

איך צמחים מתמודדים עם יובש?

Christell van der Vyver, Shaun Peters

המחלקה לגנטיקה, המכון לביוטכנולוגיה של צמחים, אוניברסיטת סטלנבוש, סטלנבוש, דרום אפריקה

סוקרים צעירים

HANA

גיל: 10



צמחים צריכים לא פעם להתמודד עם תנאי יובש. מחסור במים מהווה איום חמור על יכולתו של הצמח לגדול, להתפתח ואפילו לשרוד. אם הצמחים ימותו, גם לנו לא יהיה מזון! איך מצליחים צמחים לשרוד בזמן מחסור במים? לשם כך הם חייבים לחוש את השינויים בזמינות המים, להגיב אליהם, ולהתאים את עצמם אליהם. הם עושים זאת במגוון שיטות. לצמח יש מעין "שריון" העוזר לו לצמצם את כמות המים שהוא משחרר לסביבה, וגם לאגור יותר מים בתוכו. צמחים מגיבים למחסור במים בדרכים מורכבות מאוד, הכוללות, למשל, שינויים בצמיחה, והתגוננות מכימיקלים רעילים המצטברים בצמח בתקופות יובש. כל התגובות של הצמח נשלטות ישירות על ידי הגנים שלו. אם נדע יותר על הגנים המגנים על צמחים מיובש, נוכל אולי בעתיד לגדל יבולים מהונדסים גנטית שיוכלו לעמוד בהתחממות הגלובאלית ובשינויי האקלים.

האם יצא לכם לשמוע אנשים מדברים על התחממות גלובאלית ועל שינויי האקלים? האם אתם יודעים מה משמעות המונחים האלה? פירושם בעצם שכדור הארץ הולך ומתחמם משנה לשנה. העלייה בטמפרטורות יוצרת דפוסי מזג אוויר לא שגרתיים ולא צפויים, כולל מקרים של בצורת קשה. בצורת היא תקופת יובש ארוכה מאוד ללא גשם. כיצד משפיעה בצורת קשה על צמחים? ובכן, צמחים הם אורגניזמים נייחים, כלומר קבועים במקומם, בניגוד אלינו, למשל. הם לא יכולים לעקור את עצמם ולעבור למקום מוצל או לח יותר. לכן הם חייבים להתמודד איכשהו עם תנאי הבצורת, שהולכים ונעשים נפוצים יותר בעולם. אם לא, הם לא ישרדו. אל

תשכחו שצמחים הם המזון שלנו. אנחנו אוכלים אותם טריים או מבושלים (אלה שאמא שלכם מתעקשת שתגמרו מהצלחת) או מעובדים, כמו דגני הבוקר שלכם העשויים מתירס, חיטה או שיבולת שועל, בין השאר. לכן, אם כל הצמחים ימותו בבצורת, לא יהיה לנו מספיק מזון.

כשאינ מים בסביבה, מה יכולים הצמחים לעשות כדי לשרוד? למרבה הפלא, מסתבר שהדני"א של כל צמח מכיל כמה גנים למנגנוני הישרדות בעת מחסור במים. גנים הם קטעים קצרים של דנ"א, כמו פרקים קצרים של ספר. האופן שבו הצמחים משתמשים בגנים האלה קובע איך ישרדו בתנאים של יובש.

צמחים מסוימים הם עמידים ליובש. הכוונה היא שהם מסוגלים להישאר בחיים בעת מחסור במים. צמח עמיד ליובש משתמש באחת משלוש שיטות התגוננות: התחמקות, הימנעות, או פיתוח סבילות לאובדן מים [1]. צמחים בעלי סבילות ליובש הם די נדירים בטבע, ומסוגלים להחזיק מעמד תקופות ארוכות בלי מים כלל. סוג מדהים במיוחד הם הצמחים השוקעים בתרדמת ו"קמים לתחייה": הם מסוגלים לשרוד הרבה מאוד זמן (עד שלוש שנים!) בלי מים. אבל ברגע שהם מקבלים מעט מים, הם חוזרים לחיים תוך יום-יומיים. דוגמה לצמח כזה היא שושנת יריחו. סוגים אחרים של צמחים עמידים ליובש מתנהגים בצורה פחות דרמטית, אבל גם הם מסוגלים לשרוד תקופות בצורת קצרות בעזרת שיטות התגוננות מיוחדות.

