

הובלה והגנה בצמחים

מגמת ביולוגיה

איתן שמשוביץ

נושאים במצגת

□ הובלה

- אנטומיה של רקמות הובלה בצמח
- מנגנוני הובלה לשני הכיוונים
- מאזן מים בצמח

□ הגנה

- מנגנונים מבניים
- מנגנונים כימיים
- משרנים

מערכת הובלה בצמד

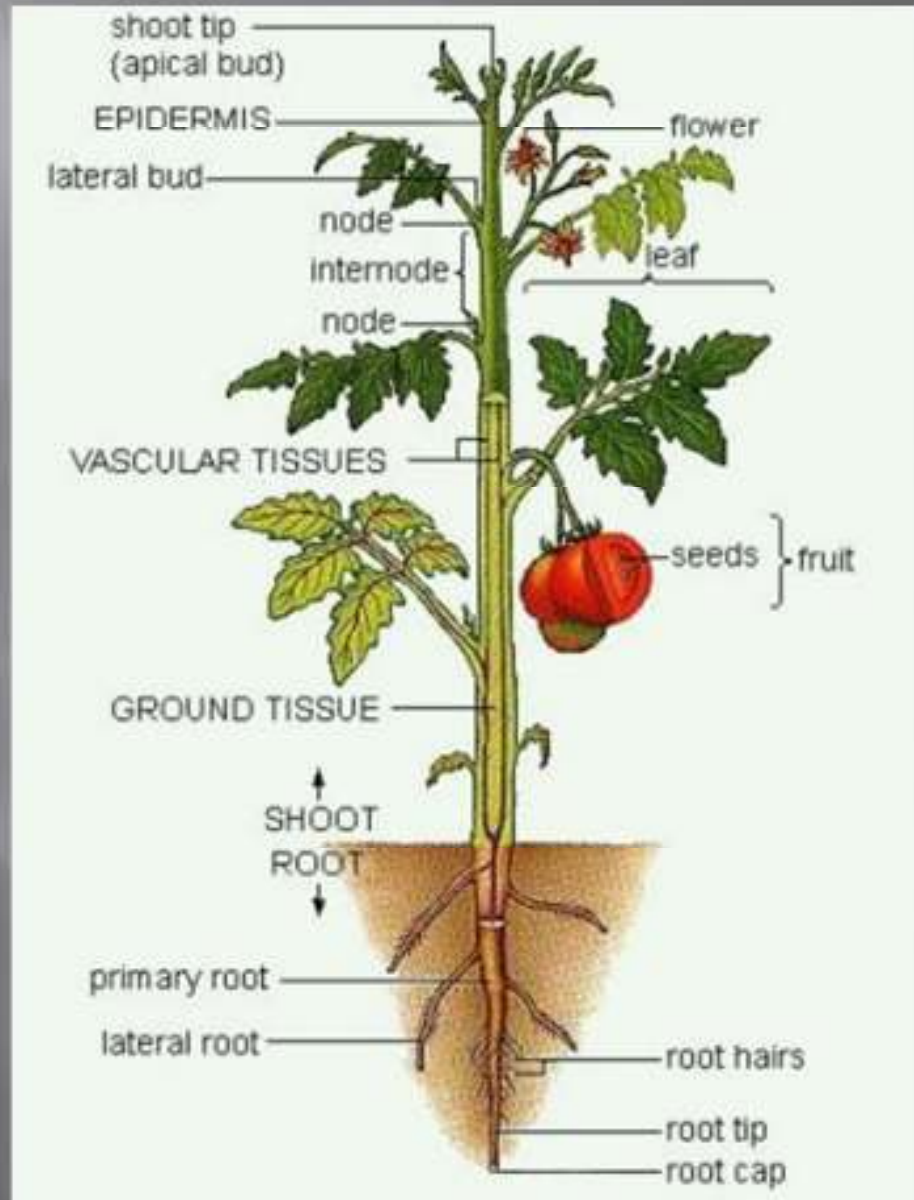
□ למה צריך מערכת הובלה בצמד?

- יחס שטח פנים לנפח קטן
- מעבר לחיים ביבשה

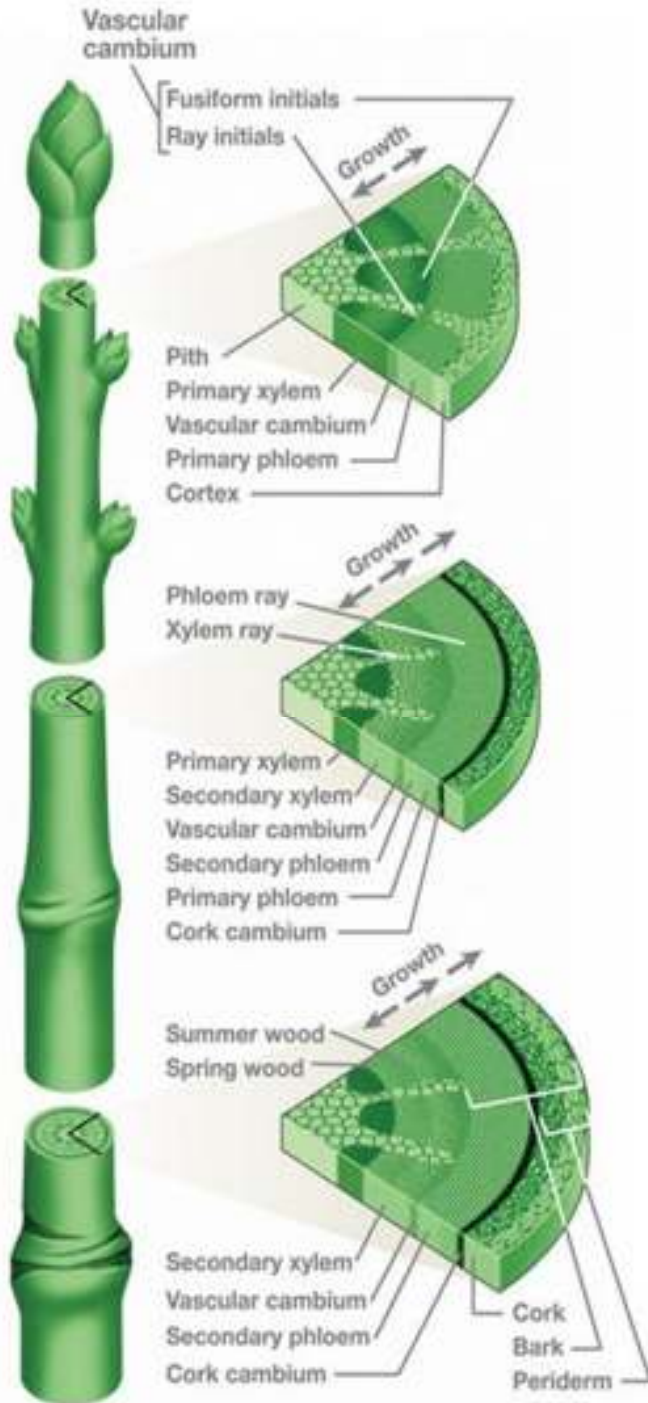
□ מה צריך להוביל?

