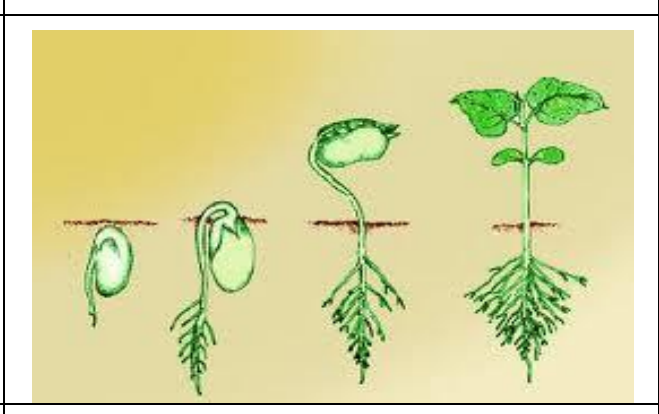
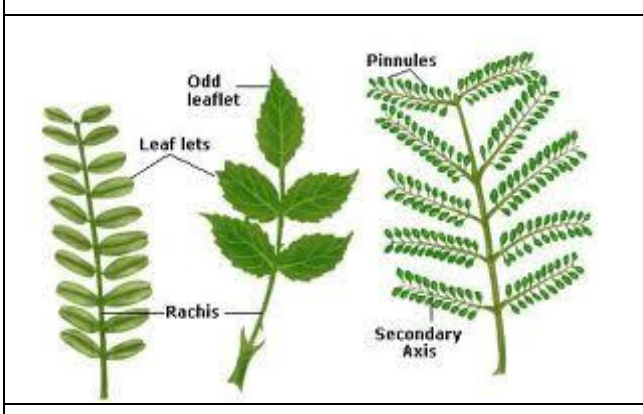


# התא ואברוניו

## חלקי הצמח

## בתמונות



## תוכן העניינים

עמוד	תכנים
3 - 7	<b>מבנה תא הצמח :</b> דופן התא - קרום התא - גרעין התא - ציטופלסמה - רשתית תוך פלזמית- ריזובום - מיטוכונדריה - ליזוזום - חלולית - גופי גולג'י - כלורופלסט .
<b>חלקי הצמח העיקריים</b>	
8 - 10	<b>השורש</b> - אזורי השורש - שורש יונק - שורש שיפודי - ציצת שורשים - קנה שורש .
11 - 12	<b>סוגים עיקריים של שורשים</b> - שורש אגירה - אשרוש - ציצת שורשים מעובים - שורש אדוונטיבי - שורש אחיזה - שורש אוויר - שורש סומך - שורש תומך - שורש נשימה .
13 - 14	<b>המבנה הפנימי של השורש</b> - אָפִיֶדְרָמִיס - יונקות - קליפה - אנדו דרמיס - פְּרִנְכִימָה שָׁל הַקְּלִיפָה - אָקְסוֹדְרָמִיס - גליל מרכזי - כיפת השורש - תפקידי כיפת השורש .
15 - 19	<b>גזע העץ</b> - שכבות הגזע - קליפת הגזע - האפידרמיס - פרידרם - שיפה - תאי ליווי - קמביום - עצה ראשונית - עצה שניונית - ליבה - הובלת מים ומומסים - טבעות שנתיות.
20 - 21	<b>הגבעול</b> - תפקידי הגבעול - מבנה חיצוני של גבעול - פרק - מפרק - קודקוד צמיחה - ניצן קודקודי ( אמירי ) - ניצן חיקי.
22 - 23	<b>סוגי גבעולים</b> - גבעול מעוצה - גבעול עשבוני - גבעול מטפס - גבעול נכרך - גבעול משתרע - גבעול בשרני - גבעול רותמי .
24 - 25	<b>צורות שונות של גבעול</b> - קנה שורש - בצל - פקעת - קנוקנת - קוץ - פילוקלד.
26 - 30	<b>העלה</b> - מבנה העלה - עורקי העלה - המבנה האנטומי של העלה .
31 - 33	<b>טיפוסי עלים</b> - עלה פשוט - עלה מורכב - עלה מנוצה - עלה מאוצבע - עלה מחטני - עלה בשרני - עלה קשקשי - חתך רוחב בעלה .
34 - 39	<b>פוטוסינתזה</b> - אור השמש - פחמן דו-חמצני, CO <sub>2</sub> - כלורופלסט - כלורופיל - התאמת מבנה הצמח לביצוע הפוטוסינתזה - התאמת מבנה העלה לביצוע הפוטוסינתזה - פיוניות - דיות ההבדל בין תהליך הפוטוסינתזה בצמח לבין תהליך הנשימה בצמח - המשותף בין שני התהליכים - התאדות לעומת דיות.
40	אורגניזמים אוטוטרופיים - אורגניזמים הטרו טרופיים.
41	מחזור הפחמן בטבע
<b>רבייה מינית בצמחים :</b>	
42 - 47	<b>הפרח</b> - חלקי הפרח - ניצן - עוקץ הפרח - עטיף - מצעית - עלי - מבנה העלי - שחלה - סיווג שחלות לפי מיקומן בפרח - ביצית - אבקן - זיר - מאבק .
48 - 49	<b>הזויג</b> - פרח דו - זוויגי - פרח חד מיני.
50 - 52	<b>סוגי פרחים</b> - קרקפת - פרחונים צינוריים - פרחים לשוניים - פרחים פרפרניים - פרחים שפתניים - מצליבים - מְכַבֵּד - אשכול - אישכול - שיבולת - סוכך - סוכך מורכב.
53 - 54	<b>חד - פסיגי - ודו - פסיגי</b> - מבנה פרח חד- פסיגי - מבנה פרח דו - פסיגי - מבנה זרע חד - פסיגי - מבנה זרע דו - פסיגי - נביטת חד - פסיגי - נביטה על אדמתית דו - פסיגי.
55	<b>האבקה בצמחים</b> - האבקה עצמית - האבקה זרה (הדדית)
56 - 59	<b>וקטורים שונים של האבקה ביוטית</b> - דבורת הזבש - שבילי צוף - פרפרים - רפרפים - צרעות - עטלפים - זבובים וזבובונים - חיפושיות - פרחיות - ציפורים . האבקת מזום דבורת בומבוס - "דבורה מלאכותית" .

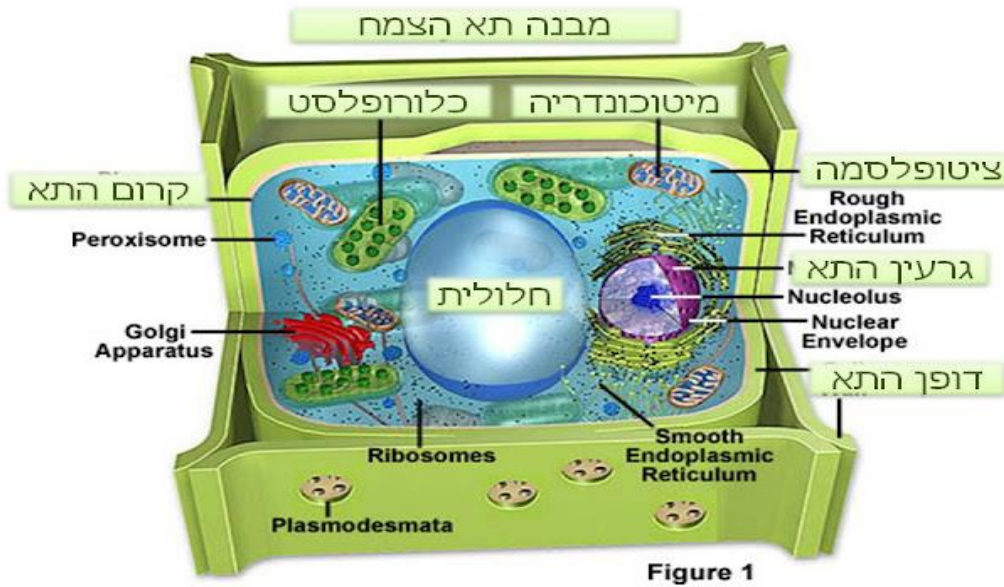
## תוכן העניינים

עמוד	תכנים
60 - 62	* היחסים בין הפרח המציע תגמול מזוני והחרק המאביק אותו - פרסומת וגמול . * רמייה בהאבקה ביוטית
63 - 68	<b>האבקה ע"י רוח</b> - תכונות המאפיינות פרחים מואבקי הרוח - האבקת רוח בעץ אלון - האבקת רוח בעץ אגוז - האבקת רוח באורנים - האבקה בתמרים - מבנה עץ התמר.
69 - 70	האבקה מלאכותית ע"י אדם - האבקה על ידי מים
71 - 73	<b>אמצעים למניעת האבקה עצמית</b> - דיכוגמיה בצמחי הפרחים - פרוטאנדריה - פרוטוגיניה - הפרדה במיקום בתוך הפרח - הפרדה בזמן -הטרוסטיליה - אי-סבילות עצמית.
74 - 76	<b>ההפריה</b> - שלבים בהפריה .
77 - 78	<b>הטמפרטורה כגירוי סביבתי</b> - קיוט - תרמופריודיזם - פוטופריודיזם
78 - 79	<b>השפעת האור על הפריחה</b> - כוון הפריחה למועד הרצוי - פיטוחרום
80 - 83	<b>הזרע</b> - מבנה הזרע - חלקי הזרע - עובר - רקמה אוגרת מזון - שורשון - ניצרון - תת פסיג - גבעול העובר - על-פסיג (אפיקוטיל) - פסיג או פסיגים - אנדוספרם - קליפה - תפר ופומה
83	תוספות לקליפה המשמשות כלי להפצתם של הזרעים
84 - 85	מבנה זרע חד - פסיגי ( דגניים ) - מבנה זרע רב- פסיגי - אורן
86 - 87	<b>תרדמה בזרעים</b> - מעכבי נביטה - אללופתיה - מצה התפתחות העובר - אי חדירות הקליפה
88	דרכים להרחקת מעכבי הנביטה מהזרע - פציעת הקליפה - השריית זרעים - אכמת זרעים
89 - 91	<b>חיטוי</b> - חיטוי , ניקוי , עיטוי, וציפוי זרעים - חיטוי הקרקע
92 - 93	<b>סוגי זרעים לפי שיטות הנבטתם</b> - זרעים פשוטי נביטה -זרעים קשים (קליפות זרע קשות) - זרעים שעוברים רדום. זרעים שומניים - זרעים דביקים - זרעים זעירים
94	כלים ואמצעים להנבטת זרעים - מצע הנבטה
95 - 96	<b>זריעה ושיטות זריעה</b> - זריעה בתפזורת - זריעה בפזור - זריעה ישירה בשטח - זריעה בשורות - זריעה במנבטה - זריעה במגשי חיש שתיל - זריעה ממוכנת - זריעה בהתזה.
97 - 99	<b>נְבִיטָה</b> -שלבי הנביטה - נביטה על-אדמתית (אפיגאית) - נביטה תת-אדמתית (היפוגאית)
100 - 108	הגורמים הא- ביוטיים (חיצוניים), והגורמים הביוטיים (פנימיים) המשפיעים על תהליך הנביטה
109	הכלאה - זרעי מְּלֹאָא
110 - 115	<b>הורמונים צמחיים</b> : הורמונים - מווסתי צמיחה - אוקסין - ג'יברלין - אנטי ג'יברלינים - ציטוקינין - תיא-אוריאה - אתילן חומצה אבציסית -. השפעת ההורמונים הצמחיים על תהליכים בצמח, - טרופיזם - גראביטרופיזם.
116 - 122	<b>הפרי</b> - אגוז - אגוזית - בית גלעין - בלוט - גרגיר - דו זרעון - הלקט - מפוחית - תרמיל - קציץ - מפרדת - מפרקת - כנפית - זרעון - ענבה - פרי מקובץ - - פרי מדומה - פגה - מחרוזת - קוקוס .
123	<b>הפצת זרעים ופרות</b> - יחידת תפוצה - אסטרטגיות הפצה .
124 - 128	<b>מנגנונים המבטיחים הפצה למרחק מצמח האם</b> - הפצה על ידי מים (הידרוכוריה) - הפצה על ידי רוח - הפצה עצמית - אי הפצה למרחק - אטלכוריה - הפצה באמצעות בעלי חיים - אפיזואוכריה - אנדוזואוכריה - סינזואוכריה - קסרוכסטיה - היגרוכסטיה - הפצה באמצעות מי גשמים .
129 - 130	<b>מתזור גידולים</b> - מתזור זרעים

## מבנה תא הצמח

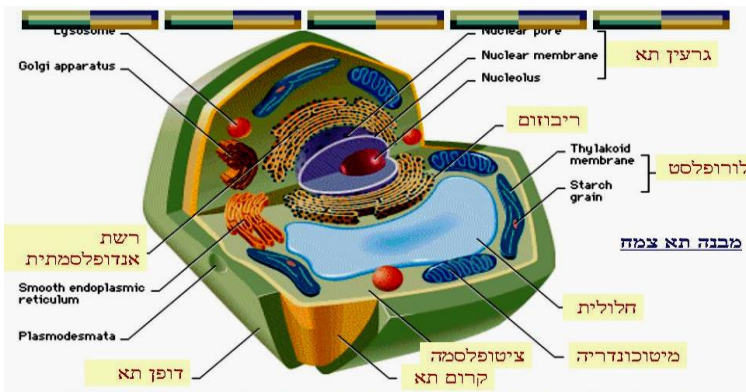
### מבנה תא הצמח :

- \* התא הוא יחידה ביולוגית שבה מתקיימות כל פעולות החיים.
- \* התא הוא זעיר ביותר ולא ניתן לראותו ללא ציוד מתאים.
- \* התאים בנויים מחומרים אורגניים.
- \* ישנם סוגים שונים של תאים, התאים השונים נבדלים זה מזה בצורה ובמבנה בהתאם לתפקודם.
- \* ביצורים חד-תאיים התא מסוגל לתפקד כיחידה עצמאית.
- \* תאים יכולים גם לפתח התמחות בתהליך ההתמיינות של התאים.
- \* התמחות של תאים, מאפשרת את קיומם של יצורים רב-תאיים מורכבים.



### דופן התא

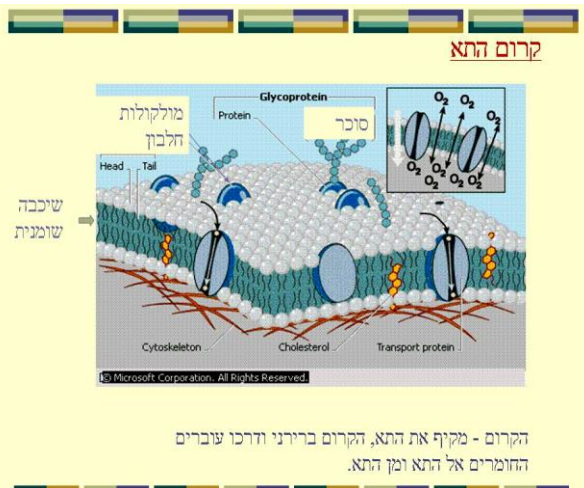
דופן התא נמצא רק בצמחים. הוא נוצר על-פני שטח הפנים החיצוני של קרום התא ולכן הוא מצוי מחוץ לתא. הוא קשיח מאוד ומשמש מעטה חיצוני של תאי צמחים, חיידיקים, אצות ופטרייות המקנה יציבות לתאים. תפקיד הדופן הוא להגן על התא מפגיעות מכניות חיצוניות, ולהקנות לו יציבות ועמידות בלחצים מכניים. הדופן גם שומר על יציבות התא כשהוא מאבד מים, ואינו מאפשר לו להתכווץ ולקרוס. הדופן מקנה יציבות לא רק לתא הבודד אלא גם לצמח השלם. בדפנות התאים יש פתחים, דרכם מחוברת הציטופלסמה של תא אחד עם משנהו. "גשר" כזה יוצר רצף ציטופלסמטי בין תאים סמוכים. הדופן אינו מבקר כניסה של חומרים אל התא ויציאתם ממנו, אלא קרום התא עושה זאת.



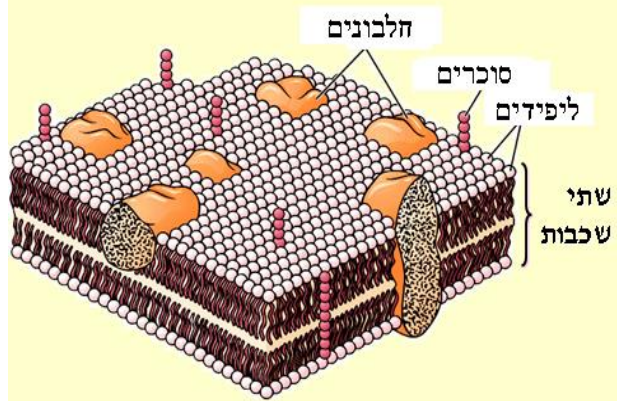
## מבנה תא הצמח - המשך

### קרומ התא

**קרומ התא** - המעטפת עוטפת את התא, מפרידה בין חוץ התא לפנים התא ושומר על תוכן התא. קרומ התא שומר על תוכן התא. תכונותיו: קרומ התא גמיש, שקוף, דק וחדיר למחצה, כלומר ישנם חומרים העוברים דרכו אל תוך התא וממנו החוצה וישנם חומרים שאינם עוברים כלל, הוא נקרא גם קרומ בררני.

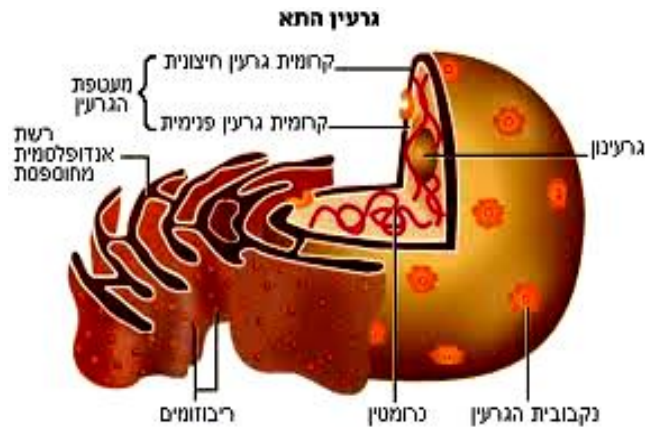


### קרומ (ממברנה) התא - מבנה ותפקוד



### גרעין התא

**גרעין התא** - מכיל את החומר התורשתי בתא (דנ"א - DNA), מוקף קרום גרעין, משמש מרכז פיקוח ובקרה על תהליכים.



### ציטופלסמה

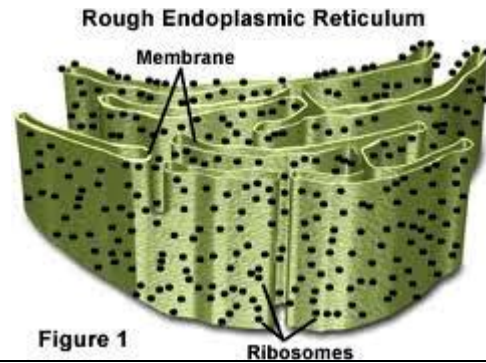
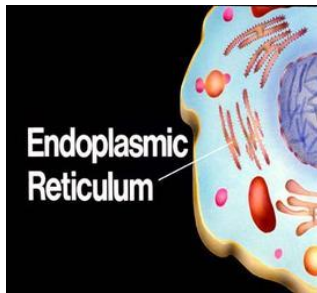
**ציטופלסמה** - הנוזל התוך תאי, המוקף בקרום התא. תמיסה השונה בהרכבה מהנוזל החוץ תאי. התמיסה מכילה מומסים כגון: סוכרים, יונים, חלבונים ועוד.



## מבנה תא הצמח / המשך

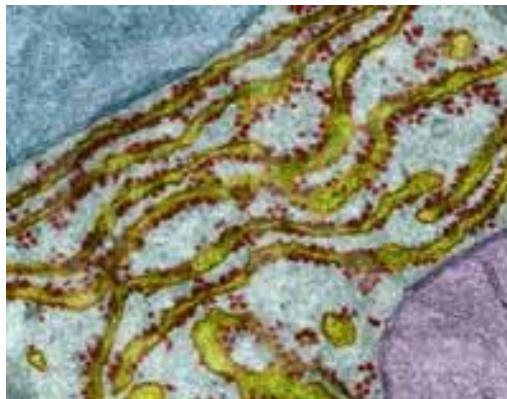
### רשתית תוך פלזמית

**רשתית תוך-פלזמית** : מערכת קרומים בתוך הציטופלסמה של התא. זהו אזור הייצור של חלבונים ושומנים. רשתית תוך-פלזמית מורכבת משכבות מקבילות של ממברנות הדומות במבנן לממברנת התא. היא משמשת בעיקר כמאגר לחומרי תשמורת ויונים וכערוץ להובלת מקרו-מולקולות (מולקולות ענק) דרך הציטופלזמה. על גביה נמצאים חלק מהריבוזומים, המשתתפים בסינתזת חלבונים.



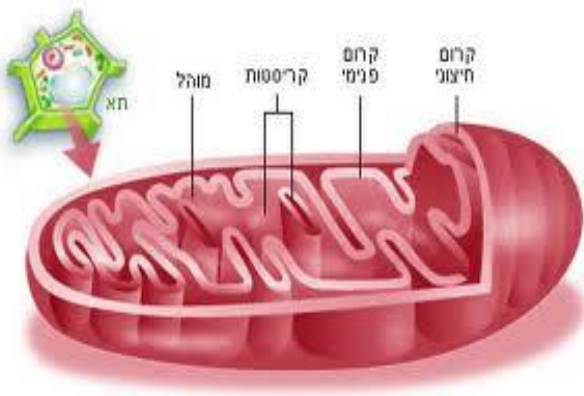
### ריבוזומים

**ריבוזומים** - גופיף תוך תאי הנמצא בציטופלסמה, ומשמש מקום ליצור החלבונים בתא.



### מיטוכונדריה

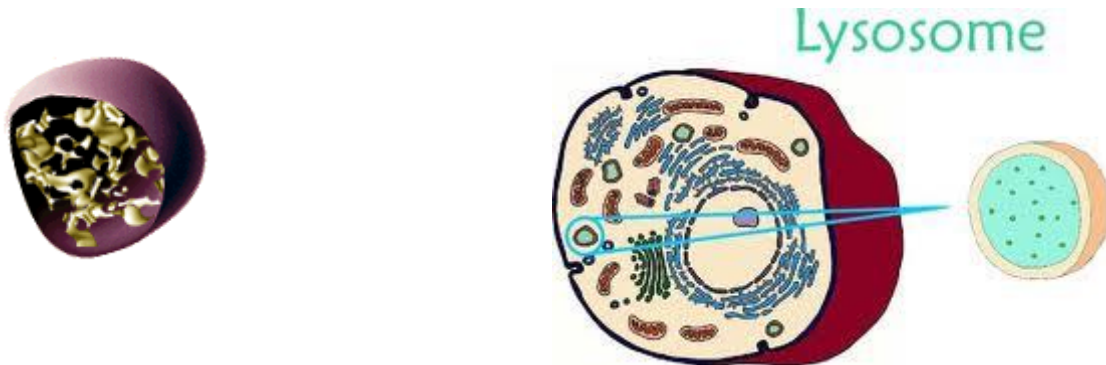
**מיטוכונדריה** - מוקפת קרום כפול, הקרום החיצוני דומה בהרכבו לקרום התא. במיטוכונדריה מתבצע תהליך הנשימה ומופקת אנרגיה זמינה, האצורה במולקולת ATP. מולקולת ה-ATP מאפשרת קיום תהליכים השונים הדורשים השקעת אנרגיה בתא.



## מבנה תא הצמח / המשך

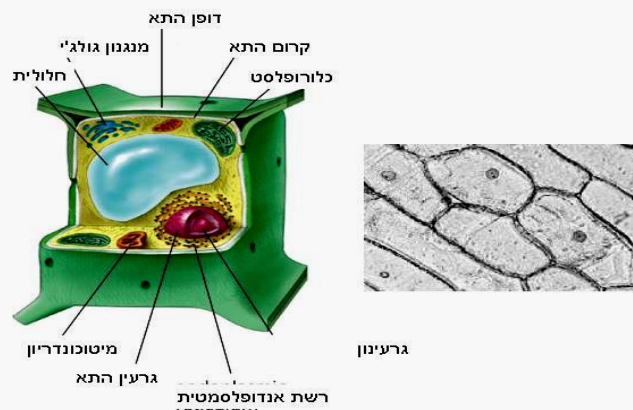
### ליזוזום

**הליזוזומים** - הם שלפוחיות קטנות המכילות אנזימים המעכלים את התא. הם נחשבים כיחידת הטיהור של התא יחד עם הגופיף גולג'י.  
מבנה: מראה הליזוזומים כשל שלפוחיות קטנות, אך הם שונות משלפוחיות הגופיף הגולג'י.  
יש בדרך כלל ליזוזום אחד בכל תא.  
תפקיד הליזוזום הוא לחסל גופים זרים בתוך התא וכן מבנים של תאים שאין עוד צורך בהם.



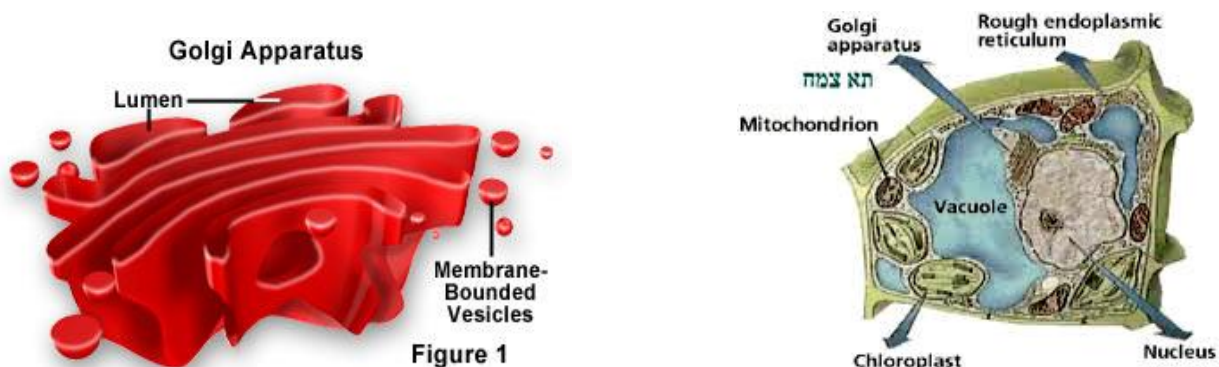
### חלולית

**חלולית** - בתאים צמחיים החלולית ממלאה את רב נפח התא, ואילו הציטופלסמה נדחקת אל הדופןות. החלולית מופרדת מהציטופלסמה ע"י קרום. - החלולית מלאה במים וחומרים מומסים.



### גופי גולג'י

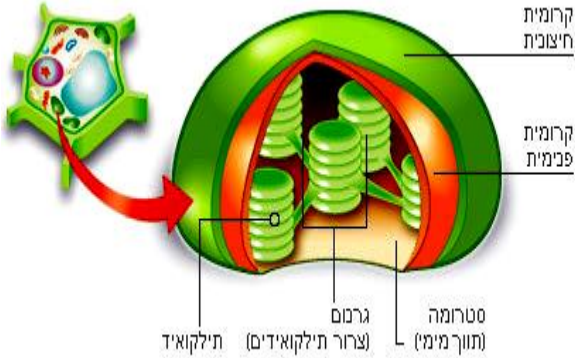
**גופי גולג'י (Golgi body)** - אברון בעל תפקידים רבים, המשמש בעיקר כיחידת הטיהור והניקיון של התא יחד עם הליזוזומים.



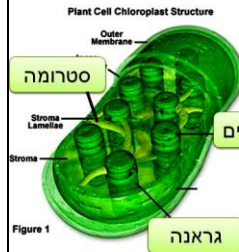
מבנה תא הצמח / המשך

כלורופלסט

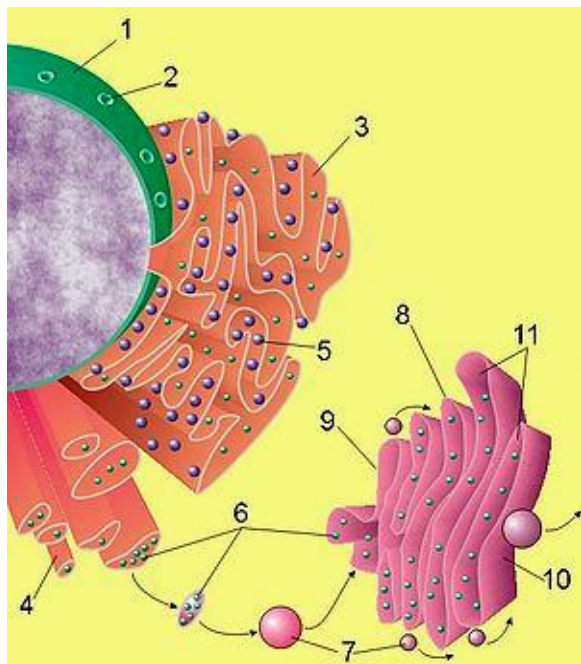
**כלורופלסט** - אברון בתא צמחי המכיל כלורופיל, הכלורופיל הוא פיגמנט הקולט את אנרגיית האור לצורכי הפוטוסינתזה והוא מקנה לעלה את הצבע הירוק. בתוך הכלורופלסט מתבצע תהליך הפוטוסינתזה.



מבנה הכלורופלסט



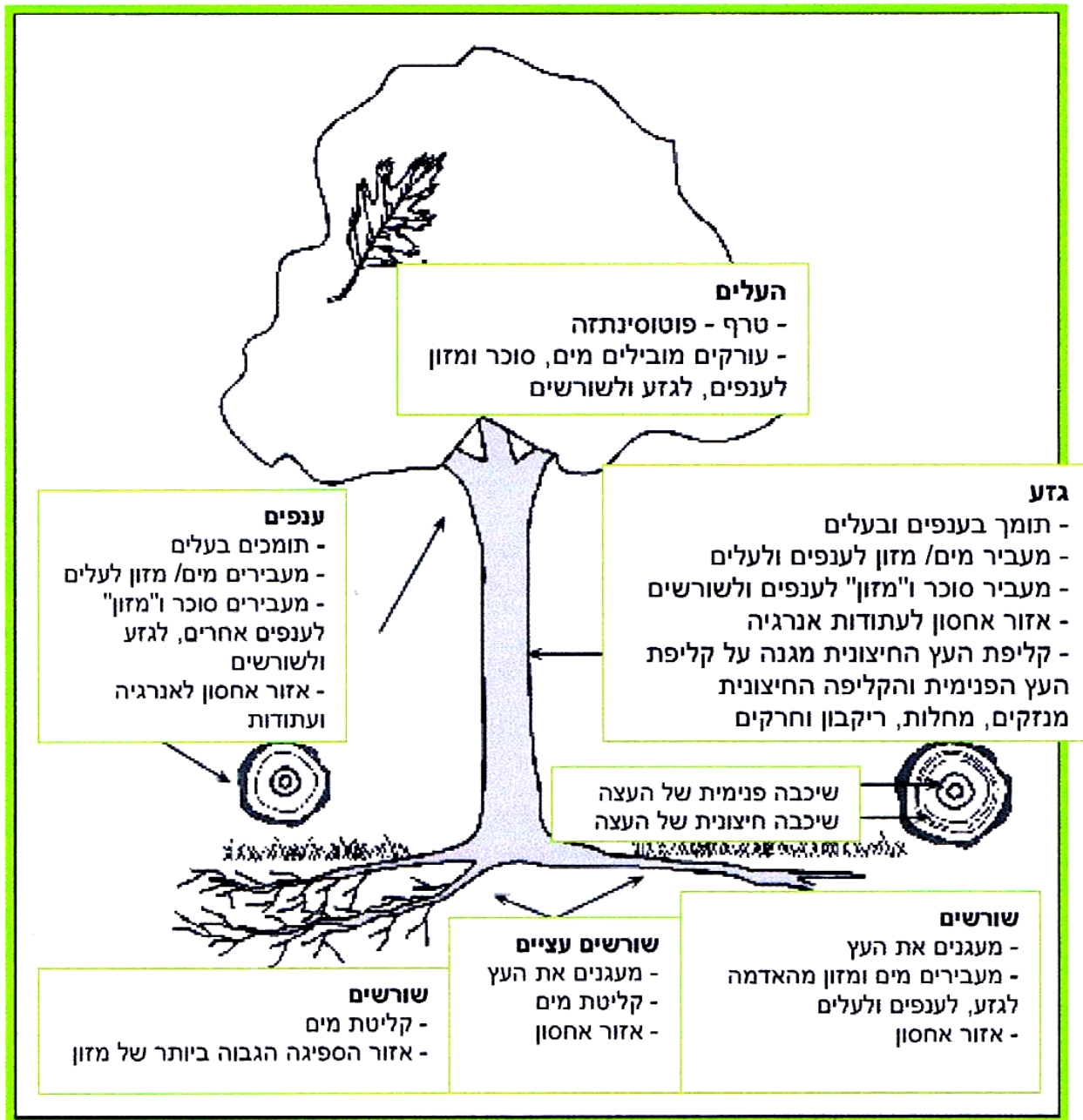
- בתאים שבעלה יש כלורופלסטים, אברונים תוך תאיים
- מבנה הכלורופלסט
  - שני קרומים חיצוני ופנימי
  - קרומים פנימיים המסודרים כשקיקים שטוחים הקרויים **תילקואידים**. ערימה של תילקואידים נקראת **גראנה**.
  - הנוזל שממלא את הכלורופלסט קוראים **סטרומה**
- שני שלבי הפוטוסינתזה מתרחשים באתרים נפרדים בכלורופלסט
  - השלב הראשון של הפוטוסינתזה מתרחש בקרומי התילקואידים - השלב התלוי באור שבו מומרת אנרגיית אור לאנרגיה כימית
  - השלב השני של הפוטוסינתזה מתרחש בסטרומה - בו מתרחשת בניית הסוכר. זהו שלב שאינו תלוי באור



גרעין התא, הרשתית התוך - פלזמית, וערכת גולג'י:

1. קרום גרעין התא.
2. נקבובית בקרום הגרעין
3. רשתית תוך-פלזמית מחוספסת
4. רשתית תוך-פלזמית חלקה
5. ריבוזום ברשתית המחוספסת
6. מולקולת ענק.
7. שלפוחית הובלה.
8. מערכת גולג'י
9. צד ציס של מערכת גולג'י.
10. צד טראנס של מערכת גולג'י
11. קפלי מערכת גולג'י

## חלקי העץ



## חלקי הצמח העיקריים

### השורש

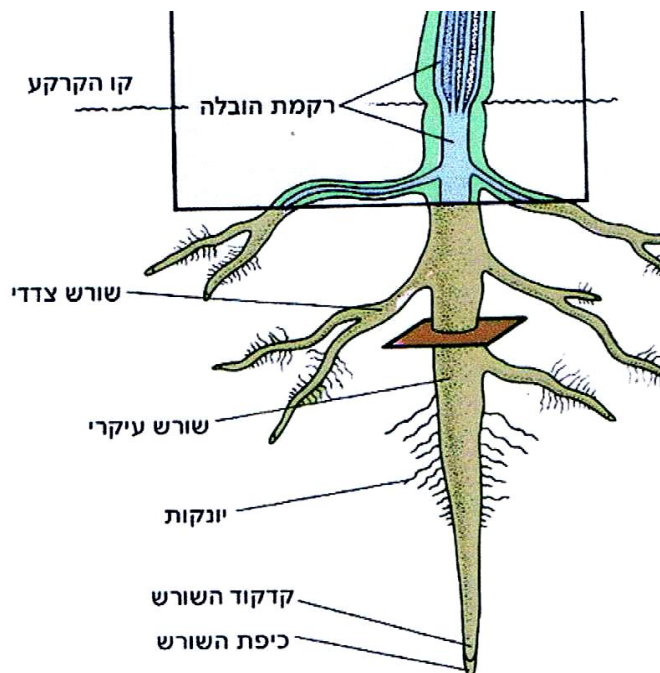
**שורש** - הוא איבר הקיים אצל צמחי זרע וחלק מהשרכים. השורש מתפתח לרוב מתחת לפני הקרקע ומשמש לעגינת הצמח בקרקע, וכן לספיגת מים וחומרים אי אורגניים. תפקידו של השורש בצמח לא מסתיים באספקת מזון מן הסביבה. בנוסף, השורש יכול לשמש לאגירת מזון, לאורור, לרבייה אל זוויגית, ובצמחים אפיפיטיים גם לתמיכה או לאחיזה.