לצמחים מסוימים יש מבנה מיוחד שבעזרתו הם שורדים תקופות בצורת

יש צמחים השורדים בבצורת בזכות המבנה הייחודי שלהם. המאפיינים שלו כוללים "שריון" חיצוני המונע מהם לאבד יותר מדי מים, וגם מנגנונים שונים לספיגה ואגירה של מים. במקרים רבים, צמחים עמידים ליובש מותאמים לחיים ולהישרדות בסביבה צחיחה ביותר. רבים מהם נראים שונים מאוד מצמחים החיים במקומות עם מים זמינים. לצמחים עמידים ליובש יש בדרך כלל מנגנונים מיוחדים של "הימנעות" (אחת מצורות ההתגוננות) והם מצמצמים את כמות המים המשתחררים לסביבה, או מגדילים את כמות המים הנקלטים ונאגרים בצמח. צמחי מדבר **בשרניים (סוקולנטיים)** הם דוגמה טובה לצמחים המשתמשים בשיטות הימנעות להתגוננות ממחסור במים [2]. יש להם עלים עבים, לפעמים לא דומים כלל לעלים רגילים, והם מכוסים שכבה עבה של שעווה כדי למנוע איבוד מים. לצמחי מדבר בשרניים יש גם מערכת מפותחת של שורשים שמטרתם למצוא מים תחת אדמת המדבר היבשה (איור 1). יש צמחים בשרניים שלשורשים שלהם יש צורת פקעת גדולה, והם משמשים להם מאגר מים תת-קרקעי. צמחים כאלה יכולים לשרוד שנים של בצורת בזכות המים שנאגרו בפקעת שלהם.

רוב המים שהצמח מאבד יוצאים ממנו בתהליך טבעי הנקרא **דִּית**. בצד התחתון של עלי הצמחים יש פתחים קטנים הנקראים **פיוניות**. הצמחים קולטים מים באמצעות השורשים ומשחררים אותם לאוויר בצורת אדים, דרך הפיוניות. כדי לשרוד בתנאי יובש, הצמחים חייבים להפחית את הדיות כדי להגביל את כמות המים שהם מאבדים. צמחים מסוימים הגדלים באיזורים צחיחים פיתחו עם הזמן עלים מוקטנים, כך שיש להם פחות פיוניות. דוגמה קיצונית לכך הם צמחים בעלי עלים דומים לקוצים. יש גם צמחים שמשירים את כל העלים בזמן בצורת, כדי לא לאבד מים. העיקרון הוא שככל שהעלים מעטים יותר, יש פחות דיות ולכן הצמח מאבד פחות מים. ההתאמה הקיצונית הזאת של צורת העלים גם מגינה על הצמחים מפני חיות וציפורים רעבות וצמאות (איור 1). גם אתם לא הייתם רוצים ארוחה קוצנית!

צמח בשרני/סוקולנט (Succulent)

צמח בעל עלים וגבעולים מעובים המשמשים לאגירת מים.

דיות (Transpiration)

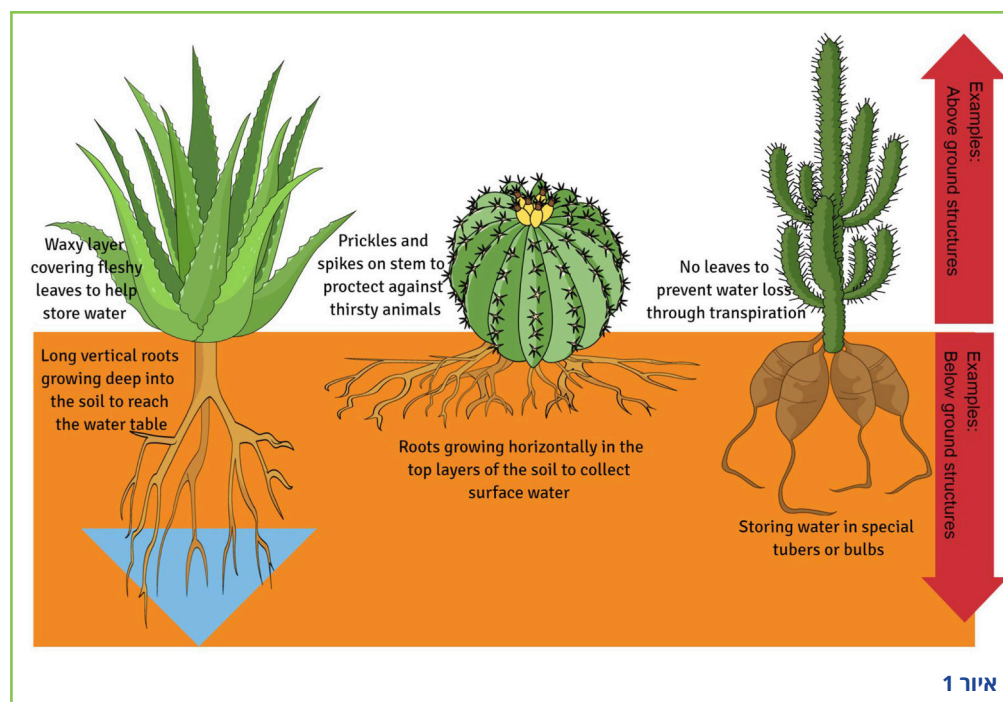
התהליך שבו מים נקלטים בשורשים ומשתחררים בצורת אדים דרך הפיוניות שבעלי הצמח.