- מים ומומסים מהקרקע
- תוצרי הטמעה (פוטוסינתזה) מהעלים

צמח - אנטומיה כללית



הגבעול



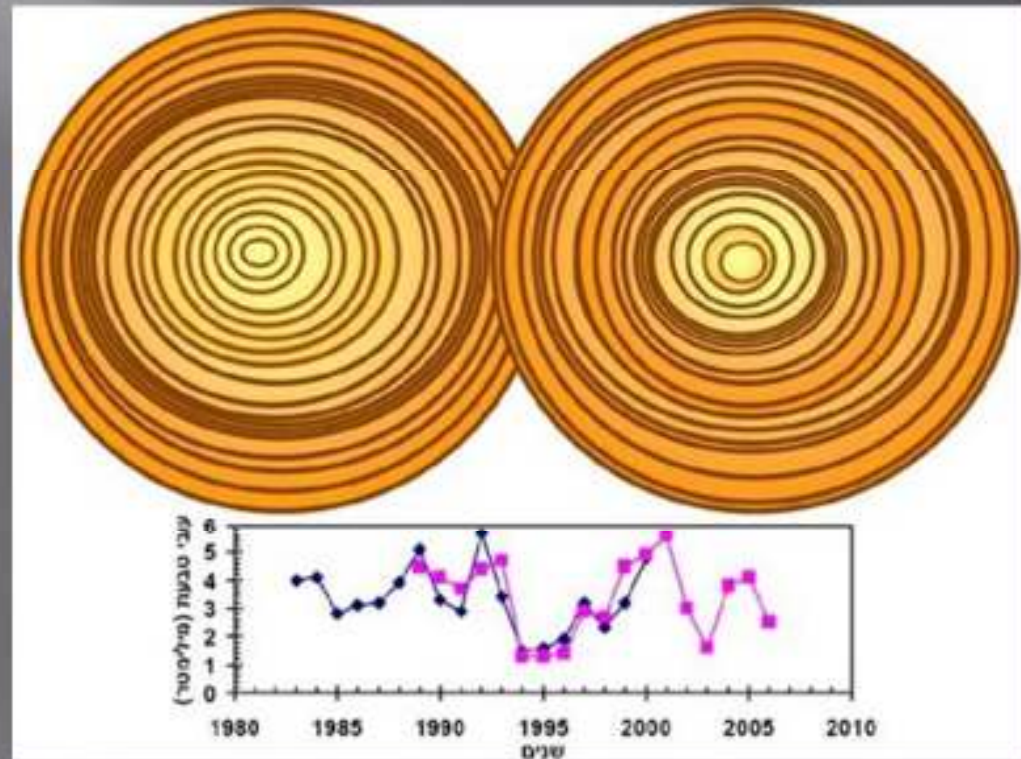
□ תפקידי הגבעול :

- הובלת החומרים בין חלקי הצמח השונים
- נשיאת העלים
- תמיכה לצמח

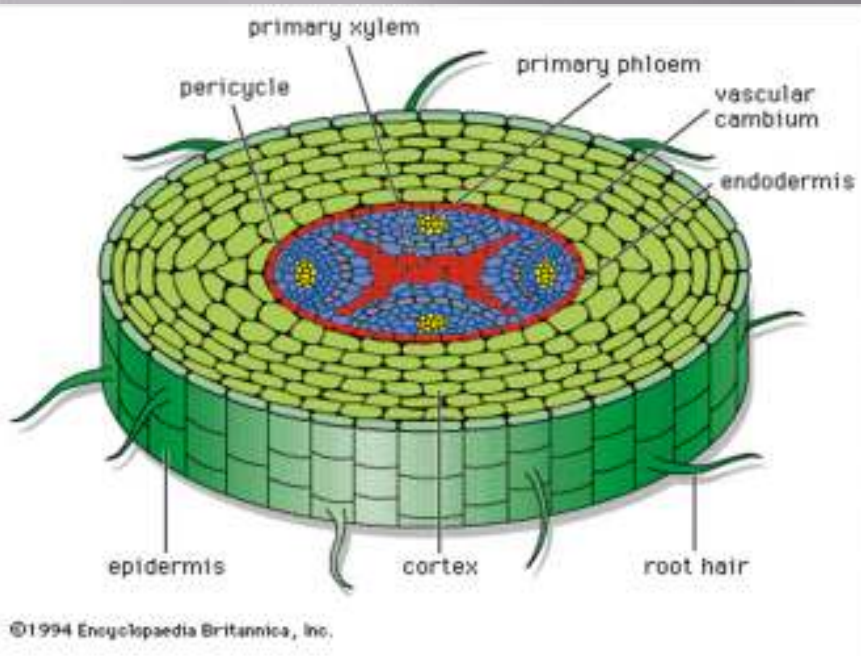
□ מבנה הגבעול :

- אפידרמיס
- ליבה - רקמות הובלה ואגירה
- רקמת שעם בגבעול מעוצה

טבעות שנתיות בגבעול מעוצה



קליטה מלמטה – השורש



□ תפקיד השורש :

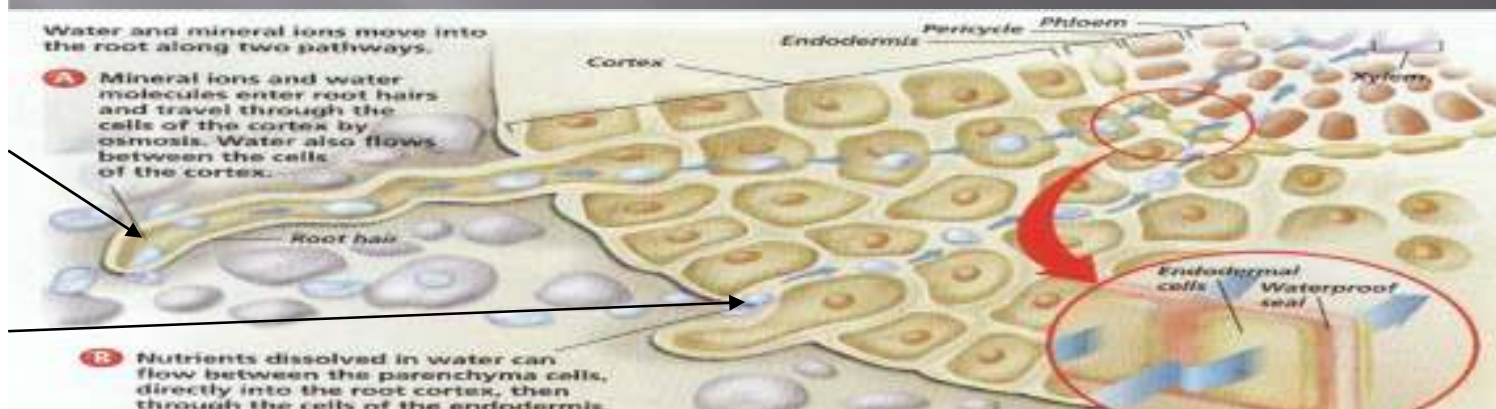
- קליטת מים ומומסים
- עיגון לקרקע
- אגירת חומרי מזון (שורש מעובה – גזר, סלק וכד')

□ מבנה השורש :

- אפידרמיס – שכבה חיצונית כמעט לא חדירה, מכסה את רוב שטח הפנים של השורש
- ליבה - שכבות הגנה, אגירה והובלה
- מהאפידרמיס יוצאות שעריות דקיקות רבות ביותר הנקראות "יונקיות" ותפקידן הוא הקליטה

קליטת המים בשורש

- הרוב המוחלט ביונקיות
- היונקיות חודרות בין גרגירי הקרקע שם נמצאים המים והמומסים
- לרוב מעבר פאסיבי מהקרקע לשורש:
 - מים - אוסמוזה
 - מומסים - דיפוזיה
- המים והמומסים עוברים לרקמת העצה



העברת התמיסה כלפי מעלה



□ כוחות ההובלה :