השורש בנוי משורש או שורשים מרכזיים ומשורשים צדדיים המתפצלים מהם. בקצות השורשים יש בליטות באורך 0.1-1.5 מ"מ הנקראות יונקות. עיקר הספיגה של המים והמינרלים מתרחש דרך היונקות. מספרן העצום של היונקות מגדיל את שטח הפנים של השורש ומייעל את תהליך ספיגת המים והמינרלים. השורש נבדל מהגבעול ומשאר חלקי הצמח על ידי תכונות מבניות הייחודיות לו.



### אזורי השורש :

**אזורי השורש :** כיפת השורש – יונקות – שורש עיקרי – שורשים צדדיים – צוואר השורש.



## מערכת השורשים

מערכת השורשים הינה מכלול השורשים למיניהם השייכים לאותו הצמח. בדרך כלל, מזהים שני סוגים עיקריים של מערכות שורשים: שורש שיפודי, ציצת שורשים.

### שורש יונק

השורש הנפוץ ביותר, המשמש לעיגון הצמח ולהזנתו.

### בשורש יונק מבדילים בין:

**1. שורש שיפודי (tap root) -** שורש מרכזי אחד שממנו מסתעפים שאר השורשים. אופייני לצמחים דו-פסיגיים.

**2. ציצת שורשים (root system fibrous) -** אין שורש מרכזי. כל השורשים שווים בגודלם ובחשיבותם. מבנה זה אופייני לצמחים חד-פסיגיים.



### מערכת ציצת השורשים

מערכת זו אופיינית לשרכים ולחד פסיגיים, ומופיעה לעתים נדירות בדו-פסיגיים. השורשון אינו מתפתח לשורש עיקרי, ולעתים מת זמן קצר אחרי הנביטה. השורשים הבודדים מסתעפים, אך אינם עוברים התעבות משנית; השורשים החדשים צומחים מתוך הגבעול.



### מערכת השורש השיפודי

מערכת זו אופיינית בעיקר לחשופי זרע ולדו-פסיגיים, שהם צמחים בעל קמביום. השורש השיפודי הוא השורש המרכזי המתפתח מהשורשון שנובט מתוך הזרע. מהשורש המרכזי מסתעפים כל השורשים הצדדיים ובדרך כלל הוא בולט בגודלו וצומח ישירות למטה. עם זאת, לעתים השורש המרכזי קיים, אך לא נבדל בצורה ניכרת מיתר השורשים.



### קנה שורש:

קנה שורש הוא גבעול השולח שורשים כלפי מטה וגבעולים כלפי מעלה. קנה השורש ניתן לחלוקה ומשמש על כן לרבייה וגטטיבית ..

## סוגים עיקריים של שורשים

### שורש אגירה:

שורש אגירה - שורש המשמש לאגירת מזון בצמחים רב-שנתיים, ומאפשר להם להתקיים מעונת צמיחה לבאה אחריה. צמחים בעלי שורשי אגירה משתייכים לקבוצת הגיאופיטים. המזון שנאגר משמש את הצמח לחידוש הצמיחה בעונה לאחר מכן. שורשי אגירה מצויים במשפחות רבות, כגון: השושניים והסחלביים.


### בין שורשי האגירה אפשר למנות:

1. **אשרוש** - חלק מעובה של השורש הבוגר. לדוגמה: גזר, צנון.
2. **ציצת שורשים מעובים (root tuber)**, היא התעבות של שורשים אדוונטיביים שתפקידה העיקרי אגירת מזון, אך היא מאפשרת גם נביטת צמחים חדשים מתוכה, למשל: בדליות.

ציצת שורשים מעובים / דליה	אשרוש / גזר - צנון
	

### שורש אדוונטיבי (adventitious root) - שורש המסתעף מאיבר שאינו שורש.

בולטים ביותר השורשים האדוונטיביים היוצאים ממפרקי הגבעול בדגניים. בשורש אדוונטיבי מבדילים בין: שורש אוויר, שורש אחיזה, שורש סומך, שורש תומך.



	<h3><u>שורש אדוונטיבי (adventitious root)</u></h3> <p>היוצא ממפרקי הגבעול בדגניים.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

### שורש אחיזה (claspng root):

- שורש אדוונטיבי קצר המתפתח מהגבעול בניצב אליו. שורשי אחיזה מספקים לצמח עיגון ויציבות. מצויים בצמחים מטפסים, כגון: קיסוס.



## סוגים עיקריים של שורשים / המשך

	<p><b><u>שורש אוויר (aerial root) :</u></b></p> <p>- שורש אדוונטיבי הצומח כלפי מטה מהגזע או מהענפים, ללא מגע עם הקרקע. מתמחה בספיגה ואגירה של מי גשמים. אופייני לפיקוסים ולאפיטים.</p>
	<p><b><u>שורש סומך (buttress, prop root) :</u></b></p> <p>- שורש אדוונטיבי גדול וקשיח המוסיף יציבות לצמח. בצמחים מטפסים השורש נשען על צמחים קרובים, ובעצים - נשען על הקרקע. לאחר ששורש סומך מגיע לקרקע הוא משמש כשורש יונק לכל דבר.</p>
	<p><b><u>שורש תומך (stilt root) :</u></b></p> <p>- שורש אדוונטיבי על-אדמתי מעוצה. מתפתח בניצב לגזע בצורת משולש שבסיסו בקרקע. שורשים אלה נועדו להעניק יציבות נוספת לעצים הגדלים באדמה לא-יציבה או טובענית.</p>
	<p><b><u>שורש נשימה (respiratory root) :</u></b></p> <p>אופייני לצמחים ריזופוריים (מנגרובות, משפחה בסדרת ההדסאים). הסתעפויות של השורש עולות מעל לקרקע הבוצית (צומחות כלפי מעלה), קולטות חמצן מהאטמוספירה ומספקות אותו לצמח.</p>

## המבנה הפנימי של השורש

### המבנה הפנימי של השורש

השורש של צמחי זרע מורכב בנוי משלוש שכבות עיקריות: אפידרמיס, קליפה, וגליל מרכזי המכיל את צינורות ההובלה (עצה ושיפה).

- היונקות הן בליטות של תאים באפידרמיס.

המבנה הפנימי של כל אזור שונה בין החד פסיגיים לדו-פסיגיים ולחשופי הזרע.

### להלך הסבר על כל אזור:

#### אפידרמיס

האפידרמיס היא השכבה החיצונית ביותר של השורש בעלת שכבת תאים אחת. תפקידה הוא לספוג מים ומלחים מתוך הקרקע ולהגן על השורש הצעיר.

#### יונקות

היונקת היא התארכות של תא אפידרמיס- תאי האפידרמיס של השורש הצעיר מצמיחים שערות יונקות, שהן תאים מיוחדים דמויי שערה המייעלים את תהליך ספיגת המים על ידי הגדלת שטח פני השורש.

#### הקליפה

הקליפה של צמחים חד-פסיגיים בנויה משלוש שכבות: אנדודרמיס, פְּרַנְכִימָה שֶׁל הַקְּלִיפָה, אֶקְסוֹדֶרְמִיס

#### אנדודרמיס

אֶנְדוֹדֶרְמִיס היא השכבה הפנימית ביותר, הסמוכה לגליל המרכזי. האנדודרמיס מופקד על וויסות מעבר המים והחומרים המומסים אל מערכת ההובלה.

#### פרנכימה של הקליפה

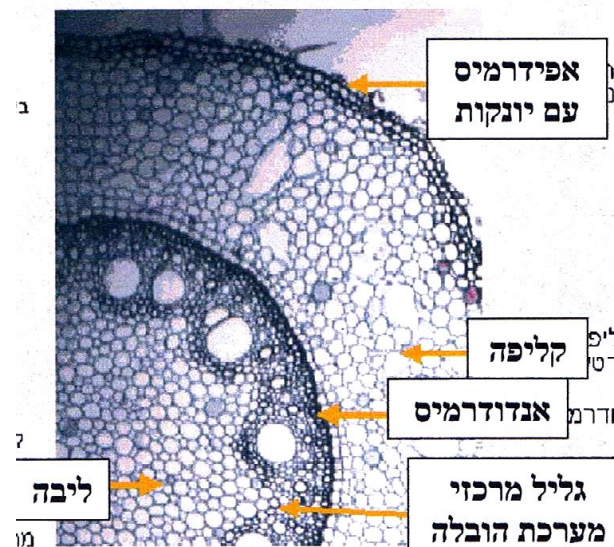
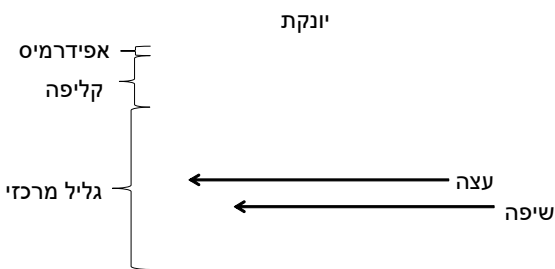
פְּרַנְכִימָה שֶׁל הַקְּלִיפָה היא השכבה האמצעית, זוהי שכבה עבה יחסית המשמשת בעיקר כרקמת אגירה. בדומה לליבה, הפרנכימה מורכבת מתאים גדולים בעלי דפנות דקות.

#### אקסודרמיס

אֶקְסוֹדֶרְמִיס היא השכבה החיצונית ביותר המכסה את הפרנכימה של הקליפה ומורכבת ממספר שכבות תאים. רקמת האקסודרמיס דומה לרקמות השעם ומגינה על השורש מפני פגיעה. רקמה זו אופיינית לחד פסיגיים, היות שהשורש שלהם לא עובר התעבות משנית, ואינו יוצר שכבת מגן מעוצה.

#### גליל מרכזי (stela)

- אזור הנמצא במרכז השורש, הוא אחראי על יצירת סעיפים צדדיים ובחלק מהצמחים חלה התעבות משנית. - הגליל המרכזי הוא האזור המכיל את רקמות ההובלה המתחלקות לשני סוגים.



## המבנה הפנימי של השורש / המשך

### כיפת השורש

קצה השורש מחולק למספר אזורים המתארים את שלבי גדילתו והתפתחותו של השורש :

**כיפת השורש** - השכבה המגנה על קודקוד הצמיחה מפני פגיעה מכנית.

**מריסטמה** - אזור ההתחלקות וההתמיינות הבסיסית של התאים לרקמות הראשוניות של השורש.

**אזור ההתארכות** - אזור שבו התאים גדלים ומשלימים את התמיינותם.

**אזור היונקות** - האזור האחראי על ספיגת מים וחומרים אחרים מתוך הקרקע.

**אזור ההסתעפות** - האזור שבו חלה התפתחות של שורשים צדדיים.

**אזור ההתעבות המשנית** - אזור שבו הגליל המרכזי של שורש בוגר גדל לרוחב. - אזור זה קיים רק

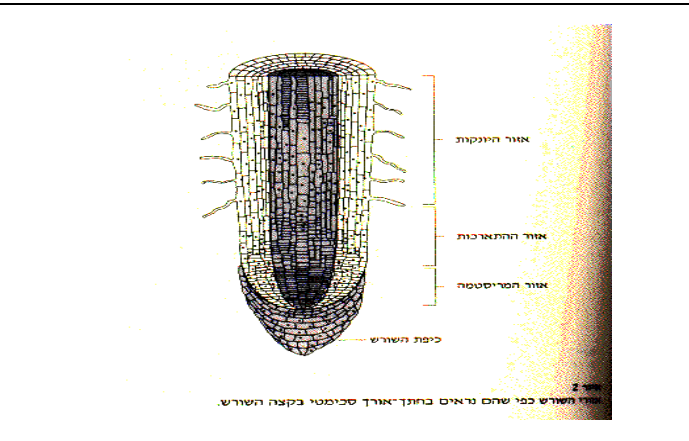
אצל הדו-פסיגיים ואצל חשופי הזרע.

### תפקידי כיפת השורש

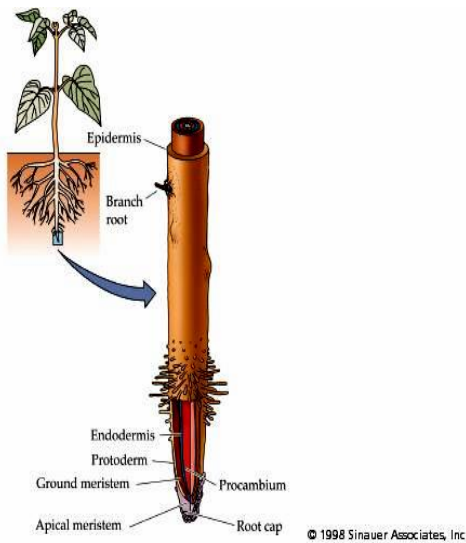
\* הגנה על המריסטמה (תאים עובריים) ומניעת מגע ישיר עם הסביבה החיצונית -חלקיקי הקרקע.

\* הפרשת חומר רירי המקטין את החיכוך עם חלקיקי הקרקע.

\* הכוונת קצה השורש ביחס לכוח הכובד-גיאוטרופיזם



### קצה שורש



### מבנה מורפולוגי קצה שורש



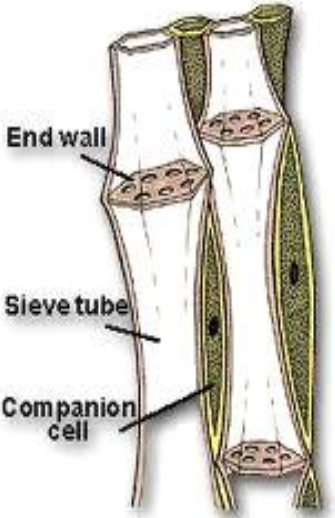
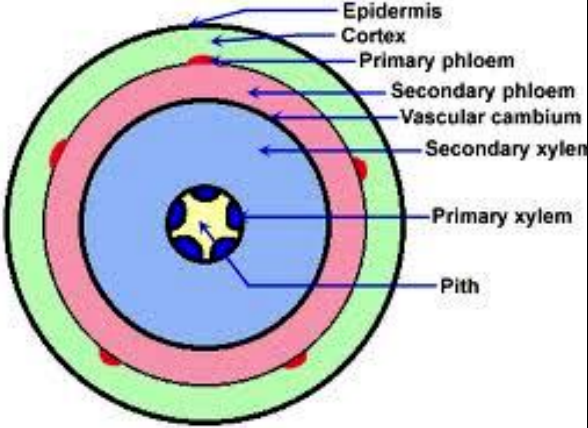
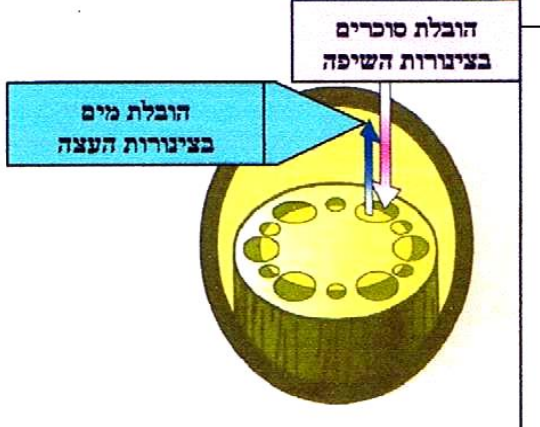
## חלקי הצמח העיקריים

<b>גזע העץ</b>	
	<p><b><u>גזע העץ</u></b>  גזע העץ הוא החלק של העץ המופיע מעל לפני האדמה. הגזע הבודד (בניגוד למספר גזעים בשיחים, למשל) והרכבו הייחודי הינם המאפיינים העיקריים של העצים. הגזע מקביל לגבעול, אלא שבגזע העץ, העצה – רשת העורקים המעבירים מים ומינרלים מהשורש אל שאר חלקי הצמח) – והשיפה – (הרשת המעבירה תרכובות אורגניות) – התעבו והתקשו בצורה ניכרת, עד שהפכו לרקמה העצית.</p>
	<p><b><u>שכבות הגזע, מן החוץ אל הפנים:</u></b>  אפידרמיס.  שכבה אחת או יותר של פרידרם ובתוכו שעם.  שיפה ראשונית.  שיפה שניונית.  קמביום.  עצה שניונית.  עצה ראשונית.  ליבה.</p>
	<p><b><u>קליפת הגזע:</u></b>  קליפת הגזע מוגדרת ככלל הרקמות המצויות בצד החיצוני של הקמביום. הקליפה כוללת, לפיכך, את האפידרמיס, את הפרידרם ואת השיפה.</p>
	<p><b><u>האפידרמיס (Epidermis):</u></b>  השכבה החיצונית ביותר של הגזע היא האפידרמיס (Epidermis). זוהי שכבה חד-תאית שהדופן החיצוני שלה מכוסה בקוטיקולה (שכבת הגנה) שעונונית. ברוב המקרים נסדק האפידרמיס עקב התרחבות הגזע ומתקלף מעצמו.</p>

**גזע העץ / המשך**

	<p><b>פרידרם : (Periderm) :</b>          הפרידרם הוא רקמה משנית המופיעה בצמחים של חשופי הזרע והדו-פסיגיים בעלי התעבות משנית, ולעתים גם בחד-פסיגיים מעוצים. חלק מתאי הקליפה הופכים לרקמה יוצרת פלוגן - (Phellogen) - הקמביום של השעם. הפלוגן יוצר כלפי פנים את הפלודרם - (Phelloderm) המורכב מתאי פרנכימה חיים וכלפי חוץ את הפלם (Phellem) המורכב בעיקר מתאי שעם מתים. בשכבת השעם נוצרות עדשתיות (Lenticeles) המאפשרות חילוף גזים לרקמות הגבעול.</p>
	<p><b>שיפה (Phloem) :</b>          השיפה (Phloem) היא רקמה בצמחים וסקולאריים המעבירה סוכרים הנוצרים בתהליך הפוטוסינתזה וחומרים אחרים לכל חלקי הצמח.</p>
	<p><b>שיפה (Phloem)</b>          השיפה מורכבת משני סוגי תאים, (תאי כברה ותאי ליווי) אשר בלעדיהם היא אינה מסוגלת לתפקד:  <b>1. תאי כברה</b> (בחשופי זרע) או חוליות כברה (במכוסים זרע) (Sieve Tubes Members) - תאים נטולי גרעין שדרכם עוברים החומרים המומסים. התאים מחוברים זה לזה ויוצרים צינור הנקרא צינור כברה. תוצרי הפוטוסינתזה עוברים מן העלים אל שאר חלקי הצמח דרך רקמת השיפה. כמו רקמת העצה, גם רקמת השיפה מורכבת מצינורות, אך הם מורכבים מתאים חיים. כל צינור ברקמת השיפה, הנקרא צינור כברה, מורכב מתאים המונחים זה על זה, הקרויים תאי כברה. (מקור השם הוא בנקבים בדופנות התאים בכל צדי התא, ששלוחות של הציטופלסמה עוברות דרכם). השלוחות מתחברות לציטופלסמה של תאי הכברה השכנים בצינור, ושל תאי לוואי המצויים בצדי הצינור. כאמור, תאי הכברה הם תאים חיים, אך במהלך התפתחות הצינור, רוב המרכיבים התאיים (כגון: הגרעין והריבוזומים) נעלמים וההפרדה בין הציטופלסמה לחלולית מתבטלת. שינויים אלו תורמים למעבר מהיר יותר של החומרים דרך השיפה. בהעברת החומרים בשיפה מעורבים תהליכי העברה אקטיבית, ולכן יש צורך בתאים חיים.</p>

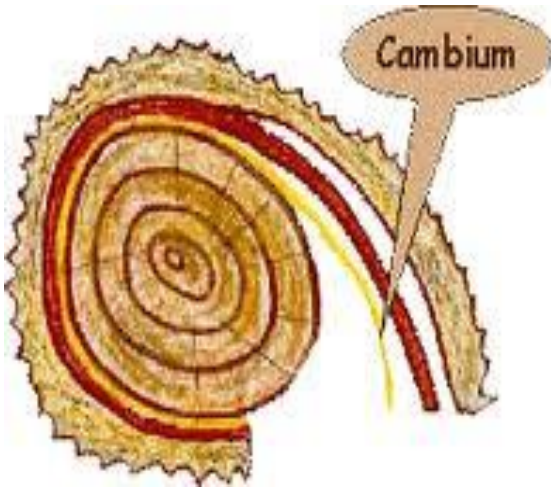
**גזע העץ / המשך**

	<p><b>2. תאי ליווי (Companion Cells) :</b></p> <p>– תאי פרנכימה המבקרים את תנועת החומרים דרך צינור הכברה ועוזרים בתפקודו של צינור זה. צינור השיפה עשוי מצינורות ארוכים רבים הנקראים צינורות הכברה. צינורות הכברה עשויים תאים חיים שרוב איברוניהם נעלמו, והם מכילים רק ציטופלזמה, מיטוכונדריה ופלסטידות. לתאים אלו דפנות רוחב, הנקראות גם לוח כברה. דפנות אלו מלאות נקבוביות זעירות שתפקידן להאט את זרימת המומסים דרך תאי הכברה ובכך לשמור על מפל לחצים בין המקור למבלע. לתאי השיפה צמודים תאי לוואי שתפקידם לווסת את תנועת המומסים בצינור.</p>
	<p><b>שיפה ראשונית (primary phloem) :</b> רקמת השיפה שנוצרה על ידי הפרוקמביום בצמיחה הראשונית של הצמח.</p> <p><b>שיפה משנית (secondary phloem) :</b> רקמת השיפה שנוצרה על ידי הקמביום בצמיחה המשנית (המיועדת להתעבות הצמח)</p>
	<p><b>כיוון התנועה :</b></p> <p>כיוון זרימת הסוכרים בצינורות הכברה של השיפה מושפע : מכוח הכובד , וממפל הריכוזים והלחצים. הארה ישירה על מקום מסוים בצמח מגבירה את זרימת הסוכרים לכיוון החלק המואר. התאוריה המרכזית שלפיה מסבירים את מנגנון ההובלה בשיפה נקראת תיאורית הזרימה בלחץ. על פי תאוריה זו הסוכרים המומסים נקלטים בתאי הכברה של השיפה בתהליך בררני הדורש השקעת אנרגיה. תהליך זה מכונה "העמסה". מאוחר יותר הסוכרים מגיעים למבלע ושם מתבצעת ה"פריקה"</p>

## גזע העץ / המשך

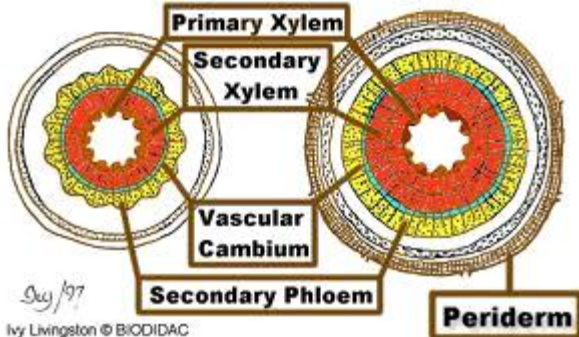
### קמביום (Cambium) :

העצה והשיפה השניוניות נוצרות מרקמה של תאים עובריים הקרויה קמביום (Cambium). הקמביום יוצר טבעת בפנים הגזע ותאיו מתחלקים; תאים הנדחפים לכיוון פנים הגזע הופכים לעצה שניונית, ואילו תאים הנדחפים אל החוץ יוצרים שיפה שניונית. תאי העצה בפנים הגזע דוחפים במשך הזמן את הקמביום ואת השיפה כלפי חוץ ומגדילים את קוטרם של האחרונים; רובו של הגזע עשוי עצה שניונית. תאי העצה הפנימיים ביותר הינם מתים ודחוסים מאוד. ברוב העצים מפסיק הקמביום להתחלק בעונת החורף; בחלק מהעצים הטרופיים נמשכת חלוקת הקמביום במשך כל השנה.



### עצה ראשונית - primary xylem :

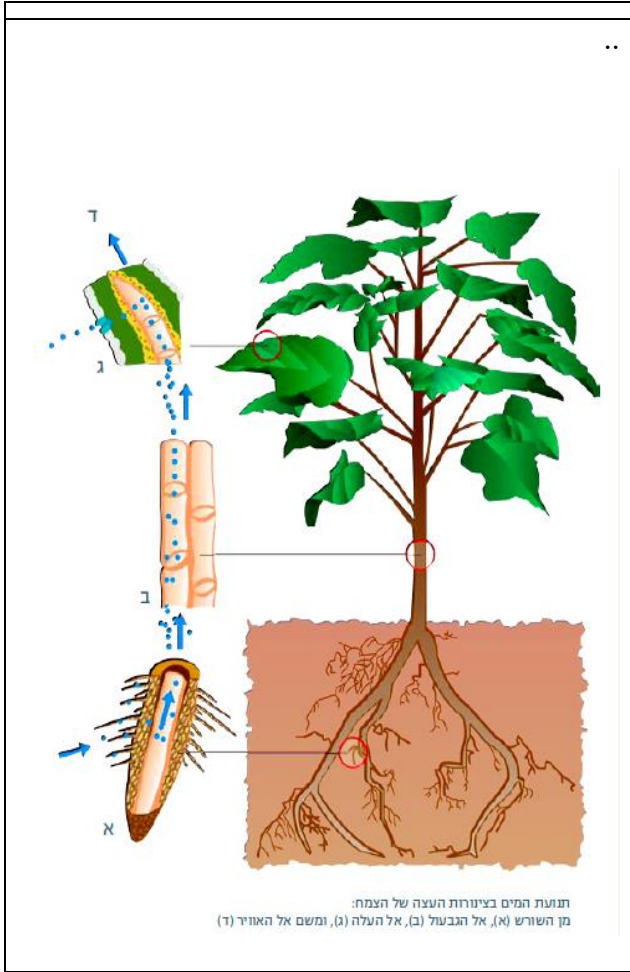
מסודרת בצורות וסקולריים, יחד עם השיפה. העצה הראשונית נוצרת בגדילה הראשונית של הצמח על ידי הפרוקמביום. היא מורכבת מפרוטוקסילם ומטאקסילם, כאשר המטאקסילם נוצרת לאחר הפרוטוקסילם, אבל לפני העצה המשנית.



### עצה שניונית - secondary xylem :

העצה המעובה הידועה כ"עץ" קרויה בבוטניקה "עצה שניונית". הכוונה ב"שניונית" לרקמה צמחית הגדלה לרוחב, כלומר – מתעבה. העצה שניונית נמצאת בצמחים מעוצים בלבד, ועוטפת את העצה הראשונית. העצה השניונית מתפתחת מרקמה עוברית הנקראת קמביום וסקולרי. העצה נוצרת במשך כל חיי העץ, ונדחסת כלפי חוץ במשך השנים. היא מהווה למעשה את המרכיב העיקרי של הגזעים וענפי העצים, ושל החומר המוכר לנו כעץ. - לרוב, עם יצירת העצה המשנית, העצה הראשונית נסתמת על ידי פסולת אורגנית של העץ ויוצאת מכלל שימוש.

**גזע העץ / המשך**



**הובלת מים ומומסים :**

העצה מובילה בעיקר מים ומינרלים המומסים בהם. הצמח אינו משקיע אנרגיה בהעלאת המים מהשורש ועד לחלקיו העליונים דרך העצה, צינורות העצה בנויים מתאים מתים.

**מספר תיאוריות מנסות להסביר את התופעה:**

**א. תיאורית הקוהזיה והמתח:**

קשרי מימן בין מולקולות המים גורם להם להימשך זו לזו.

מים המתאדים מעלי הצמח יוצרים מתח שלילי בין מולקולות המים, המסודרות בעמודה הנמשכת מהשורשים ועד העלים שבקצות הענפים.

המתח השלילי גורם למשיכת עמודת מולקולות המים כלפי מעלה.

**ב. נימיות:**

כוחות מימן קיימים גם בין מולקולות המים לצינורות העצה עצמם, גורם המסייע למשיכתם כלפי מעלה באדהזיה.

**ג. לחץ בשורשים:**

המים החודרים לשורשים יוצרים לחץ המסייע בדחיפת המים אל מחוץ לשורשים, כלפי מעלה.

**הליבה - pith :**

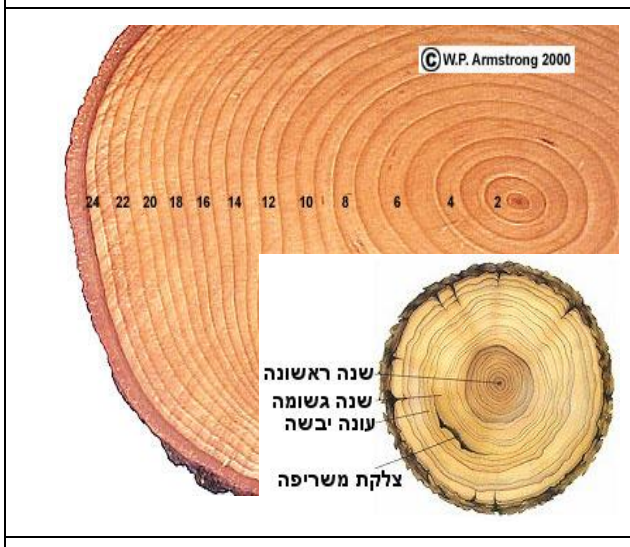
הליבה נמצאת במרכז הגבעול. מורכבת מתאי פרנכימה הממלאים את הרווחים שבין צינורות ויוצרים את קרני הליבה. תאי הקליפה והליבה משמשים לתמיכת הצמח ולאגירת חומרים.



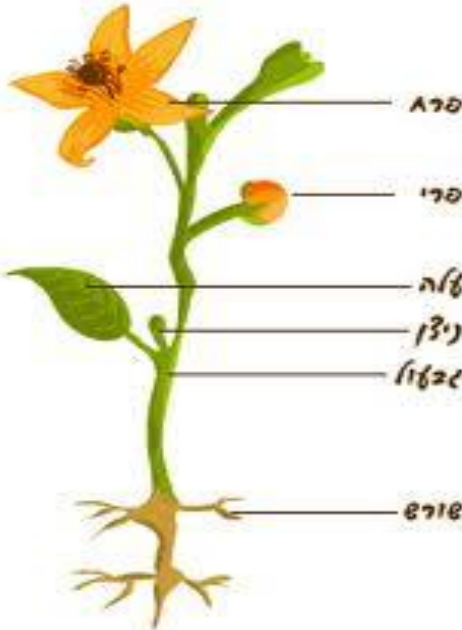
**טבעות שנתיות :**

טבעות שנתיות הן רקמות עצה משנית הנוצרות בהיקפו של הגזע והענפים בתהליך של התעבות משנית, ומתגלות בחתך רוחב הנלקח מגזעו של העץ. בעצים רבים הצמיחה היא עונתית (מתרחשת מדי שנה בעונה מסוימת), ולכן, מספרן של הטבעות בגזע מעיד על גילו של העץ.

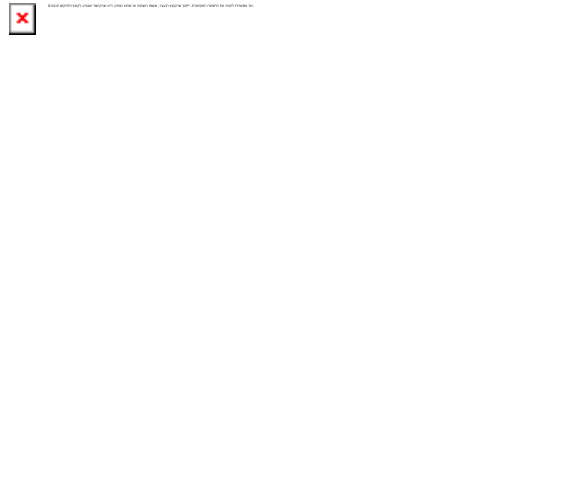
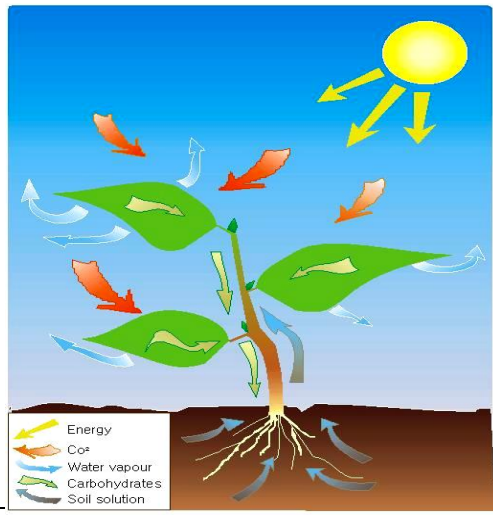
תאי העצה שנוצרים בתחילת עונת הצמיחה רחבים יותר מאלה שנוצרים בסופה, ולכן חקירה מדוקדקת של הטבעות חושפת נתונים על התנאים האקלימיים ששררו במהלך העונה בה נוצרו - ובעיקר על כמויות הגשמים.