פיוניות (Stomata)

פתחים קטנים בצד התחתון של העלה, דרכם יכולים מים וגזים להיכנס ולצאת.

איור 1

התאמות מבניות קיצוניות של צמח לצמצום אובדן מים ולאגירה מרבית של מים. דוגמאות למבנים מעל פני הקרקע (חלק עליון, משמאל לימין): שכבת שעווה המצפה עלים בשרניים ושומרת על המים בצמח; קוצים מגינים מפני חיות צמאות; ללא עלים, כדי לצמצם אובדן מים בגלל דיות. דוגמאות למבנים תחת פני הקרקע (חלק תחתון, משמאל לימין): שורשים אנכיים ארוכים צומחים עמוק לתוך האדמה כדי להגיע אל מי התהום; שורשים צומחים לכיוון אופקי בשכבות האדמה העליונות כדי לקלוט מים עיליים; מים נאגרים בפקעות.



איור 1

לצמחים מסוימים יש שיטות מתוחכמות של "התחמקות" מבצורת: הם מבליים את תקופת היובש כזרעים (זיכרו שגם התחמקות היא אחת משיטות ההתגוננות). הזרעים שורדים את התקופה היבשה, וכשמגיעים הגשמים הם ממהרים לנבוט, לצמוח, ולהניב זרעים חדשים. הזרעים האלה מתפזרים על פני השטח, וגם הם יכולים לשרוד תקופות ארוכות של תנאים קשים. אם תתבוננו מקרוב באדמת מדבר, תראו זרעים רבים הממתינים לגשם כדי לנבוט.

לצמחים מסוימים יש גם מנגנוני הגנה פנימיים נגד בצורת

בנוסף למבנים המיוחדים לקליטה ומניעת איבוד של מים, יש צמחים עם הגנות פנימיות שמאפשרות להם להתמודד עם מחסור במים. בתנאי יובש תגובות מסוימות קורות בתוכם בזריזות כדי לעזור להם להתמודד עם העקה שגורם היובש. בדרך כלל מדובר בתגובות מורכבות ומתוחכמות. ניתן כמה דוגמאות.

צמחים צריכים לעשות פוטוסינתזה גם בתנאי יובש

הצבע הירוק של הצמחים בא מחומר ירוק בשם כלורופיל. הכלורופיל נמצא בתאי הצמח, בתוך מבנים מיוחדים בשם כלורופלסטים. הכלורופיל משתמש באור השמש, מים ופחמן דו-חמצני (CO₂) כדי לייצר סוכרים. הסוכרים מאפשרים לצמח לשגשג. זהו תהליך הפוטוסינתזה. התהליך הזה תלוי באספקה של מים.

כשאינן הרבה מים באדמה שבה הצמח גדל, הפוטוסינתזה מתרחשת בצורה קצת אחרת, וכתוצאה מכך נוצרים כימיקלים מזיקים הנקראים רדיקלים חופשיים. לכן, הצמחים צריכים שתהיה להם שליטה באופן השימוש באנרגיית שמש לצורך הפוטוסינתזה. כדי שתתרחש פוטוסינתזה, פחמן דו-חמצני נכנס לתוך הצמח דרך הפיוניות (הפתחים הקטנים שהזכרנו).

