסביבה:

גוף קטן ואוזניים גדולות שמגדילים את היחס שטח פנים/נפח. במקרים רבים בעלי חיים מדבריים הם בעלי גוף קטן ואוזניים גדולות בהשוואה לבני מינם או למינים קרובים החיים באזורים קרים יותר. להתאמות אלו יש חשיבות קריטית, מכיוון שבסביבה שחונה יש יתרון בקירור הגוף על ידי איבוד חום לאוויר לעומת קירור הגוף במנגנונים שכרוכים באידוי מים כמו הזעה או הלחתה (הוצאת לשון והתנשמות כמו אצל כלבים).

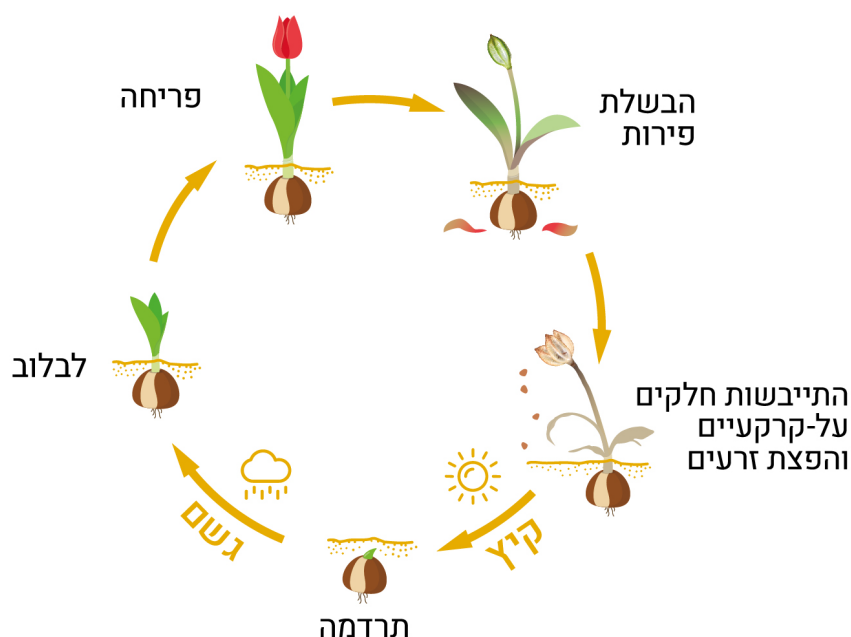
התאמות צמחים לתנאי מדבר

אפשר לחלק את צמחי המדבר לשתי קבוצות לפי מנגנוני ההתאמה שלהם לתנאים אלו:

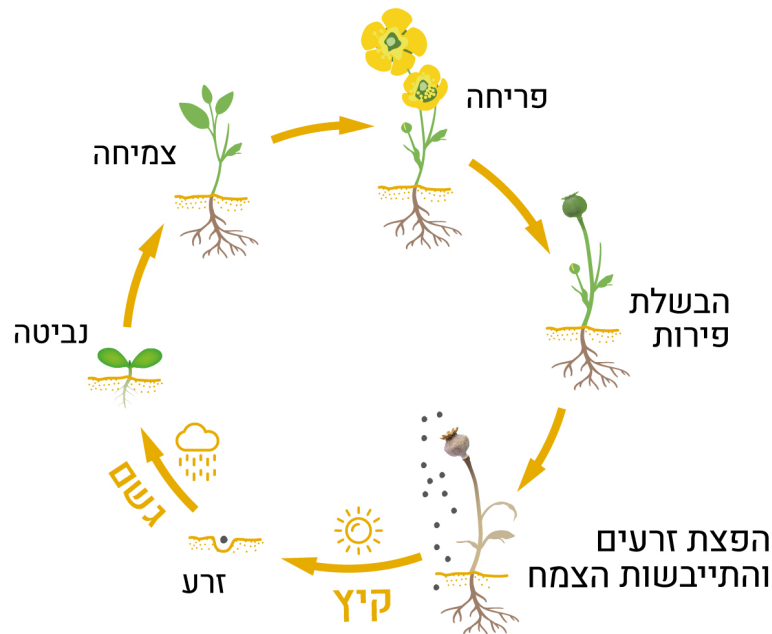
- "המתחמקים" מתנאי היובש: צמחים חד-שנתיים וגיאופיטים שגדלים רק בעונות הנוחות – סתיו, חורף ואביב.
- "השורדים": שיחים ועצים רב-שנתיים הגדלים במשך כל עונות השנה. יש להם התאמות לחיים בסביבה חמה ויבשה.