## הגבעול

	<p><b><u>גבעול:</u></b>  גבעול הוא הציר של נוף הצמחים הבלתי מעוצים, החד-שנתיים, חלק מהמטפסים וצמחים צעירים. הגבעול מקביל לגזע של הצמחים המעוצים. הגבעול יכול להסתעף לענפים, הוא נושא את העלים, הפרחים והפירות. הגבעול הוא בדרך-כלל על-קרקעי, אך ישנם גם גבעולים המשתרעים על פני הקרקע או שהם תת-קרקעיים. אלה משמשים לרוב להתפשטות הצמח ולרבייה אל-מינית. דוגמאות: קנה-שורש של עשבוניים רב-שנתיים ממשפחות הדגניים, האיריסיים ועוד. שלוחות תת-קרקעיות (תפוח-אדמה, גומא הפקעים, ושלוחות על-קרקעיות שהן גבעולים הנושאים בקצותם צמחים צעירים (תות-שדה).</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## תפקידי הגבעול

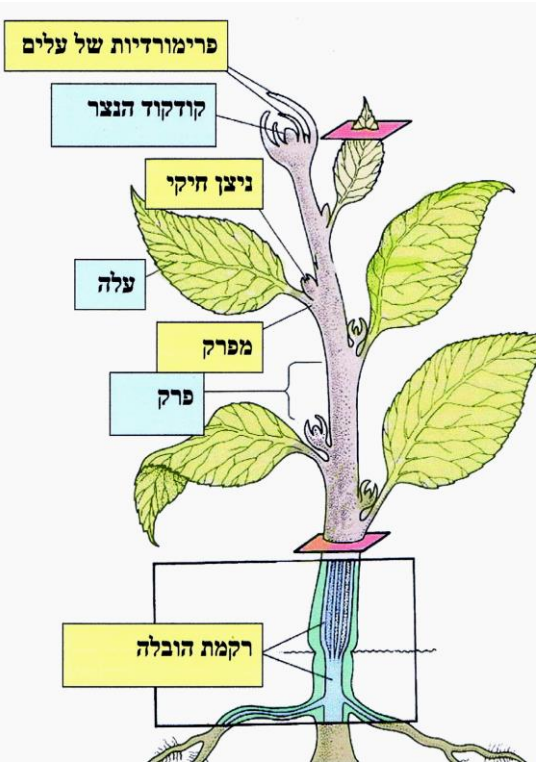
	<p><b><u>א. הובלת מים ומומסים:</u></b>  הובלת מים ומינרלים - מן השורשים אל העלים דרך העצה. לאחר ששורש הצמח קלט אותם.</p>
	<p><b><u>ב. הובלת תוצרי פוטוסינתזה:</u></b>  הובלת תוצרי הפוטוסינתזה - מן העלים אל השורשים ושאר חלקי הצמח דרך השיפה.</p>

## תפקידי הגבעול / המשך

	<p><b>ג. נשיאת העלים, ניצנים, פרחים ופירות:</b>          - העלים מסודרים על פני הגבעול בדרך שנועדה לאפשר חשיפה מרבית לקרני השמש.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><b>ד. תמיכה:</b>          הגבעול הוא בעל מבנה נוקשה, (בעיקר תאי עצה ותאי סיבים המצויים ברקמותיו). והוא מקנה לצמח יציבות מכנית, שמאפשרת עמידה מול כוח הכובד ונגד כוחות מכופפים כמו רוחות. סיבי העצה, הבנויים מתאים בעלי דפנות עבות, תורמים למבנה הנוקשה של הגבעול. ככל שבגבעול יש יותר עצה כך הוא יציב יותר, אך גמישותו קטנה יותר כמו בשיחים, שבהם התעבה הגבעול והפך למעוצה, ונקרא ענף.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



## מבנה חיצוני של גבעול

	<p><b>מבנה הגבעול ותפקידיו</b>          הגבעול הוא בד"כ החלק העל-קרקעי של הצמח והוא האיבר הנושא את העלים ואת הפרחים. הגבעול מחבר בין כל חלקי הצמח, מהשורש עד לפרח. רוב הגבעולים עשויים פרקים, פרקים המופרדים זה מזה על ידי מפרקים. מכל מפרק יוצא עלה. הזווית בין העלה והפרק, שנמצאת למעלה מן העלה, נקראת חיק העלה. על ראש הגבעול נמצא ניצן ראשי, ובחיק כל עלה-ניצן.</p> <p><b>פרק – Internode:</b> הרווח בין מפרק למפרק - הגבעול בנוי פרקים פרקים.</p> <p><b>מפרק – Node:</b> הנקודה ממנה יוצאים עלים וניצנים. - אזורי המפגש בין הפרקים נקראים מפרקים.</p> <p><b>קודקוד צמיחה:</b> התארכות הגבעול נעשית ע"י חלוקת תאים הנמצאים בקצהו המכונה קודקוד צמיחה. תאים אלה הם תאים מריסטמיים (עובריים).</p> <p><b>ניצן קודקודי (אמירי) - Terminal bud:</b> הניצן בקצה הגבעול הראשי של הצמח. הוא הגורם לצמיחת הגבעול לאורך.</p> <p><b>ניצן חיקי:</b> ניצן היוצא מחיקו של עלה, ממנו יתפתח ענף צדדי.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## סוגי גבעולים

	<p><b><u>גבעול מעוצה :</u></b> גבעול קשיח שאם יכופף, יישבר.</p>
	<p><b><u>גבעול עשבוני :</u></b> גבעול רך וגמיש המסוגל להתכופף ללא שבירה.</p>
	<p><b><u>גבעול מטפס :</u></b> גבעול מטפס הוא בעל גבעול ארוך, דק וגמיש בד"כ, ללא יציבות מכנית עצמאית, אלא בעזרת אחיזה של אברים נוספים. בגבעול מטפס התפתחו אמצעים המסייעים באחיזה, תמיכה או הישענות. כך יכול הגבעול המטפס להגיע למרחקים או לגבהים עצומים. ההשקעה ביצירת אמצעי טיפוס קשורה בדרך כלל לחוסר באור, כך שצמחים הגדלים בצל עצים, מטפסים במהירות אל האור כדי לבצע פוטוסינתזה. בנוסף, לגבעול יש יכולת להתארך מאוד.</p>
	<p><b><u>גבעול נכרך :</u></b> גבעול נכרך - מאפשר טיפוס על גזע</p>

## סוגי גבעולים / המשך

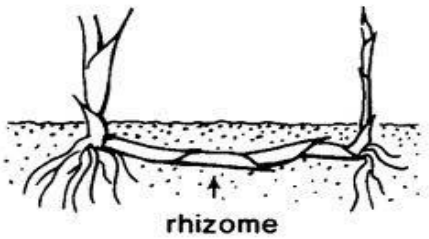
	<p><b><u>גבעולים משתרעים :</u></b></p> <p>גבעולים שגובהם שאינו עולה על 80 ס"מ בדרך כלל. משמשים לכיסוי שטח, לייצוב מזרונות, וכצמחים משתפלים. גבעול שרוע - מאפשר קיום בבית גידול שבו יש רוחות עזות.</p>
	<p><b><u>גבעול בשרני :</u></b></p> <p>גבעול בשרני הוא גבעול אוגר מים שעל-פי רוב עליו זעירים והאפידרמיס שלו עבה ומגן ביעילות מפני איבוד מים. מתחת לרקמה המטמיעה מצויה רקמה אוגרת מים. עם קבוצה זו נמנים בארץ בני משפחת הצבריים. מאפשר קיום בבית גידול שיש בו מחסור במים. יחס נמוך של שטח פנים/נפח, אגירת מים.</p>
	<p><b><u>גבעול רותמי :</u></b></p> <p>גבעול רותמי הוא גבעול בעל אפידרמיס עבה ורקמה מטמיעה ברורה בקליפתו וממלא ברוב עונות השנה את תפקידי הגבעול והעלה כאחד. הקטנת יחס שטח פנים/נפח, מאפשר קיום בבית גידול שיש בו מחסור במים.</p>

## צורות שונות של גבעול

לגבעול צורות שונות בנוסף לזו המקובלת, כגון: קנה שורש, בצל, פקעת, קנוקנת וקוץ.

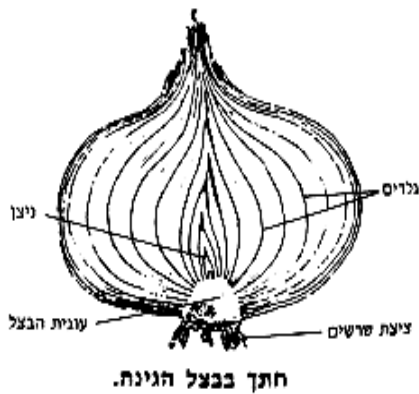
### קנה-שורש:

גבעול תת-אדמתי אופקי שביכולתו להצמיח ממפרקיו שורשים וגבעולים, וכך להוליד צמח חדש. לפיכך הוא משמש במינים מסוימים של צמחים כאיבר של רבייה וגטטיבית. בצמחים המשתייכים לקבוצת הגיאופיטים, קנה-השורש משמש כאיבר אגירה, המאפשר לצמח להתקיים מעונת גידול לבאה אחריה. קני-שורש המשמשים רק לרבייה הם לרוב דקים וקשוחים, לדוגמה: היבלית. קני-השורש המשמשים גם לאגירה הם עבים ובשרניים יותר, למשל: באירוסים.



### בצל:

בצל הוא איבר אגירה תת-קרקעי הקיים בצמחים מסוימים. הבצל אוגר מים וחומרי מזון בעונה הגשומה, ומאפשר לצמח לנצלם במשך העונה היבשה. הבצל בנוי שכבות-שכבות של גלדים; הגלד הוא למעשה גלגול של עלה, שעבר התמחות לשמש כאיבר אגירה, ובהתאם התעבה ואיבד את הכלורופיל. בתחתית הבצל ישנו מבנה שטוח המכונה עוגת הבצל, שהוא למעשה גלגול של גבעול. מעוגת הבצל יוצאת כלפי מטה ציצת שורשים, דרכה הצמח סופג את המים והמלחים מהאדמה.



### פקעת:

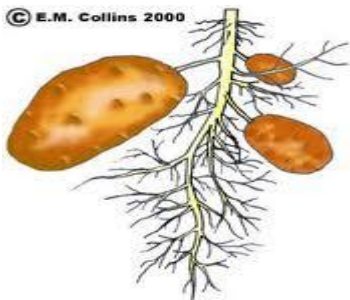
פקעת היא איבר אגירה תת-קרקעי הקיים בצמחים רב-שנתיים מסוימים. הפקעת היא למעשה פרק או מספר פרקים של גבעול, שעברו התמחות לשמש כאיבר אגירה, ובהתאם התעבו ואיבדו את הכלורופיל. מהפקעת יוצאים שורשים כלפי מטה, והמשך הגבעול ועלים כלפי מעלה.

### פקעת קנה-שורש




בצמחים מסוימים, כמו תפוח האדמה, קיימת פקעת מסוג אחר, שהיא התעבות של קנה – שורש – פקעת קנה-שורש




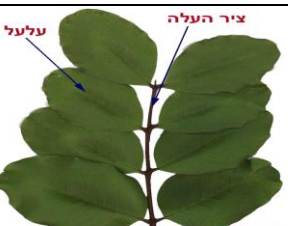
© E.M. Collins 2000



## צורות שונות של גבעול / המשך

	<p><b>קנוקנת :</b>  גבעול חוטי בעל כושר הסתלסלות המכונה קנוקנת הצומח מהגבעולים או העלים של צמח מטפס, במטרה לעזור לצמח להיאחז בסביבתו. הקנוקנות נכרכות סביב גזעים, קורות וגדרות בעקבות מגע עם עצם מוצק. בצמחים שונים הקנוקנות הן גלגול של אברים שונים. בגפן – הקנוקנת היא גלגול של גבעול.</p>
	<p><b>קוץ :</b>  קוץ הוא מונח בוטני המציין בליטה קוצנית של רקמה בצמח המופיעה בעלים בגבעולים וכדומה. קוץ יכול להיות גלגול של גבעול או גלגול של עלה.</p>
	<p><b>פילוקלד - (phylloclade) :</b>  – גבעול שטוח שצורתו כצורת עלה והוא מבצע פוטוסינתזה.</p>

## העלה

	<p><b>העלה:</b> עלה, איבר בצמח, תוספת צדדית על גבעול הצמח היוצאת ממפרק. על-פי רוב העלה מכיל כלורופיל, שמעניק לו את צבעו הירוק, ובו נעשים תהליכי ההטמעה (תהליך בו הופכת אנרגיית השמש לאנרגיה זמינה עבור הצמח) והדיות (הוצאת אדי מים מן הצמח לאוויר). לשני תהליכים אלה חיוניות רבה בתפקוד הצמח, ובהתאם, רבה גם חשיבותו של העלה בתפקוד זה. העלה דומה בתכונות מבנה רבות לגבעול, אך נבדל ממנו בכך שצמיחתו נפסקת בשלב התפתחות צעיר.</p>	
<h3>מבנה העלה</h3>		
	<p><b>העלה מורכב משני חלקים: פטוטרות וטרף.</b> <b>פטוטרות - (Petiole):</b> הפטוטרות הינה חלקו הצר והגלילי של העלה, מעין עוקץ הנושא את חלקו הרחב של העלה-הטרף. ומחבר את גוף העלה לענף או לגבעול הראשי של הצמח. <b>טרף - (Blade):</b> הטרף מהווה את חלקו המורחב והשטוח של העלה וסידור הרקמות בתוך הטרף מותאם לקליטת האור.</p>	
<h3>עורקי העלה:</h3>		
<p>בטרף של העלה אפשר להבחין ברשת עורקים, המורכבים מצרורות צינורות הובלה (עצה ושיפה). צינורות ההובלה נמשכים מן השורש אל הגבעול, וממנו הם מתפצלים בעלים. - בעלים רבים רואים עורק מרכזי שממנו מסתעפים עורקים נוספים. לפעמים העורקים מסודרים במקביל זה לזה.</p>		
<p><b>עורקים רשתיים</b> עורקים המסודרים בצורת רשת.</p>	<p><b>עורקים מקושתים</b> עורקים המסודרים בצורה קשת.</p>	<p><b>עורקים מקבילים</b> עורקים המסודרים במקביל, זה לצד זה.</p>
		
	<p><b>ד. ניצן:</b> נמצא בחיק העלה ובקודקוד הצמיחה וממנו יתפתחו עלים או פרחים</p>	

## המבנה האנטומי של העלה

### מבנה העלה והתאמתו לתפקידו :

העלה הוא האיבר שבו מתרחש תהליך הפוטוסינתזה. צורתו השטוחה של העלה מגדילה את היחס שטח פנים/נפח שלו – דבר המייעל את חדירת האור אל רוב תאי העלה, וקליטה יעילה של פחמן דו-חמצני. העלה מורכב מכמה רקמות בסיסיות אשר כמותן היחסית וסידורן ההדדי שונים מצמח לצמח.

### מבנה העלה

#### העלה מורכב משלוש רקמות:

#### אפידרמיס

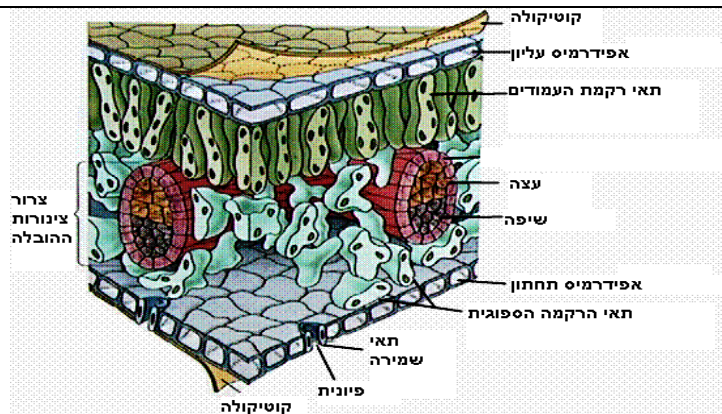
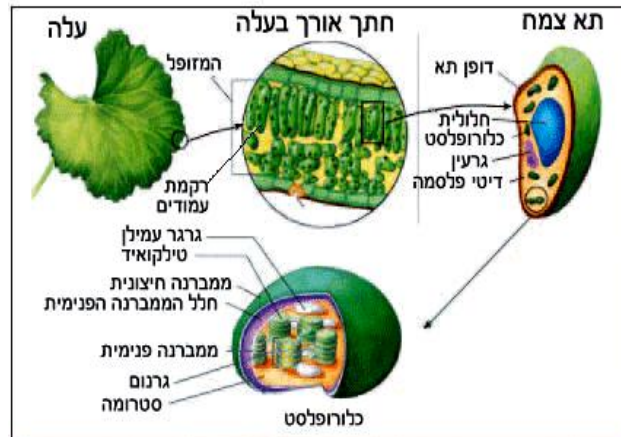
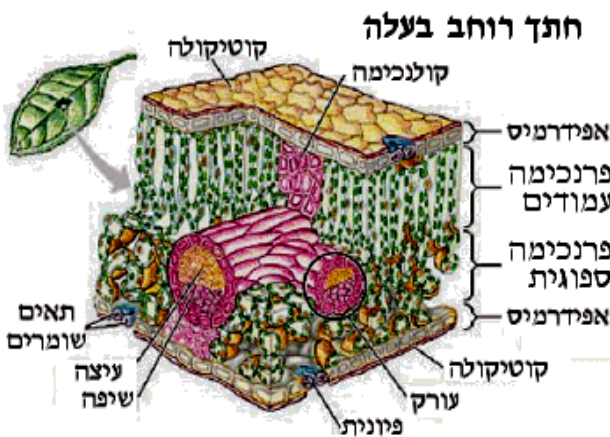
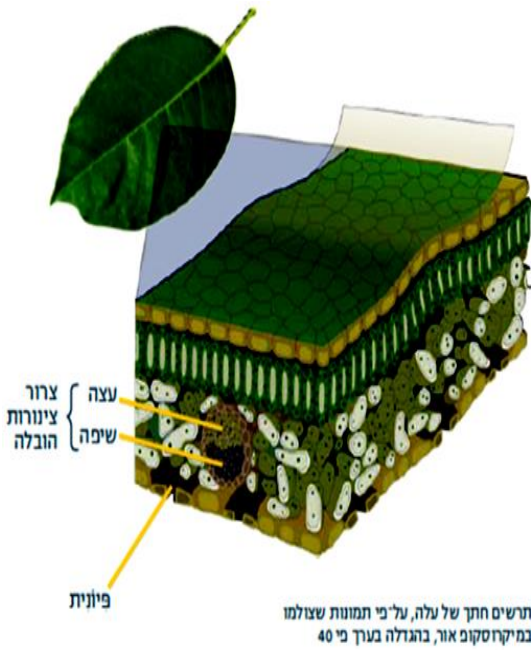
– זו שכבת התאים החיצונית העוטפת את העלה משני צדדיו. האפידרמיס מכוסה שכבת קוטיקולה, שהיא שכבה לא-תאית, הבנויה מחומר שעוותי בעל חדירות נמוכה, המגן על העלה מפני איבוד מים. באפידרמיס יש פיוניות, שדרכן פחמן דו-חמצני חוזר לעלה, ומתרחש איבוד מים לאוויר בתהליך דיות. בשכבת הקוטיקולה יש פתחים הנמצאים במקביל לפיוניות.

#### מזופיל

– זו הרקמה הפנימית, הכוללת תאי עמודים ותאים ספוגיים, המכילים כלורופלסטים ובהם מתרחש תהליך הפוטוסינתזה.

#### מערכת הובלה

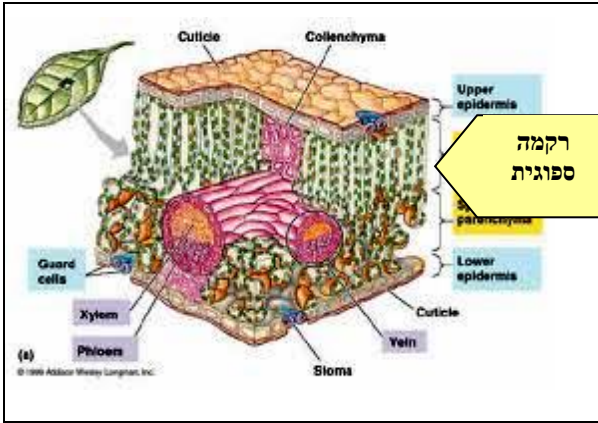
– הכוללת צרורות צינורות עצה ושיפה



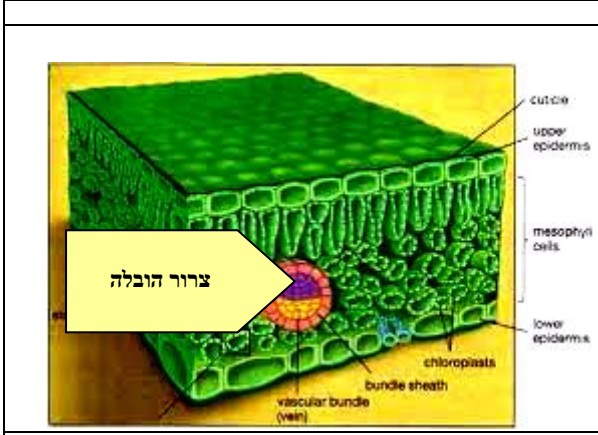
**המבנה האנטומי של העלה - המשך**

	<p><b><u>קוטיקולה :</u></b>          – שכבה אטומה יחסית למים וגזים הנמצאת מחוץ לתאי האפידרמיס. ומונעת בעיקר התנדפות מים מהעלה.          הקוטיקולה היא שכבה לא-תאית, הבנויה מחומר שעוותי בעל חדירות נמוכה, המגן על העלה מפני איבוד מים.          עובי הקוטיקולה והרכבה שונים במינים שונים: בדרך כלל הקוטיקולה עבה יותר בבתי גידול יבשים ודקה יותר בבתי גידול לחים.</p>
	<p><b><u>עובי הקוטיקולה :</u></b>          בצמחי יבשה רבים הקוטיקולה בצד העליון של העלה בדרך כלל עבה יותר מאשר בצד התחתון, ולכן הצד העליון מבריק יותר.          זו התאמה לתנאי יובש: הצד העליון חשוף לקרינה ישירה, טמפרטורת האוויר סביבו גבוהה יותר מן הטמפרטורה בצד התחתון שאינו חשוף לשמש, ולכן יש יותר סכנה לאיבוד מים מן הצמח בתהליך דיות.          הקוטיקולה העבה מגנה מפני איבוד מים.</p>
	<p><b><u>אפידרמיס - (Epidermis) :</u></b>          השכבה החיצונית של תאים דמויי לוחית המצפים את פני העלה. וצמודים זה לזה.          באפידרמיס מצויות הפיוניות המאפשרות חילוף גזים ודיות מים.          בתאי האפידרמיס אין כלורופלסטים.(בתאי השמירה של הפיוניות יש כלורופלסטים).          תאי האפידרמיס הם שקופים ולכן מאפשרים מעבר אור. - יש שהאפידרמיס מכוסה קוטיקולה, שעווה או שערות לצמצום הדיות.</p>
	<p><b><u>רקמת עמודים - (Mesophyll) :</u></b>          – בנויה מתאים מאורכים וגליליים המכילים כלורופלסטים.          הרקמה הפנימית של העלה מורכבת מרקמת עמודים צפופה (Palisade Parenchyma) העשירה בכלורופלסטים, ומרקמה ספוגית (Sponge parenchyma) שבה רבים החללים הבינתאיים.</p>

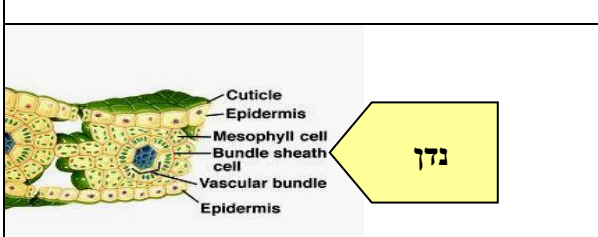
**המבנה האנטומי של העלה / המשך**



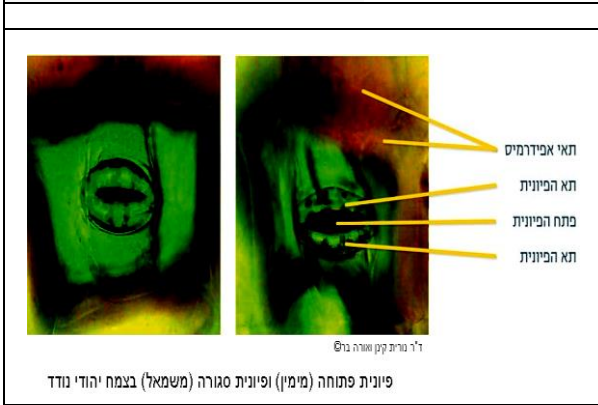
**רקמה ספוגית - (Sponge parenchyma) :**  
 – מכילה תאים בעלי צורה בלתי קבועה שביניהם מערכת חללים בין תאיים גדולים. תאים אלה מכילים כלורופלסטים.



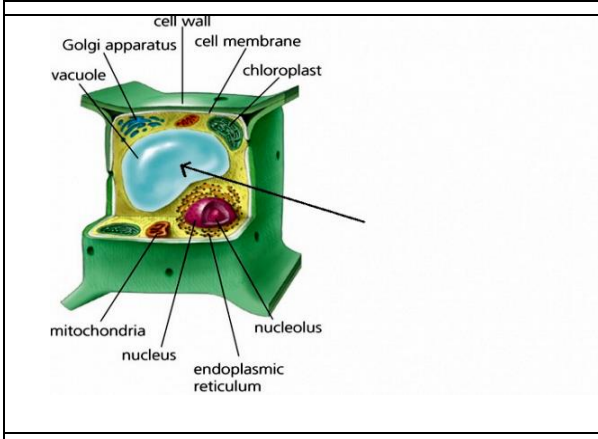
**צרור הובלה - (Vascular bundle) :**  
 - צורות הצינורות מכילים אלמנטים של עצה, שיפה ורקמות משען. הצורות מגיעים עד לכל קבוצת תאים בעלה. הצרור עטוף בנדון (Bundle sheath) העשיר לעתים בעמילן והומולוגי, כנראה לאנדודרמיס.  
**עצה :** – צינור הובלה המוביל מים ומינרלים  
**שיפה :** – צינור הובלה המוביל בעיקר את תוצרי הפוטוסינתזה.



**נדן - (Bundle sheath) :**  
 הצרור עטוף בנדון (Bundle sheath) העשיר לעתים בעמילן והומולוגי, כנראה, לאנדודרמיס.



**פיונית - (Stoma) :**  
 בשטחו החיצוני של העלה מצויות הפיוניות, דרכן נעשה חילוף הגזים בין העלה וסביבתו. דרך הפיונית מתרחשת גם דיות (התאדות) של מים מהעלה, תהליך הקרוי טרנספירציה. בכל עלה מצויות פיוניות רבות; הפיוניות קטנות מאוד ולא ניתן לראותן בעין בלתי-מזוינת. האברון קולט המים הוא החלולית .



**חלולית :**  
 החלולית תופסת את עיקר נפחו של התא הצמחי הבוגר. החלולית היא חלל מלא מים בתוך התא. אך היא מכילה גם חומרי תשמורת, במיוחד סוכרים ואף מלחים. וצורתה בדרך כלל אליפסה. תפקידה המרכזי הוא המסת חומרים שונים במים שהיא אוגרת בתוכה וניפוק מים ומומסים לחלקי התא השונים.



## טיפוסי עלים

לעלים צורות שונות והם נקראים על שם הדמיון שלהם לצורה מסוימת.  
 למרבית הצמחים החד-פסיגיים יש עלים פשוטים, בעוד לדו-פסיגיים יש עלים פשוטים או מורכבים. –  
**העלים מתחלקים ל- 2 סוגים: עלה פשוט, עלה מורכב.**

**עלה פשוט - (simple leaf) :**

עלה אשר פטוטרותו נושאת טרף שלם שאינו מחולק.  
 ובמקרים בהם הוא כן מחולק, החלוקה אינה מגיעה עד העורק הראשי של העלה.




**עלה מורכב - (compound leaf) :**

עלה אשר טרפו מחולק למספר עלעלים, שיוצאים מציר משותף (העורק הראשי). העלעלים נראים כמו עלים אלא שבניגוד לעלה רגיל שבחיקו נמצא ניצן חיקי, לעלעלים אין ניצנים והניצן נמצא בבסיס העלה השלם.  
 ניתן להבחין בשני מבנים בסיסיים של עלים מורכבים:  
 עלים מנוצים (pinnate),  
 עלים מאוצבעים (palmate)



**עלים מנוצים - (pinnate) :**

עלה מורכב מנוצה הוא עלה שהעלעלים שלו מסודרים כנוצה משני צידי ציר העלה.



**עלים מאוצבעים - (palmate) :**

הינם עלים בהם העלעלים יוצאים מנקודה משותפת בקצה הפטוטרות בדומה לאצבעות כף היד.

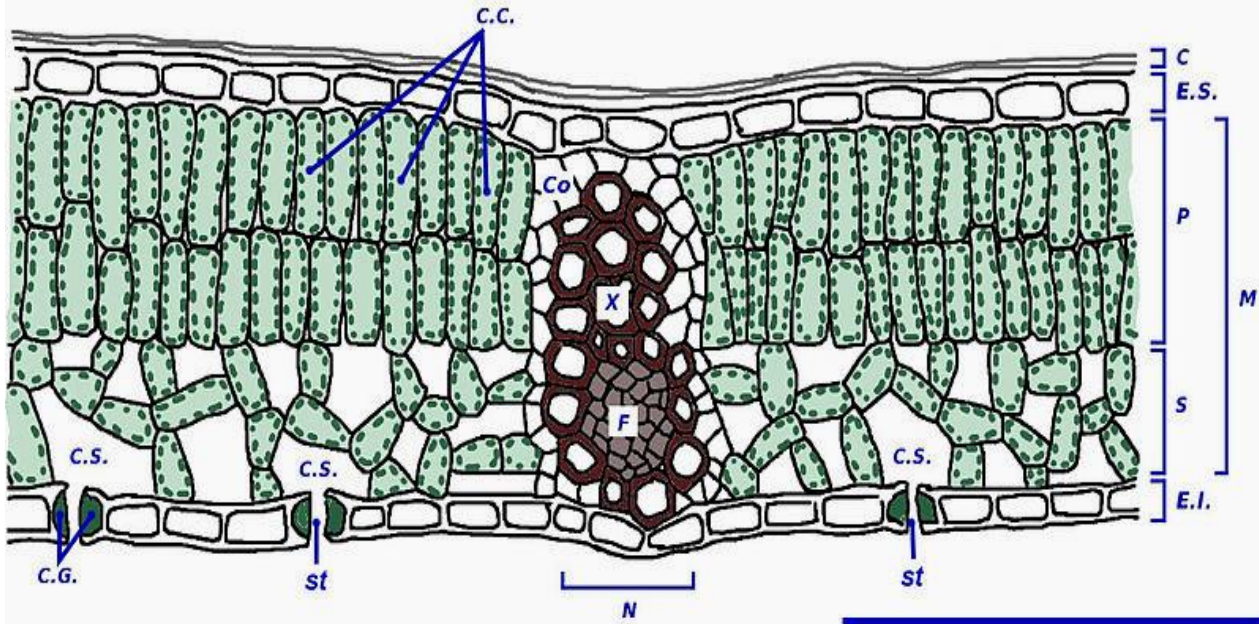


**Palmately Compound**


## טיפוסי עלים / המשך

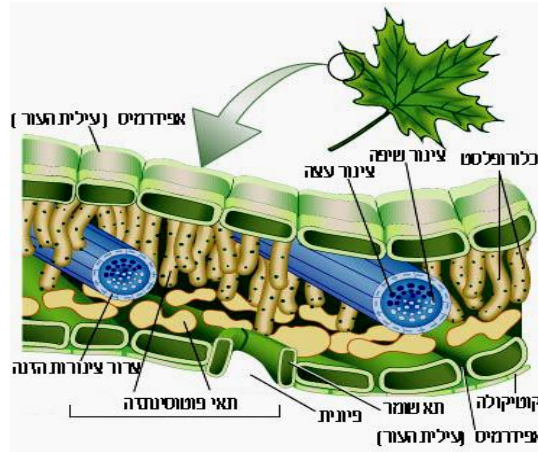
	<p><b><u>עלה מחטני :</u></b>          בשם העממי-גנני "מחטניים" (CONIFERS), נכללים מינים של צמחים בעלי עלים שצורתם דמויית מחט.          מקובל לכלול בין המחטניים, צמחים בעלי עלים מאורכים דמויי-מחט, או עלים קשקשיים המחודדים בקצותיהם.</p>
	<p><b><u>עלה בשרני :</u></b>          עלה האוגר מים כצורת התמודדות עם תנאי היובש. אופייני לצמח מדברי.          עלה בשרני או גבעול בשרני עשויים תאים גדולים המכילים כמות גדולה של נוזלים. האבר הבשרני הוא עבה ורך בדרך כלל. בשרניות קשורה למין הצמח ולתנאי גידולו. היא אופיינית לצמחים האוגרים מים בתאיהם כחלק מההתאמה שלהם לתנאי בית-הגידול, כצמחי מלחה, צמחי מדבר וצמחי סלעים.</p>
	<p><b><u>עלים קשקשיים :</u></b>          מייצגים שרידי עלים אשר התנוונו כדי להקטין התאדות.</p>

## חתך רוחב בעלה



מקרא:

CC תאי כלורנכימה	N צרור הובלה	X עצה	ES אפידרמיס עליון
CG תאי שמירה	C קוטיקולה	St פיונית	EI אפידרמיס תחתון
	Co קולנכימה	S פרנכימה ספוגית	CS חדר-הפיונית
	F שיפה	P פרנכימת עמודים	M מזופיל

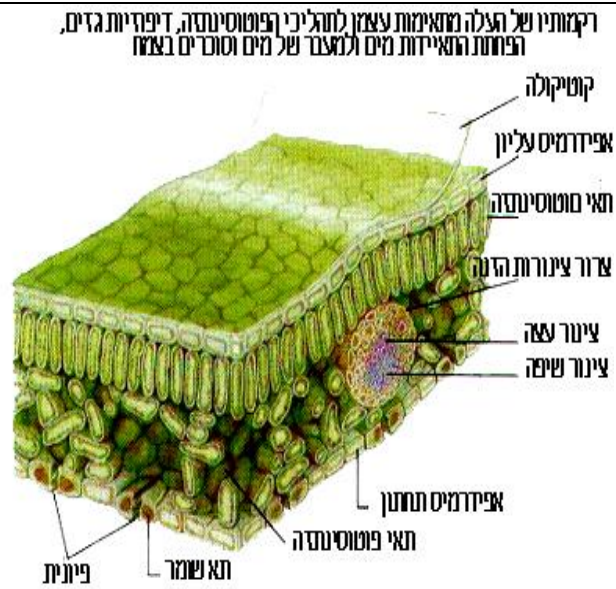
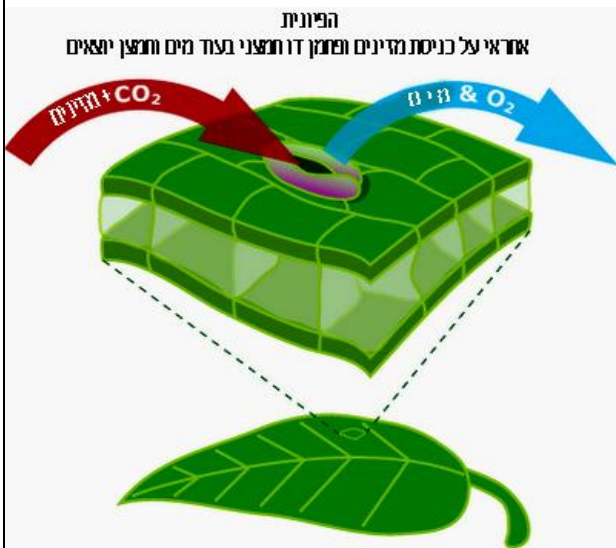
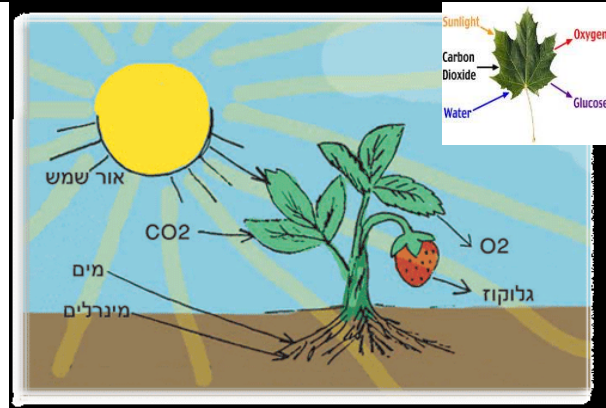
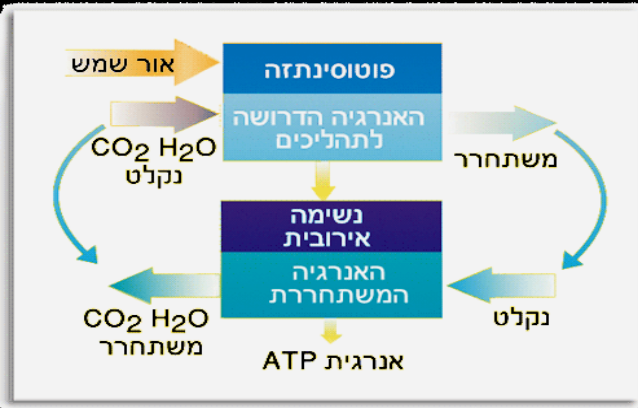


צינור העצה - הצברת נזלים במעלי הפתח  
צינור שיפה - הצברת שורשים כלפי השורשים

חתך רוחבי לצינורות

## פוטוסינתזה

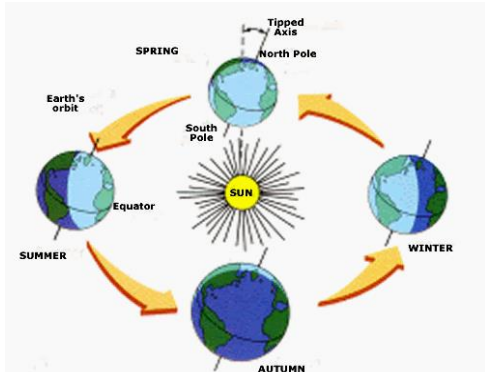
**פוטוסינתזה** (פוטו= אור, סינתזה=הרכבה) היא תהליך של יצירת חומרים אורגניים מחומרים אנאורגנים (פחמן דו-חמצני שהצמחים קולטים מהאוויר, ומים שהצמחים קולטים בשורשיהם), בעזרת אנרגיית האור. פוטוסינתזה מתבצעת בצמחים בעלי כלורופיל, בחיידקים וחד תאיים נוספים.