עקה (Stress)

מצב בו אורגניזם נחשף לתנאים קיצוניים, כגון טמפרטורה גבוהה, יובש או חומרים רעילים, ובעקבות החשיפה מופעלים מנגנוני התגוננות שונים באורגניזם.

פוטוסינתזה (Photosynthesis)

התהליך שבו צמחים משתמשים במים, אור שמש ופחמן דו-חמצני כדי לייצר לעצמם מזון (בצורת סוכרים), ומשחררים לאוויר חמצן.

רדיקלים חופשיים (Free radicals)

אטומים או מולקולות בעלי מספר אי-זוגי של אלקטרונים. מצב זה אינו יציב כימית וגורם לכך שהרדיקלים החופשיים מגיבים כמעט עם כל חומר שהם באים במגע איתו. אי לכך, הם עלולים לגרום לנזקים.

איור 2

מנגנוני הגנה פנימיים של צמחים הסובלים מעקה בגלל מחסור במים. **A:** כשיש באדמה שפע של מים, הצמחים סופגים אותם באמצעות השורשים. הצמח משתמש במים, או משחרר אותם לאוויר על ידי דיות, דרך הפיזיולוגיות הפתוחות על העלים. גם הפוטוסינתזה מתנהלת כרגיל: פחמן דו-חמצני וחמצן נספגים ומשתחררים דרך הפיזיולוגיות הפתוחות. **B:** אבל כשיש באדמה כמות מוגבלת של מים, הצמחים משתדלים שלא לאבד אותם. חומר בשם חומצה אבסציסית (ABA) מסוגל לסגור את הפיזיולוגיות שהצמח מאבד פחות מים באמצעות דיות. כשהפיזיולוגיות סגורות, תהיה פחות פוטוסינתזה, כי גם פחמן דו-חמצני אינו יכול להיכנס. כשיש פחות פוטוסינתזה הצמח גם מייצר פחות אנרגיה, ומפסיק לגדול.

חומצה אבסציסית

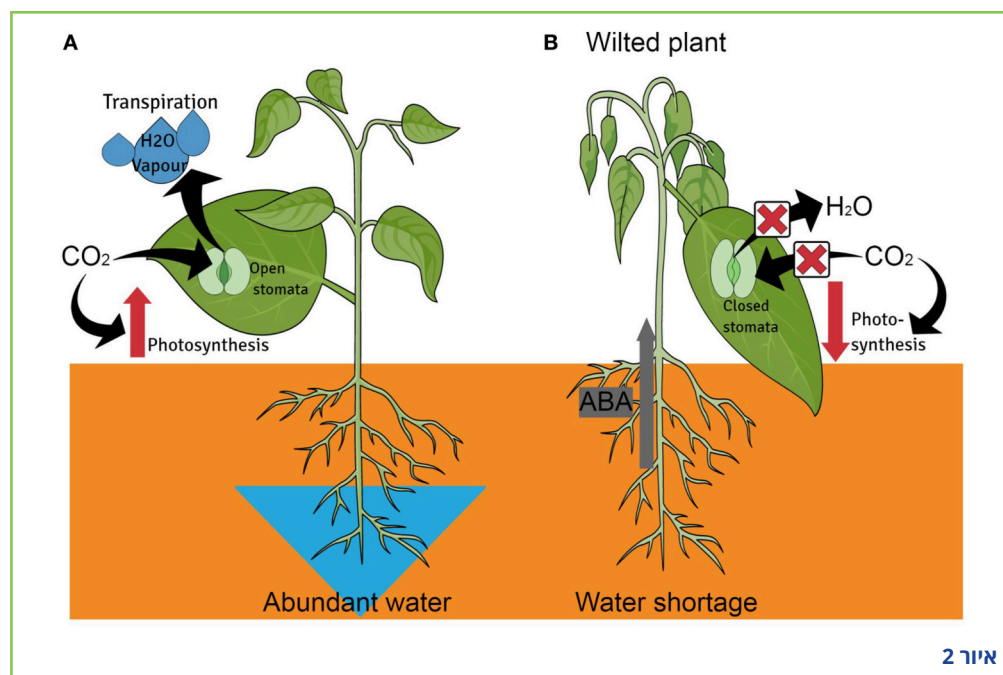
(Abscisic acid – ABA)

אחד ההורמונים של הצמח, המטפל במאזן המים שלו.