■ נימיות

□ קוהזיה ואדהזיה

■ לחץ שורש

□ צינור ההובלה

■ העצה

רקמת הובלה – עצה

□ תפקיד העצה :

- הובלת מים ומומסים מהשורש
- ייצוב הצמח

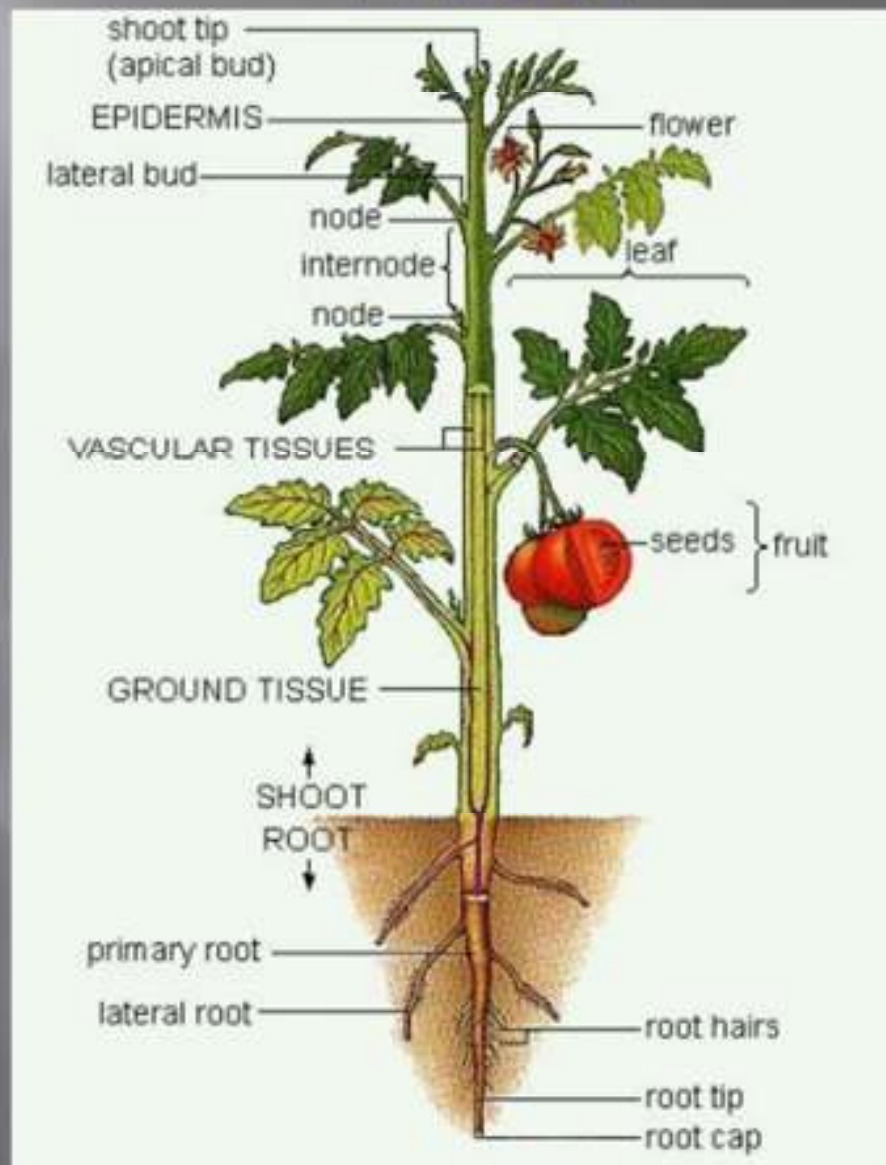
□ מבנה העצה :

- רוב תאי העצה הם תאים מתים וחלולים שהפכו לצינורות
- פתחים (גמצים) בין התאים השונים
- מסודרים כצנור צינורות הובלה
- חיצוני להם רקמת קמביום – תאי גזע – בעלי יכולת התמיינות

כוחות ההובלה

- ▣ מים נעים ממקום בו פוטנציאל המים גבוה למקום בו פוטנציאל המים נמוך (מפל)
- ▣ גורמים המשפיעים על פוטנציאל מים:
 - ריכוז התמיסה: תמיסה עם ריכוז מומסים גבוה היא בעלת פוטנציאל נמוך, עם ריכוז נמוך – פוטנציאל גבוה (אוסמוזה)
 - מצב צבירה: מצב צבירה נוזלי הוא בעל פוטנציאל גבוה ומצב גזי הוא בעל פוטנציאל נמוך

מהו הפוטנציאל בכל אחד מחלקי הצמח?



שלבים בהובלת התמיסה כלפי מעלה

- 1. שטח פני העלה – מעל פני השטח פוטנציאל נמוך (גז), בתוך העלה גבוה (נוזל) ומים יוצאים החוצה דרך הפיוניות =
- תהליך זה נקרא דיות והוא הכוח העיקרי המושך את התמיסה כלפי מעלה!
- 2. יציאת המים מהעלים (ואח"כ מהגבעול עד לשורש) מוריד את פוטנציאל המים בהם והמים עולים
- 3. מים עוברים מהקרקע לשורש עקב הפרש פוטנציאלים הנובע מעליית המים וריכוז התמיסה

כוחות ההובלה (המשך)

- בנוסף למשיכה מלמעלה קיים גם כוח דחיפה מלמטה = לחץ שורש
- מים הנכנסים מהקרקע לשורש מצטברים ברקמות העצה ויוצרים לחץ מים כלפי מעלה
- כאשר נכנס אוויר לצינורות העצה, יש קושי למים לעלות רק ע"פ הפוטנציאל, לחץ השורש דוחף אותם למעלה
- לחץ זה יכול להעלות את המים רק עד גובה 2-3 מטרים

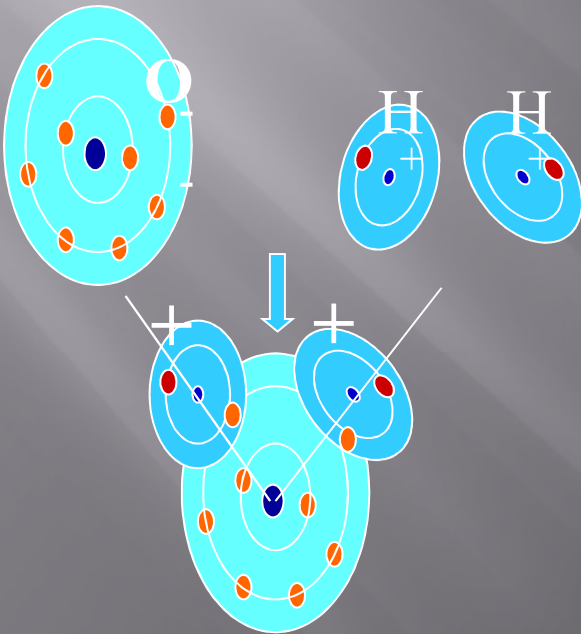


כוחות ההובלה (המשך)