רקמותיו של העלה מתאימות עצמן לחגליכי הפוטוסינתזה, דיפוזיות גזים, הפחתת המאיידות מים ולמצבר של מים וסוכרים בצמח

## אור השמש

אור השמש הוא מקור החיים על פני כדור הארץ. ללא השמש הצמחים לא יוכלו לבצע פוטוסינתזה ולבעלי החיים (ביניהם האדם) הניזונים מהם לא יהיה מה לאכול (יש יוצאי דופן כמובן). מקור האנרגיה בתהליך הפוטוסינתזה הוא אנרגיית האור, והיא נקלטת בכלורופיל - הצבען הירוק שבצמחים. מכיוון שבטבע מקור האנרגיה של תהליך הפוטוסינתזה הוא אור השמש - בטבע הוא יכול להתקיים רק בשעות היום.

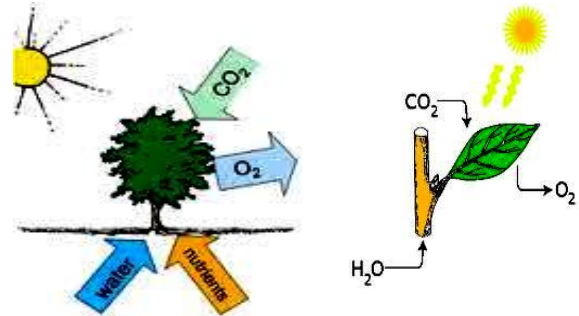
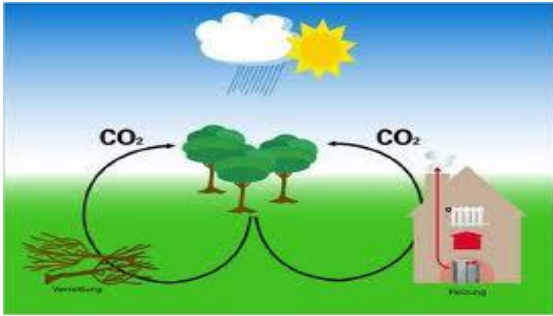


The graphic features a sun and a forest. The chemical equation is:  $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ . Below the equation are four boxes: 'פחמן דו חמצני' (Carbon dioxide), 'מים' (Water), 'גלוקוז' (Glucose), and 'חמצן' (Oxygen).

**פוטוסינתזה / המשך**

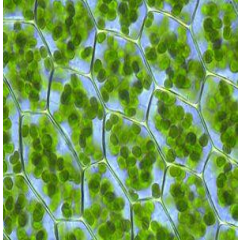
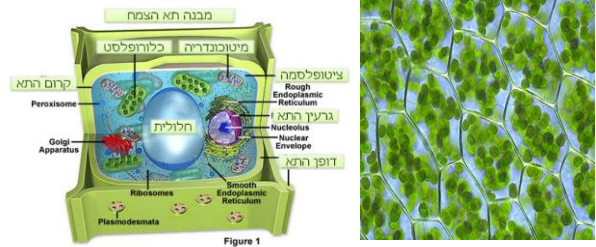
**פחמן דו-חמצני, CO<sub>2</sub>**

פחמן דו-חמצני, CO<sub>2</sub>, הוא גז (בטמפרטורת החדר) המהווה תרכובת של פחמן וחמצן. כל מולקולה של CO<sub>2</sub> מורכבת מאטום פחמן (C) אחד ושני אטומי חמצן (O). הצמחים מטמיעים את הפחמן בתהליך הפוטוסינתזה ומרכיבים באמצעותו תרכובות אורגניות מורכבות (פחמימות, חלבונים ושומנים). אלו מהוות מקור הפחמן העיקרי במזונם של בעלי החיים וצרכנים אחרים, והוא מועבר הלאה באמצעות שרשרת המזון. בתהליך הנשימה חוזר חלק מהפחמן הדו-חמצני לאטמוספירה, כמות נוספת משתחררת מריקבון וחלק קטן נצבר בצורה של חומר אורגני או כמחצבים של פחם, נפט וגז טבעי.



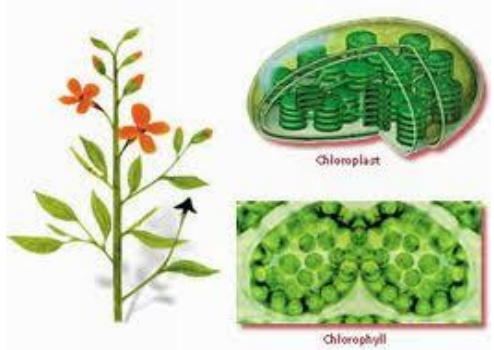
**כלורופלסט (נקרא גם כלורופלסטיד) :**

הפוטוסינתזה מתרחשת בכלורופלסט, אברון הנמצא בתוך התא הצמחי, לרוב צורתו דמוית עדשה, אך במיני אצות מסוימים קיימים כלורופלסטים בעלי צורות שונות ומגוונות. הכלורופלסט נמצא רק בתאי צמחים המקיימים את תהליך הפוטוסינתזה (הטמעה).



**כלורופיל :**

כלורופיל הוא הצבען העיקרי של הפוטוסינתזה. הוא קיים בכל הצמחים, זו מולקולה אורגנית הבנויה מפחמן, מימן וחמצן ובנוסף גם חנקן ומגנזיום.



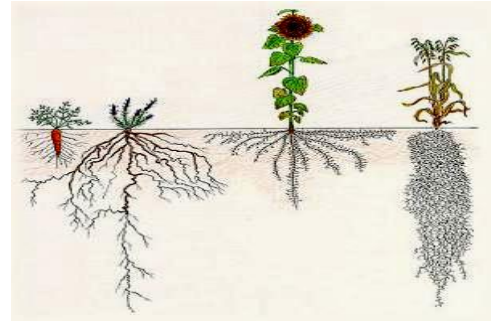
## התאמת מבנה הצמח לביצוע הפוטוסינתזה

### התאמת מבנה הצמח לביצוע הפוטוסינתזה:

בצמח טיפוסי ביבשה יש שני חלקים: שורש ונצר.

**הנצר:** הנצר על קרקעי ולרוב מסועף וירוק. שטח הפנים שלו גדול יחסית לנפחו ולכן הוא מותאם לקליטה מרבית של אור ופחמן דו-חמצני.

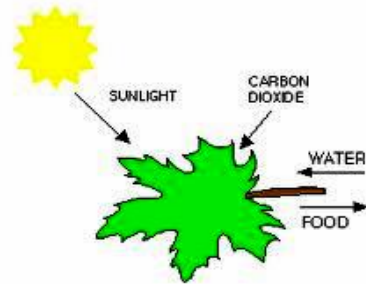
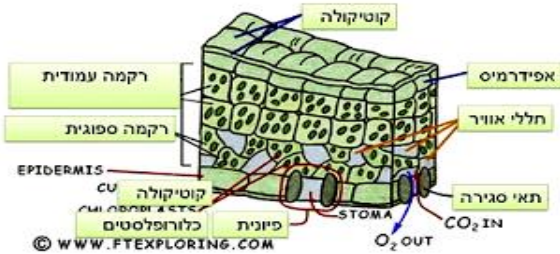
**השורש:** החלק התת קרקעי, מסועף אך לא ירוק ותפקידו העיקרי לקלוט מים ומלחים (מינרלים) מהקרקע. המלחים דרושים ליצירת הכלורופיל החיוני לפוטוסינתזה ולבניית חומרים אורגניים.



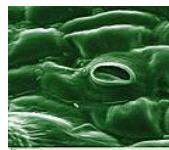
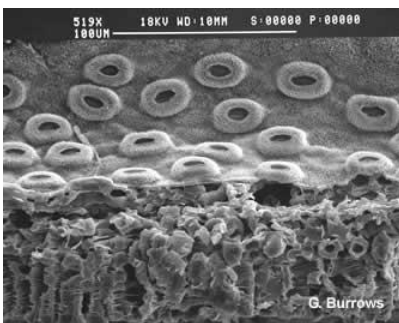
### התאמת מבנה העלה לביצוע הפוטוסינתזה:

הפוטוסינתזה מתבצעת בכל חלקי הצמח הירוקים אבל העלים הם האיברים העיקריים בהם היא מתבצעת. - העלים בד"כ ירוקים, שטוחים ודקים ושטח הפנים שלהם גדול יחסית לנפחם. זה מבנה שמאפשר קליטה מרבית של אור השמש וחילוף גזים יעיל בין העלה לסביבה.

### מבנה העלה



### פיוניות, דיות, ופוטוסינתזה.



כאשר הפיוניות פתוחות יכול להיכנס פחמן דו חמצני אל העלה לקיום הפוטוסינתזה אבל במצב פתוח גם נפלטים דרך הפיוניות אדי מים רבים – בתהליך הדיות. כלומר, הצמח עלול להתייבש אם תתרחש יותר מדי דיות.

#### הגורמים המשפיעים על פתיחת הפיוניות:

1. אור – הפיוניות פתוחות באור וסגורות בחושך.
2. CO<sub>2</sub> – הפיוניות פתוחות כשריכוז ה-CO<sub>2</sub> בחללים הבין תאיים נמוך וסגורות כשריכוז ה-CO<sub>2</sub> גבוה.
3. מאזן המים של הצמח – הפיוניות נסגרות כאשר יש מחסור של מים בצמח.

## תהליך הפוטוסינתזה ותהליך הנשימה המתקיימים בצמחים :

נשימה	פוטוסינתזה
<b>1. תהליכי פירוק והרכבה של חומרים בתא:</b> בנשימה חומרים אורגניים מתפרקים-מתחמצנים בתוך התאים.	<b>1. תהליכי פירוק והרכבה של חומרים בתא:</b> בפוטוסינתזה חומרים אורגניים (סוכר) נוצרים בתאים מחומרים אנאורגניים בעזרת אנרגיית האור
<b>2. אנרגיה המעורבת בשני התהליכים:</b> בנשימה אנרגיה כימית משתחררת מן הסוכר המתפרק, ומשמשת לשאר הפעילות בתאים.	<b>2. אנרגיה המעורבת בשני התהליכים:</b> בפוטוסינתזה אנרגיית האור שהצמח קולט היא המאפשרת לצמח לייצר את הסוכר.
<b>3. מועדי ההתרחשות של שני התהליכים:</b> הנשימה מתרחשת גם ביום וגם בלילה.	<b>3. מועדי ההתרחשות של שני התהליכים:</b> הפוטוסינתזה מתרחשת רק בשעות היום (באור),
<b>4. חומרי המוצא והתוצרים:</b> בנשימה חומרי המוצא הם הסוכר (שנמצא בתאים) והחמצן (שנקלט בגוף ומגיע אל התאים), והתוצרים הם פחמן דו-חמצני ומים	<b>4. חומרי המוצא והתוצרים:</b> בפוטוסינתזה חומרי המוצא הם פחמן דו-חמצני (שהצמחים קולטים מן האוויר), ומים (שהצמחים קולטים בשורשיהם). התוצר הוא חומר אורגני - סוכר (גלוקוז), וכן עודפי חמצן שנפלטים אל הסביבה.
<b>5. היצורים החיים, אשר שני התהליכים מתרחשים בהם:</b> הנשימה מתרחשת בכל היצורים החיים (כולל צמחים ובעלי-חיים),	<b>5. היצורים החיים, אשר שני התהליכים מתרחשים בהם:</b> הפוטוסינתזה מתרחשת רק בצמחים, באצות ובחידקים כחוליים.



### נשימה / פוטוסינתזה

פוטוסינתזה	נשימה תאית	
מגיבים	גלוקוז	CO <sub>2</sub> - ומים
תוצרים	CO <sub>2</sub> - ומים	גלוקוז וחמצן
מתרחש בעיקר באברון	מיטוכונדריה	כלורופלאסט



## ההבדל בין תהליך הפוטוסינתזה בצמח לבין תהליך הנשימה בצמח

נשימה	פוטוסינתזה
	
<p>בתהליך הנשימה הצמח קולט חמצן מהסביבה, החמצן מרכב עם הגלוקוז, נוצר פחמן דו חמצני ומים, ומשתחררת אנרגיה המשמשת ליצירת מולקולות עשירות אנרגיה ATP, המשמשות בתהליכים צורכי אנרגיה בצמח.</p>	<p>בתהליך הפוטוסינתזה חלקי הצמח הירוקים קולטים את אנרגיית השמש ומשתמשים בה לבניית גלוקוז וחמצן מפחמן דו-חמצני ומים. הגלוקוז הוא תרכובת אורגנית המשמשת כמקור לבניית כל התרכובות האורגניות בצמח.</p>
<p>תהליך הנשימה מתבצע באברונים תוך תאים שנקראים מיטוכונדריות,</p>	<p>תהליך הפוטוסינתזה מתבצע בכלורופלסטים (המכילים כלורופיל ירוק).</p>
<p>תהליך הנשימה מתבצע כל הזמן במשך כל שעות היממה, גם ביום וגם בלילה.</p>	<p>תהליך הפוטוסינתזה מתבצע רק ביום, כי הוא יכול להתבצע רק בנוכחות אור.</p>
<p>תהליך הנשימה מתבצע על-ידי כל חלקי הצמח, גם על-ידי תאי השורש גם על-ידי תאים שבעלי כותרת בפרחים, גם בזרעים נובטים, וגם בתאי הגבעול והעלים הירוקים.</p>	<p>תהליך הפוטוסינתזה מתבצע רק על-ידי התאים המכילים כלורופיל בחלקים הירוקים של הצמח, כלומר בעיקר עלים.</p>
<p>שיעור הנשימה בכל חלקי הצמח נמוך במידה רבה לעומת שיעור הפוטוסינתזה,</p>	<p>שיעור הפוטוסינתזה גבוה במידה רבה לעומת שיעור הנשימה, ולכן תהליך הפוטוסינתזה תורם לצמח חומר אורגני המשמש לבנייתו, כך שהביומסה של הצמח עולה. (הצמח הוא ייצור אוטוטרופי- כלומר בונה את התרכובות האורגניות שלו מחומרים אנאורגניים פשוטים).</p>

### המשותף בין שני התהליכים

שני התהליכים הם תהליכים אנזימטיים ולכן קצב התהליכים תלוי בטמפרטורה, כך שבטמפרטורות נמוכות שני התהליכים איטיים, ועם עליית הטמפרטורה שני התהליכים עולים, עד גבול מסוים.

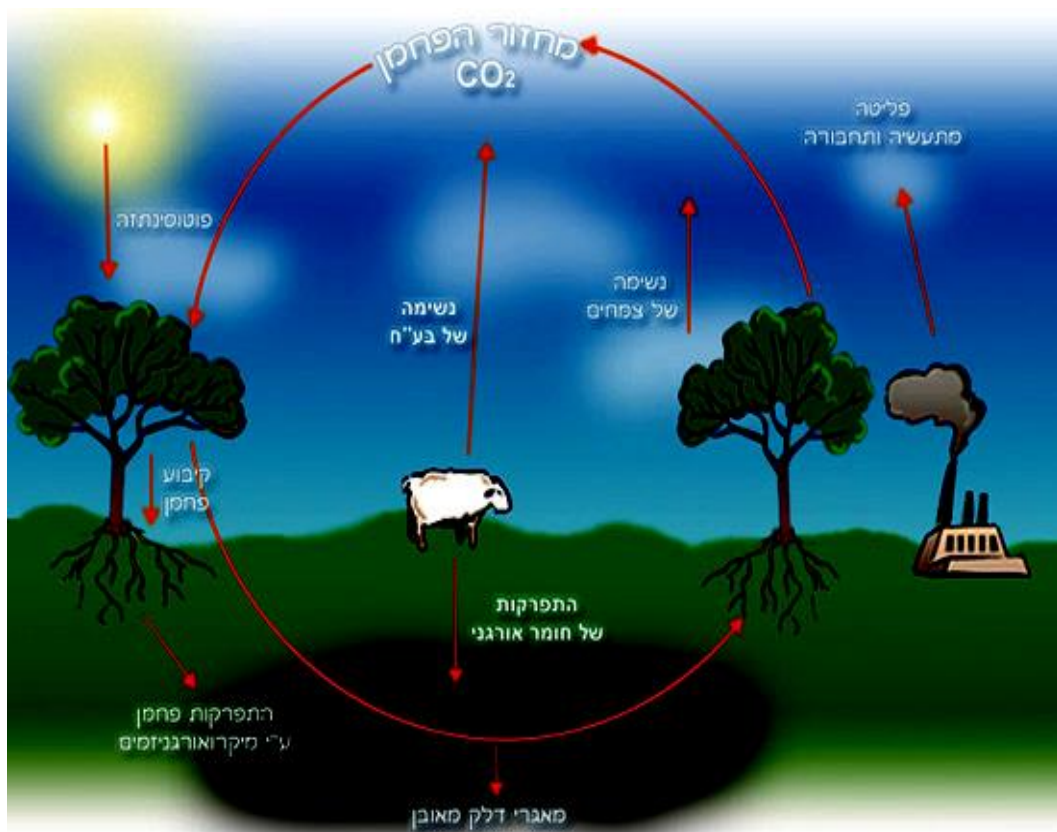
## התאדות לעומת דיות

<p style="text-align: center;"><b><u>דיות בצמחים</u></b></p> <p>דיות (Transpiration - טרנספירציה) היא אידוי מים משטח גופו של צמח לסביבתו החיצונית</p>	<p style="text-align: center;"><b><u>התאדות</u></b></p> <p>התאדות - Evaporation - התהליך שבו חומר במצב צבירה נוזלי הופך לגז ומתנדף.</p>
	
<p>* דיות בצמחים מתבצע כאשר פיוניות הצמחים נפתחות לשם קיום פוטוסינתזה ומולקולות המים מתאדות דרכן.</p> <p>* הדיות מתקיימת בכל הצמחים בה מתנדפות מולקולות המים דרך הפיוניות לאטמוספירה.</p> <p>* איבוד המים אינו תהליך רצוי מבחינת הצמח, אלא למעשה מחיר אותו "משלם" הצמח על קליטת הפחמן הדו-חמצני מהאוויר דרך אותן פיוניות</p> <p>* עם גורמי האקלים המשפיעים על הדיות נמנים: עוצמת קרינה, טמפרטורה, לחות יחסית, ריכוז הפחמן הדו-חמצני, פוטנציאל המים בעלה ומהירות ברוח.</p>	<p>* מידת ההתאדות תלויה בטמפרטורה, בקרינה, בלחות האוויר ובמהירות הרוח.</p> <p>* כאשר הקרינה והטמפרטורה גבוהות, הלחות נמוכה והרוח חזקה, מגיעה ההתאדות לערכים גבוהים ביותר.</p> <p>* ידיעת כמות ההתאדות חשובה כדי שנדע את כמות המים שיש לנו במאגרי מים לשתיה כמו ימת הכינרת, או מאגרים בהם מפלס המים יורד בצורה משמעותית.</p> <p>* ההתאדות הינה גורם חשוב במשק המים בישראל. בתהליך האידוי נגרעים אדי מים מהקרקע ומהצמח ועוברים לאטמוספירה ואת הגירעון יש למלא ע"י השקיה.</p>



## מחזור הפחמן בטבע

מחזור הפחמן הוא מעבר הפחמן בין הביו-ספירה לאטמוספירה. צמחים סופגים פחמן דו-חמצני, ובאמצעות כוח השמש (בפוטוסינתזה), אוגרים את הפחם בצורה מוצקה. כשצמחים מתים ונרקבים, נאכלים ע"י בע"ח או נשרפים, הפחמן משתחרר לתוך האטמוספירה בצורת פחמן דו-חמצני. הפחמן דו-חמצני משתתף באפקט החממה. - ככל שיש יותר פחמן דו-חמצני באטמוספירה, כך נלכדת יותר אנרגיה שמש באטמוספירה. מדענים טוענים כי הגורם העיקרי להתחממות כדור הארץ הוא שריפה של דלק מאובן. השימוש בביו-דלק נחשב נייטרלי מבחינת מחזור הפחמן. ע"י שריפת דלקים ממקור מתחדש אנו משתמשים בפחמן שהוא חלק ממחזור הפחמן הנוכחי (צמחים שגדלו בשנה שעברה), במקום פחמן מצמחים פרה-היסטוריים (דלקים מאובנים).



## **רבייה מינית בצמחים :**

- \* בצמחים בעלי זרעים, המעבר לשלב ההתרבות מתבטא בהופעת אברי רבייה שהם הפרחים, שבהם מתרחשים תהליכי הרבייה המינית. הפירות והזרעים הנוצרים בתהליכים אלה נפרדים מצמח האם ומהווים מקור להתפתחות פרטים חדשים.
- \* מועד הפריחה בצמחים מושפע מאותות סביבתיים כמו אורך היום וטמפרטורה בשילוב עם גורמים פנימיים בצמח.
- \* הגורמים הפנימיים המשפיעים על מועד הפריחה תלויים במטען הגנטי הקובע את התפתחות הצמח האופיינית למין אליו הוא שייך.
- \* הגורם החיצוני העיקרי המשפיע על מועד הפריחה הוא האור. - צמחים רגישים למספר שעות האור ביממה והם פורחים רק בצירוף מסויים של שעות אור ושעות חושך. (התברר כי הגורם הקובע אם צמח יפרח או לא הוא רצף שעות החשכה ולא דווקא מספר שעות האור).
- \* צמח יום קצר הוא צמח הפורח רק אם מספר שעות החושך הרצופות עולה על ערך סף מסויים. אם יופסק רצף שעות החושך אפילו ע"י הבזק אור קצר הצמח לא יפרח.
- \* צמח יום ארוך הוא צמח שיפרח רק אם מספר שעות החושך נמוך מערך סף מסויים. (האיבר המושפע מהאור נקרא פיטוכרום - הפיטוכרום משפיע על יצירה של חומר או תהליך הגורמים לפריחה ונביטה).
- חקלאים מכוונים את מועד הפריחה בחממות ע"י ויסות מבוקר של מספר שעות האור ביממה, כך הם מבטיחים כי מועד הפריחה יהיה עפ"י צרכי השוק.
- \* ישנם צמחים אשר פריחתם אינה מושפעת מאור אלא מטמפרטורה.
- \* ישנם צמחים אשר פורחים רק לאחר שנחשפו במשך זמן מסויים לטמפ' נמוכה יחסית (2-5 מעלות). אם החשיפה לטמפ' זו קצרה מידי, זה מונע פריחה, כמו : בדובדבן שאינו פורח ברוב חלקי הארץ כיוון שהטמפ' אינה נמוכה מספיק.
- \* גורם נוסף המשפיע על הפריחה הוא היחסים הכמותיים בין המינרלים בקרקע, בעיקר חנקן ואשלגן.

### **נביטה :**

- \* התנאים הסביבתיים בהם הזרע נובט קובעים את הצלחתו של הדור החדש.
- \* בזרעים קיימים מנגנונים שמטרתם להבטיח שהנביטה תתרחש בתנאים אופטימאליים.
- \* זרעים יכולים לנבוט זמן רב אחרי שנוצרו ורחוק מצמח האם.
- \* זרעים אשר אינם נובטים, גם כאשר תנאי הסביבה מתאימים לנביטה, נמצאים במצב של תרדמה. המאפיינים של זרע בתרדמה הם: כמות קטנה של מים בזרע וחילוף חומרים נמוך.
- \* ישנם שני חומרים הכרחיים לנביטה: מים, חמצן. גם לטמפ' יש חשיבות בתהליך הנביטה.
- זרע ינבוט רק לאחר שקלט מים, המים מעוררים את חילוף החומרים בתאי הזרע ומתחילה פעילות אנזימטית. חומרי התשמורת מפורקים ונוצרים חומרים חדשים הדרושים לצמח. מתחילה חלוקת תאים וגידול אברי הנבט. החמצן דרוש לקיום תהליך הנשימה התאית לצורך הפקת אנרגיה. הפעילות המטבולית בזרעים מלווה בפליטת חום.
- \* לקראת נביטה נפתחות מעטפות הזרע ומציץ שורש צעיר וגבעול צעיר. השורש גדל תמיד בכיוון הקרקע והעלים הצעירים (הנקראים נצר) גדלים בכיוון הפוך. כיוון הצמיחה של החלקים השונים מושפע מפעולתם של הורמונים מוסתי צמיחה.
- \* מחזור החיים של צמחים בעלי זרע מתחיל עם נביטת הזרע ← התפתחות צמח צעיר ← התפתחות פרחים המכילים את אברי הרבייה ← התפתחות הגמטות ← הפרייה ← התפתחות פירות ובתוכם זרעים ← הזרע מכיל את העובר שהוא תחילתו של הדור הבא.

### **יתרונות הרבייה המינית :**

- \* יצירת צירופים גנטיים חדשים בכל דור ודור.
- \* חלק מהתכונות יתכן ויהיה להן יתרון באזורי תפוצה חדשים או בתנאי סביבה משתנים.

### **חסרונות הרבייה המינית :**

- \* ברבייה מינית לא כל תכונות ההורים נשמרות



## רבייה מינית בצמחים :

### הפרח :

הפרח הוא ענף מקוצר וכל חלקיו הם גלגולי עלים. פרח הוא נצר מתמחה הקיים בצמחים מכוסי זרע. נצר זה התמחה ברבייה ומכיל איברי רבייה זכריים או נקביים המשמשים לרבייה זוויגית ולעתים לרבייה אל זוויגית. תפקיד הפרחים הוא לייצר תאי רבייה, לאפשר מפגשם ולהוות מצע לייצור הזרעים. אצל רוב צמחי הפרחים, רבייה זוויגית היא הדרך העיקרית להתרבות, והזרעים הם האמצעי העיקרי להפצת הצאצאים והרחבת שטח המחיה של המין. הפרח מושך אליו בעלי חיים, המשמשים כמאביקים, לצורך ההאבקה של העלי על ידי צוף, צורה, צבע או ריח. ריחם של פרחים נעים בדרך כלל, אך ישנם צמחים שפרחיהם מפיצים ריח של רקבון, המושך זבובים וחרקים דומים. לפרח שלושה חלקים: העטיף, האבקנים, והעלי.

### חלקי הפרח :

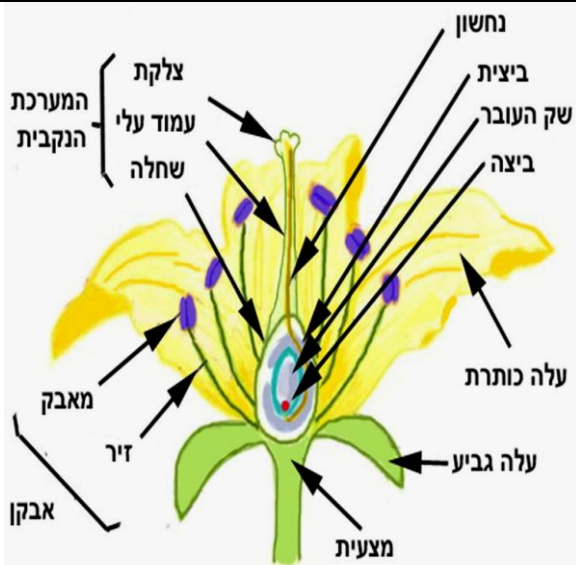
\* עוקץ הפרח נושא את הפרח ומחבר בינו לבין הגבעול או ציר התפרחת. בראש העוקץ יש קטע מורחב, המכונה מצעית הפרח, עליו יושבים שאר איברי הפרח. \* האיברים החיצוניים ביותר הם עלי הגביע, שצבעם ירוק בדרך כלל, ופנימה להם מצויים עלי הכותרת שהם לרוב צבעוניים. שתי קבוצות עלים אלה מהוות את העטיף. יש פרחים המכילים בנוסף גם גרסאות שונות של עטיף צבעוני או בלתי צבעוני ולעתים, אברי משיכה למאביקים כגון צופנים, בלוטות המפרישות ריח, ודרכי דבש. \* במרכז הפרח מצויים איברי הרבייה - אבקנים ועלי (או לפחות אחד מהם - בפרחים חד מיניים) - האבקנים המכילים את תאי המין הזכריים, והאיבר הפנימי ביותר, העלי, שמכיל את תאי המין הנקביים.

### ניצן :

מונח עממי (ולא מדעי), המתאר את מצבו הבלתי פעיל ולא מפותח לחלוטין של פרח.

### פרח :

הפרח הוא ענף מקוצר וכל חלקיו הם גלגולי עלים.



## חלקי הפרח - המשך

	<p><b>עוקץ הפרח :</b> נושא את הפרח ומחבר בינו לבין הגבעול או ציר התפרחת. בראש העוקץ יש קטע מורחב, המכונה מצעית הפרח, עליו יושבים שאר איברי הפרח.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### עטיף (perianth)

עלי עטיף - העלים העוטפים את חלקיו המיניים של הפרח, האבקנים - שהם האיברים הזכריים, והעלי - שהוא האיבר הנקבי. - מבחינים בין עטיף פשוט ועטיף כפול.

עטיף כפול מורכב משני סוגי עלים; העלים החיצוניים על-פי רוב ירוקים, ומכונים גביע (calyx) או עלי גביע (sepals), עלי הגביע מצויים חיצונית לעלי הכותרת, עוטפים את שאר חלקי הפרח, תפקידם העיקרי להגן על הניצן.

העלים הפנימיים על-פי רוב צבעוניים, ומכונים כותרת (corolla) או עלי כותרת (petals), עלי הכותרת מצויים פנימה לעלי הגביע. עלי הגביע ועלי הכותרת מהווים את עטיף הפרח, העוטף את אברי הרבייה.

עלי הכותרת סדורים סביב מרכז הפרח במעגלים. אם המעגל שלם, הוא נקרא דור, ופרחים בעלי מעגלים כאלה, נקראים פרחים ציקליים. בפרחים אחרים, אין מעגלים שלמים, והעלים סדורים בצורה ספירלית - פרחים אלו נקראים פרחים א-ציקליים. - בדור יכולים להיות עלים בודדים עד עשרות עלים. - רוב עלי הכותרת צבעוניים, ועיקר שימושם במשיכת מאביקים אל הפרח. מסיבה זו, לצמחים המואבקים על ידי הרוח אין עפ"י רוב עלי כותרת.

**עטיף פשוט** - עטיף פשוט מכיל רק סוג אחד של עלים - ירוקים או חסרי צבע (עטיף גביעוני), או צבעוניים (עטיף כותרתי).

ניצן	עלה גביע	עלה כותרת
		
עטיף כפול	עטיף כותרתי	עטיף גביעוני
		

## חלקי הפרח - המשך

	<p><b>מצעית :</b>  <b>מצעית</b> - בסיס הפרח עליו יושבים כל אבריו, או קרקעית התפרחת "קרקפת" עליה יושבים הפרחים. השחלה יושבת לעתים מעל למצעית (ואז היא מכונה שחלה עילית) או מתחת למצעית (שחלה תחתית). - לעתים מהווה המצעית גם חלק מהפרי ואז הפרי מכונה פרי מדומה (תפוח).</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### עלי (pistil)

**עלי - (pistil) :** איבר הרבייה הנקבי בפרח. העלי מורכב מעלה שחלה (carpel) אחד או מספר עלים, ומצלקת הנישאת לרוב בראש עמוד.