לחץ טורגור

(Turgor pressure)

הלחץ שהנוזלים בתא הצמח מפעילים על דופן התא. תארו לעצמכם שאתם מנפחים בלון הנמצא בתוך צנצנת. ככל שהוא מתנפח יותר, הוא לוחץ יותר על דפנות הצנצנת מבפנים. כך לוחצים הנוזלים על דפנות התא.



איור 2

אבל אל תשכחו שכשהפיזיולוגיות פתוחות יש גם דיות, והצמח מאבד מים! לכן יש לצמח בעיה קשה: איך לוודא שיש לו גם מספיק מים וגם מספיק פחמן דו-חמצני לפוטוסינתזה. לשם כך פועלת בצמחים "מנהלת" בשם **חומצה אבסציסית (ABA)**.

כשצמח מתחיל לסבול ממחסור במים, נוצרת בו מיד חומצה אבסציסית. היא מגיעה אל הפיזיולוגיות ושולטת בפתיחה ובסגירה שלהן על ידי כך שהיא משנה את **לחץ הטורגור** (איור 2) [3]. זהו הלחץ שהנוזלים בתוך תאי הצמח מפעילים כשהם לוחצים מבפנים על דופן התא. ככל שיש בתא יותר מים (כלומר, ככל שהתא מלא יותר), יש יותר לחץ. ניהול נכון של לחץ טורגור יכול לשמור על איזון בין כמות הפחמן הדו-חמצני שנכנסת לצמח לבין כמות המים שיוצאת ממנו, וכך הפוטוסינתזה יכולה להימשך. עם זאת, אם הבצורת ארוכה מדי, הצמח לא יצליח לבסוף להתמודד עם העקה שהיא גורמת, ותהליך הפוטוסינתזה ייפגע. אבל בצמחים עמידים ליובש התפתחה שיטה מחוכמת לא לאבד מים תוך כדי פוטוסינתזה: הם פותחים את הפיזיולוגיות רק בשעות הלילה הקרירות, כדי לספוג פחמן דו-חמצני. הם אוגרים אותו, ומשתמשים בו בשעות היום כדי לעשות פוטוסינתזה. כך הם מאבדים פחות מים במשך היום, כשהפיזיולוגיות שלהם סגורות, ומצליחים להמשיך לצמוח – אם כי בקצב קצת יותר איטי מהרגיל.

צמחים צריכים להתגונן מרדיקלים חופשיים מסוכנים

צמח שסובל ממחסור במים ואינו מצליח לבצע פוטוסינתזה בלי לאבד יותר מדי מים, יצטרך להתמודד עם מולקולות קטנות ומרושעות הנקראות **רדיקלים חופשיים**. הם אמנם נוצרים תמיד בתהליך הפוטוסינתזה, אבל כשאין מספיק מים, הכמות גדולה יותר. רדיקלים חופשיים עלולים להיות מסוכנים מאוד לתא: הם יכולים להזיק לדנ"א, לקרום התא, לחלבונים וגם לסוכרים (שכולם חיוניים להישרדות של התא!)

צמחים יודעים להתמודד עם כמויות קטנות של רדיקלים חופשיים, אבל צמחים עמידים ליובש מתמודדים איתם בצורה מוצלחת במיוחד, כי הם צוברים חומרי הגנה נגדם. חומרים כאלה נקראים נוגדי חמצון, המנטרלים רדיקלים חופשיים. צמחים רבים משנים צבע לאדום או סגול כשמצטברים בהם נוגדי חמצון כאלה (שימו לב לעלים הסגולים של הצמח היבש באיור 2B). החומרים האלה נפוצים מאוד בטבע, ויודעים לנטרל רדיקלים חופשיים בעילות רבה כדי להגן על הצמחים מהשפעתם המזיקה.

צמחים צריכים לשלוט בכמות המים בתאים שלהם

אוסמוזה הוא מושג חשוב בביולוגיה. בעיקרון, אוסמוזה היא תנועה של מים דרך קרום (למשל קרום התא), אל אזור שבו יש ריכוז גבוה יותר של מולקולות מסוימות (למשל מלחים, סוכרים, או רדיקלים חופשיים).