המתחמקים מתנאי יובש

גיאופיטים הם צמחים בעלי איברים תת-קרקעיים (בצל, פקעת או שורש מעובה). צמחים אלה מצמיחים עלים ופרחים ומבשילים פירות וזרעים בעונות הנוחות לגידול – סתיו, חורף ואביב. לקראת בוא הקיץ נובלים ומתייבשים החלקים העל-קרקעיים, ונשארים רק החלקים התת-קרקעיים וכן הזרעים הנמצאים בתרדמה.



צמחים חד-שנתיים הם צמחים המסיימים את מחזור חייהם בתוך שנה אחת. הם נובטים, מצמיחים עלים ופרחים, ומבשילים פירות וזרעים בעונות הנוחות לגידול – סתיו, חורף ואביב. לקראת בוא הקיץ הם נובלים ומתייבשים, ובאדמה נשארים רק הזרעים הנמצאים בתרדמה עד שינבטו בעונת הגשמים הבאה.



"השורדים"

השורדים הם שיחים עשבוניים ועצים רב-שנתיים הגדלים במשך כל עונות השנה. ניתן למצוא בהם התאמות לשמירה על מאזן המים. **דוגמאות להתאמות:** התאמות להקטנת איבוד מים בדיות: תהליך של אידי מים מהצמח, ראו הסבר בהמשך.

הקטנת שטח הפנים שמאבד מים בדיות: עלים קטנים או השרת עלים בקיץ (הקטנת שטח פנים שמאבד מים בדיות), החלפת עלי חורף גדולים בעלי קיץ קטנים (הקטנת שטח פנים שמאבד מים בדיות), המתה של חלק מענפי הצמח בשנות בצורת.

הקטנת קצב הדיות:

קוטיקולה עבה בעלים שמקטינה את הדיות מכל שטח העלים מלבד הפיוניות. (הקוטיקולה היא שכבת חומר אטום דמוי שעווה שמקיפה את העלים ומונעת את התייבשותם. הפיוניות הן פתחים זעירים באפידרמיס של העלים שדרך עובר CO_2 הנחוץ לפוטוסינתזה, וגם אדי מים מהצמח אל האוויר בתהליך דיות – ראו הסבר מפורט בהמשך.) על ידי יצירת סביבה לחה סביב הפיוניות: הפיוניות נמצאות בתוך שקעים או מכוסות בשערות, העלים מכוסים בשערות.

התאמות לקליטת יותר מים או לאגירת מים:

מערכת שורשים מפותחת בעלת שטח פנים גדול שמתפרסת לרוחב או לעומק בהתאם לזמינות המים בקרקע.

עלים בשרניים או חלקי צמח אחרים בשרניים.