העלי מצוי במרכז הפרח והוא בנוי משלושה חלקים: שחלה, עמוד העלי וצלקת.

#### בעלי קיימים החלקים הבאים:

#### שחלה - (ovary) :

**השחלה** - איבר חלול דמוית כד הנמצאת במרכז הפרח, היא משמשת בית קיבול לביציות (ovules). מן השחלה יוצא עמוד העלי המתפצל בראשו לכמה אונות, שהן הצלקות, לעתים יש בשחלה צופן (איבר המוציא צוף) נוזל מתוק שנועד למשוך מאביקים.

#### עמוד עלי - (style) :

עמוד חלול העולה מן השחלה, דרכו נכנסים תאי המין הזכריים אל השחלה - לאחר הגעת גרגרי האבקה לצלקת מתפתחת בתוך העלי מעין תעלה הקרויה נחשון, שבאמצעותה מגיעים גרעיני תאי הרבייה הזכריים אל השחלה שבתחתיתו, שם נמצאות הביציות ומתבצעת ההפרייה.

#### צלקת - (stigma) :

**הצלקת** - מקום מורחב בראש עמוד העלי, לעתים דביק, היא האיבר שעליו נוחתים גרגרי האבקה. (תאי המין הזכריים) והיא מורחבת ביחס לעמוד העלי. - תפקידה של הצלקת הוא לזהות את גרגרי האבקה המתאימים להפרייה ולספק להם מקור ראשוני של אנרגייה בצורת תמיסה מזינה שהיא מפרישה, על-מנת לאפשר את התנועה לכיוון השחלה.

גרגרי האבקה מגיעים אל הצלקת על ידי הרוח או על ידי חרקים. נובטים על פני הצלקת, חודרים לכל אורך עמוד העלי ומפריים את הביציות שבתוך השחלה.

הביציות המופרית מבשילה והופכת לזרע, והשחלה כולה, על הזרעים שבתוכה, הופכת לפרי.

לא בכל פרח ישנם כל החלקים האלה: פרחים מואבקי רוח, חסרים לעתים קרובות את עלי הכותרת; פרחים רבים הם חד-מיניים, (עלי בלבד, או אבקנים בלבד), פרח שיש לו עלי גביע, עלי כותרת, אבקנים ועלי, נקרא פרח מושלם

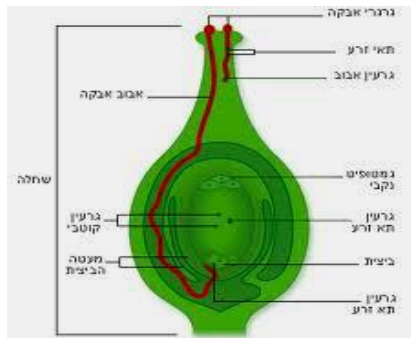
צלקת	עמוד עלי	מבנה העלי
		

## חלקי הפרח - המשך

**שחלה** - השחלה היא איבר הרבייה הנקבי בפרח. - השחלה נמצאת במרכז הפרח, בתחתיתו של עמוד העלי ולרוב תיזרזר חלל סגור שבתוכו יתפתחו תאי המין הנקביים. - הביציות השחלה נוצרת מאיחוי שפתותיהם של עלי השחלה, כך שנוצר חלל סגור (שמו מגורה), שבתוכו מתפתחות השליות (החלק בדופן השחלה שאליו קשורות הביציות). הגינציון הוא מכלול עלי השחלה. בפרחים ההפריה נעשית בשחלה עצמה. תאי הרבייה הזכריים, המופיעים בדרך כלל כגרגירי אבקה צהובים, נוחתים על גבי העלי ונוודדים במורדו אל השחלה, שם הם מפרים את הביציות. לאחר ההפריה נושרים עלי הכותרת של הפרח והשחלה גדלה, מתעבה והופכת לפרי, המכיל את הזרעים - עוברי הצמח.

### סיווג שחלות לפי מיקומן בפרח:

1. **שחלה עילית** - נמצאת מעל מצעית הפרח (קצה הגבעול שממנו יוצא הפרח; צורתה שטוחה או קעורה).
2. **שחלה אמצעית** - שקועה חלקית במצעית.
3. **שחלה תחתית** - שקועה במצעית הצמח ומעורה בה, כך ששאר אברי הפרח צומחים מעליה.



**ביצית** - המבג הנקבי בצמחים בעלי-זרע. הביצית מכוסה בתאי מעטפת, או אינטגומנטים (אחד או שניים), שעוטפים את בסיסה ואת צדדיה, כך שנשאר נקב צר (פומה) בראשה, דרכו מפרה גרגר האבקה את הביצה. לאחר ההפריה הכפולה הופכת הביצית לזרע.

## אבקן (stamen)

**אבקן - (stamen):** איבר הרבייה הזכרי בפרח - החלק בפרח בו נוצרת האבקה - האבקנים מסודרים בדרך כלל בטבעת מסביב לעלי. - כל אבקן בנוי משני חלקים: זיר ומאבק.

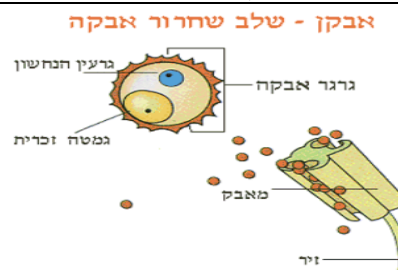
**זיר - (filament):** איבר מוארך, הנושא את המאבק ומגביה אותו מעל מצעית הפרח.

**מאבק - (anther):** (כלי הקיבול לגרגרי האבקה) איבר הבנוי מלשכות, ובתוכן שקי האבקה (pollen sacs). צורת המאבק על פי רוב דמוית כדור אליפטי. בהבשלת האבקה נפתח המאבק והאבקה מתפזרת. גרגרי האבקה נושאים את תאי הרבייה הזכריים.

### אבקנים

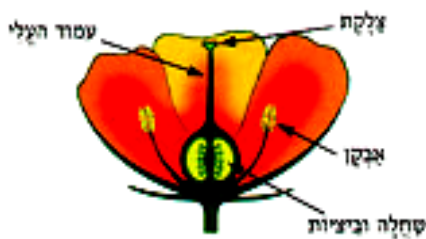
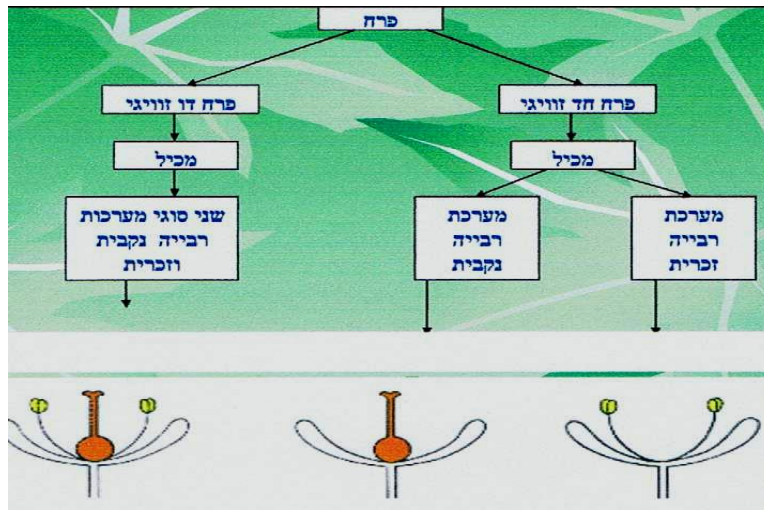


### מאבק וזיר



## הזוויג

ברוב מיני הצמחים הפרחים הם אנדרוגניים כלומר, בעלי פרחים דו- מיניים המכילים גם אבקנים וגם עלים. לעומת זאת, ישנם צמחים בעלי פרחים חד- מיניים המכילים אבקנים בלבד או עלים בלבד.



### פרח דו – זוויגי :

ברוב מיני הצמחים הפרחים הם אנדרוגניים כלומר, בעלי פרחים דו- מיניים המכילים גם אברי מין זכריים (אבקנים) וגם נקביים (עמוד עלי ושחלות). צמח בעל פרחים דו- מיניים יהיה תמיד צמח חד- ביתי.

### פרח חד מיני

פרח חד-מיני הוא פרח הנושא איברים נקביים (עלי) או איברים זכריים (אבקנים) בלבד. האיברים הנקביים מופיעים בפרחים מסוימים, והזכריים בפרחים אחרים. בניגוד אליו, בפרח דו-מיני האיברים הזכריים והנקביים נמצאים באותו פרח.

### פרחים חד-מיניים נחלקים לשני סוגים:

1. כאשר שני סוגי הפרחים - הזכריים והנקביים - מופיעים על אותו פרט, הוא מכונה צמח חד-ביתי (דוגמה: תירס).
2. כאשר פרחי הנקבה מופיעים על עצי הנקבה ופרחי הזכר מופיעים על עצי זכר, הפרח מכונה צמח דו-ביתי (דוגמה: חרוב, תאנה).

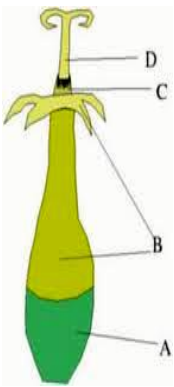
צמח חד-ביתי	צמח דו – ביתי – פרחים זכריים	צמח דו – ביתי – פרחים נקביים



## סוגי פרחים



**קרקפת** - הקרקפת עטופה מבחוץ בדור או מספר דורים של עלים או קשקשים, המכונים חפי מעטפת. התפרחת מורכבת מפרחים קטנים (מכאן שם המשפחה) המכונים פרחונים (florets), ומסוגלים כפרחונים לשוניים (ray florets) או פרחונים צינוריים (disc florets). הפרחון הצינורי הוא בעל סימטריה מעגלית ומבנה מוארך; הפרחון הלשוני הוא אסימטרי, ומכיל עלה כותרת בודד גדול, המכוון רדיאלית ממרכז הקרקפת החוצה. קרקפות מסוימות מכילות רק פרחונים צינוריים או לשוניים, ואחרות מכילות במרכזן פרחונים צינוריים, ובהיקפן פרחונים לשוניים. פרחוני הקרקפת הם דו-מיניים, חד-מיניים או עקרים. הפרחונים יושבים על משטח משותף המכונה מצעית.



### **פרחונים צינוריים - (disc florets)**

הפרחון הצינורי הוא בעל סימטריה מעגלית ומבנה מוארך; בפרחים צינוריים עלי הכותרת מאוחים בבסיסם, ורק בסוף הפרח הם הופכים לעלי כותרת נפרדים. לעתים צינור הכותרת ארוך, והעלים המתפצלים קצרים, לעתים הצינור קצר ביותר וכמעט אינו מורגש. פרחים צינוריים מאפיינים את סדרת הצינוראים, אך מצויים מאוד גם במשפחות אחרות, ביניהן במשפחת המורכבים.



### **פרחים לשוניים - (ray florets)**

פרחים בהם עלה כותרת אחד, משונן לעתים בקצהו. תחתיתו מגולגלת בדרך כלל, ובתוכה נמצאים האבקנים או עמוד העלי. פרח לשוני מצוי בעיקר בדורים חיצוניים בפרחים ממשפחת המורכבים,

### **פרחים פרפרניים :**

פרחים פרפרניים - הם פרחים הבנויים מחמישה עלי כותרת נפרדים. עלה אחד, גדול בדרך כלל מכל השאר, צומח בניצב לציר הפרח, נקרא מפרש. שני עלי כותרת נוספים הצמודים זה לזה באורכם, צומחים לאורך הציר, נקראים סירה. שני עלים נוספים, צומחים לצד הסירה, נקראים משוטים. פרחים אלו נפוצים במשפחת הפרפרניים



## סוגי פרחים - המשך

### פרחים שפתניים :



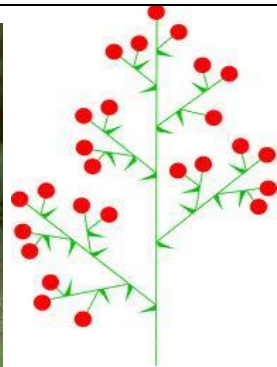
פרחים שפתניים - נקראים לעתים גם פרחים פעורים, הם פרחים צינוריים, בהם עלי הכותרת לא שווים בגודלם ובצורתם, אלא נראים כמו שפתיים. השפה התחתונה קעורה, והשפה העליונה המכסה אותה קמורה. השפתיים פתוחות בדרך כלל, כדי לאפשר למאביקים (בעיקר דבורים) להיכנס. פרחים אלו נפוצים במשפחת השפתניים.

### מצליבים :



משפחת המצליבים נקראת כך כיוון שהפרחים של המינים המשתייכים לה כוללים ארבעה עלי כותרת המסודרים בצורת צלב. לפרחי המצליבים ארבע עלי גביע, ארבעה עלי כותרת, שישה אבקנים המסודרים בשני דורים של 2+4 ושני עלי שחלה. פרי המצליבים נקרא קציץ (siliqua) והוא מין הלקט הנפתח בשתי קשוות, ולעיתים איננו נפתח (כמו בסוג צנון). למצליבים רבים ריח חריף המזכיר חרדל או כרוב ומקורו בחומרים משניים בשם גלוקוזינולטים, או שמן חרדל.

### מִכְבֵּד - (panicle) :



אשכול מורכב, תפרחת שבה הפרחים מסתעפים מענפים צדדיים, המסתעפים בעצמם מציר התפרחת. במלים אחרות, מכבד הוא מקבץ של אשכולות המסתעפים מציר משותף

### אשכול - (spadix) :

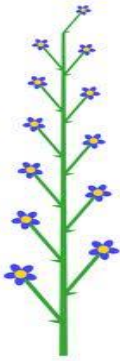


- סוג של שיבולת בעלת ציר תפרחת מעובה. לעיתים האשכול עטוף בעלה אחד הנקרא מתחל (spathe), חפה גדול העוטף את התפרחת, בייחוד את האשכול, כמו בלופיים.

## סוגי פרחים - המשך.

### אשכול (raceme)

- תפרחת בעלת ציר ראשי, הנושא פרחים על עוקצים. הפרחים העליונים תמיד צעירים מהתחתונים.



### שיבולת (spike)

תפרחת בעלת ציר ראשי, עליו יושבים הפרחים (או, במשפחת הדגניים, השיבוליות), ללא עוקצים. הפרחים העליונים תמיד צעירים מהתחתונים.



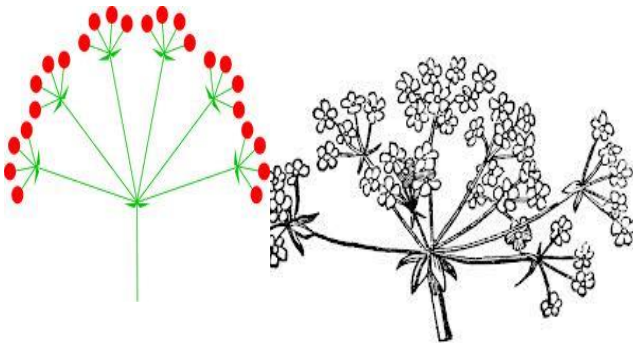
### סוכך - (umbel)

תפרחת אשר בה יוצאים מנקודה אחת בקצה הגבעול מספר עוקצים (קרניים), שבקצותיהם פרחים או תפרחות משניות



### סוכך מורכב :

תפרחת שבה בקצות קרני הסוכך הבסיסי נמצאים סוככונים משניים. תפרחת שהיא סוכך מורכב אופיינית אך ורק למשפחת הסוככיים



## חד – פסיגי – ודו – פסיגי



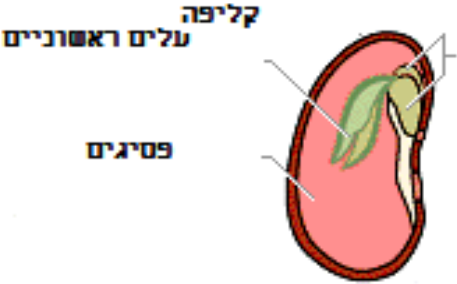
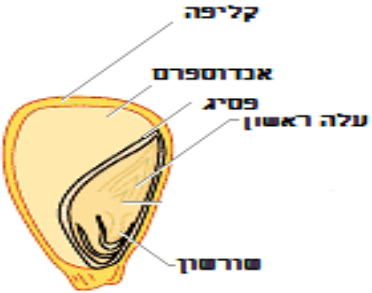
### חד פסיגי :

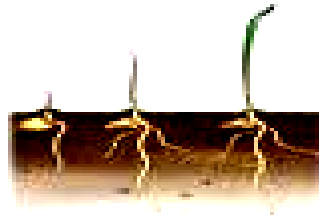
צמח הממתייך למחלקת החד-פסיגיים (Monocotyledons) ומאופיין בעובר בן פסיג אחד. עירוק העלים, לרוב מקביל לשפת העלה והשורש מתפתח כציצת שורשים. אברי הפרח מסודרים בשלשות.

צינורות ההובלה (עצה ושיפה) מפוזרים בחתך הגבעול ב"צרורות" (בשונה מהסידור הטבעתי בדו-פסיגיים) ואין התעבות משנית אמיתית של הגבעול. צמחים חד - פסיגיים הם בדרך כלל עשבונים, עשבים, שיחים "רכים", צמחים חד שנתיים. ומבין העצים רק התמר או הדקל.



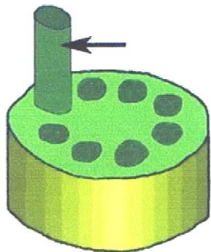
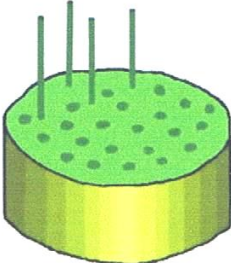
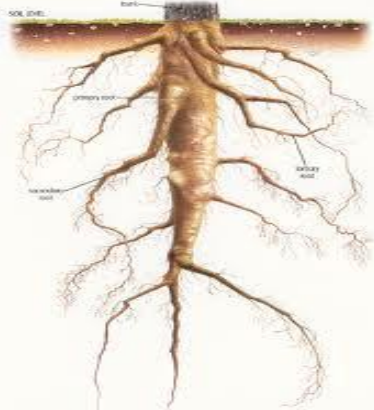

### דו פסיגי :

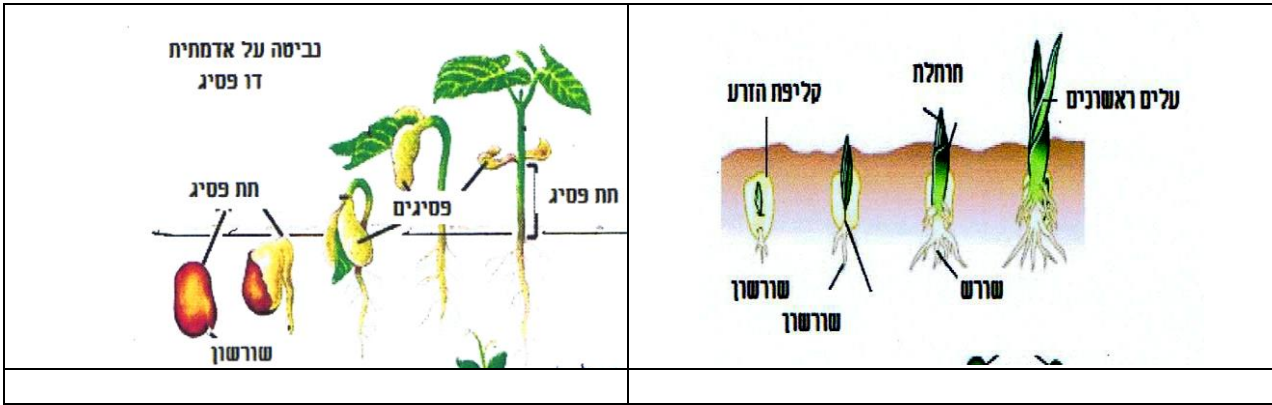
צמח הממתייך למחלקת הדו-פסיגיים (dicotyledons). כל הצמחים השייכים למחלקה זו מאופיינים בעובר בעל שני(דו) פסיגים (עלים ראשוניים). עירוק העלים לרוב מרושת. - אברי הפרח לרוב ארבעה או חמישה או כפולותיהם. צרורות הצינורות הראשוניים בגבעול ערוכים בטבעת ולא בקבוצות והשורש מסתעף משורש מרכזי. צמחים דו- פסיגיים, הם צמחים שבשנה הראשונה נראים כמו חד שנתיים, אבל אחר כך הם "מתעצים" כלומר הופכים להיות שיחים ועצים רב שנתיים.

<b>מבנה פרח דו - פסיגי</b>	<b>מבנה פרח חד- פסיגי</b>
מספר חלקי הפרח 4 או 5 או כפולות שלהם	מספר חלקי הפרח – 3 או בכפולות של 3
	
<b>מבנה זרע דו - פסיגי</b>	<b>מבנה זרע חד - פסיגי</b>
	
<b>נביטה דו – פסיגי : שני פסיגים</b>	<b>נביטה חד – פסיגי : פסיד אחד</b>



### חד - פסיגי ודו - פסיגי / המשך

<p><b>דו - פסיגי</b></p>	<p><b>חד פסיגי</b></p>
<p>עורקי עלה דו - פסיגי : מסתעפים בצורת רשת</p>	<p>עורקי עלה חד - פסיגי : מקבילים</p>
	
<p>צורות הצינורות - דו - פסיגי : מסודרים בטבעת בהיקף הגבעול</p>	<p>צורות הצינורות - חד פסיגי : מסודרים בכל שטח חתך הגבעול</p>
	
<p><b>שורש - שיפודי</b></p>	<p><b>שורש - ציצתי</b></p>
	
<p><b>נביטה על אדמתית דו - פסיג</b></p>	<p><b>נביטת חד - פסיגי</b></p>



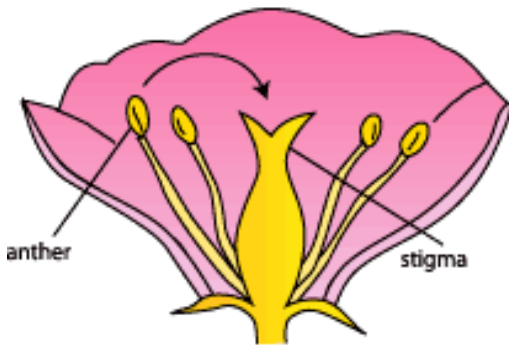
**האבקה בצמחים**

**האבקה בצמחים :**

העברה של גרגרי האבקה מהאבקנים אל הצלקת נקראת האבקה. ניתן להבחין בשני סוגי האבקה: האבקה עצמית, והאבקה זרה.

**האבקה עצמית – (אוטוגמיה) :**

כאשר גרגר האבקה של פרט מסוים מאביק את הצלקת של אותו פרט. (גרגרי האבקה עוברים מן האבקן אל הצלקת של אותו פרט עצמו). האבקה יכולה להתרחש בפרחים דו זויגיים.



בהאבקה כזו התוכן הגנטי של הגמטה הנקבית והזכרית הוא מאותו מאגר ולכן יש מעט שונות גנטית. והגדלת הסיכוי לפגמים גנטיים בצאצאים.

סוג זה של האבקה אינו נפוץ, קיים לדוגמה בעגבנייה ובאפונה.

בפרחים דו-זויגיים יש לפעמים מנגנונים המונעים האבקה עצמית.

**האבקה זרה (הזדית) :**

גרגרי האבקה עוברים מן האבקן של פרט אחד אל הצלקת של פרט אחר. (האבקה בין פרחים של שני צמחים שונים)

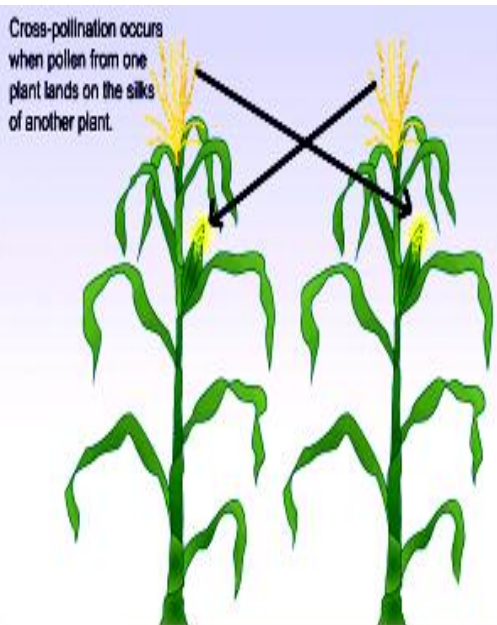
שיטה זו נפוצה יותר, האבקה זו יכולה להתרחש הן בפרחים דו-זויגיים והן בפרחים חד-זויגיים.

**יתרון האבקה זרה על פני האבקה עצמית.**

מבחינה אבולוציונית ישנה העדפה להאבקה זרה על פני האבקה עצמית מאחר ומס' השילובים הגנטיים שמתקבלים מהאבקה זרה הוא גדול יותר ממס' השילובים המתקבלים מהאבקה עצמית. והקטנת הסיכוי להופעת פגמים גנטיים בצאצאים.

**החיסרון של האבקה זרה**

האבקה זו יעילה פחות מהאבקה עצמית, כלומר מספר גרגרי האבקה שיפרו ביצית קטן יותר, מכיוון שהגרגרים צריכים לעבור מרחק גדול



	יותר, ויש צורך בגורמים שונים שיסייעו להאבקה. בהעדר המאביק לא תתכן האבקה זרה.

### גורמי טבע המסייעים לגרגירי אבקה מפרח אחד להגיע לצלקת של פרח אחר.

#### וקטורים שונים של האבקה ביוטית

פרחים המואבקים על ידי חרקים ובעלי חיים, הם גדולים וצבעוניים, יש בהם ריח וצוף, האבקנים בנויים כך שהאבקה תידבק לגב החרק או לרגליו, גרגירי אבקה רבים (חלקם משמש כמזון למאביקים), גדולים וכבדים יחסית, שטח פנים מחוספס. הדופן שלהם עשירה בבלוטות וזיזים המקלות על היצמדות לגוף בע"ח המאביק.

#### דבורת הדבש :

דבורת הדבש היא החרק המאביק החשוב ביותר בחקלאות העולמית כיום.

סדרה ארוכה של גידולים חקלאיים תלויים בהאבקה ע"י דבורת הדבש לשם קבלת יכול בקנה מידה מסחרי.

הדבורים נחשבות למאביקים המתוחכמים ביותר בעולם החרקים; אורח חייהן מותאם במיוחד לחיי שיתוף (סימביוזה) עם צמחי הפרחים.

הדבורים ניזונות מצוף, אך מאכילות את זחליהן גם באבקה. עקב כך, הן פוקדות קשת רחבה ביותר של פרחים. - דבורים הינן בעלות כושר למידה גבוה, עובדה המנוצלת על ידי הצמחים.

דבורת הדבש ומינים של דבורי בר, מקפידים על הפרדה בין אבקות פרחים ממקורות שונים.

בכל גיחה חדשה מהכוורת, דבורת הדבש פוקדת פרחים ממין צמח יחיד. עובדה זו מהווה יתרון עבור הצמחים המואבקים, משום שכל האבקה שהם מייצרים מועברת אך ורק בין פרחים של אותו המין, ולא מבוזבזת בפרחים אחרים.

פרחים רבים מסמנים לדבורים את מצבם על ידי שינוי צבע, וכך הדבורים נמנעות מלבקר בפרחים שכבר הופרו.

הדבורים מסוגלות להבחין בין דגמי פרחים שונים, ותחום האור שהן מזהות כולל גם אור על-סגול, שאינו נראה לבני-אדם.




#### פרחי דבורים:

הם בעלי סימטריה מעגלית או דו-צדדית. הכותרת חזקה ומאפשרת נחיתה. צבעיה כחול, צהוב או אולטרה סגול. הפרח מדיף ריח עדין. הצוף אינו גלוי, האבקנים והצלקות גלויים למחצה.




	<p><b><u>שבילי צוף :</u></b></p> <p>לעתים מצויים על עלי הכותרת סימני צבע מיוחדים המהווים "שבילי צוף" - סימני צבע אלה מנחים את החרק אל מקום הצוף, ויחד עם זאת מבטיחים כי בדרכו אל הצוף, יתחכך גופו של החרק הרעב באבקנים ו/או בצלקות כך שתתבצע האבקה. הצוף נאסף ע"י חרקים בעלי חדק מציצה כמו פרפרים דבורים, יתושים, צופית(יונק דבש) המצוידים בלשון ארוכה מאוד.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### וקטורים שונים של האבקה ביוטית / המשך

	<p><b><u>דבורת הבומבוס :</u></b></p> <p>דבורת הבומבוס הנה מאביק אידיאלי לתנאים של בתי צמיחה, ובעונות שוליים גם לשטח הפתוח. - יתרונה על פני מאביקים אחרים, הוא בכך, שהיא מסוגלת לנער את הפרח בעזרת מנגנון הרעדה, כתוצאה מההרעדה גרגירי האבקה משתחררים ונופלים על הצלקות שבפרחים.</p>
	<p><b><u>פרפרים :</u></b></p> <p>פרפרים - בעלי חדק ארוך, חוש ריח לא מפותח. פרחים המואבקים על ידי פרפרים בנויים כצינור שבקצהו צוף דליל - מבנה המותאם לחדק הארוך של הפרפר. הפרחים המואבקים על ידי פרפרי יום, בעלי צבעים בולטים וריח עדין. הפרחים זקופים, צוף שופע. נתיבי צוף או נתיבי חדק (איברים בולטים המכוונים את החדק), ולעתים הם גם מפיצים ריח מתוק עדין. מפתח הפרח בעל צורה עגולה, המשכו כצינור צר וארוך בו נאגר הצוף. הפרפרים נמשכים לצוף שמופרש בשעות היום. הפרח בנוי עם משטח נחיתה מתאים עבור הפרפר.</p>
	<p><b><u>רפרפים :</u></b></p> <p>רפרפים - בעלי חוש ריח מפותח, פעילי לילה. הפרחים לרוב סגורים ביום. פרחי הרפרפים: תפרחות או פרחים גדולים בעלות ריח עז וצבע בהיר - זאת כדי שיבלטו למרחוק בחשיכה. הפרחים והעשים פעילי לילה, בלילה מתרחשת שפיכת האבקה, הפרשת הריח והצוף. הצוף נאגר בשפע בצינור הפרח הארוך והצר, העשים מוצצים את הצוף תוך כדי רפרוף</p>

	<p><b>צרעות :</b> מספר מצומצם יחסית של פרחים מואבקים באופן ספציפי על ידי צרעות. קבוצה ספציפית של צרעות קטנות, עברה קו-אבולוציה עם הסוג פיקוס. הרבייה של צרעות אלו מתקיימת אך ורק בתוך הפרחים והפירות של הפיקוס (יחסים אובליגטוריים). - הפיקוס, מצידו, תלוי אף הוא בצרעות לצורך רבייתו. לכל מין של פיקוס ישנו מין ספציפי של צרעה, החיה איתו בסימביוזה.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### וקטורים שונים של האבקה ביוטית / המשך



	<p><b>עטלפים :</b> העטלפים פעילי לילה, עיוורי צבעים, ובעלי חוש ריח מפותח. עטלפים מאביקים ניזונים מצוף ולא מאבקה. פרחים המואבקים על ידי עטלפים בדרך כלל בהירים ובעלי ריח כבד, מכילים כמויות גדולות ביותר של צוף - לעתים עד מאות סמ"ק בפרח אחד.</p>
------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><b>זבובים וזבובונים :</b> הזבובים פעילים כל השנה ובוזה יתרונם. הזבובים הפעילים בארץ הם בעלי חזק קצר (2-9 מ"מ). - זבובים נמשכים לריחות רקב. פרחים המושכים זבובים מאופיינים בדרך כלל בצוף מרוכז ומשחתי הנמצא במקום גבוה בפרח, שמסייע לריכוזו באמצעות אידוי מים. הפרחים מאופיינים בריח לא נעים, ונוטים לגוונים לבנים, המסמנים לזבוב מזון, או לגוונים כהים, המטעים את הזבוב המחפש אזור בעל רקב על מנת להטיל בו את ביציו (כמו בלוף).</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><b>חיפושיות :</b> החיפושיות היוו את המאביקים הביוטיים הראשונים באבולוציה של צמחי הפרחים. החיפושיות חסרות אברי שאיבת צוף, ואינן מעמיקות לחדור לפרחים. החיפושיות נמשכות לפרחים בשל האבקה מהן הן ניזונות. פרחים המואבקים על ידי חיפושיות אינם מכילים צוף, אלא מספר אבקנים רב, על-מנת לפצות על כמות האבקה הנאכלת. כמו כן, מאחר שכושר התעופה של החיפושיות הוא מוגבל, הפרחים הם</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>לרוב בעלי צורה עגולה ורחבה ("קערה" או "צלחת"), המאפשרת לחיפושיות נחיתה קלה. פרחים מסוימים אינם מציעים לחיפושיות מזון בתור תגמול, אלא מקום מסתור.</p> <p><b>פרחיות :</b></p> <p>החיפושיות ממשפחת הפרחיתיים (Glaphyridae) הינן ייחודיות בקרב עולם החרקים, בשל יכולתן לזהות צבע אדום.</p>

### וקטורים שונים של האבקה ביוטית / המשך

 	<p><b>ציפורים :</b></p> <p>קיימות מספר קבוצות טקסונומיות של ציפורים הניזונות מצוף ומאביקות פרחים – כמו : הצופיות והקוליבריים .</p> <p>לכולן אופייניים ממדים קטנים וצבעים ססגוניים, וכן מקור מעוגל ולשון ארוכה, המותאמים למציצת צוף.</p> <p><b>הקוליבריים</b> מוצצים את הצוף בעודם באוויר, תוך כדי רפרוף כנפיהם מול הפרח, פעולה הדורשת אנרגיה רבה.</p> <p><b>הצופיות</b> מוצצות את הצוף על-פי רוב מעמדה ניידת, ואינן מרבנות לרפרוף באוויר.</p> <p><b>פרחי ציפורים :</b></p> <p>עתירי צוף לרוב עלי כותרת אדומים, הציפורים המאביקות פעילות ביום, בעלות חוש ראייה רחבה וחזקה וחסרי ריח בד"כ. השחלה מוגנת והצוף חבוי.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Buzz Pollination - האבקת זמזום

החרק המאביק, בהתקרבו לפתח צינור הכותרת, משמיע זמזום בתדר גבוה, אשר מרעיד את המאבקים וגורם לפיזור האבקה. צורה זאת של האבקה נקראת האבקת זמזום Buzz Pollination. היא מתרחשת גם בפרחים של חלק מבני משפחת הסולניים המשחררים את האבקה רק בתגובה לצליל בתדר המתאים.

האבקת זמזום היא דרך יעילה לפיזור ואיסוף אבקה מצמחים רבים - אך יש צמחים, כמו עגבניות למשל, - שזו הדרך היחידה להאביק אותם. למאבקים (החלק בו נמצאת האבקה של הפרח) של הפרח יש פתחים קטנים, ורק מעט אבקה יוצאת מהם.

דבורי בומבוס, ודבורי עץ - כלומר, דבורים גדולות - לא אוספות רק צוף. הן מתעניינות גם באבקה, העשירה בפרוטאינים. הן תופסות את הפרח מלמטה ומרעידות אותו (עושות לו "buzz") בעזרת הרעדת שרירי הכנפיים שלהן, ויצירת חשמל אלקטרוסטטי. זה משחרר ענן אבקה - שנלכד בשערות של הדבורה. היא מסרקת את האבקה לכריות שעל רגליה. חלק מהאבקה יאביק את הצמח.

מגדלי עגבניות, למשל, הרוצים להבטיח האבקה ויצירת פירות בצמחים הגדלים בחממות, מרעידים את הפרחים באמצעות מכשיר מזמזם הנקרא "דבורה מלאכותית".

<b>"דבורה מלאכותית"</b>	<b>דבורת בומבוס</b>
-------------------------	---------------------



## היחסים בין הפרח המציע תגמול מזוני והחרק המאביק אותו

### פרסומת וגמול :

לפרחים צורות רבות ומגוונות, יש התאמה בין הפרח לבעלי החיים המאביקים אותו. קיימת תחרות על ההאבקה: לעתים אין מספיק בע"ח כדי להאביק את כל הפרחים, ועל הפרח לגרום לכך שסיכוי ההאבקה שלו יגדלו. הפרח "מפרסם" את עצמו, כדי למשוך מאביקים.

משיכת המאביקים כוללת שני מרכיבים: פרסומת וגמול. המאביק אמור לקשר בין מראהו וריחו של הפרח (הפרסומת) לבין המזון שהוא מוצא בו (הגמול), ועל-פי כללי ההתניה הקלאסית, לשוב ולבקר בפרחים המעניקים לו גמול הולם.

הפרסומת מיועדת למשוך את המאביק ממרחק, לפני שהתקרב דיו על-מנת לזהות את הגמול המוצע עבורו. הפרסומת משתמשת בחושי הראייה וההרחה של המאביק. את תפקיד הפרסומת הוויזואלית ממלאים בדרך-כלל עלי הכותרת, המקיפים את הפרח במשטח צבעוני הבולט על רקע סביבתו. פרסומת בריח נעשית על ידי רקמות שונות, המפרישות תרכובות כימיות ספציפיות המושכות את המאביקים.

הגמול הוא למעשה המניע של המאביק לבקר בפרח. הגמול הנפוץ ביותר בעולם הפרחים הוא גמול המזון - צוף או אבקה שהם מוצאים בתוכו.

צמחים רבים המאובקים ע"י בע"ח מציעים להם תגמול מזוני בצורת צוף- שהוא תמיסת סוכר המופרשת מבלוטות מיוחדות המכונות "צופנים". הצופנים מצויים לרוב בתוך הפרח, קרוב לבסיס השחלה. כך שהחרק בבואו לאסוף צוף, יתחכך באבקנים ו/או בצלקות וגרגירי האבקה הדביקים ידבקו אל גופו השעיר וידבקו אל הצלקת הדביקה ויאביקו אותה.

בצמחים מסוימים קיימים סוגים אחרים של גמול, כמו למשל פרחים המשמשים למאביקיהם מקום ללינת לילה, שבו הטמפרטורה בשעות הבוקר גבוהה יחסית לסביבה.


### פרסומת





את תפקיד הפרסומת הוויזואלית ממלאים בדרך-כלל עלי כותרת צבעונים וריחניים, המקיפים את הפרח במשטח צבעוני הבולט על רקע סביבתו. ומהווים גורם משיכה אטרקטיביים לבע"ח המהווים מאביקים פוטנציאליים.



אצל פרח הקחווץ המרכז בולט בצהוב, למשוך את החרק.

	<p>תורמוס ההרים מסמן את המסלול של החרק אל הצוף באמצעות פס לבן ובולט.</p>



### פרסומת וגמול / המשך

	<p><b><u>שבילי צוף :</u></b></p> <p>- לעתים מצויים על עלי הכותרת סימני צבע מיוחדים המהווים "שבילי צוף" - סימני צבע אלה מנחים את החרק אל מקום הצוף, ויחד עם זאת מבטיחים כי בדרכו אל הצוף, יתחכך גופו של החרק הרעב באבקנים ו/או בצלקות כך שתתבצע האבקה.</p> <p>הצוף נאסף ע"י חרקים בעלי חדק מציצה כמו פרפרים דבורים, יתושים, צופית(יונק דבש) המצוידים בלשון ארוכה מאוד.</p>
	<p><b><u>גרגרי אבקה :</u></b></p> <p>גרגרי אבקה המהווים מקור מזון עשיר מאוד בחלבונים פרחים כאלה הם בעלי כותרת דמויית צלחת (בעוד שפרחים המתגמלים בצוף הם בעלי כותרת צינורית) והם מייצרים שפע של גרגרי אבקה.</p> <p>האבקה נאספת בעיקר ע"י חיפושיות שהן בעלות גפי- פה לעוסות, וכן ע"י דבורים האוספות אבקה בעזרת רגליהם השעירות.</p> <p>היחסים בין הפרח המציע תגמול מזוני והחרק המאביק אותו, הם דוגמא ליחסים של תועלת הדדית (סמביוזה).</p>

	<p><b><u>מקום ללינת לילה :</u></b>          בצמחים מסוימים קיימים סוגים אחרים של גמול, כמו למשל פרחים המשמשים למאביקיהם מקום ללינת לילה, שבו הטמפרטורה בשעות הבוקר גבוהה יחסית לסביבה .</p>

### רמייה בהאבקה ביוטית

<p>פרחים המושכים את מאביקיהם על ידי שימוש בפרסומת, ללא מתן גמול כלשהו, מכונים רמאים. היכולת של צמחים לרמות בעלי-חיים כדי שאלו יבקרו בהם, בלי להעניק להם בחזרה תועלת כלשהי.</p>	
	<p><b><u>חיקוי מקורות מזון :</u></b>          חיקוי מקורות מזון שאינם פרחים. בסוג לוף, למשל, הפרחים מזכירים בריחם ובצבעם צואה, וכך מושכים אליהם זבובים</p>
	<p><b><u>חיקוי נקבת המאביק :</u></b>          - בסוג דבורנית, הפרח מזכיר בריחו ובצורתו נקבה של דבורת בר ממין מסוים, וכך מושך אליו את זכרי המין.</p>

	<p><b><u>חיקוי אתר הטלה :</u></b></p> <p>- פרחיו של המין בן-חורש גדול מושכים אליהם נקבות של זבובי רחף, המטילות בהם את ביציהן. באופן רגיל, נקבות הזבובים בוחרות אתר הטלה בו נמצאות כנימות, מהן ניזונים הזחלים הבוקעים מהביצים; אך בפרחי בן-החורש אין כנימות, ולכן הזחלים מתים בטרם עת.</p>
	<p><b><u>ריח של פרומון :</u></b></p> <p>סחלב הגליל פולט ריח של פרומון שמפרישות דבורי בר מסוימות, מה שמושך אליו את זכרי הדבורים; אלה אינם מקבלים דבר בתמורה להאבקה, מפני שסחלב הגליל נטול צוף.</p>

## האבקה אביוטית

### האבקה ע"י רוח

**האבקה ע"י רוח:** היא הצורה האביוטית הנפוצה ביותר וקיימת במשפחת הדגניים, בסדרת המחטניים (אורן ודומיו) באלונים באגוזים ועוד.

הפרחים בדרך כלל קטנים וירקרקים חסרי צבע, לעיתים חסרי עלי כותרת, אין להם צוף וריח. האבקנים והצלקות גדולות ומסועפות בולטים מתוכם במידה ניכרת, מספר גרגירי אבקה רב מאד, הם בד"כ קלי משקל וקטנים, הדופן שלהם חלקה ויבשה. הצלקת חשופה, גמישה, בעלת שטח קליטה רחב ודביק, לעיתים יש תוספות המקלות על התעופה, כמו: שקיות אוויר בגרגרי האבקה של אורן. כאשר הרוח נושבת גרגירי האבקה מתפזרים לכל עבר, נישאים ברוח ומגיעים אל פרחים אחרים עד שהם נלכדים בצלקת.

העברת אבקה ע"י הרוח היא מאד בלתי יעילה מבחינת הסיכוי של גרגר האבקה להגיע למטרתו ולכן יש כמה תכונות המאפיינות את הפרחים מואבקי הרוח:

### תכונות המאפיינות פרחים מואבקי הרוח:

	<p><b><u>א. כמויות אבקה גדולות :</u></b></p> <p>יצירת כמויות אבקה אדירות כך שהיחס בין כמות האבקה לבין מספר האיברים הנקביים של אותו מין הוא גדול לעין ערוך מהיחס הזה בצמחים המואבקים ע"י בע"ח.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><b>ב. שטח קליטה גדול של הצלקת</b> הגדלת שטח הקליטה של הצלקת ע"י יצירת צלקות גדולות, מנוצות ולעיתים גם דביקות</p>
	<p><b>ג. פרחים חסרי עטיף צבעוני :</b> הפרחים לרוב חסרי עטיף צבעוני או בעלי עטיף קטן וחסרי ריח וצוף.</p>

### תכונות המאפיינות פרחים מואבקי הרוח/ המשך

	<p><b>ד. גרגרי אבקה קטנים וקלים :</b> גרגרי האבקה הם קטנים יחסית, קלים, בעלי שטח פנים חלק ולעיתים מצוידים באמצעי תעופה (גרגרי האורן מצוידים ב"כיסוי אויר"). תפוצת גרגרי האבקה על ידי הרוח היא בתחום ממוצע של קילומטר.</p>
	<p><b>ה. עטיף ירוק, צלקות רבות ומנוצות :</b> בכותרת צמח המואבק ע"י הרוח, העטיף ירוק וחסר צבע, צלקות רבות ומנוצות, אבקנים גדולים המכילים כמות גדולה של אבקה. האבקנים והצלקת בולטים החוצה מהפרח, ולרוב גם מנוף הצמח כולו.</p>
	<p><b>ו. פרחים תלויים על עוקצים גמישים המיטלטלים ברוח</b></p>

יצירת הפרחים בקצות ענפים וגבעולים החשופים לרוח, ועל פי רוב הם תלויים על עוקצים גמישים המיטלטלים ברוח (עגילי הפריחה של האלון, צלקות הדגניים וכד').

### האבקת רוח בעץ אלון

האלון הוא עץ חד-ביתי, ועל כל עץ גדלים בנפרד פרחי זכר ופרחי נקבה.

#### ההאבקה :

ההאבקה באלון נעשית בעזרת הרוח, הרוח מטלטלת את הפרחים הזכריים ומשחררת "ענני אבקה" הנישאים בעזרת הרוח מהפרחים הזכריים אל הפרחים הנקביים.

### מבנה הפרחים

הפרחים הזכריים קטנים וחסרי צבע, נושאים אבקה רבה, גלויים לרוח.

לפרחים הנקביים צלקות גדולות וגלויים, הפרחים הנקביים מעטים, ולאחר ההפריה הם מתפתחים לפירות- בלוטים.



### האבקת רוח בעץ אגוז

צמח האגוז מואבק ע"י הרוח, הפרחים חסרי עטיף וכוללם אבקנים או עליים בלבד (צמח דו ביתי)

<p>פרחים חד מיניים זכריים של עץ האגוז המואבק ע"י הרוח</p>	<p>פרחים חד מיניים נקביים של האגוז המואבקים ע"י הרוח</p>
	
<p align="center"><b>האבקת רוח באורנים</b></p>	
	<p><b>האצטרובלים הזכריים :</b> האצטרובלים הזכריים מתפתחים על העץ בעונת האביב. הם קטנים, אורכם כ-1.5 ס"מ בלבד, והם גדלים בעיקר על הענפים הנמוכים של העץ. הם מייצרים כמויות עצומות של גרגרי אבקה, גרגרי האבקה מתפזרים ברוח במשך כחודש, ואז האצטרובלים הזכריים מתייבשים ונושרים מהעץ.</p>
	<p><b>האצטרובלים הנקביים :</b> האצטרובלים הנקביים מתפתחים בראשי הענפים. האצטרובלים הנקביים נישאים על עוקצים קצרים, וצורתם חרוט מאורך. 2 זרעים מתפתחים על כל קשקש של האצטרובל. לכל זרע כנף דקיקה ושקופה, והם נפוצים בעזרת הרוח</p>



ומקבל מכסימום הפריה ולכן גם מכסימום פירות.

### מכבד של עץ זכר



### מכבד נקבי של עץ נקבה



### צורת התפרחת :

צורת התפרחת – מכבד , התפרחת נתונה במתחל (מעטפת) גלדני ומוצק.

המתחל (המתחל הוא המעטפת של המכבד לפני שהוא נפרש) מגן על התפרחת , ומסייע לתפרחת לצאת מבין כפות העלים ,

## האבקה בתמרים / המשך



### תפרחת נקבית :

התפרחת בוקעת מבין העלים כשהיא זקופה , התפרחות הנקביות מתכופפות עם התפתחות הפרי. ציר התפרחת הכפוף כקשת , מכונה יד האשכול , בקצה הציר של התפרחת ערוכים -120-50 סנסנים, פרחי-התמר צמודים לסנסנים ומספרם - 25-60 לסנסן.

### מכבד נקבי :

הפרח הנקבי בעל 6 עלי-עטיף, השחלה עילית בעלת שלושה עלים נפרדים וצמודים בבסיסם , לכל עלה – שחלה, צלקת בת שלוש נוצות, בכל שחלה ביצית אחת .

השחלה מגיעה לכושר הפריה עם פתיחת המתחל - לאחר שגרגרי האבקה נופלים על הצלקת מתחילה ההפריה , מכלל שלוש השחלות מתפתחת וגדלה רק אחת , יתר השתיים נושרות .



	<p><b>מכבד זכרי :</b></p> <p>לפרח הזכרי 6 עלי-עטיף גלדניים היושבים בשני צירים, ו-6 אבקנים היושבים על צירים קצרים המחוברים לעלי העטיף, גרגרי האבקה קטנים מאוד וכמותם גדולה מאוד, והם נישאים בקלות ברוח.</p>
	<p><b>אשכולות הפרי :</b></p> <p>מן התפרחות המופרות מתפתחים אשכולות הפרי. אשכול תמרים נקרא "מכבד". לאשכול ציר מרכזי הנקרא שרביט. התמרים מחוברים לסעיפים הנקראים "סנסנים" עץ מדולל מניב כ-200 ק"ג ב-10-20 אשכולות. משקלו של אשכול יכול להגיע עד לעשרים ק"ג.</p>

## האבקה מלאכותית ע"י אדם

האבקה מלאכותית מתבצעת על ידי האדם, על מנת לגרום להפריה שלא מתרחשת בטבע או להגביר את הסיכוי לקבלת יבול פירות גדול

	<p><b>האבקה מלאכותית בתמרים :</b></p> <p>כדי להבטיח האבקה במטעי התמר התרבותיים, מתבצעת האבקה מלאכותית בידי האדם, באבקה טרייה, או באבקה מהשנה הקודמת, שנשמרה בחדר קירור, וכוח החיות שלה נשמר.</p> <p><b>אופני האבקה התפרחות הנקביות :</b></p> <p>קוטפים את התפרחות הבשלות של עצי הזכר, מפיקים מהן את האבקה ומייבשים, וכאשר הנקבות פורחות, מערבבים את האבקה הזכרית עם טלק, ומאבקים את התפרחות הנקביות של העצים הנקביים.</p> <p><b>ההאבקה נעשית בשיטות מגוונות :</b></p> <p>* האבקה ביד - מסירים במזמרה את המתחל, מכניסים בין סנסני התפרחת הנקבית שניים-שלושה סנסנים זכריים, או מטלית קטנה טבולה באבקה, וקושרים את כל הסנסנים יחד.</p> <p>* בנושיפה מהקרקע בעזרת צינור מאלומיניום, ולחץ אוויר, במפוח, ואפילו באמצעות מטוסים.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><b>האבקה מלאכותית בעגבניה :</b></p> <p>ההפריה של העגבנייה היא לרוב הפריה עצמית, חרקים אינם נמשכים במיוחד לפרח העגבנייה משום שהוא חסר צוף.</p> <p>בשטח פתוח מתבצעת ההאבקה העצמית על ידי הרוח שעוזרת לפתיחת האבקנים ושפיכת האבקה. וכן על ידי חרקי – בר . - לעומת זאת בבתי צמיחה, עמוד העלי מתפתח באזור האבקנים והוא מתארך לפני שמתחררים גרגרי האבקה, ולכן ההאבקה העצמית מתבצעת באופן חלקי. אחת השיטות שבהן החקלאי עוזר להפריה כדי להגדיל את כמות הפרי היא שימוש בדבורה מכנית .</p> <p><b>דבורה מיכנית ( דבורה חשמלית ) :</b></p> <p>הדבורה המכאנית מצוידת בנדנד חשמלי שכאשר מניחים אותו על גבעולי התפרחת הוא מנער ומרעיד את הפרחים, כתוצאה מההרעדה גרגרי האבקה משתחררים ונופלים על הצלקות שבפרחים, בשיטה זו צריך להאביק את הפרחים אחת ליומיים- שלושה כדי לקבל חנטה סבירה.</p>

### האבקה מלאכותית בדלועיים

	<p>צמחי הקישוא, כמו ירקות אחרים מסוגו, דורשים כמות גדולה של דבורים לצורך האבקה. באזורים שבהם נפגעת כמות המאביקים או היכן שנפוץ השימוש במדבירי חרקים נתקלים גננים לעתים קרובות בהתפתחות כושלת של הפרי.</p> <p>את המחסור באבקה המועברת אל הפרח הנקבי ניתן להשלים על ידי האבקה ידנית .</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### האבקה על ידי מים

<p>האבקה על ידי מים מתבצעת בדרך כלל בצמחי מים או בצמחים שנמצאים בקרבת מים. האבקה יכולה לנוע על פני המים או בתוכם.</p>
<p><b>פרחים המואבקים ע"י המים יהיו:</b></p> <p>בפרחים ממין נקבה יהיו פתחים גדולים על מנת לתפוס כמה שיותר אבקנים. הפרח נוטה כלפי מטה על מנת לאפשר נפילה קלה של האבקנים אל המים.</p>
<p><b>אבקה</b></p>
<p>אבקה הצפה על פני המים מצופה בחומר שמנוני, מתפזרת בקלות על פני המים ואיננה ניזוקה מהם. לעיתים ניתן כל הפרח הזכרי והאבקה איננה באה במגע עם המים. אבקה המשתחררת ונעה בתוך המים היא בעלת גרגרים חוטיים ארוכים המסוגלים להיכרך סביב עצמים השקועים במים.</p>





### הפרדה במיקום בתוך הפרח:

הצלקת למעלה, אבקנים מתחתיה, או הפרחים הזכריים למטה והנקביים למעלה.

הפרח בנוי כך שהאבקנים נמוכים יותר מהעלי. אין אפשרות לגרגרי האבקה להגיע אל הצלקת.

הפרח בנוי כך שהאיברים הנקביים בתחתית (צמח הלוח)



אמצעים למניעת האבקה עצמית - המשך



### הפרדה בזמן :

תחילה האבקנים מבשילים וכאשר הדבורה נכנסת היא "דורכת" את המנגנון ומדביקה על עצמה אבקנים.

רק בשלב הזה העלי מבשיל ומורד כלפי מטה. דבורה המגיעה לפרח בשלב זה תוכל להוריד אל הצלקות אבקנים הדבוקים עליה מפרח אחר. לדוגמא: בצמח המרווה.

### הטרוסטיליה :

מצב בו יש שניים או שלושה טיפוסי פרחים באוכלוסיה ואף אחד לא יכול להאביק את עצמו. ההבדל הוא בגובה האבקנים והצלקות והאורך היחסי שלהם.

הצלקת והמאבקים ערוכים בשתיים או שלוש "קומות" כאשר הסידור משתנה מפרט לפרט.

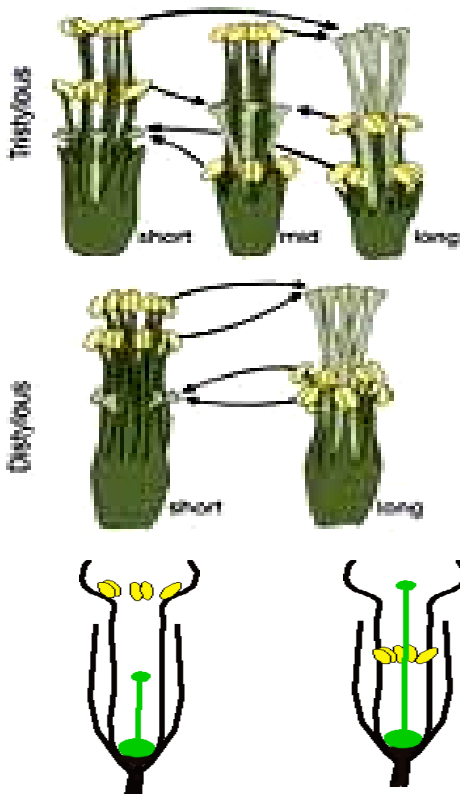
רק האבקנים המצויים בגובה מסוים יכולים להאביק את הצלקת המצויה בגובה שלהם בלבד.

(הצלקת קולטת רק אבקה שמקורה במאבקים בני אותה "קומה", כלומר מפרט אחר )

מכאן שגרגירי האבקה יכולים להאביק רק צלקות מסויימות.

מדובר בעקרון של פולימורפיזם. ( רב - צורתיות )

מכאן יש מניעה של האבקה עצמית. ומובטחת האבקה הדדית.



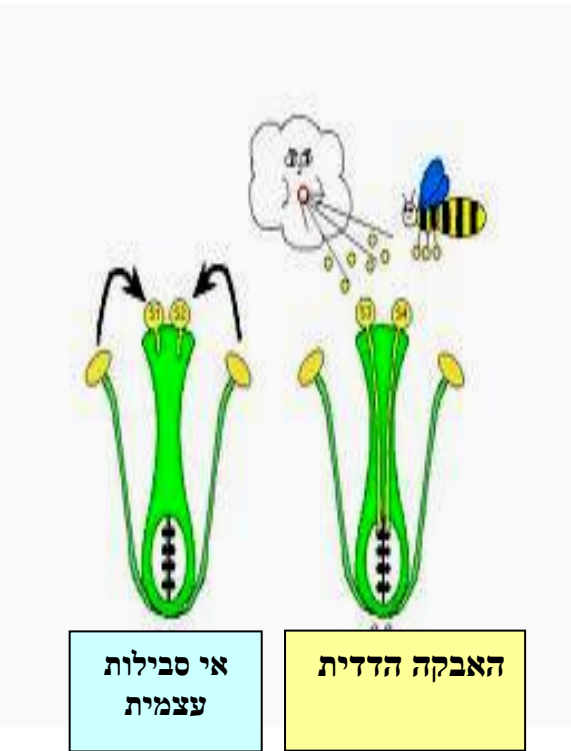
**אמצעים למניעת האבקה עצמית - המשך**

**אי-סבילות עצמית :**

אי-סבילות עצמית (אי-התאם עצמי, ) באנגלית self-incompatibility או בקיצור SI) היא שם כולל למספר מנגנונים פיזיולוגיים הקיימים במכוסה הזרע, שתפקידם למנוע רבייה שמקורה בהפריה עצמית ורביית קרובים, ולעודד רבייה בין צמחים בעלי מטענים גנטיים שונים זה מזה.

\* בצמחים בעלי אי-סבילות עצמית, כאשר גרגר אבקה שנוצר בצמח מסוים, נוחת על צלקת של אותו צמח, או של צמח אחר בעל מטען גנטי דומה, התהליך של נביטת גרגר האבקה על הצלקת, צמיחת נחשון הנביטה דרך עמוד העלי, הפריית הביצית, והתפתחות והעובר, נעצר באחד משלכיו, ובסופו של דבר לא נוצרים זרעים.

\* אי-סבילות עצמית היא אחד האמצעים החשובים ביותר למניעת הפריה עצמית וליצירת גנוטיפים חדשים בצמחים, והיא נחשבת לאחד הגורמים שהביאו לשגשוגם של צמחי הפרחים על כדור-הארץ.



אי סבילות עצמית

האבקה הדדית

**צמחים זו - ביתיים****זו-ביתי :**

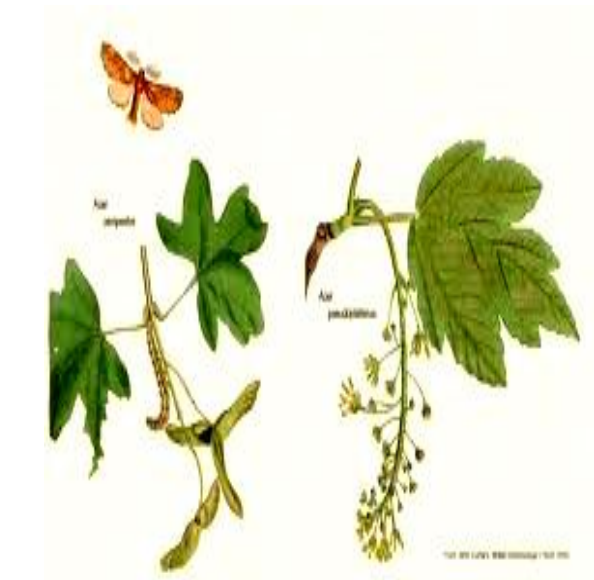
צמח זו-ביתי הוא צמח בעל פרחים חד-מיניים כלומר לכל פרח יש איברים זכריים (אבקנים) המפזרים אבקה, או נקביים (שחלה ועלי) בלבד העושים פירות הנמצאים על צמחים שונים.

\* בניגוד לצמחים חד-ביתיים בהם כל צמח נושא פרחים משני הזוויתים הרי בצמחים זו-ביתיים הפרחים נישאים על צמחים נפרדים.

דוגמה מפורסמת היא התמר שבו יש עצים בעלי פרחים זכריים ועצים בעלי פרחים נקביים..

\* צמחים זו ביתיים מבטיחים תמיד האבקה הדדית.

אין מצב בו ימצאו על אותו פרט גם פרחי זכר וגם נקבה, ולכן יש צורך לגדל במטעי תמרים גם מספר מועט של עצי זכר שאינם נושאים פירות.

**ההפריה**

## תיאור תהליך הרבייה שמתרחש בצמחים מסויימים

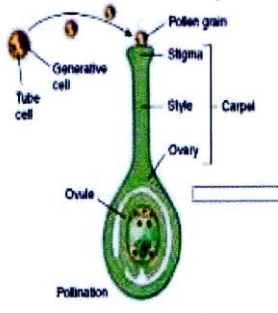
ברוב הצמחים בעלי הזרעים, התפתחות הפרי מותנית בהפריה ובהתפתחות העובר. ( למעט פרי פרתנוקרפי המתפתח ללא התפתחות עובר )

### שלבים בהפריה:



#### האבקה :

האבקה היא תהליך שבו אבקנים מגיעים באמצעות רוח או בעלי חיים, ממקום היווצרותם לצלקת הנמצאת בקצה עמוד העלי של צמח מאותו המין, כאשר אבקן נוחת על צלקת של פרח מאותו מין, מתרחשים כמה אירועים שאפשר לתאר אותם בכמה שלבים:

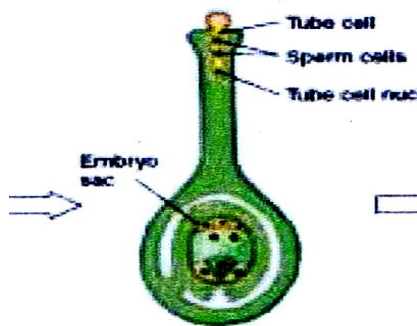


#### שלב ראשון :

אבקנים מגיעים ממקום היווצרותם לצלקת הנמצאת בקצה עמוד העלי.  
\* כדי שתהיה הפריה, גרגר אבקה בשל וחיוני צריך להגיע אל הצלקת.  
גרגרי האבקה נוצרים בתוך המאבקים, מתאים דיפלואידיים ( תאי אם ) בחלוקת מיוטית(מיוזה).  
גרגר האבקה מכיל שני גרעינים הפלואידיים: גרעין ווגטיבי וגרעין גנרטיבי.

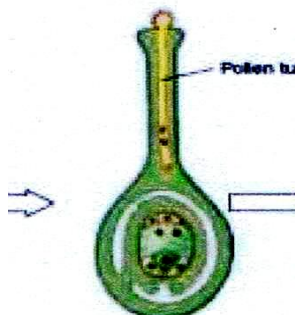
#### שלב שני:

הצלקת הנמצאת בקצה עמוד העלי מפרישה נוזל עשיר בסוכרים, שומנים וחלבונים.  
חומרים אלו משפיעים על גרגר האבקה, ומתחילה לגדול ממנו שלוחה המכונה נחשון.  
\* כדי שתתאפשר נביטה של גרגר האבקה, הצלקת חייבת להיות " בשלה " והיא חייבת להיות מאותו מין ( Species ) של גרגר האבקה.



#### שלב שלישי:

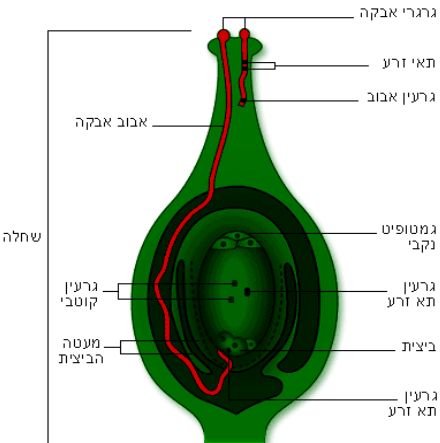
גרגר האבקה קולט מתוך הצלקת מים וחומרים אחרים, תופח, גדל, פורץ מתוך הדופן החיצונית שלו ויוצר מעין חוט דק החודר לעלי ונקרא נחשון. ( תהליך אנזימטי ).  
הנחשון שנוצר מפריש אנזימים – חומרים מיוחדים – המפרקים את תאי עמוד העלי, וכך הנחשון מפלס את דרכו מטה לאזור השחלה.



### ההפריה - המשך

**שלב רביעי:**

כאשר הנחשון מגיע לשחלה, הוא חודר דרך פתח במעטה אחד מתאי הביצה הנמצאים בשחלה. בשלב זה הנחשון מכיל שלושה גרעינים זכריים, כל אחד מהם, מכיל סדרה אחת של מידע תורשתי. הערה: הביצית בצמח מכילה את תא הביצה ותאים נוספים. כל אחד מהתאים ותא הביצה מכיל גרעין בעל סדרה בודדת של המידע התורשתי.



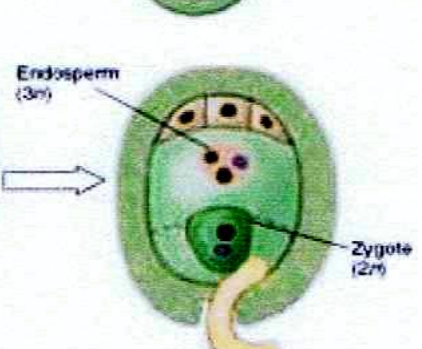
**שלב חמישי:**

אחד משלושת הגרעינים (המהווה את הגמטה הזכרית) הנמצאים בנחשון מתלכד עם גרעין תא הביצה - ( הגמטה הנקבית - אחד משמונת הגרעינים המצוי ב"שק העובר") ונוצר תא בעל שתי סדרות של מידע תורשתי. התא שנוצר מכונה זיגוטה דיפלואידית ממנה יתפתח העובר. ( תא זה הוא התא הראשון של העובר ).



**שלב שישי:**

שני הגרעינים הנוספים שבנחשון מתלכדים עם גרעין אחד התאים האחרים שבתא הביצה. נוצר תא בעל שלוש סדרות של מידע תורשתי. תא זה ייצור רקמה מיוחדת, ובה יאגרו חומרי תשמורת כפחמימות, חלבונים ושומנים. חומרי תשמורת אילו ישמשו את העובר המתפתח בראשית דרכו. מסיבה זו ההפריה בצמח נקראת "הפריה כפולה"

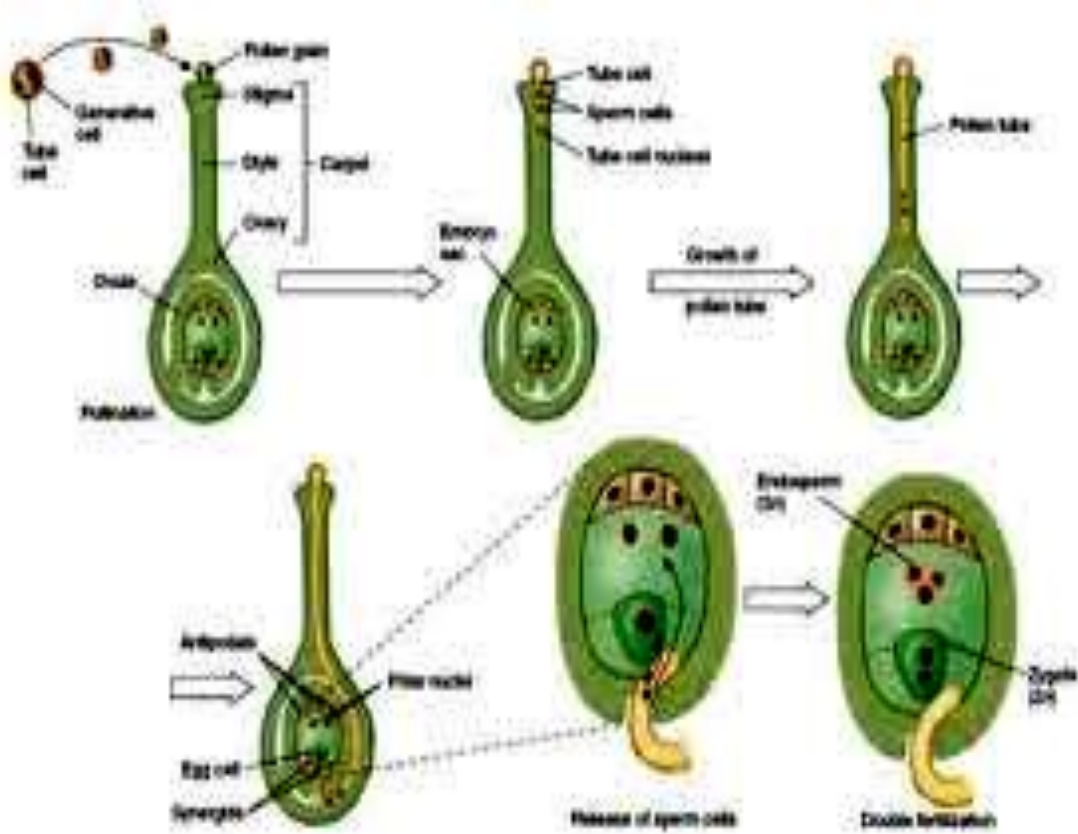


**שלב שביעי:**

\* מהביצית המופרת מתפתח הזרע :  
 \* ממעטה הביצית המופרת נוצרת קליפת הזרע .  
 \* מתא הביצה המופרה ( גרעין אחד בשק העובר וגרעין אחד שמקורו בתא הזרע) מתפתח עובר ( דיפלואידי) .  
 \* מאחד מהגרעינים שבתא הזרע ו-2 גרעינים שב"שק העובר" מתפתח האנדוספרם ( הטריפלואידי )  
 \* מהשחלה מתפתח הפרי .



**שלוש ראשונים בהתפתחות הזרע**      **התפתחות פרי**



הטמפרטורה כגירוי סביבתי

הטמפרטורה כגירוי סביבתי :

הטמפרטורה עשויה להשפיע על התפתחות הצמח בכמה דרכים - חלק מן הדרכים האלה בא לידי ביטוי בתופעות כלליות, כמו: קצב הצמיחה ותהליכים אנזימטיים אחרים נעשים יותר בקור. הטמפרטורה יכולה להשפיע על התפתחות הצמח גם כאות בקרה, למשל: בקיט, בתרמופריודים, ובשבירת התרדמה.



### קיוט - השראת פריחה:

הטמפרטורה משמשת אות המגרה פריחה במינים שונים של צמחים. צמחים כאלה צריכים תקופת קור כדי לייצר פרחים. השראת פריחה באמצעות חשיפה לטמפרטורה נמוכה נקראת קיוט. הטמפ' היעילות לקיוט הן בד"כ בין 2-5 מעלות.

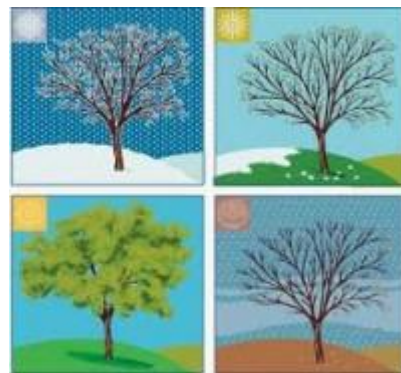
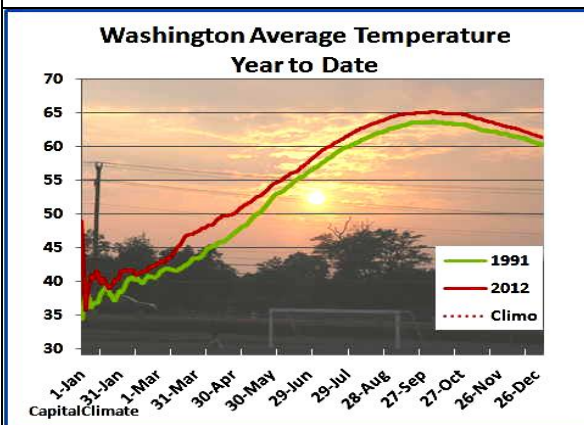


### הדרישה לקיוט:

הדרישה לקיוט מבטיחה, למעשה שהפריחה תתרחש לאחר שהחורף עבר, והפרחים, שהם איברים רגישים יחסית, לא יינזקו מטמפרטורות נמוכות. \* בתהליך שבירת התרדמה, הקור מהווה תנאי לחידוש ההתפתחות של ניצן הפריחה או של הניצן הווגטיבי. מספר שעות הקור הדרוש לשבירת התרדמה אינו דומה בכל מיני הצמחים. השקד, למשל, זקוק למנת קור קטנה, ולכן הוא מקדים ופורח כבר באביב. לעומתו, הדובדבן זקוק למנת קור גדולה יותר. תקופת הבלבוב מתרחשת בסוף החורף, כך שהניצנים המלבבים לא נפגעים מן הקור.

### תרמופריודים: תרמו=חום: פריודים=מתזריות.

כלל ההבדלים והשינויים בטמפ' שצמח צריך בשביל לפרוח. בתהליך התרמופריודים חילופי הטמפרטורה העונתיים או היומיים מכוונים את התפתחות הצמח. הטמפרטורה האופטימלית לגידול ולפריחה משתנה בעונות השונות ותלויה במהלך ההתפתחות של הצמח. \* קיוט יכול להיות חלק מהתרמו פריודים - תקופת הקור



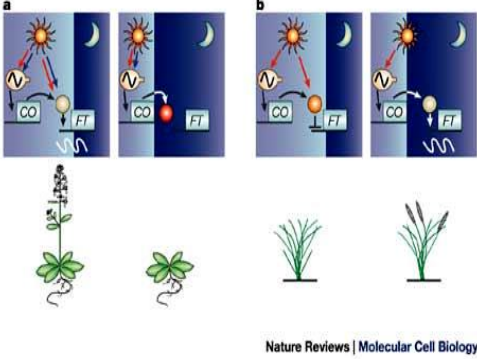

פוטופריודים (= מתזריות אור)

	<p><b>פוטופריודיזם :</b>          לאורך היחסי של תקופות האור והחושך במחזור היומי יש השפעה על התפתחות הצמחים, תופעה זו נקראת פוטופריודיזם (= מחזוריות אור).</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

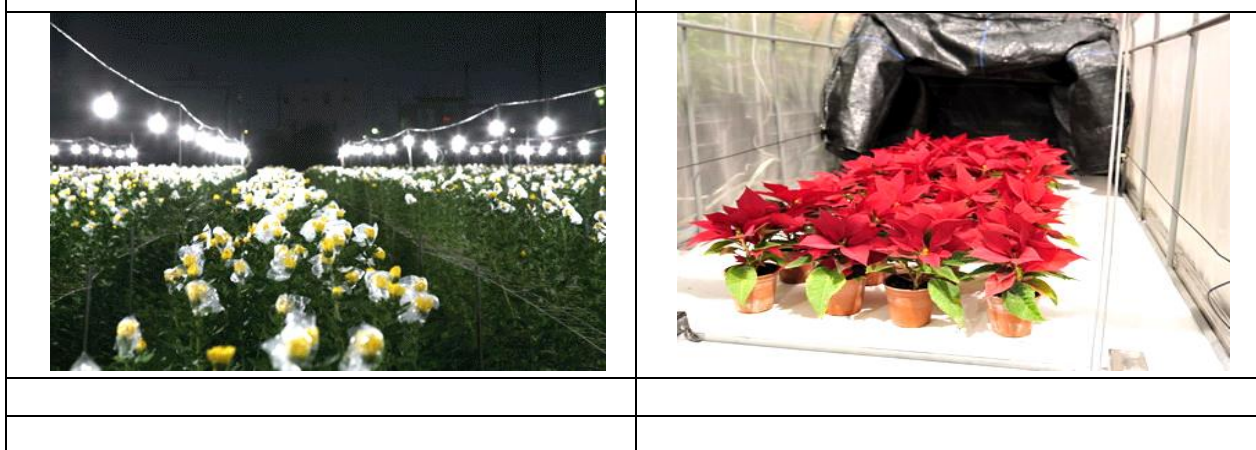
**השפעת האור על הפריחה :**  
 ההשפעה המוכרת ביותר של אורך היום על צמחים היא על הפריחה. מבחינת השפעת האור על הפריחה מחלקים את הצמחים לשלוש קבוצות:

- צמחי יום קצר:** פורחים רק כאשר תקופת ההארה במחזור היומי קצרה מגודל קריטי.
- צמחי יום ארוך:** פורחים רק כאשר תקופת ההארה במחזור היומי ארוכה מגודל קריטי.
- צמחים אדישים:** פורחים ללא קשר לאורך היום: חמנייה, עגבנייה.

הגורם הקריטי הקובע אם תהיה פריחה הוא לא מספר שעות האור ביממה אלא מספר שעות החושך.

 <p>Nature Reviews   Molecular Cell Biology</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

**כוון הפריחה למועד הרצוי :**  
 כיום משתמשים ברגישות הצמחים לאורך היום בחקלאות כדי לכוון את הפריחה למועד הרצוי מבחינה מסחרית. למשל, חרצית שהיא צמח יום קצר, מגדלים אותה בחממות בתנאי יום ארוך עד שהצמחים מגיעים לגודל הרצוי ולמועד המתאים ואז יוצרים בחממה תנאי יום קצר המאפשרים פריחה. כך החקלאי יכול לכוון את הפריחה לזמן החגים למשל אז המחיר גבוה.



**פיטווכרום :**

**פיטווכרום :**

חומר צבע (צבען, פיגמנט) הנוצר בעלה (וקיים גם בחלקי צמח נוספים)

הפיטווכרום בולע את קרינת השמש באורכי גל באזור האדום (660 ננומטר) והאדום-רחוק (אינפרה אדום, 730 ננומטר). שני אורכי גל אלו הם חלק מספקטרום האור הלבן הרגיל. הפיטווכרום מופיע בצמח בשתי צורות: צורה פעילה (Pfr) וצורה בלתי פעילה (Pr). נמצא כי האור האדום גורם להפיכתו לצורתו הפעילה והאור האדום רחוק (+גורמים נוספים) מחזירו לצורה הלא-פעילה.

מניחים כי בדרך זו "מודדת" מערכת הפיטווכרום את משך היום והלילה. "מדידה" זו משמעותית בצמחי יום ארוך וצמחי יום קצר והיא המשרה (כנראה בתיווך הורמון שטרם זוהה ומכונה "פלוריגן"), התמיינות ניצנים לפריחה.

אור אדום רחוק



## הזרע

### מהו זרע ?

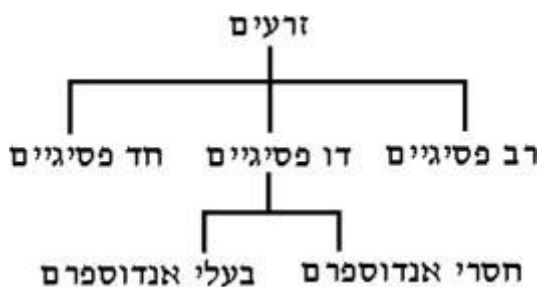
הזרע הוא "הצאצא" של הצמח. שתפקידו לשמור על עתידו של הצמח, ובאמצעותו הצמח מתרבה ומופץ.

הזרע הוא אחת מבין צורת הרבייה של צמחים, הזרעים קיימים אצל צמחים המתרבים רבייה זוויגית. רוב הזרעים מתפתחים בתוך הפרי כתוצאה מההפריה בין החלק הנקבי והחלק הזכרי של הצמחים. דרך זו נחשבת לצורת ריבוי המפותחת יותר מבחינה אבולוציונית ומתבצעת אצל צמחים המכונים "מכּוּסֵי זרע".

הזרע מכיל את העובר הצעיר ממנו מתפתח הצמח העתידי, נמצאים בו גם שרשון ונצרון, וכן רקמת האגירה להזנה העובר בראשית התפתחותו - (אנדוספרם ו/או נוצלוס), הזרע מצופה בקליפה המשמשת להגנת העובר.

הזרע עמיד ביותר לתנאים חיצוניים קשים, כגון: יובש וחום בקיץ, וקור בחורף, הוא מסוגל גם, ברוב המקרים, להתקיים במשך זמן רב. זרעים מופצים למרחקים על ידי הצמח עצמו או בעזרת רוח, בעלי חיים או אפילו האדם. כך מתפתחים צמחים חדשים במקומות חדשים.

### מבנה הזרע :



### מבנה הזרע :

זרעי כל הצמחים הם בעלי מבנה בסיסי דומה. הזרע מורכב מעובר, מאגר מזון וקליפות מגינות. מלאי המזון של הזרע נאגר ברקמה הנקראת אנדוספרם או בפסיגים שהם גם ה"עלים" הראשונים של הנבט.

בהתאם למספר הפסיגים, מחלקים את הזרעים ל - 3 קבוצות מבנה עיקריות: חד-פסיגיים, דו-פסיגיים, רב-פסיגיים.

חלוקה זו מבדילה בין צורות נביטה שונות וחשובה בעיקר לצורך מיון הצמחים (והגדרתם).

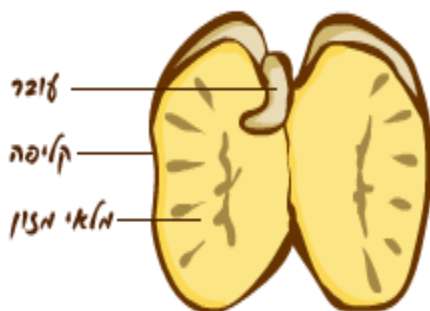
### חלקי הזרע :

הזרע מורכב מ 3 חלקים : עובר, רקמה אוגרת מזון, וקליפה.

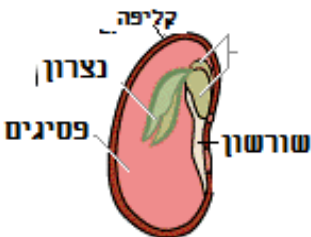
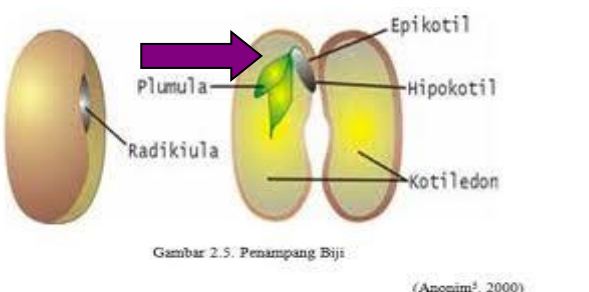

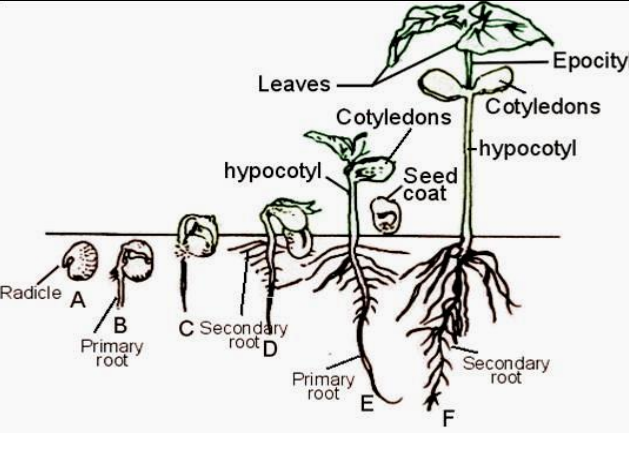
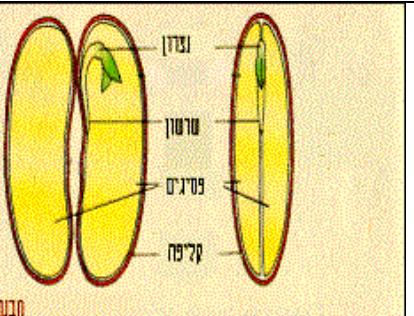
### עובר - (נוצר מהזיגוטה) :

העובר למעשה הוא צמח קטן המכיל נצרון, שורשון, תת-פסיג (החלק המחבר את השורשון אל הפסיגים) ופסיגים. (קיימים זרעים בהם רקמת האנדוספרם מתנוונת וחומרי המזון עוברים אל הפסיגים ונאגרים בהם).

כשיש תנאים מתאימים לנביטה, מהעובר מתפתח הנבט, ומהנבט מתפתח הצמח הצעיר בכדי שהעובר יוכל לצמוח ולנבוט הוא זקוק לחומרים ואנרגיה.

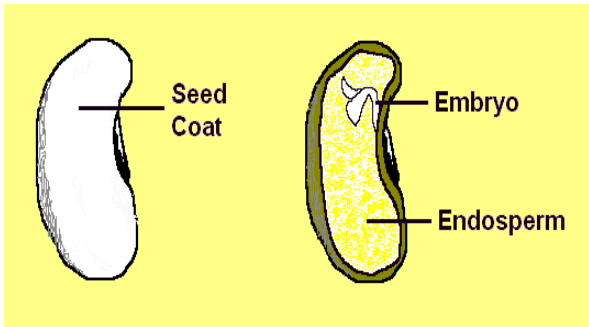


### חלקי הזרע - המשך :

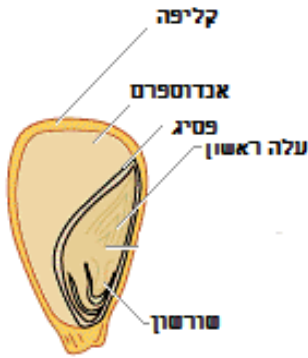
	<p><b>שורשון - (radicula) :</b>          שורשון - ממנו מתפתח השורש של הצמח. בתהליך הנביטה השורשון גדל כלפי מטה במצע, ומשמש שורש ראשוני בנבט, ואחר כך מתפתח ממנו שורש הצמח.</p>
	<p><b>ניצרון - (plumula) :</b>          הניצרון גדל כלפי מעלה וממנו מתפתחים הגבעול והעלים (נצר) של הצמח.</p>
	<p><b>תת-פסיג - גבעול העובר - (hypocotyl) :</b>          תת פסיג - מעין גבעול שגדל כלפי מעלה ומחבר בין הפסיגים לשורשון.</p>
	<p><b>על-פסיג (אפיקוטיל) :</b>          חלק הנצר הנמצא בין מפרק הפסיג לעלים הראשוניים (הפרק הראשון של הגבעול מעל לפסיגים).</p>
	<p><b>פסיג או פסיגים - (cotyledones) :</b>          פסיגים משמשים איברי אגירה לחומרי תשמורת המספקים אנרגיה ותרכובות פחמן לנבט.</p>

**חלקי הזרע - המשך :**

**אנדוספרם - רקמה אוגרת מזון :**

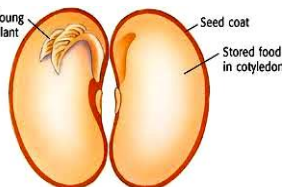
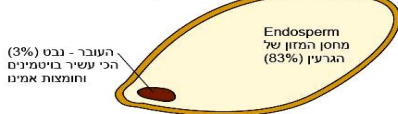


(נוצרה מהתא הטריפלואידי)  
האנדוספרם או הפסיגים הם מקור לחומרי מזון לעובר, הם מכילים חומרי תשמורת בעיקר עמילן (פחמימה) או שומנים.  
האנדוספרם הוא גוש עמילני המזין את השתיל בשלבים הראשונים של צמיחתו.  
האנדוספרם נמצא בפסיגים של העובר (בצמחים דו פסיגיים) או ברקמת האנדוספרם המקיפה את העובר (בחד-פסיגיים כמו : זרעי תירס).  
העובר מביא לייצור אנזימים שמפרקים את הרקמה לרכיבים החיוניים לגדילתו.  
תפקידה להיות תחליף לתהליך הפוטוסינתזה המספק לצמח הבוגר חומרי מזון, ולספק מקור אנרגיה ותרכובות פחמן הדרושות לנבט המתפתח עד ליצירת עלים ירוקים המבצעים פוטוסינתזה.  
חומרי התשמורת (חומרים שהעובר יכול לפרק אותם בעת הצורך בכדי להשתמש בהם להפקת אנרגיה ובניית התאים) הנמצאים ברקמת האגירה של הזרע הם שהופכים אותו למרכיב חשוב במזונותיהם של בעלי חיים ואדם.

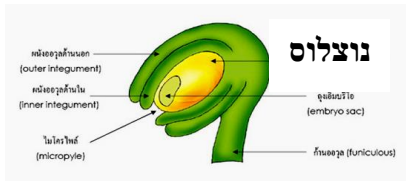


מבנה גרעין דגן (חיטה, כוסמין, שיפון)  
הקליפה (14%) עשירה בסיבים  
מגנה על הגרעין

\* בדרך כלל מרוכזים חומרי התשמורת באנדוספרם

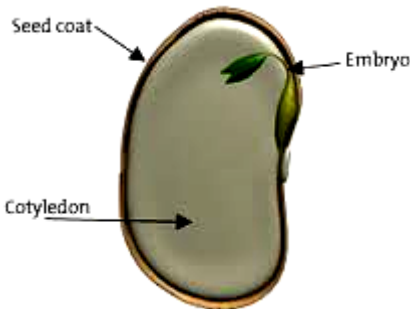


\* בצמחים שזרעיהם מחוסרי אנדוספרם (כגון: שעועית), חומרי התשמורת מרוכזים בפסיגים שבועבר.



\* לעתים מרוכזים חומרי האגירה בנוצלוס

**קליפה – מעטפת המגנה על העובר :**



(נוצרה מקרומי הביצית) - הקליפה היא מעטה קשה של תאים מתים המכוסים מבחוץ בשכבת קוטיקולה (שכבה אטומה לחדירת מים וגזים שמטרתה למנוע את התאדות המים מהזרע).  
תפקיד הקליפה הוא להגן על חלקי הזרע הפנימיים מפני התייבשות, מפני נזקים מכניים ומפני חדירת גורמי מחלה.  
תכונותיה של הקליפה כגון: עוביה, שטח הפנים שלה, וקשיותה קובעות את יכולת ההשתמרות של הזרע, את תפוצתו ואת מהירות הנביטה שלו.

**חלקי הזרע - המשך :**



## **מבנה זרע חד - פסיגי ( דגניים )**

### **1. אלאורון :**

- השכבה הפנימית העוטפת את האנדוספרם ומהווה חלק מהסובין.  
ברוב הדגניים התרבותיים האלאורון מורכב משכבת תאים אחת.  
בדגניים בעלי אנדוספרם המכיל עמילן , האלאורון מכיל 30% מחלבון הגרגיר.  
בעת הנביטה האלאורון מפריש (כתוצאה מגירוי על ידי גברלין המופרש על ידי העובר) אנזימים המפרקים את העמילן והחלבונים האגורים באנדוספרם והופך אותם זמינים להתפתחות הנבט.

### **2. אנדוספרם :**

- רקמת מזון המצויה סביב העובר בזרע.  
האנדוספרם מכיל את חומרי התשמורת (פחמימות, חלבונים ושומניים) הדרושים להזנת הנבט עד להתפתחות עלים ירוקים מטמיעים.  
יש צמחים שבזרעיהם מתפתחת בתחילה רקמת אנדוספרם אך היא מוחלפת על ידי פסיג או פסיגים הסופגים את חומרי התשמורת מהאנדוספרם.

### **3. גדיל פיגמנט :**

– בחלק הפנימי של קפל גרגיר החיטה מתרכזים פיגמנטים היוצרים כעין גדיל השקוע בתחתית הסדק ועובר לכל אורכו.  
בחתך רוחב הגדיל נראה כעגול כהה. נוכחות של עגול כהה בחתך הרוחב של הגרגיר מצביע על כך שהחיטה הבשילה.

### **4. נצרון :**

- הנצרון (הצמח העוברי) מורכב מגבעולון קצר ומעלים החופים זה על זה.

### **5. חותלת :**

- העלה החיצוני נקרא חותלת והוא דמוי חרוט חלול (שבתוכו יושבים שאר עלי הנצרון) מחודד בקצהו העליון.

החותלת פורצת עבור הנצרון את קליפת הקרקע ואינה ממשיכה להתארך.  
העלה השני, שהוא העלה הרגיל הראשון, קורע את חוד החותלת ופורץ דרכה החוצה.

### **6. מגינית :**

- בצמחים שונים הפסיגים (העלים העובריים) התפתחו למגינית (דמוית-פסיג) העוטפת את העובר ומהווה מחיצה בינו לבין האנדוספרם.

המגינית מפרישה אנזימים לפירוק חומרי התשמורת לשם ניצולם בעת התפתחות הנבט.

### **7. מעטה הזרע :**

– מעטה הזרע מהווה אחת מהשכבות העוטפות את הזרע יחד עם האלאורון ומחוצה לו.

### **8. פומה :**

- הפתח דרכו ינבט הזרע הוא לעתים "צלקת" קטנה המסמנת את הנקודה בה היה מחובר הזרע לפרי. - בזרעים רבים (לא בחיטה), הפתח דרכו נכנס הנחשון לשחלה (בתהליך ההפריה) משמש מאוחר יותר כפתח הנביטה.

### **9. פריקארפ :**

– קליפת הפרי. בדרך כלל מורכב הפריקארפ משלוש שכבות. בפירות עסיסיים הפריקארפ הוא החלק העיקרי הנאכל על ידינו.

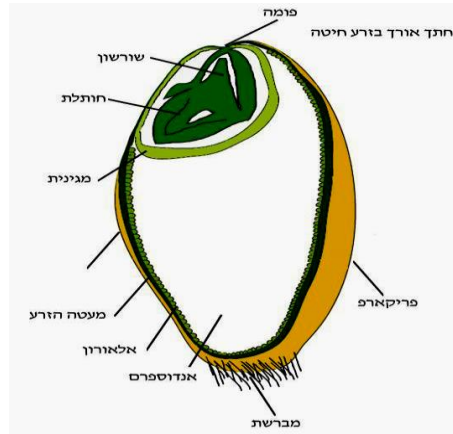
### **10. קפל :**

– הסדק העובר לאורך החיטה.

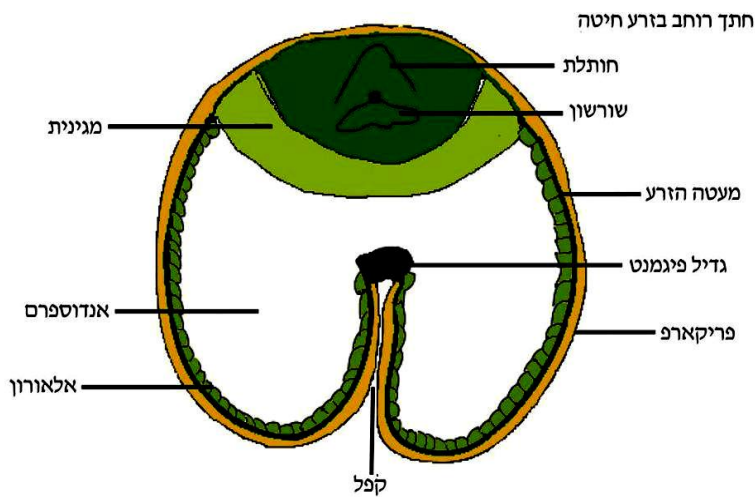
### **11. שורשון :**

– החלק בעובר המתפתח לשורש הצמח.

### מבנה זרע חז - פסיגי ( חתך אורך בזרע חיטה )



### מבנה זרע חז - פסיגי ( חתך רוחב בזרע חיטה )



### מבנה זרע רב- פסיגי - אורן :

זרע האורן הוא זרע רב-פסיגי. הוא עשוי בעיקר אנדוספרם שבתוכו שקוע העובר המורכב משורשון, דור של 6-12 פסיגים ונצרון. (נביטת הזרע דומה לזו של הקיקיון) לאחר התארכות השורשון, ההיפוקוטיל מתארך ומעלה אל פני האדמה את הפסיגים עם הנצרון והאנדוספרם עטופים בקליפת הזרע. הפסיגים נשארים מחוברים לאנדוספרם עוד זמן מה עד שהוא מתרוקן ונושר ואז נפרשים הפסיגים שצורתם כעלים מחטניים קצרים.



### תרדמה בזרעים

עם הבשלת הזרע, הזרעים מתייבשים ונכנסים לתרדמה. (הזרע חי אך הנשימה היא איטית). עיכוב הנביטה הוא מצב בו זרע חי איננו נובט, למרות שהוא שרוי בתנאים הנחשבים אופטימליים לנביטה, אבל הוא מסוגל לנבוט לאחר טיפול כלשהו.

### הכניסה למצב תרדמה יכולה להיגרם ע"י מספר גורמים, והם:



#### **נוכחות חומרים מעכבי נביטה :**

חומרים מעכבי נביטה – חומרים כאלה יכולים להימצא מחוץ לזרע ובמקרים אחרים בזרע עצמו. בין מעכבי הנביטה המצויים מחוץ לזרע ישנם חומרים המשנים את הפוטנציאל האוסמוטי וכך מונעים את קליטת המים בזרע ותפיחתו.

שבירת תרדמה הנובעת מנוכחות מעכבים מסיסים במים מתאפשרת עם הדחת החומרים הללו. בטבע מתאפשרת הדחת החומרים ע"י מי גשמים

#### **היתרון בקיומם של מעכבי נביטה:**

\*מעכבי נביטה המצויים בזרע מבטיחים שהזרעים לא ינבטו במקום עד אשר הנבט יקבל כמות מים גדולה שתשטוף חומרים אלו.

\*קיום מעכבי נביטה מגדיל את הסיכוי לפיזור הזרעים בשטח ע"י המים או ע"י כך שיאכלו ע"י בעלי חיים.

\* לא כל הזרעים נובטים ביחד וכך נמנעת תחרות תוך מינית על משאבים כמו: אור, מים, מינרלים וכו'..

#### **אללופתיה :**

נוכחות חומרים מעכבי נביטה בסביבת הזרע (בבית הגידול) - תופעה המכונה אללופתיה.

תופעת האללופתיה - Allelopathy מיוחסת לעיכוב או מניעת גדילה כתוצאה מהפרשת חומרים רעילים או דוחים של אורגניזם אחד על משנהו.

התופעה מתוארת על רקע יחסי הגומלין בין אורגניזמים שונים בבית הגידול ונחשבת כאמצעי להתמודדות על מקום המחיה ומשאבי המזון.

-חשיבות האללופתיה בהבנת יחסי גומלין בבית הגידול.

היכולת לעכב התפתחות של צמח סמוך מהווה יתרון בתחרות על משאבי מזון ואור. ליכולת זו חשיבות יתר בצמחים לאור העובדה שהינם נעדרי יכולת תנועה ולמעשה בית הגידול שלהם מצטמצם למקום נביטתם.

ובהיבטים מעשיים - התרכובות הכימיות האחראיות לתופעת האללופתיה מהוות מקור פוטנציאלי

חשוב לחומרי הדברה ומניעת נביטה של עשבים

רעים. העובדה שחומרים אלה " מקורם מהטבע"

משתלבת היטב במגמת המעבר לשימוש ב" חומרים אורגניים "ידידותיים לסביבה ולאדם.





קיימים סוגים שונים של מעכבים בזרעים ויש זרעים שאין להם כלל מעכבים .  
החקלאי יכול לבצע מספר פעולות כדי להעלות את שיעור הזרעים הנובטים :

אפשר לזרז את הנביטה של זרעים קשים על ידי טיפולים בקליפת הזרע באחת מהדרכים הבאות:



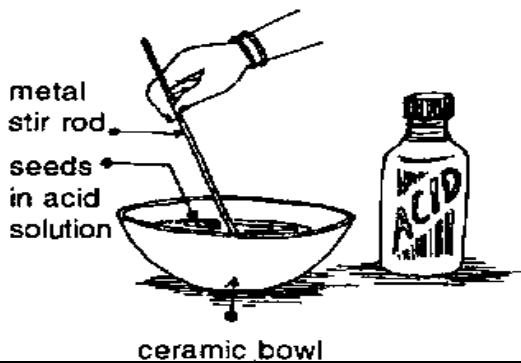
1. פציעת הקליפה או הסרתה ( פציעה מכנית )  
באמצעות נייר זכוכית , קילוף , או חיתוך קצוות  
- בהתאם לסוג הזרע .



2. השרייה הזרעים במים חמים , בטמפרטורה  
של כ - 50 - מ"צ , למשך 3 דקות .



3. השריית הזרעים במים קרים למשך 24 שעות



4. השריית הזרעים בחומצה גפריתנית - למשך  
10 דקות עד שעתיים , בהתאם לסוג הזרע .



**5. אכמת זרעים :**  
זרעי צמחים רבים אינם יכולים לנבוט מייד עם  
הפצתם.  
זרעים שאין עוברם בשל לנביטה עם הבשלת  
הזרע, זקוקים להבשלה נוספת בתנאים  
מלאכותיים , זרעים אלו יש לשים באכמנה  
בתנאי קור . (הכמנה -הטמנת זרעים בעלי קליפה קשה  
בחול לח, או טמפרטורה נמוכה לשם הנבטתם המהירה).

**רבייה מינית בצמחים - המשך**

## חיטוי , ניקוי , עיטוי, וציפוי זרעים

### חיטוי זרעים :

שיטת הדברה אשר בה הזרע נושא על גבו את התכשיר המספק לו הגנה מפני פגעים שונים (וירוסים ופתוגנים) בקרקע , (מחלות זרעים/גידולים). כך נמנע הצורך בפעולת הדברה הנעשית לשדה כולו , שיטה זו משמשת בעיקר בהדברת מחלות נבטים .

חיטוי הזרעים חיוני מאד על מנת למקסם את היבול ואת איכות היבול.  
יעילותו של חיטוי זרעים בחומרי הדברה מותנית בשימוש בחומר חיטוי מתאים ובטיב הביצוע.

**קיימות מספר שיטות חיטוי בזרעים:**

### 1. חיטוי במים חמים :

השריית זרעים בתוך מיתקן המיועד לחיטוי זרעים במשך 25 דקות במים בעלי טמפרטורה קבועה של 55 מ"צ , או במשך שעה תמימה במים בעלי טמפרטורה שאינה עולה על 54 מ"צ ואינה יורדת מ-50 מ"צ .

### 2. חיטוי בתמיסה של כספן משוכלל :

השריית זרעים בתוך מיתקן המיועד לחיטוי זרעים המלא עד 2/3 מקיבולו בתמיסה של כספן משוכלל בריכוז של 1% למשך 5 דקות.

לאחר החיטוי יש לייבש את הזרעים במקום מאוורר ומוצל.

### 3. טבילת זרעים בחומר חיטוי - ("תירם" או "תירזן"):

את הזרעים טובלים בחומר חיטוי (בדרך כלל "תירם" או "תירזן") על מנת לוודא שאינם נושאים על גבם מחלות וירוסים או פטריות העלולים לעבור עם הזרעים לגידול הצמח.

את הזרעים המחוטאים נוהגים לצבוע בצבע ורוד או כחול אבקתי, מטרת הצבע היא להזהיר את החקלאי ולסמן שהזרעים עצמם אינם אכילים כי הם מצופים בחומר החיטוי הרעיל.



### ציפוי זרעים :

זרעים מצופים הם יחידות בעלות צורה כדורית, (הזרע מאבד את צורתו המקורית) שיוצרו לזריעה מדויקת.

הציפוי הנפוץ ביותר הוא ציפויי חרסיתי בולט ועבה הנדבק לזרע ומגדיל אותו לגודל הרצוי .