המים שעוברים אל הצד השני מדללים את המולקולות ומורידים את הריכוז עד שהוא שווה משני הצדדים של הקרום. עכשיו, תארו לעצמכם מה קורה בתוך צמח שסובל ממחסור במים. אוסמוזה לא יכולה לקרות, מפני שאין מספיק מים, ולכן נוצר ריכוז גבוה מאוד של מולקולות בתוך תאי הצמח. בדרך כלל זהו דבר מזיק, במיוחד אם המולקולות האלה הן רדיקלים חופשיים.

גם כאן יש לצמחים עמידים ליובש כמה שיטות מגניבות להתגונן. ברגע שמתחיל להסתמן מחסור במים, מצטברות בתאים שלהם מולקולות המעורבות בתהליך הקרוי **ויסות אוסמוטי** (Osmotic Adjustment - OA) [3]. תהליך זה הוא השתנות של ריכוז ה**מומסים** בתא. מומסים הם חומרים שהומסו בנוזל כלשהו – למשל, אם תוסיפו סוכר לכוס מים, הסוכר יהיה המומס. במקרה של צמח, המומסים יכולים להיות סוכרים, חומצות אמינו, או חלבונים קטנים. המטרה של הצטברות המולקולות היא להגביל יציאת מים מהתא. הן מיוחדות מאוד, כי יש להן מגוון גדול של דרכים לעזור לצמח לשרוד תנאי יובש. מולקולות OA יכולות להיקשר לדנ"א ולחלבונים כדי להגן עליהם מרדיקלים חופשיים, או להיקשר למים עצמם ולמנוע מהם לצאת מהתא. בנוסף הן יכולות גם להיקשר לקרומים וכך לייצב את המבנה של הצמח בתנאים של מחסור במים.

ישנם צמחים שבתקופות יובש ממושכות מתנהגים כאילו הם מתים, ואז "קמים לתחייה". זאת דוגמה מושלמת לצמחים עמידים ליובש המשלבים כמה משיטות ההתגוננות שהכרנו עד עכשיו. צמחים כאלה מסוגלים לשרוד אפילו אם הם מאבדים את כל המים שבתוכם. הם צוברים כמויות עצומות של מולקולות OA, משחררים נוגדי חמצון, ומייצרים חלבונים הגנה מיוחדים – וכך הם מצליחים לשרוד אפילו תקופות בצורת ארוכות וקשות. במקביל הם גם מקפלים את העלים וממתינים עד שיוורד גשם (איור 3). זה דומה קצת לשנת חורף של דובים.

הגנים של הצמח שולטים בתגובות שלו ליובש

צריך לציין שכל שיטות ההתגוננות האלה הוסברו כאן בצורה פשוטה מאוד. למעשה, אלו תהליכים מסובכים ביותר. ברמה בסיסית מאוד אפשר לומר שכדי לווסת את התהליכים, הצמח משתמש בקוד הגנטי שלו, כלומר בגנים. כדי לייצר חומרים שמאפשרים הישרדות ביובש,

אוסמוזה (Osmosis)

מעבר של מים מתא לתא, דרך קרום התא. לאיזו מטרה? כדי שהריכוז של החומרים המומסים במים יהיה זהה לשני הצדדים.

ויסות אוסמוטי (Osmotic adjustment - OA)

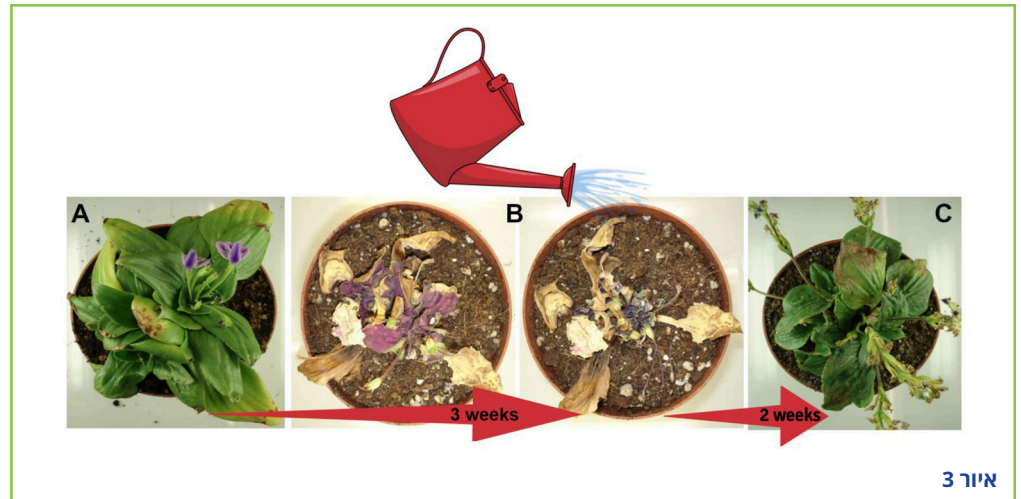
שינוי הריכוז של המומסים בתאי צמח.