□ כוח נוסף המעלה את התמיסה ובעיקר מאפשר לעמוד

המים לא ליפול הוא כוח הנימיות

□ מולקולת המים היא מולקולה קוטבית וזה המפתח להבנת הנימיות



□ קוטביות = צד אחד של המולקולה הוא

יחסית חיובי ואילו הצד השני שלילי

□ במים -

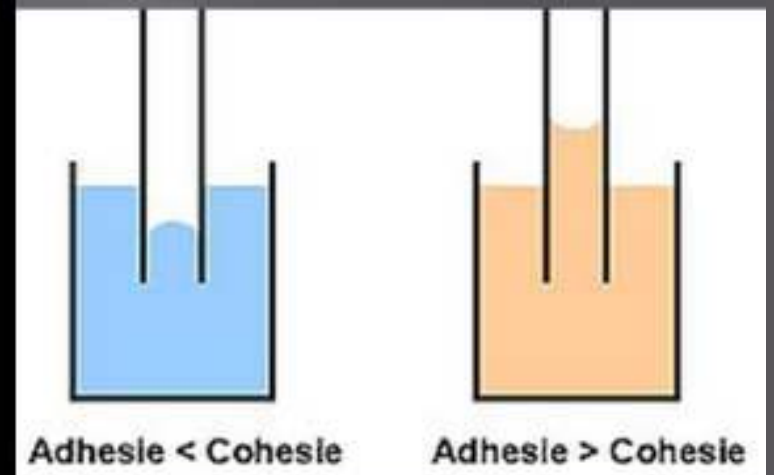
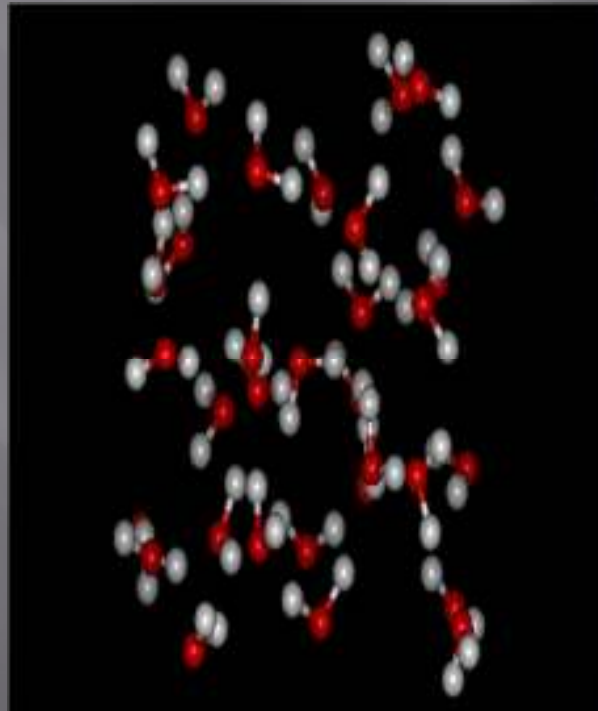
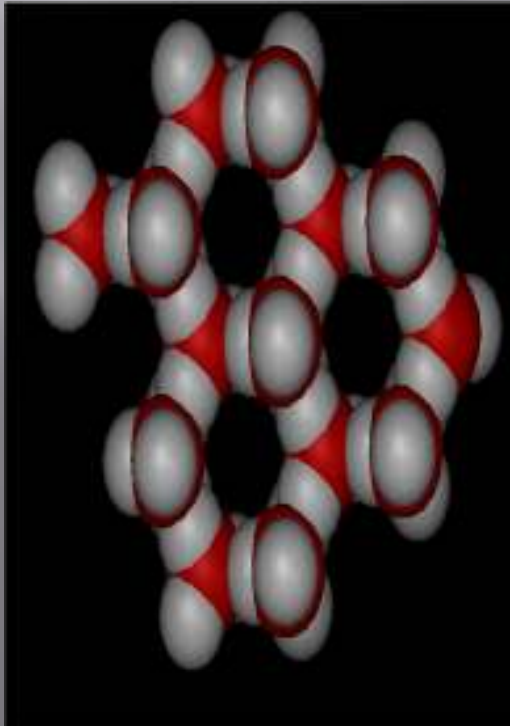
□ אטומי המימן הם הצד החיובי

□ ואטום החמצן הוא הצד השלילי



כוחות ההובלה (המשך)

- תכונה זו מאפשרת למולקולות המים להתקשר האחת לשנייה בכוחות משיכה חשמליים (= קוהזיה)
- תכונה זו מאפשרת למולקולות המים להתקשר לצינור בו הן זורמות (אדהזיה)



קליטה מלמעלה – העלה

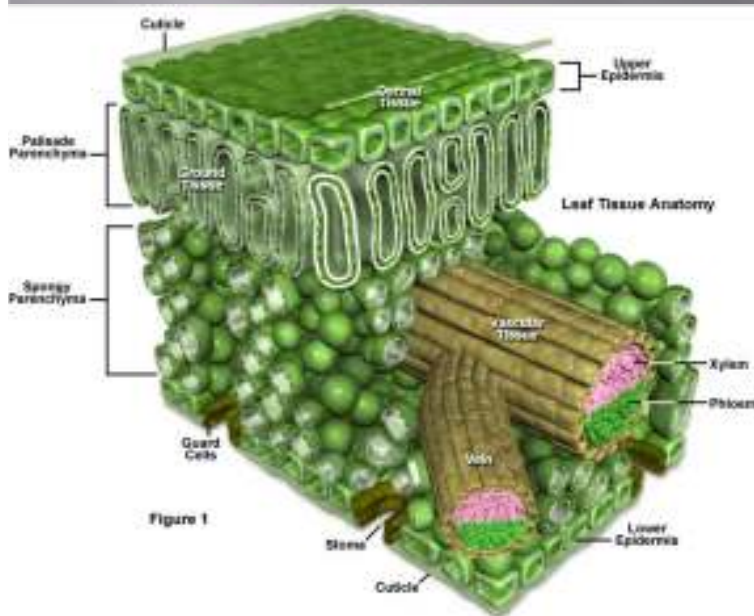
□ הגדרת עלה – החיבור לגבעול

□ תפקידי העלה :

- חילוף גזים עם הסביבה
- משיכת מים כלפי מעלה
- קליטת האור וביצוע פוטוסינתזה (הרבה עלים...)

□ מבנה העלה :

- קוטיקולה אטומה
- שכבת אפידרמיס
- שני הנייל עם פתחים – פיוניות
- ליבה - מערכות הובלה ואגירה



רקמת הובלה – שיפה

□ תפקיד השיפה:

- הובלת תוצרי פוטוסינתזה ממקור הייצור (= "מקור") אל המקום בו יש בהם צורך (= "מבלע")
- אגירה של תוצרים אלו

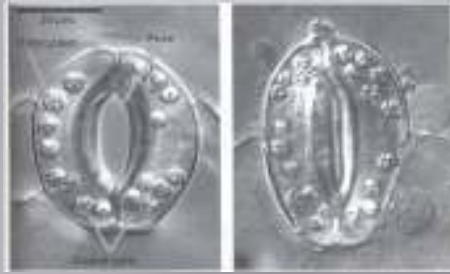
□ מבנה השיפה:

- תאים שלמים, שבבוגרים נעלמים הגרעין, גופיפי גולג'י וכדומה, ההובלה נעשית דרך תאים אלו
- בין התאים ישנם פתחים רבים
- מסודרים בצרור צינורת
- פנימי להם קמביום

□ ההובלה בשיפה:

- ההובלה בשיפה נעשית בדרך כלל במעבר אקטיבי

חילוף גזים בצמח ופיוניות



□ חילוף גזים בצמח :

- נשימה - קליטת חמצן ופליטת פד"ח
- פוטוסינתזה - קליטת פד"ח ופליטת חמצן

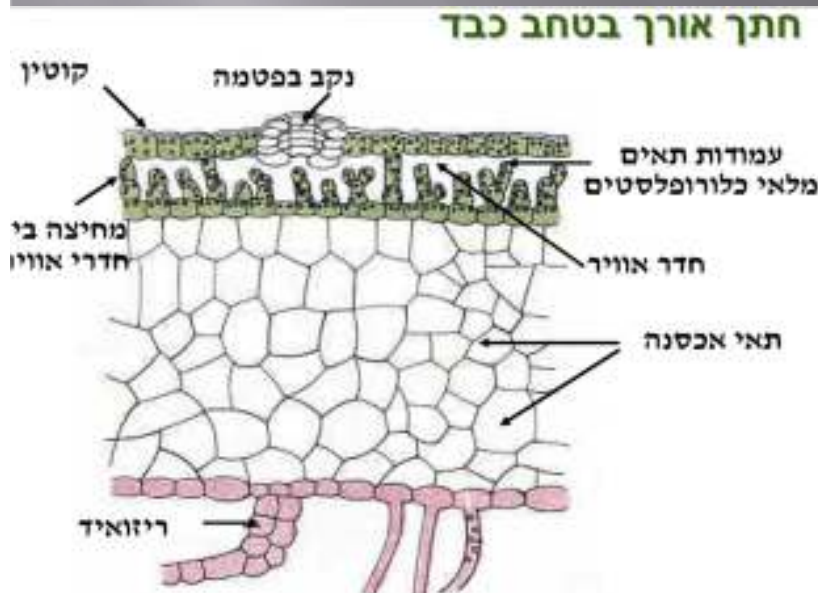
□ ומאחר ולצמח יש מעטה למניעת אידוי מים, יש צורך בפתחים המקשרים לסביבה החיצונית :

■ נקבים

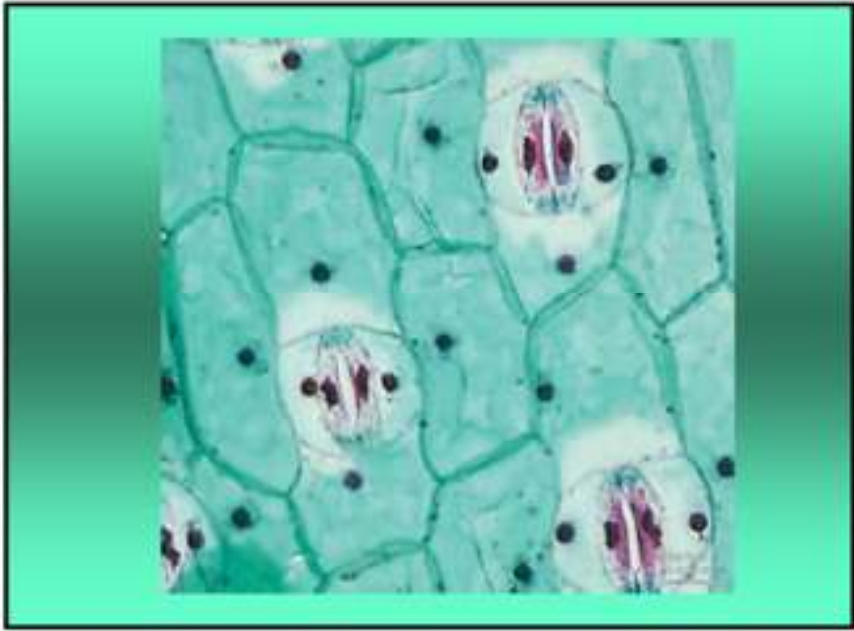
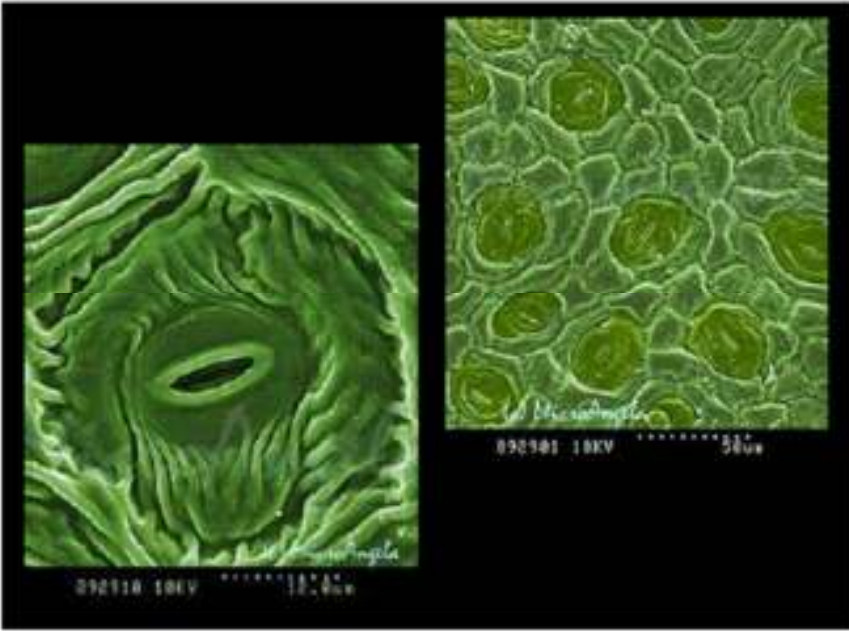
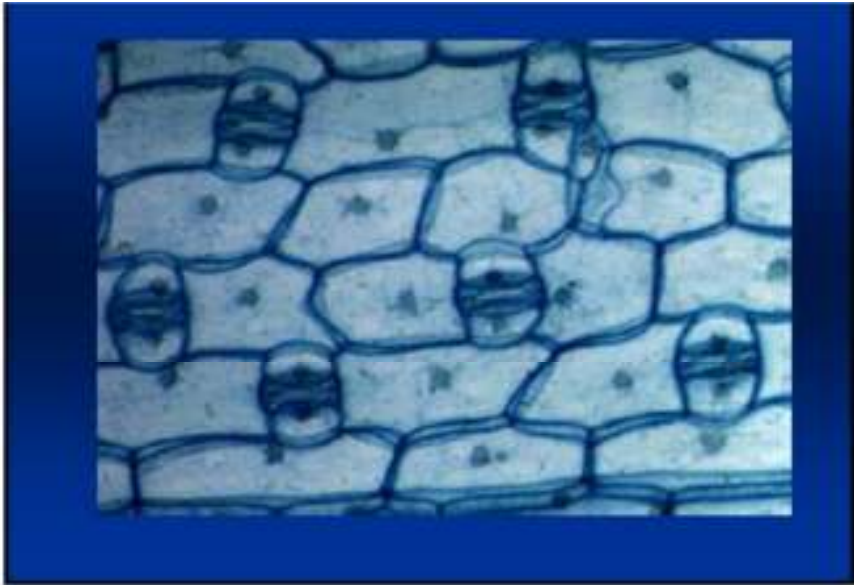
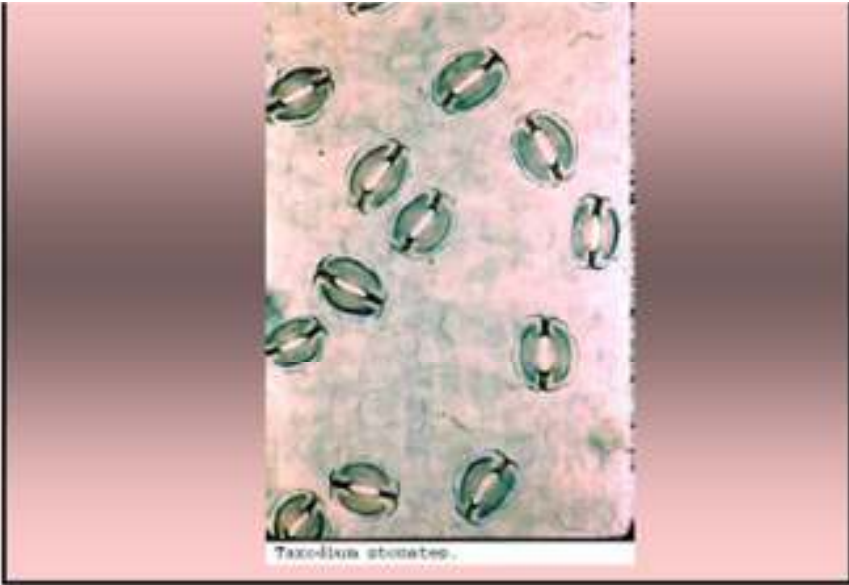
□ צמחים ירודים

■ פיוניות

□ יכולת סגירה ופתיחה



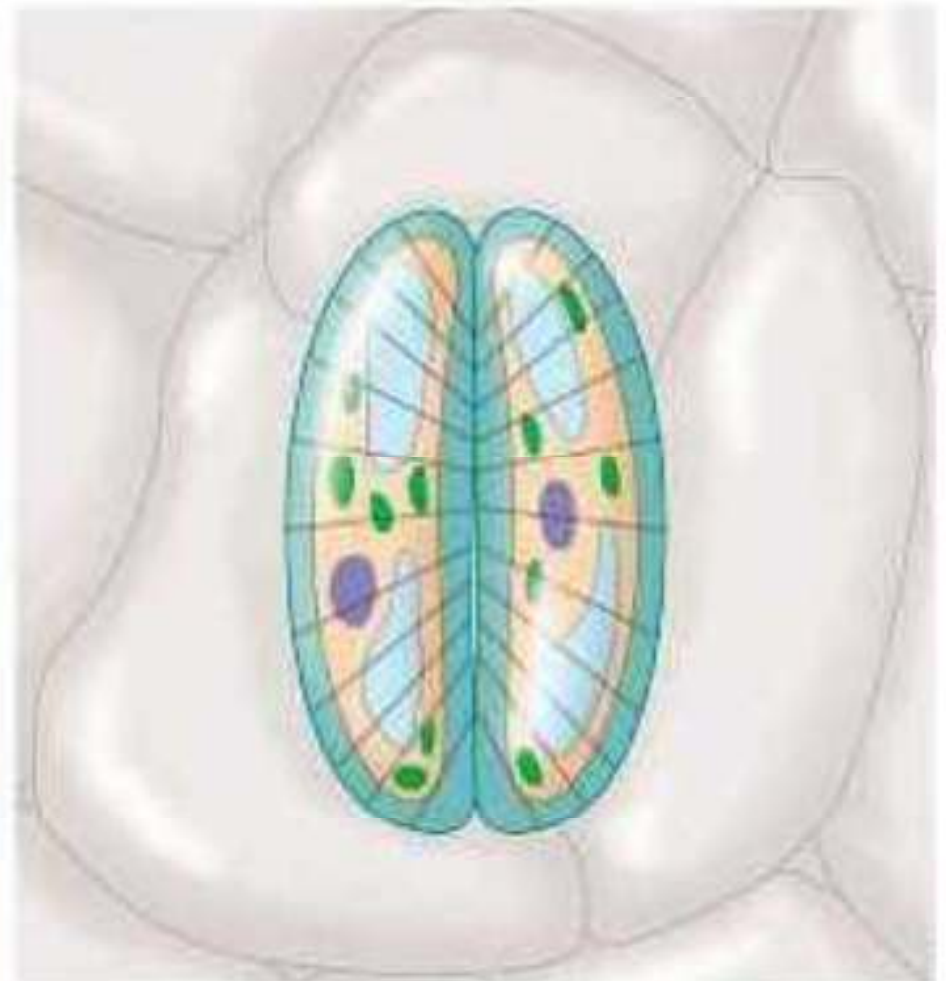
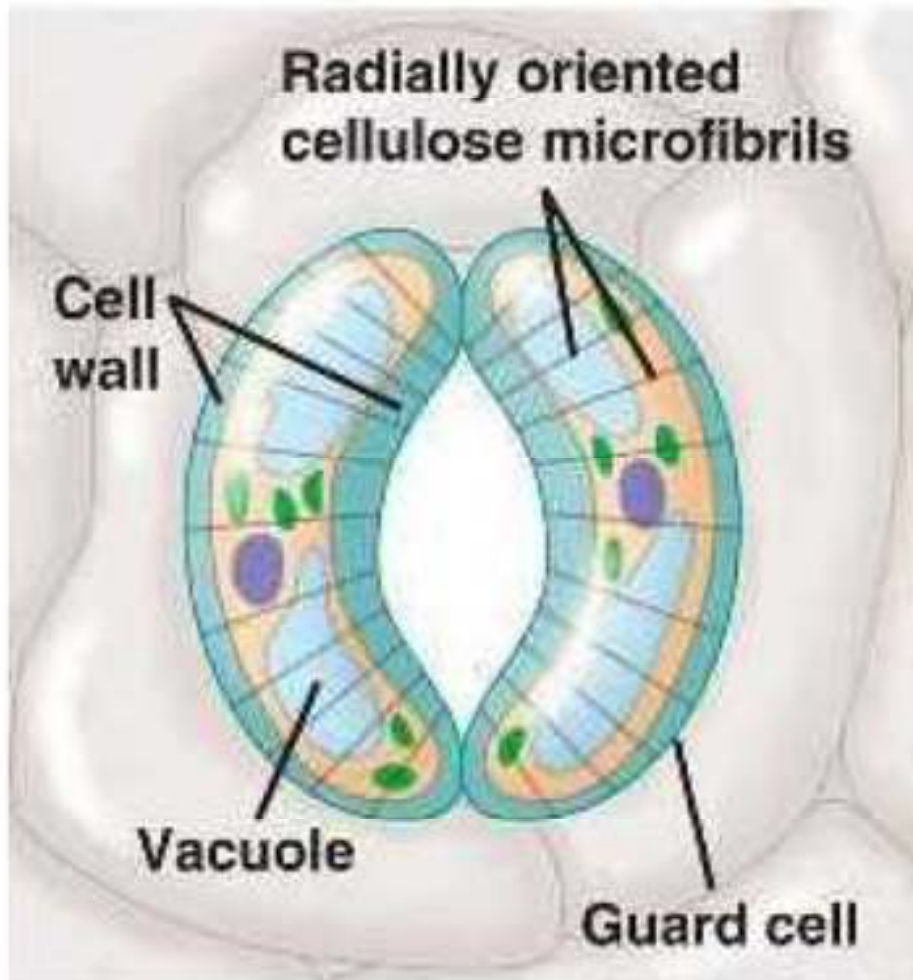
מה יתרון הפיוניות על פני הנקבים?



מנגנון הפתיחה והסגירה של הפיוניות

Cells turgid/Stoma open

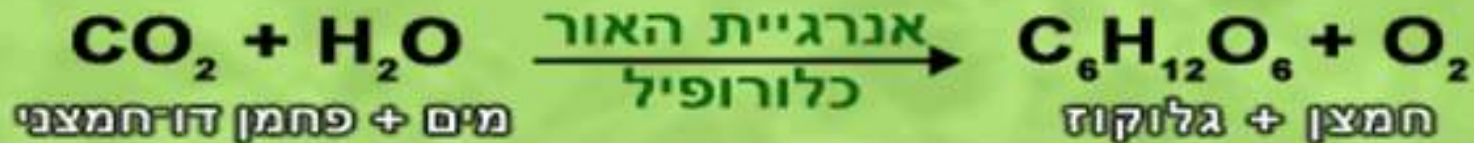
Cells flaccid/Stoma closed



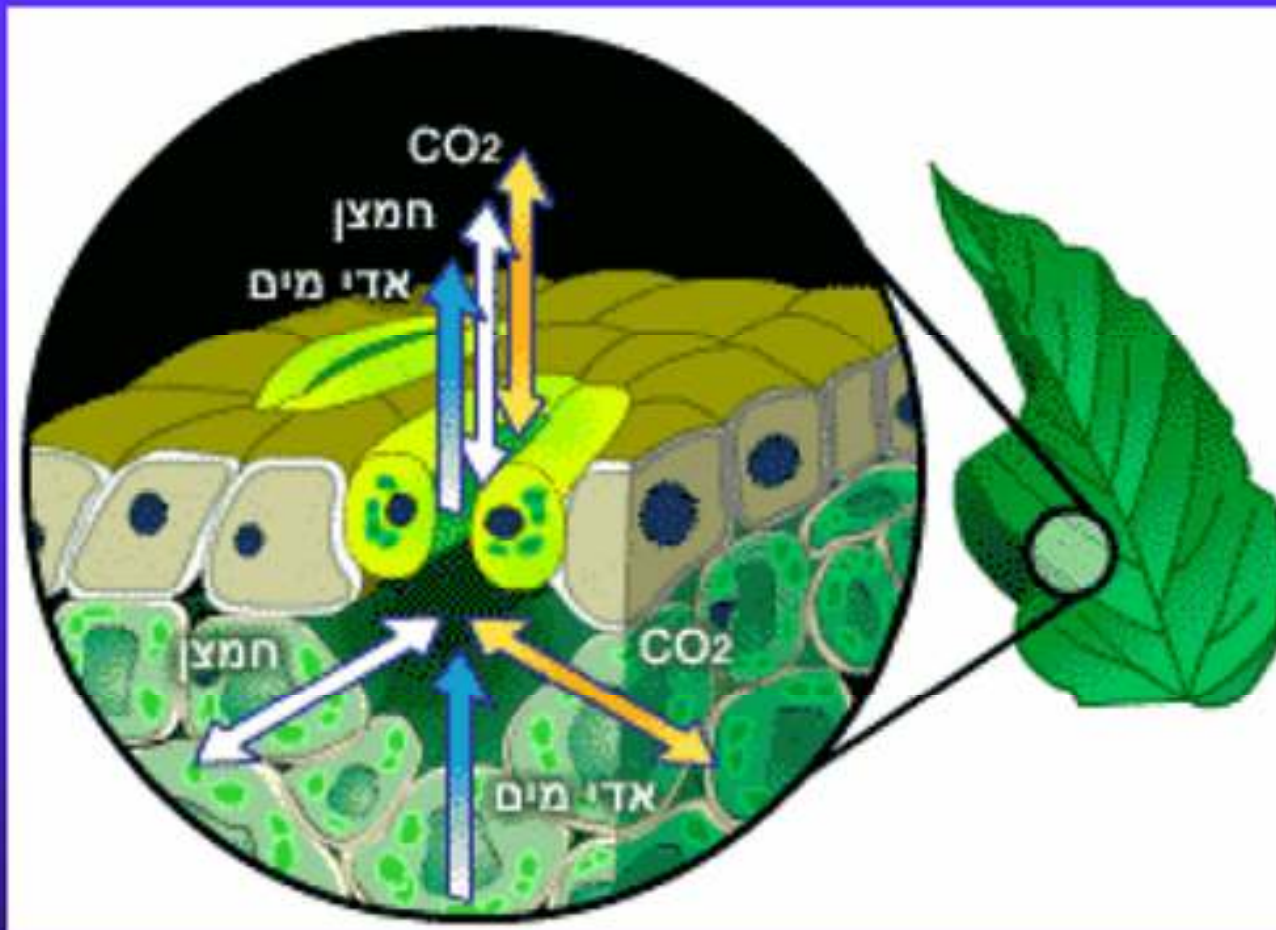
(a) Changes in guard cell shape and stomatal opening and closing (surface view)

מאזן המים בצמח - דיות

- להבדיל מחמצן, פד"ח אינו חודר את ממברנת הצמח בצורתו הגזית
- לכן יש להמיס אותו במים