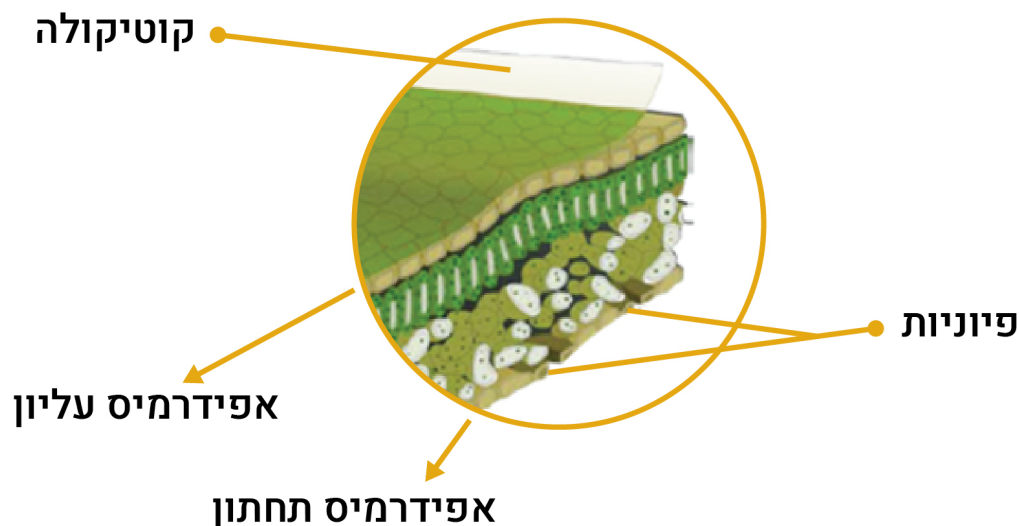
בצמחי מדבר אחדים יש מנגנונים שגורמים להפצת הזרעים או לנביטה שלהם רק לאחר ירידת כמות גשמים מספקת. לדוגמה, הזרעים כלואים בתוך התפרחת היבשה שנפתחת רק כשהיא נרטבת, או ריכוז גבוה של מלחים בקליפת הזרעים שמונע את נביטתם כל עוד הם לא נשטפים בכמות מספקת של מים. המנגנונים גורמים לכך שהזרעים יתפזרו וינבטו כאשר יורדת כמות מספקת של גשם ולא עקב טל או כמות גשמים מועטת. הדבר מגביר את הסיכוי להצלחת הנביטה ולהישרדות המין כולו. נביטה בתנאים שאינם מספיקים להשלמת מחזור חיים, מהווה בזבז אנרגיה לריק על ייצור הזרעים.

הפיוניות ותהליך הדיות

תהליך הדיות

רק כ-1% מהמים שהצמח קולט מהאדמה נצרכים לפוטוסינתזה ולבניית התאים, כ-99% מהמים עוברים דרך הצמח ומתנדפים לאוויר בתהליך הנקרא דיות (טרנספירציה). העלים עטופים משני הצדדים בשכבת קוטיקולה הבנויה מחומר שעוותי שקוף חדיר לאור אך אטום למים, המגינה על העלים מפני התייבשות. בצד העליון שחשוף לשמש שכבת הקוטיקולה עבה יותר ומשווה לעלים מראה מבריק.

חתך רוחב בעלה

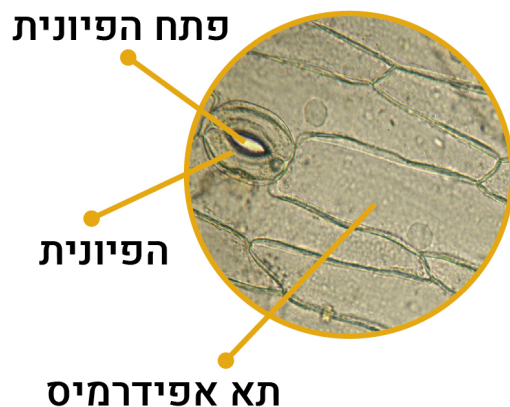


תהליך הדיות מתרחש ברובו דרך הפיוניות, שהן פתחים זעירים הנמצאים באפידרמיס של העלים. דרכן מתרחשת קליטת ה- CO_2 הנחוץ לפוטוסינתזה והחמצן הדרוש לנשימה התאית, אך באותו זמן נפלטת דרכן אדי מים מהצמח לאוויר. מספר הפיוניות גדול יותר בצד התחתון המוצל של העלים (בקוטיקולה יש פתח מעל לכל פיונית).