חומס (Solute)

חומר שהומס במים, כמו סוכר למשל.

איור 3

הצמח
Craterostigma pumilum
 המסוגל "לקום לתחייה". **A.** כך נראה הצמח כאשר יש לו מספיק מים. **B.** שתי התמונות האמצעיות מראות את הצמח בתנאי יובש, אחרי שלושה שבועות בלי מים. הוא נראה מת, נכון? **C.** אם משקים את הצמח המת-למראה, הוא יתאושש תוך שבועיים ויתחיל לייצר זרעים.



איור 3

הצמח צריך להפעיל את הגנים הנכונים בזמן הנכון. הפעולה הזאת נקראת "התגובה הגנטית" של הצמח.

התגובות הגנטיות של צמח הסובל מעקה כתוצאה מיובש הן מורכבות מאוד, וכוללות הפעלה או "כיבוי" של גנים רבים. בעזרת טכנולוגיות מתקדמות, המדענים יכולים כיום לזהות את רוב הגנים שמעורבים בהתגוננות מיובש, ומתברר שיש מאות כאלה המופעלים או "מכובים" לפי הצורך! לא נעשה רשימה של כולם, כי בסוף העמוד הראשון כבר תהיו משועממים לגמרי. נגיד רק שרוב הגנים האלה מתחלקים לשלוש קבוצות: 1. גנים ששולטים בגנים אחרים, האחראיים על הפעלת ו"כיבוי" גנים; 2. גנים שאחראים לייצור חומרים התורמים להגנה מפני יובש; 3. גנים שמעורבים בספיגת והעברת מים.

למה לדעתכם חשוב לדעת אילו גנים מעורבים ביכולת של צמחים להתחמק מבצורת או לשרוד אותה? רוב הגידולים כיום לא עמידים ליובש. איך נגן עליהם או נשפר את העמידות שלהם בתנאים כאלה? אנחנו צריכים להשתמש במידע שלנו על הגנים המופעלים או "מכובים" במשך בצורת, כך שנוכל לפתח צמחים עמידים יותר לתנאים כאלה.

במהלך השנים הצליחו מדענים לפתח כמה סוגי גידולים עמידים ליובש. לשם כך הם בדרך כלל בחרו צמחים בודדים (פרטים) ששרדו יפה בתנאי יובש וריבו אותם. בעשורים האחרונים, גם המדענים בתחום ההנדסה הגנטית החלו לנסות לפתח גידולים עמידים ליובש [4].

כדי לייצור צמח מהונדס גנטית מחדירים לדנ"א של צמח מסוים גן חדש (מצמח אחר או אפילו מבעל חיים!) בתקווה לתת לצמח המהונדס תכונה חדשה ומועילה. תארו לעצמכם שנוכל לבחור כמה ממאות הגנים שמאפשרים לשושנת ירחו, למשל, "לקום לתחייה", ולהוסיף אותם לצמח החיטה! למרבה הצער, בינתיים הצליחו לפתח רק מעט גידולים חקלאיים עמידים ליובש (כמו תירס וקנה סוכר). עוד הרבה עבודה לפנינו – בין השאר, לשכנע את הציבור שצמחים מהונדסים גנטית אינם מסוכנים!