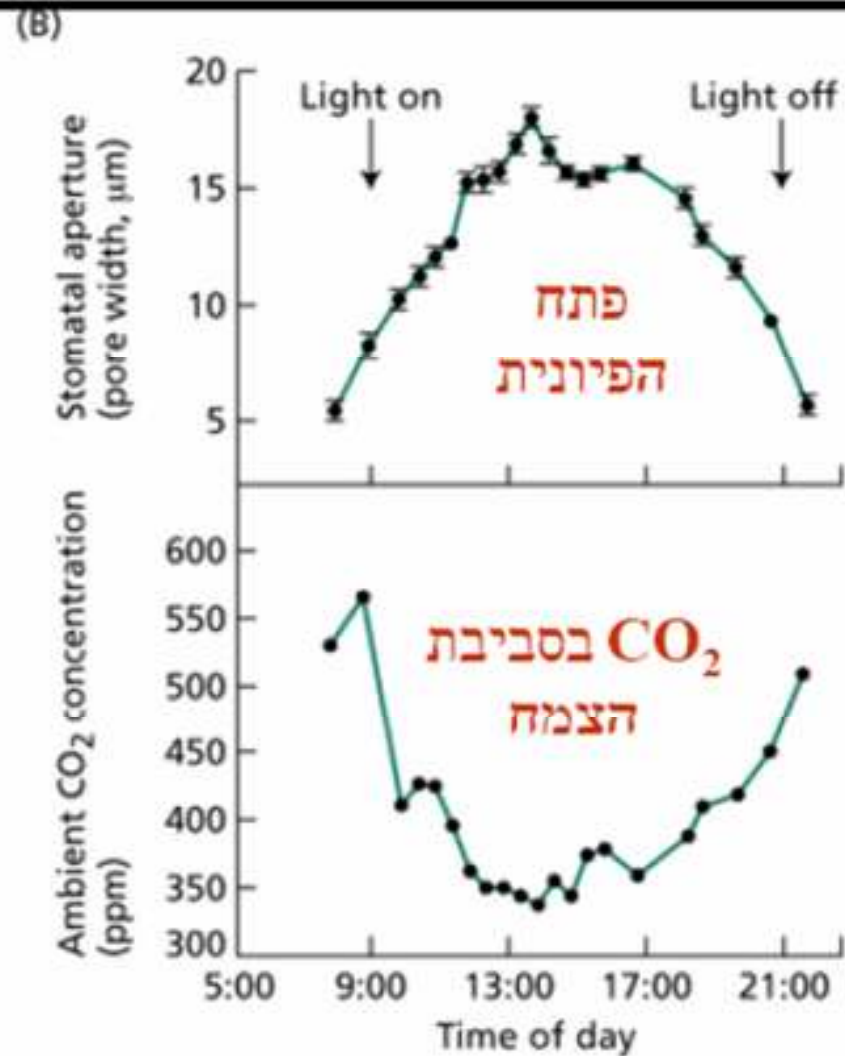
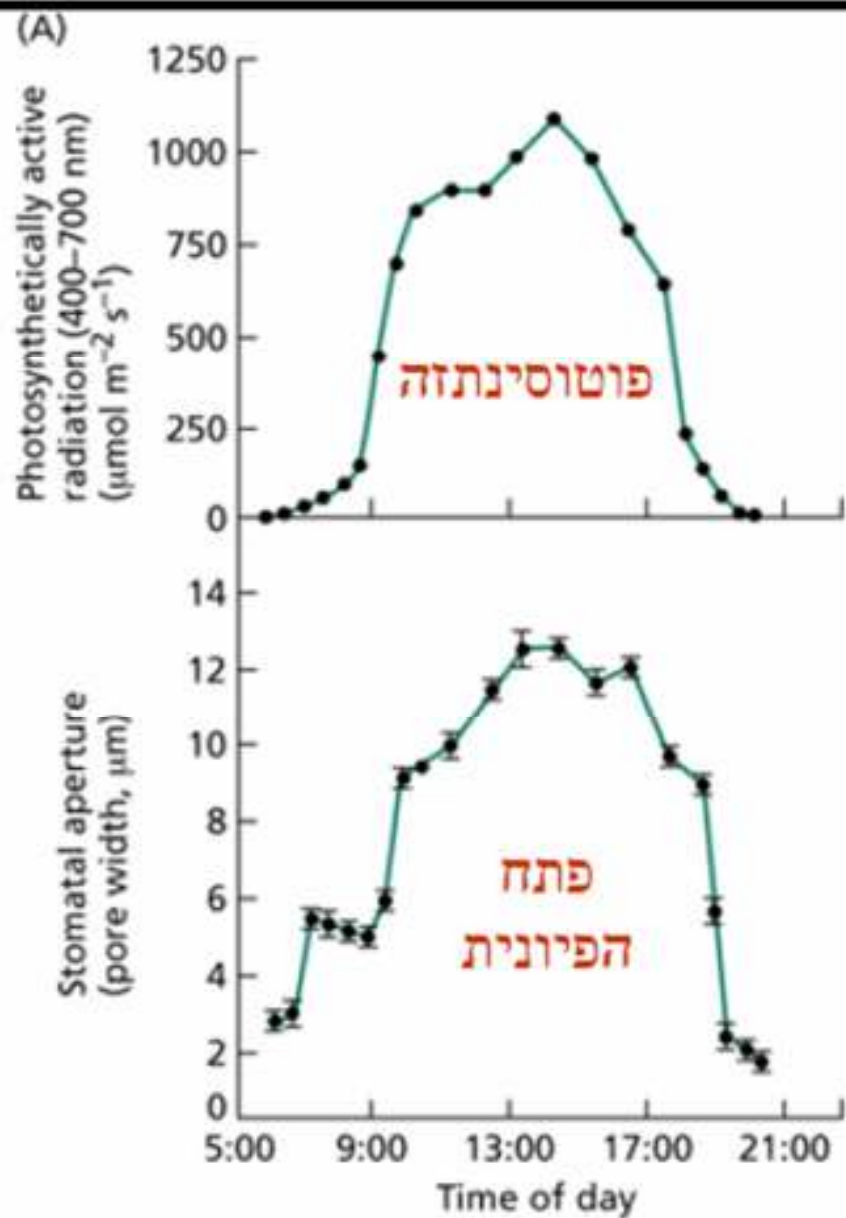


- מים גם עוברים באוסמוזה לאטמוספירה
- תהליך זה נקרא "דיות" ובו הצמח מאבד כ-95% מהמים אשר קלט מהשורש!
- זהו רע הכרחי



בחלל הפיונית יש אוויר לח מאוד (אוויר שהלחות היחסית בו היא 100% מכיל מים בכמות שאינה עולה על 2% ממשקלו).

כאשר הפיונית פתוחה, אדי מים יוצאים אל האוויר היבש שבחוץ (האוויר בישראל מכיל בצוהרי יום קיץ בממוצע רק כ- 1.4% אדי מים).



עלייה בפוטוסינתזה מלווה בפתיחת פיוניות ובקליטת פחמן דו חמצני

מאזן המים בצמח

- קליטת מים על ידי השורשים מהקרקע
- איבוד מים על ידי אידוי בעיקר מהפיוניות ו/או עודף מלח
- מצב בו יש מים :
 - חלולית מלאה
 - דחיקת הציטופלזמה והקרום לכיוון הדופן (לחץ טורגור) והצמח זקוף (דפלזמוליזה)
- מצב יובש :
 - מים יוצאים מהחלולית
 - הקרום נפרד מהדופן – פלזמוליזה
 - מתחיל תהליך כמישה

FULL



VACUOLE



EMPTY



VACUOLE



מנגנוני הגנה בצמחים

נושאים במצגת

- ממה להתגונן?
- מנגנוני הגנה מבניים
- מנגנוני הגנה כימיים
- מנגנוני הגנה מושרים

ממה להתגונן?

- טריפה :
 - הרביבוריה – אכילת צמחים
 - יצורים גדולים
 - זחלים
- מיקרואורגניזמים פתוגנים :
 - חיידקים
 - פטריות
- מה הבעיה להתגונן?
 - לצמחים אין יכולת תנועה – תקיפה / בריחה
- תמיד להתגונן?
 - לעיתים אכילת הצמח או אחד מחלקיו הוא אינטרס של הצמח (האבקה, פיזור זרעים...)

מנגנוני הגנה מבניים

□ דופן תא –

- הגנה ברמה התאית, עשוי רב סוכר הקרוי תאית

□ אפידרמיס –

- הגנה ברמת האיבר שכבה אטימה

□ קוטיקולה –

- הגנה ברמת האיבר מעל האפידרמיס
- עשויה מרקמה שומנית, שעווה ומתאית
- מקשה על חדירות הפתוגן
- דוחה מים המעודד התפתחות פטריות וטפילים

מנגנוני הגנה מבניים (המשד)

□ שכבת שעם

- תאים מתים עם חומר (סוברין) האוטם את הרקמה למעבר מים וגזים – מניעת חדירה, התפשטות פתוגן, ומעבר מזון לרקמה החולה

□ שערות

- מקשות על חדירה והטלת ביצי הפתוגן

□ קוצים

- הגנה בעיקר מפני יצורים גדולים, יש כאלו שפתחו התאמות לאכילת צמחים קוצניים

מנגנוני הגנה כימיים

□ שמנים אתריים

- חומרים נדיפים המקנים ריח לעלוות הצמח:
- דחיית אוכלי הצמחים
- משיכת אויבים טבעיים של המזיקים

□ טנינים

- פגיעה במערכת העיכול של המזיק על ידי שיבוש חלבונים (אנזימים) או יצירת חלבונים קשים לעיכול (מיני אלון ואלה)

□ שרף

- אטימת קליפת העץ לחדירת מזיקים, גם רעלנים הפוגעים במזיקים

מנגנוני הגנה מושרים

- להבדיל מהמנגנונים הנייל הקיימים תמיד, ישנם כאלו המופעלים רק כאשר הצמח מותקף
- חומרים שונים מאותתים לצמח כי הוא מותקף או פצוע ועליו להפעיל מנגנוני הגנה
- חומרים אלו מקורם או ביצור התוקף או בחומרים המשתחררים מהצמח עקב פגיעתו
- חומרים אלו נקראים משרנים (אליציטורים)
- דוגמה לתהליך המתרחש בעקבות תקיפה :
- יצירת שכבת ניתוק בין הרקמה הפגועה לבריאה ונשירת הרקמה הפגועה, כך נמנע המשך ההדבקה של הצמח