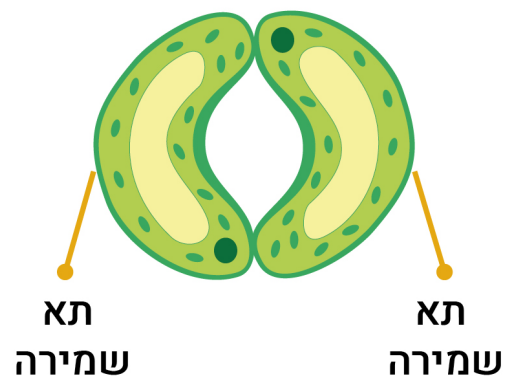
ומנגנון פתיחתה:

כל פיונית בנויה משני תאי שמירה. כאשר תאי השמירה מתנפחים עקב חדירת מים לתוכם בתהליך אוסמוזה, נוצר ביניהם פתח זעיר – כלומר הפיונית פתוחה. עובי דופן תאי השמירה בצד הפונה זה לזה גדול יותר מעובי הדופן בשאר הצדדים, ולכן בעת התנפחות התאים הצד הפנימי מתרחב פחות מאשר שאר הצדדים. ההתנפחות הא-סימטרית מקנה לתאי השמירה מראה דמוי זרע שעועית וגורמת ליצירת פתח ביניהם. כאשר לחץ הטורגור בתאי השמירה יורד, הפיוניות נסגרות.

תצפית מיקרוסקופית באפידרמיס עלה (מבט מלמעלה)



פיונית פתוחה



היתרון של מבנה הפיוניות ואופן פעולתן הוא שברוב הצמחים הן נסגרות בחושך, כאשר ממילא אין אור הנחוץ לפוטוסינתזה, וכך נמנע איבוד מים מיותר.

הפיוניות נסגרות גם במצב של מחסור במים בצמח (בגלל ירידה בלחץ הטורגור בתאי השמירה של הפיוניות). במצב זה נמנע איבוד מים אך נמנעת גם כניסת CO_2 , ולכן קצב הפוטוסינתזה הוא קטן. בצמחי המדבר המצב הזה שכיח מאוד והוא אחת הסיבות לקצב הגידול האיטי שלהם.

התאמות לאקלים ים-תיכוני חלק ג'

רוב חלקה המרכזי והצפוני של ארץ ישראל נמצא באזור של אקלים ים-תיכוני. האקלים הים-תיכוני מאופיין בקיץ חם ודל במשקעים, בעונות מעבר הפכפכות ובחורף קר וגשום (לעיתים רחוקות אף מושלג). באזורי האקלים הים-תיכוני יורדים יותר מ-400 מ"מ של משקעים בשנה.

הצומח הים-תיכוני מתאפיין בתצורות שונות: צומח של שיחים נמוכים ועשבוניים, שיחים גבוהים, חורש ואף יער. תצורת הצומח בכל מקום והרכב מיני הצמחים מושפעים מתנאי האקלים המקומי וגם מגורמים נוספים כמו סוג המסלע והקרקע, השפעת האדם, מידת הרעייה ושריפות.

כמו אצל צמחי המדבר, גם לצמחים הים-תיכוניים יש שתי אסטרטגיות בסיסיות להתמודדות עם תנאי היובש בקיץ:

- "המתחמקים" מתנאי היובש: צמחים חד-שנתיים וגיאופיטים שגדלים רק בעונות הנוחות – סתיו, חורף ואביב.
- "השורדים": צמחים רב-שנתיים (שיחים, עצים ועשבונים רב-שנתיים) שיש להם התאמות לתנאי יובש. התאמת אלו דומות להתאמות של צמחי המדבר, והן מאפשרות הישרדות בתנאי היובש השוררים בקיץ באזורי האקלים הים-תיכוני.

גם לבעלי החיים באזור הים-תיכוני יש התאמות לתנאי היובש בקיץ. התאמות אלה דומות להתאמות של בעלי חיים לתנאי מדבר (כמו הסתתרות ביום במחילה ופעילות בלילה), וגם במקרה זה מדובר בהתאמות לקיץ הים-תיכוני ולא לתנאים הקיץ הקשים יותר השוררים במדבר.

התאמות לבתי גידול מימיים חלק ד'

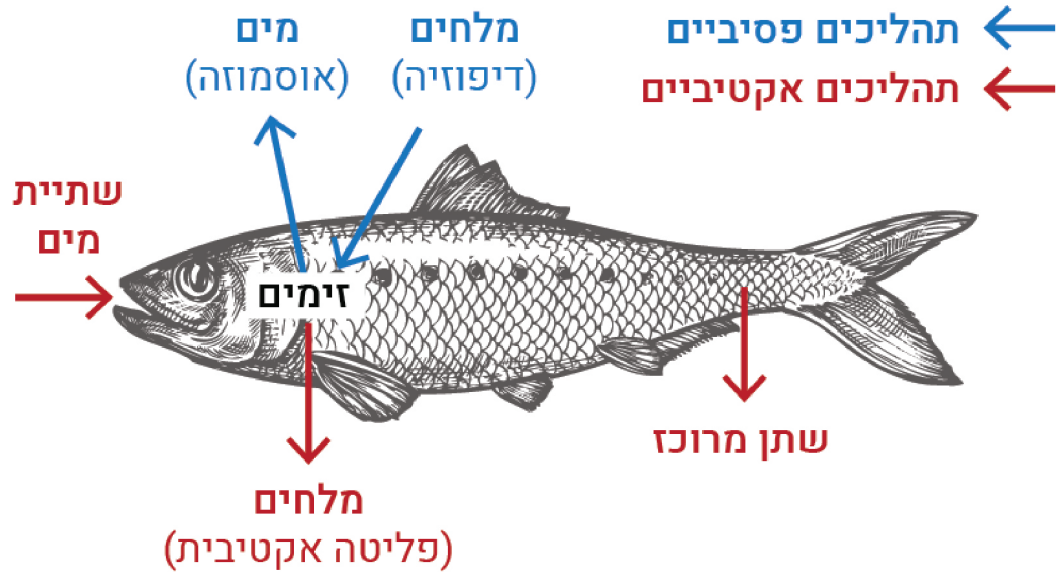
המים הם סביבת חיים נוחה בעלת יתרונות רבים. הבולטים שבהם:

- אין שינויים קיצוניים בטמפרטורות בין היום ללילה או בין עונות השנה.
- יש תמיכה פיזית מספקת לאורגניזמים החיים במים, ויכולים לחיות בהם גם אורגניזמים שהם חסרי שלד פנימי או חיצוני (כמו מדוזה או אצות).
- יש זרמים המקלים על התנועה במים.

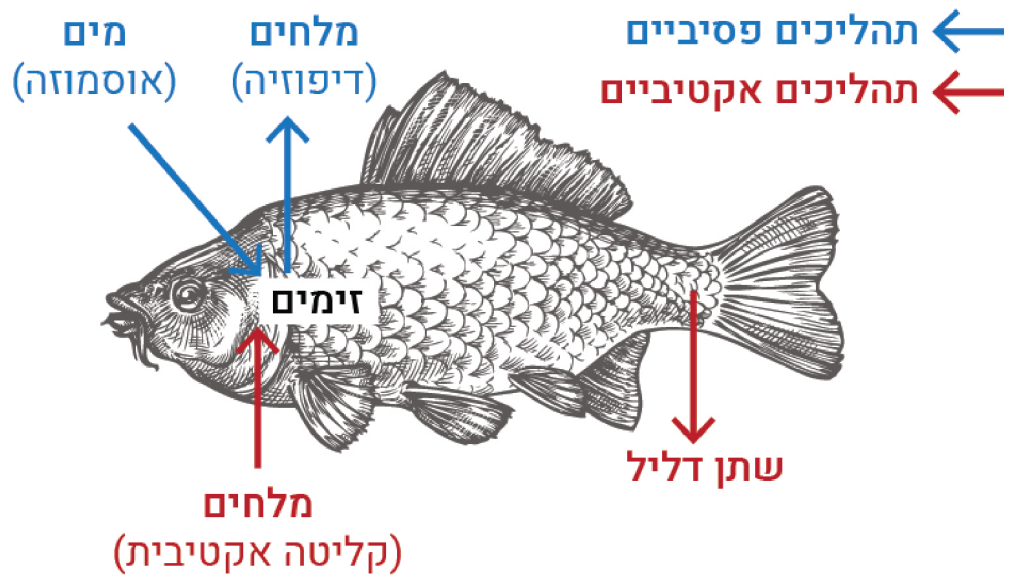
אף שהמים הם סביבה נוחה, הם מציבים בפני האורגניזמים כמה מגבלות, ובהן:

- המים צמיגיים מן האוויר והחיכוך איתם גדול יותר ומעכב תנועה אקטיבית. ליצורים רבים החיים במים יש מבנה גוף הידרודינמי וחלק, מה שגורם להקטנת החיכוך עם המים.
- מסיסות החמצן במים נמוכה, והוא מהווה גורם מגביל עבור האורגניזמים. ליצורים הנושמים במים צריכים להיות מנגנונים לקליטה יעילה של החמצן. לדוגמה, זימי הדגים מפוצלים להרבה מבנים דקיקים דמויי וילונות. הפיצול מגדיל את שטח המגע עם המים (כלומר היחס שטח פנים/נפח של הזימים גדול) ולכן כמות החמצן הנקלטת גדולה יחסית. החיים במים מצריכים ויסות מתמיד של מאזן המים והמלחים בגוף. לדוגמה, לדגי מים מתוקים חודר ים מים בתהליך אוסמוזה, והם מאבדים מלחים לסביבה בתהליך דיפוזיה. הדגים שומרים על מאזן המים והמלחים בהוצאת עודפי המים דרך השתן ובאמצעות קליטה אקטיבית של מלחים בזימים.

דגי ים



דגי מים מתוקים



עוצמת האור החודר למים הולכת וקטנה עם הירידה בעומק. האור מהווה גורם מגביל עבור צמחי המים, ויש להם התאמות לקליטת כמה שיותר אור.

האורגניזמים המבצעים את עיקר הפוטוסינתזה במים הם אצות ופיטופלנקטון (אורגניזמים מיקרוסקופיים, חלקם אצות חד-תאיות). נוסף עליהם יש בגופי המים (בעיקר באגמים ובנחלים) גם צמחים עילאיים, בעלי עלים גבעולים ופרחים, חלקם טבולים בתוך המים וחלקם מזדקרים מעל המים או שעליהם צפים על גבי המים. לצמחים הטבולים יש התאמות לקליטת מקסימום אור. לדוגמה, עליהם דקיקים (הם מורכבים ממעט שכבות תאים). גם לאצות רבות יש מבנה דק, ויש להן גם פיגמנטים נוספים (מלבד כלורופיל) הקולטים את האור החודר למים, כדי לאפשר קליטת יותר אור.

בניגוד לצמחי היבשה שעליהם מוקפים בשכבת קוטיקולה עבה המונעת את התייבשותם, בצמחי המים הטבולים שכבת הקוטיקולה דקה מאוד. בנוסף, צמחי המים הטבולים חסרי פיוניות, וקליטת הפחמן הדו-חמצני הדרוש לפוטוסינתזה (וכן חמצן הדרוש לנשימה) נעשית דרך כל שטח הפנים של העלים. בצמחי המים שעליהם צפים (כמו נופר ונימפיאה) יש פיוניות ושכבת קוטיקולה עבה בצד העליון של העלים הגובל באוויר.