סיכום

צמחים הם רגישים ביותר למחסור במים, שמשפיע על צמיחתם, התפתחותם, פוריותם, ובסופו של דבר גם הישרדותם. אבל לצמחים יש אמצעי הגנה משלהם נגד תנאי יובש. לחלקם יש מבנים מיוחדים להתחמקות או הישרדות בתנאים כאלה. יש להם גם מנגנוני הגנה פנימיים שנכנסים לפעולה כדי להגביל איבוד מים ברגע שהצמח חש שכמות המים לא תספיק. גנים מסוימים של הצמח שולטים בכל המערכות האלה. ככל שנדע יותר על הגנים האלה והאופן שבו הם מגנים על הצמח בעת בצורת, תהיה לבני האדם יותר תקווה לייצר גידולים עמידים לתנאי יובש.

תודות

האיורים נוצרו בפלטפורמת Mind the Graph (www.mindthegraph.com)

מקורות

1. Basu, S., Ramegowda, V., Kumar, A., and Pereira, A. 2016. Plant adaptation to drought stress. *F1000Res* 5(F1000 Faculty Rev):1554. doi: 10.12688/f1000research.7678.1
2. Dimmitt, M. A. 1997. How plants cope with the desert climate. *Sonorensis*. Vol. 17. Available at: http://www.desertmuseum.org/programs/succulents_adaptation.php.
3. Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., and Lam-Son, T. 2014. Response of plants to water stress. *Front. Plant Sci.* 5(86):1–8. doi: 10.3389/fpls.2014.00086
4. Blum, A. 2014. Genomics for drought resistance – getting down to earth. *Funct. Plant Biol.* 41:1191–8. doi: 10.1071/FP14018

פורסם אונליין: 21 בדצמבר 2018

נערך על ידי: Chelsea D. Specht, Cornell University, United States

ציטוט: Vyver Cvd and Peters S (2018) איך צמחים מתמודדים עם יובש? *Front. Young Minds* doi: 10.3389/frym.2017.00058-he

תורגם והותאם:

van der Vyver C and Peters S (2017) How Do Plants Deal with Dry Days? *Front. Young Minds* 5:58. doi: 10.3389/frym.2017.00058

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

COPYRIGHT © Vyver and Peters 2017. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון

זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

HANA, גיל: 10

שמי האנה ואני מסיימת את כיתה ד'. המקצועות האהובים עליי בבית הספר הם תרבות ומתמטיקה. מחוץ לשעות הלימודים אני אוהבת לקרוא, לעשות התעמלות קרקע, יצירה, ואורגני. אני גם אוהבת נסיעות עם ההורים. השתתפתי איתם כבר בכנסים מדעיים בשתי יבשות. זאת הסקירה הראשונה שלי ל-*Frontiers for Young Minds*, וממש נהנית. אני מתכוונת לכתוב עוד סקירות.



הכותבים

CHRISTELL VAN DER VYVER

במקור למדתי בוטניקה. אפילו עבדתי במשך שנים במשתלה! כשסיימתי את התואר ועברתי להתמחות, התחלתי להתעניין בשיטות חדישות שהתפתחו בקצב מהיר בתחום הביולוגיה של הצמחים. הן אפשרו לחקור לא רק את המראה או התפקוד של הצמח, אלא גם את המבנה הגנטי שלו. כביוטכנולוגית של צמחים, אני מיישמת שיטות וכלים מולקולריים חדישים כדי להבין, לשפר ולהשתמש בצמחים לרווחת בני אדם. אני עובדת בעיקר עם צמח קנה הסוכר, וחוקרת גנים הקשורים לעקה ולחילוף חומרים של פחמימות.

*cvdv@sun.ac.za



SHAUN PETERS

נושא תולדות הטבע ריתק אותי מילדותי, ודייויד אטנבורו היה עבורי מקור השראה כל חי. הלימודים שלי באוניברסיטה הובילו אותי להתעמק בשאלות של ביולוגיה ולפענח איך הדברים פועלים ברמה המולקולרית. אני מתעניין בעיקר בסוכרים ובאופן שבו צמחים מייצרים אותם ומשתמשים בהם, אבל במהלך הקריירה שלי גם חקרתי לא מעט צמחים מעניינים שיש להם עמידות ליובש (כמו הצמחים במאמר זה המסוגלים "לקום לתחייה"!) אני נהנה להעביר גם לאחרים את ההתלהבות שלי ממדע, וכל הסטודנטים שלי מכירים את הנטייה שלי להשתמש בדוגמאות מתחום תולדות הטבע כשאני מרצה.



Hebrew version
provided by

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ער.)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem