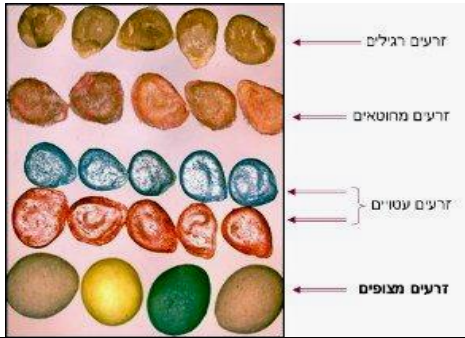
חומר הציפוי (בנוסף לחומר האינרטי), יכול להכיל קוטלי מזיקים, צבע ותוספות שונות.

הגדלת הזרע נחוצה בעיקר בזריעה במזרעות אוטומטיות, בה קשה למכונות הזריעה להתמודד עם זרעים קטנים, כזרעים של חסה, סלרי, זרעי פרחים וזרעים קטנים בכלל..

וכן הקניית אחידות לזרעים בגודל וצורה. הגדלת (גודל ומשקל) על מנת לחסוך בזרעים בעת הזריעה (זרע אחד לגומה) ועל מנת שיתאימו לשימוש במזרעות אוטומטיות.



**חיטוי , ניקוי , עיטוי, וציפוי זרעים- המשך**



**זרעים עטויים (Encrusted seeds) :**

– זרעים העטויים בעיטוי עדין, בהם צורת הזרע נשמרת אם כי הגודל והמשקל השתנו מעט. חומר העיטוי (בנוסף לחומר האינרטי), יכול להכיל קוטלי מזיקים, צבע ותוספות שונות.

**היתרונות בעיטוי זרעים :**

פעולת העיטוי מקיפה את הזרע בחומרים קוטלי פטריות ובחומרי הדברה המספקים הגנה טוטלית לזרע בשלבים המוקדמים . פעולת העיטוי מעניקה לזרע אחידות חיצונית וזאת מבלי לגרום נזק לאיכות הזרע ומבלי לגרום שינויים בגודל ובצורת הזרע. חומרי העיטוי מכילים פולימר (צבע) המקלים את איסוף הזרעים מהקרקע במהלך ביצוע בדיקות למרווחי זריעה . עיטוי וציפוי זרעים הם מהטיפולים המקצועיים לזרעים בכלל, וזרעי ירקות בפרט.

**זרעים צבועים :**

לעיתים נהוג לצבוע את הזרעים של הירקות בצבע. לרוב מטרת הצביעה היא, לעזור לחקלאי לזהות את הזרעים על גבי הרקע של האדמה. כשהזריעה היא ממוכנת, יש לכייל את המזרעה ולבדוק את כמות הזרעים, עומק הזריעה, והמרווח בין זרע לזרע. אם הזרעים יהיו בצבע חום, כמו האדמה עצמה, יהיה קשה לדייק. מגוון הצבעים האפשרי הוא ככל צבעי הקשת. משתלות חקלאיות גדולות אף יכולות להזמין את הצבע שבו הן מעוניינות שהזרעים יצבעו.



**ניקוי זרעים :**

יש לבצע את פעולת הניקיון של הזרעים תוך פרק זמן קצר לאחר שהם נאספו. שיטת ניקוי הזרעים תלויה בסוג החומר הנוסף, שאינו הזרעים עצמם (פסולת, חרקים, אדמה או סוגים אחרים של זרעים רעים)

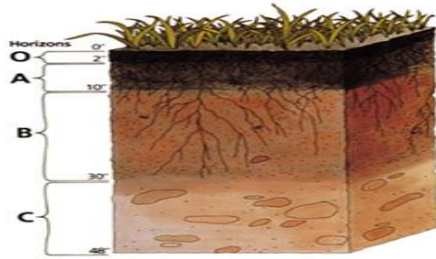


**חיטוי קרקע :** היא פעולה חקלאית שעושים לפני זריעה או שתילה של יכול חדש בקרקע במטרה להפחית באשה או מזיקים, פתוגנים ואורגניזמים גורמי מחלות אחרים השוכנים בקרקע.



### **קרקע (Soil) :**

היא שכבת האדמה העליונה המורכבת ממינרלים - תרכובות של יסודות המסודרים במבנים שונים - בעיקר חרסית וחול .



### **שכבות קרקע ( פרופיל הקרקע ) :**

#### **לרוב הקרקעות יש שלוש שכבות:**

השכבה העליונה (A) - האמצעית (B) - והתחתונה (C) - מתחת לשכבות אלה יש שכבות בעלות כמות מינרלים נמוכה (E) או שכבות סלע (R). השכבה העליונה (O) היא שכבה אורגנית הקיימת בחלק מהאדמות ויכולה להיות גם קבורה בשכבה מתחתיה.



### **חיטוי קרקע ע"י אש :**

היישום: מכת אש אדירה על הקרקע, תוך נסיעה, תיחוח והכנת ערוגה



### **חיטוי בקיטור :**

מבוסס על הזרמת אדי קיטור בטמפרטורה של 120 – 150 מ"צ לקרקע יבשה וחימומה לטמפרטורות המשיגות קטילה של פתוגנים שונים , חיידקים , פטריות , וירוסים נמטודות , ועוד .- הזרמת הקיטור נמשכת 3-7 שעות ובפרק זמן זה מושגת תנועה של הקיטור ומים חמים לעומק הקרקע , על מנת לקטול את הפגעים בעומק שכבת העיבוד לפחות.



### **חיטוי סולרי- (שמש, תרמי):**

השיטה מבוססת על ניצול קרינת השמש לחימום הקרקע המעובדת ומוכנה לזריעה וכך לקטול אורגניזמים גורמי מחלות הפוגעים בשורשי הצמחים. – בשיטה זו מכסים את הקרקע ביריעת חיפוי העשויה חומר פלסטי שקוף המאפשר חדירת קרינת האור אל הקרקע.

הקרקע חייבת להיות מושקית היטב, כדי לאפשר הולכת חום לעומק. משך החיפוי הדרוש הוא 5 - 6 שבועות בעיצומו של הקיץ.

## סוגי זרעים לפי שיטות הנבטתם



### 1. זרעים פשוטי נביטה:

אלו זרעים שנביטתם בתנאים רגילים קלה ופשוטה, זרעים אלו אינם זקוקים לטיפול מיוחד, די להם בלחות, טמפרטורה ואדמה מתאימה והם נובטים ללא קושי.



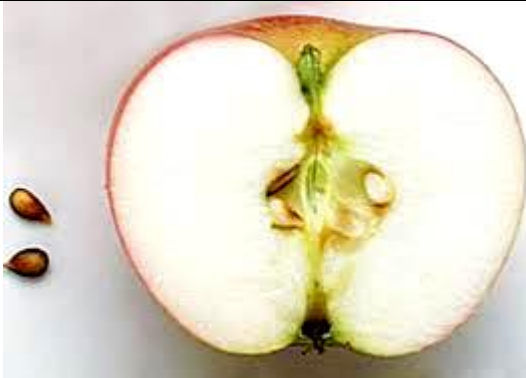
### 2. זרעים קשים - (קליפות זרע קשות):

אלו זרעים העטופים ציפה קשה ובלתי חדירה למים, קליפות זרע קשות כמו: במשפחת הפרפרניים ובגלעיניים, מפחיתות את חדירות המים לזרעים, ומונעות תפיחה מהירה והתעוררות העובר.

הנביטה תתרחש רק לאחר שהקליפה נפגעה באופן מכני או כתוצאה מחומרים במערכת העיכול של בע"ח.

אפשר לזרז את הנביטה של זרעים קשים על ידי טיפולים בקליפת הזרע באחת מהדרכים הבאות:

1. פציעה מכנית: באמצעות נייר זכוכית, קילוף, או חיתוך קצוות - בהתאם לסוג הזרע.
2. השרייה במים חמים, בטמפרטורה של כ- 50 מ"צ, למשך 3 דקות.
3. השרייה במים קרים למשך 24 שעות.
4. טיפול בחומצה גפריתנית - למשך 10 דקות עד שעתיים, בהתאם לסוג הזרע.
5. שילובים של הנ"ל.



### 3. זרעים שעוברים רדום:

אלו זרעים שאין עוברים בשל לנביטה עם הבשלת הזרע, והם זקוקים להבשלה נוספת בתנאים מלאכותיים, זרעים אלו יש לשים באכמנה בתנאי קור. הכמנה-הטמנת זרעים בעלי קליפה קשה בחול לח, או טמפרטורה נמוכה לשם הנבטתם המהירה.

מעורבים את הזרעים עם ורמיקוליט לח או נסורת לחה, מאבקים את הזרעים בפונגציד, מכניסים לתוך שקית ניילון, ושמים במקרר בטמפרטורה של 2 עד 5 מ"צ, במשך 60-100 יום - בהתאם לסוג ומקור הזרעים, לאחר התעוררות הזרעים זורעים אותם בתנאים רגילים.

## סוגי זרעים לפי שיטות הנבטתם - המשך

	<p><b>4. חומרים המצויים בפרי המונעים נביטה :</b>  חומרים מעכבי נביטה מסוגים שונים נמצאים על קליפות הפרי או הזרע. רק הדחה טובה על ידי הרטבה רבה, תאפשר את הנביטה.  חומרים המצויים בפרי עצמו. למשל: בעגבנייה. למרות שהגרעינים מצויים בסביבה לחה ונוחה לנביטה הם אינם נובטים בתוך העגבנייה.  נמצא כי מיץ העגבנייה מכיל חומרים המונעים נביטה של זרעי העגבנייה והן של זרעים אחרים.</p>
	<p><b>5. זרעים שומניים :</b>  אלו זרעים העטופים ציפה בשרנית ושומנית המונעת מהמים לחדור לתוך הזרע, שוטפים את הזרעים בתמיסה של סודה קאוסטיק NaOH, התמיסה ממסה את השומן של הזרעים והזרעים ינבטו בנקל.</p>
	<p><b>5. זרעים דביקים :</b>  אלו זרעים העטופים בשכבת דבק, דבר המקשה על זריעתם ופיזורם האחיד בעת הזריעה.  זרעים אלו יש לשפשף בחול יבש לפני הזריעה.</p>
	<p><b>6. זרעים זעירים :</b>  אלו זרעים זעירים מאוד שגודלם אינו עולה על גודל גרגירי חול- דק או אבק.  זרעים אלו עלולים להישפך בעת הזריעה בצפיפות מופרזת העתידה לסכן את התפתחותם של הנבטים.  זרעים זעירים מערבבים עם חול יבש וזורעים את תערובת החול עם הזרעים.</p>

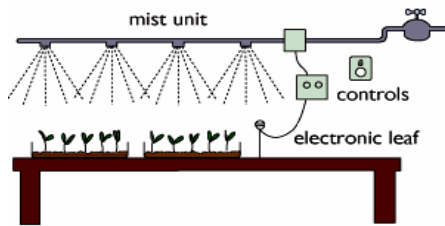
## כלים ואמצעים להנבטת זרעים :



מגש הנבטה מפלסטיק קשיח או קלקר.



**מגש הנבטה** מפלסטיק קשיח או קלקר המכיל מספר רב של " כוסות " צמודות זו לזו, שתומכות בשורשים של הנבט ומונעים רקב. (" מנבטות - חישתיל ")



**שולחן הנבטה** הכולל מערכת חימום מצע .



**טבליות כבול דחוס** בקוטר 2-4 ס"מ שבתוכם זרעים , הטבליות מתנפחות בבואם במגע עם מים.



### **מצע הנבטה :**

התערובת המומלצת לזריעה תכיל , כבול מנופה וורמיקוליט, ביחס של 1:1, כשהם מעורבבים היטב .

- על תחתית המנבטה יש לשים שכבת חציץ או טוף, לשם ניקוז.

- מצע הנבטה צריך להיות מחוטא , מאוורר , ומנוקז . ( לפוריות מצע הנבטה אין חשיבות ) .

**רביה מינית בצמחים - המשך**

## זריעה ושיטות זריעה

### זריעה :

– פיזור או הטמנה של זרעים בקרקע או במצע בצורה מסודרת על מנת שיגדלו מהם צמחים , תוך שאיפה לקבל אחידות הצצה, נביטה והשתרשות של הצמחים .  
יתרונה העיקרי של הזריעה בשטח על פני שתילה, הוא בכך שהיא זולה - ההובלה של החומר לשטח והעבודה שלא כוללת חפירת בורות.  
לזריעה בשטח יש גם מספר חסרונות, כגון: רגישותם של הנבטים הצעירים לחום ויובש, או ללחות גבוהה מדי בקרקע - בעיות הנחסכות בזריעה במשתלה .

### שיטות זריעה



#### זריעה בתפזורת ("מפולת יד"):

לוקחים מעט זרעים בחופן, מתקדמים בקצב איטי ובקצב הנכון ומפזרים אותם על האדמה , יש להקפיד לפזר בדיוק את הכמות הנדרשת ובצורה שווה על האדמה ולא להפיל את החופן כולו בנקודה מסויימת, כדי לא "להציף" את האדמה בזרעים.



#### זריעה בפיזור :

לוקחים מעט זרעים ומפזרים באופן שווה על פני האדמה , לאחר פיזור הזרעים לוחצים על הזרעים בעדינות כדי להחדירם לקרקע ומכסים בשכבת אדמה , מהדקים בעדינות ומשקים .  
עובי שכבת הכיסוי תלוי בקוטר הזרע, בדרך כלל מקובל לכסות את הזרעים בשכבת כיסוי שעובייה כפול מקוטר הזרע.  
זרעים זעירים מערבבים עם חול ומפזרים באופן שווה על פני האדמה ואין מכסים את הזרעים כלל .

#### זריעה ישירה בשטח - זריעה בשורות:

צמחים בעלי זרעים גדולים ניתן לזרוע בחלקה במישרין- עושים חריצים במצע הזריעה בעומק הראוי לקוטר הזרע, זורעים בתוך החריצים ומכסים בשכבת אדמה, מהדקים בעדינות ומשקים.

#### יתרונות

חוסך שתילות. הנבטים מפתחים בצורה טבעית.

#### חסרונות

בזבוז בכמויות זרעים. קושי בשמירה נגד נביטת עשבים. - קשה לדלול .



## זריעה ושיטות זריעה- המשך

### זריעה במנבטה :

#### יתרונות

עבודה נוחה, יצירת תנאים מיטביים ודי אחידים של לחות וטמפרטורה, אפשרות טובה והסכונת לטפל בכל נבט, שמירה קלה על נבטים נבחרים; מאפשרת טיפולים למניעת נביטה של עשבים. מנבטות יעילות במיוחד לגידול נבטים מזרעים זעירים,

#### חסרונות

תוספת עבודה בשתילה, נדרש מקום למנבטה.



### זריעה במגשי גידול בעלי מבנה תא "מיישר"

#### שורש "

מבנה התא המיוחד גורם להתפתחות שורשים ישרים שאינם מסתלסלים סביב הדפנות.

צורת השורש המיוחדת הזו מאפשרת " שליפת " הצמח מתא הגידול ללא פגיעה במערכת השורשים ' תוך שמירת כיוון התארכות קל לכל שורש .

כתוצאה מכך, השורש הישר מחדש במהירות גבוהה את מאזן המים בצמח תוך כדי בניה מהירה של מערכת שורשים צדדים שפורצים לתוך מצע השתילה.

השתילים המיוצרים בשיטת חישתיל מקנים לחקלאי נצילות גבוהה יותר של זרעים מובחרים שמחירים יקר ביותר. חסכון ניכר במים בתחילת הגידול ויכול גבוה בחלקת הגידול.

### זריעה ממוכנת :

בזריעה ממוכנת בעזרת טרקטור ומזרעה ניתן לחרוש בהספקים גדולים מאוד ובמעט כוח אדם. שיטת הזריעה הממוכנת מאפשרת הספקים גדולים, אחידות בפזור ועומק הזריעה ואף זריעה בשורות עם מרווחים קבועים ביניהם. ( דיוק מקסימלי בפזור הזרעים בתוך שורה ) כלי הזריעה נקרא מזרעה, או פלנטר (Planter).



### זריעה בהתזה :

זריעה בהתזה היא שיטה בה זרעים (ממין אחד או ממינים רבים) מותזים על פני השטח יחד עם מצע הנבטה העשוי מסיבי עץ ודשנים.

הזרעים נובטים לתוך מצע הנבטה זה ומשתרשים בקרקע המקומית.



## נְבִיטָה

**נְבִיטָה :** נְבִיטָה היא תהליך בראשית ההתפתחות של צמחים, אשר במהלכו, בעקבות היחשפות הזרע לתנאים מתאימים, "מתעורר" העובר הרדום ומתפתח לנבט הכולל את האברים נצרון ושורשון הפורצים מהזרע ומתפתחים בהמשך לצמח הבוגר.

### שלבי הנביטה

#### 1. מים :

הזרע היבש מכיל מעט מאד מים .

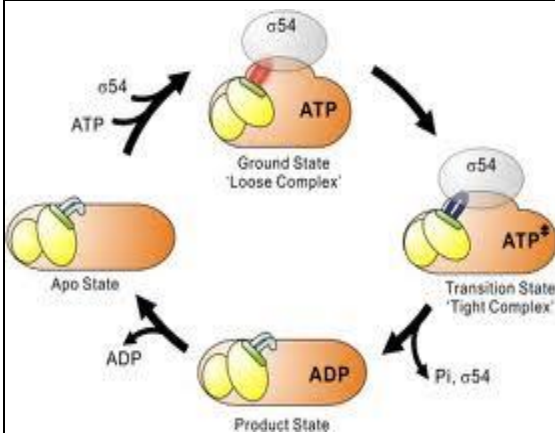


#### קליטת מים :

תהליך הנביטה לא יכול להתחיל לפני שהזרע קולט מים ותופח. המים חשובים להתפתחות הצמחים כיוון שהם מהווים את הממס העיקרי והמרכיב העיקרי בתאים. (המים גם חשובים לפתיחת פיוניות (פוטוסינתזה) וליצירת לחץ טורגור).



קליטת המים מלווה בתהליכים מטבוליים המתחילים להתרחש בזרע ובעליית קצב הנשימה ויצירת ATP.



#### 2. תפיחה :

במהלך התפיחה חודרים מים לזרע ונספחים לחומרים המצויים בו. בתחילה סופח הזרע מים מסביבתו בפעפוע. בעקבות כך הזרע תופח וקליפתו נבקעת. האנרגיה שהייתה אצורה בזרע הופכת לזמינה וחומרי התשמורת מתפרקים לצורך המשך תהליך הנביטה. החלבונים בזרע סופחים את עיקר המים.



## שלבי הנביטה - המשך

	<p><b>3. בקיעת הקליפה :</b>          בשעת התפיחה יש לחץ על קליפת הזרע וזה גורם לבקיעתה.</p>
	<p><b>4. הצצת השורשון :</b>          השורשון הוא האיבר הראשון הפורץ את קליפת הזרע; הוא גדל במהירות וחודר לקרקע, ואחר כך גדל ומתארך גם הנצרון..          השורשון צריך לספק לנבט הצעיר מים ואחיזה בקרקע. בשלב זה עדיין תפקיד העלים אינו משמעותי כי הנבט מקבל את חומרי המזון שלו מהפסיגים, לכן יש בכך יתרון שהשורשון הוא זה הצומח ראשון. בהמשך חלה בעובר התרבות מהירה של תאים. התאים עוברים התמיינות ומתפתחים לשורשון ולנצרון -          השורשון תמיד יגדל כלפי מטה והנצרון כלפי מעלה, ללא קשר לזווית בה מונח הזרע.          השורשון גדל ומפתח יונקות אשר מתחילות לקלוט מהקרקע מים וחומרי מזון.          זו התחלת ההתפתחות של שורשי הצמח החדש.</p>
	<p><b>5. הצצת הנצרון :</b>          - הנצרון מגיח מתוך האדמה כשהוא כפוף מעט וגדל כלפי מעלה.          לרוב בוקע קודם כל השורשון ורק לאחר מכן הנצרון. זו התחלת ההתפתחות של גבעול הצמח החדש.</p>
	<p><b>6. התיישרות הנצרון :</b>          - הנצרון מתיישר וצומח כלפי מעלה.</p>
	<p><b>7. צמיחת העלים הראשונים :</b>          הנצרון גדל, בוקע מעל פני הקרקע, מצמיח עלים ומתחיל בתהליך ההטמעה. כעת הצמח נעשה עצמאי. בכל תהליך הנביטה, חומרי התשמורת מתוך הפסיגים או האנדוספרם משמשים את הנבט כמספקי אנרגיה וחומרים לבניית התאים.          רק לאחר ההצצה, ופריסת העלים הירוקים- מתחיל הצמח הצעיר לספק לעצמו מזון בעזרת הפוטוסינתזה.          בשלב זה יהיו כבר הפסיגים מרוקנים מחומרי תשמורת</p>

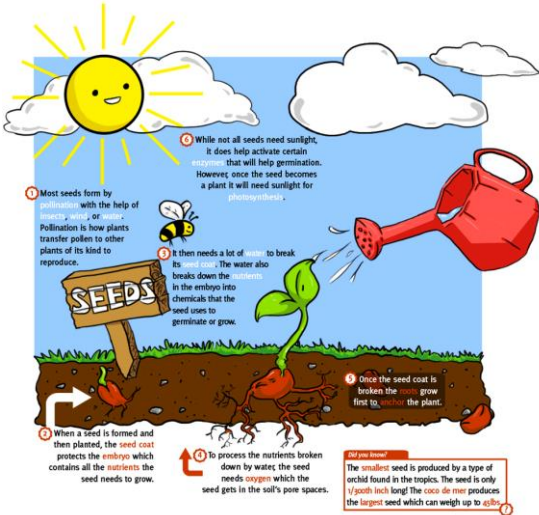
## טיפוסים שונים של נביטה



**גורמים המשפיעים על תהליך הנביטה :**

הזרע הבשל אינו נובט במצבו היבש, שכן אז הוא שרוי במצב מנוחה המתאפיינת בפעילות מטבולית נמוכה. הנביטה היא התעוררות הזרע מתרדמה והתחלת התפתחות הצמח. תהליך הנביטה הוא שלב חשוב במחזור חייו של הצמח, בשלב זה עובר העובר תהליך של צמיחה, יציאה מהזרע והפיכה לנבט. המקום והמועד שבהם תתקיים נביטה יקבעו את סיכוייו של הצמח הנובט להשלים את מחזור חייו. תהליך הנביטה מושפע מגורמים חיצוניים לזרע (מים, חמצן, טמפרטורה, אור) ומגורמים פנימיים (גורמים ביוטיים הנמצאים בתוך הזרע - גיל, הורמונים, תכונות קליפת הזרע).

**הגורמים הא- ביוטיים (חיצוניים) המשפיעים על תהליך הנביטה**



על מנת שתהליך הנביטה זה יתרחש דרושים תנאים סביבתיים מסויימים, תנאים אלו נוצרים ע"י הגורמים הא- ביוטיים בסביבת הצמח. גורמים א-ביוטיים הם גורמים כימיים או פיזיקליים, כלומר מכלול המרכיבים שאינם חיים (ביוטיים). הדרישות לתנאים הסביבתיים משתנות גם בין המינים השונים של הצמחים והן נקבעות ע"י גורמים תורשתיים אצל הצמח ומושפעות מהתנאים החיצוניים ששררו בזמן יצירת הזרע. הגורמים הא- ביוטיים העיקריים שמשפיעים על תהליך הנביטה הם: הספקת מים נאותה, טמפ' והרכב גזים באוויר מתאימים. זרעים מסויימים דורשים גם הארה.

**1. תנאי הלחות- כניסת מים לזרע :**



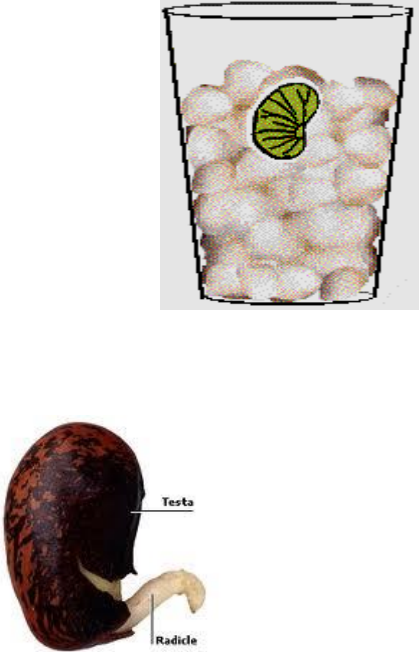
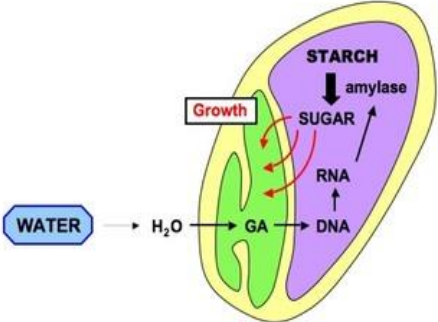
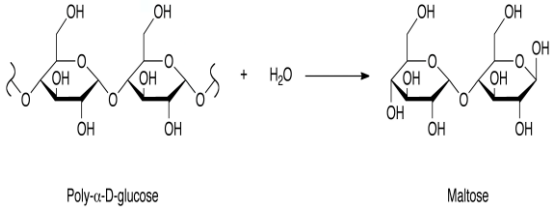
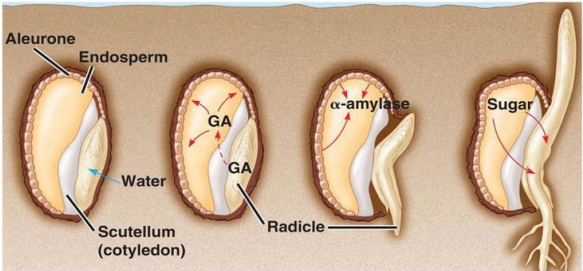
התהליך הראשון המתרחש בנביטה הוא קליטת מים ע"י הזרע, ותפיחתו. תהליך זה הוא תהליך ספונטני ופיסיקלי המתקיים גם כשהעובר בורע מת. שיעור התפיחה נקבע ע"י שלושה גורמים: הרכב הזרע, חדירות קליפת הזרע או הפרי למים, וזמינות מים כנוזל או כגז בסביבת הזרע. המים דרושים לתהליכי חילוף החומרים בזרע הנובט: לתהליך הנשימה, ליצירת החלבונים וכדי לשטוף את החומרים המעכבים מן הזרעים הרדומים, בדרך כלל, זרע אינו יכול לנבט אם כמות המים שנקלטו לתוכו נמוכה מ-50% ממסתו.

**השריית זרעים במים :**



בזרע היבש, אף שיש בו אנזימים, רמת המטבוליזם נמוכה מאוד. - בחוסר מים, האנזימים לא פעילים (רק כשהם מומסים במים הם מקבלים את הצורה מרחבת שדרושה לפעילותם). השריית זרעים במים מגבירה את קצב הנביטה. זרעים של צמחים עשבוניים צריך להשרות במשך 8-24 שעות. זרעים של עצים זקוקים למשך השרייה ארוך יותר. - כמות החמצן המתמוססת במים נמוכה פי שלוש מזו שבאוויר לכן השרייה של זרעים במים, מעבר לזמן הדרוש לתפיחתם, יוצרת תנאים של חוסר חמצן ופוגעת בתהליך הנביטה.

**הגורמים הא- ביוטיים (חיצוניים) המשפיעים על תהליך הנביטה - המשך**

	<p><b>2. תפיחה :</b>  המים גורמים לתפיחת הזרע.  התפיחה היא תהליך פיסיקלי שבו הזרע גדל בנפחו כתוצאה מהמסת מרכיבים חלבוניים שברקמת האגירה.  נוכחות מים זמינים בסביבת הזרע ברוב המקרים תעלה את שיעור התפיחה וכך תשפיע על תהליך הנביטה. - הזרעים מתחילים לספוג מים ולתפוח (ברוב הזרעים, במהלך התפיחה נוצר בתוך הזרע לחץ פנימי שקורע את קליפת הזרע), ובמקביל, גוברים בהדרגה כל התהליכי חילוף החומרים.  חומרי התשמורת של הזרע מתפרקים, ומאבני הבניין שלהם הולכים ונבנים חומרי המבנה של הנבט. הכמות של חומרי המבנה האלה הולכת וגדלה. תאי בעובר מתחלקים בקצב מהיר. מספר תאי העובר מתרבה, התאים גדלים בממדיהם והעובר צומח ויוצא מן הזרע בצורת נבט.  * היות שבטבע הזרעים לא נמצאים בדרך כלל במים טהורים, להרכב המצע בו מתרחשת הנביטה עשויה להיות השפעה על תפיחת הזרעים, כי הוא קובע את זמינות המים. וברוב המקרים ככל שכמות המומסים במים גדולה יותר כן פוחתת התפיחה.</p>
	<p><b>3. הפעלת אנזימים והורמונים בעובר :</b>  המים שחודרים לתאי העובר מפעילים אנזימים בלתי פעילים כמו אנזימי נשימה תאית ואנזימים הדרושים לבניית הורמונים. הורמונים אלו עוברים אל שכבת החלבונים באנדוספרם.  * המים נכנסים לציטופלסמה ומתחילים להאיץ את התהליכי החיים שהיו עד שלב זה איטיים מאוד.  קצב הנשימה גובר בכדי לספק לעובר ATP לביצוע כל הפעולות בתאים</p>
<p><math>\beta</math>-Amylase</p> 	<p><b>4. פירוק חומרי תשמורת ליחידות מבנה מסיסות במים:</b>  בתגובה להורמונים מופעלים בשכבת החלבונים באנדוספרם או בפסיגים, אנזימים שמפרקים את חומרי התשמורת ליחידות המבנה שלהם שמיסיות במים. לדוגמא: האנזים עמילאז מפרק את העמילן (אינו מתמוסס במים) לגלוקוז (מתמוסס במים).</p>
	<p><b>5. תוצרי הפירוק נעים בדיפוזיה לעובר ומזינים את הנבט המתפתח.</b></p>

**הגורמים הא- ביוטיים (חיצוניים) המשפיעים על תהליך הנביטה - המשך :**

**ב. גורמים אביוטיים - טמפרטורה מתאימה :**

**טמפרטורה** - תחומי הטמפרטורות המתאימים לנביטה אינם זהים לגבי כל הזרעים. לכל מין של זרעים יש את טמפ' הנביטה הנוחה ביותר והיא נקראת טמפ' אופטימלית, אשר מעליה או מתחתיה מעוכבת הנביטה אך לא נמנעת. - הטמפ' האופטימלית היא זו שבה מושג אחוז הנביטה הגבוה ביותר בפרק הזמן הקצר ביותר. ישנם טיפולים שונים הניתנים לזרעים ובעזרתם ניתן לשנות את הטמפ' האופטימלית.

למרות שנביטת כל הזרעים אינה מתרחשת בפועל בטמפ' קיצוניות ( גבוהות מאוד או נמוכות מאוד), שיעור הרגישות שונה ממין למין.

יש להבחין בין שני נושאים שונים בנוגע להשפעת הטמפ' על הנביטה : עמידות זרעים יבשים בפני השפעת טמפ' שונות, והשפעת הטמפ' על תהליך הנביטה עצמו.

זרעים רבים במצב יבש עמידים מאוד בפני טמפ' קיצוניות. הטמפ' משפיעה על תהליך הנביטה בדרכים שונות - לעיתים היא משפיעה על תגובות המתרחשות בעת הנביטה , לעתים על שינויים מכניים המתרחשים בזרעים ולעיתים בדרכים אחרות.

**טמפרטורה מיטבית אופטימלית**

טמפרטורה מיטבית - בכדי שתתרחש נביטה נדרשת טמפ' אופטימלית = מיטבית (עם שינויים בין יום ולילה).

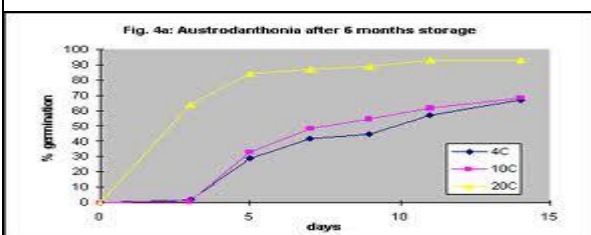
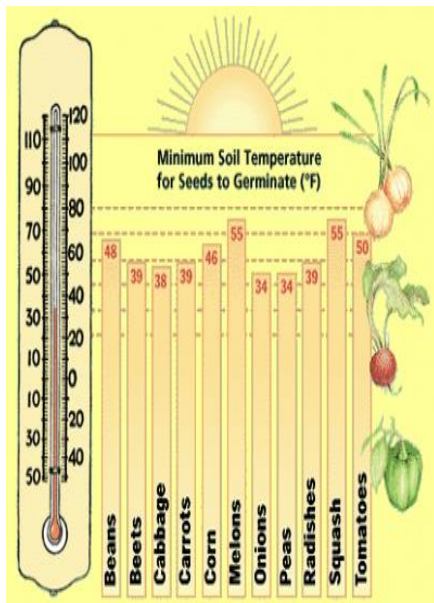
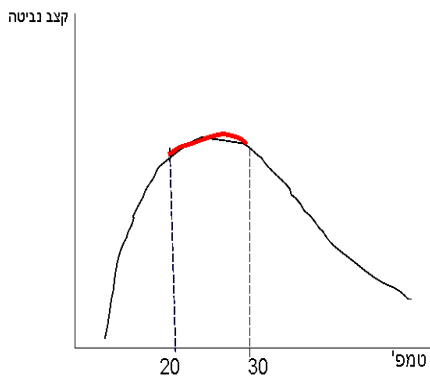
לכל צמח יש טמפרטורה מיטבית, האופיינית לו. טמפרטורה זו דרושה לפעילות אנזימית מיטבית. האנזימים נדרשים לתהליכי הנשימה מתאים, ולתהליכי חילוף חומרים בטמפרטורה מתאימה שיעור הנביטה (אחוז נביטה) יהיה גדול יותר מאשר בתנאים בהם הטמפרטורה נמוכה או גבוהה מידי.

הטמפרטורה משפיעה על קצב הנביטה ועל שיעור הנביטה. היא חשובה לוויסות תהליכי הנביטה ולגדילת העובר.

לכל מין אופייני תחום טמפרטורות אופטימלי לנביטה (טמפרטורה אופטימלית כוללת את אחוז הנביטה ואת משך הנביטה: זוהי הטמפרטורה בה יבוט מספר הזרעים הגדול ביותר בזמן הקצר ביותר).

באזורים קרים תחום הטמפרטורות לנביטה הוא נמוך מזה של זרעים הנובטים באזורים חמים. כך גם ביחס לצמחים הנובטים בעונות השנה השונות.

**ההסבר להבדל בטמפרטורה מיטבית בין מיני צמחים שונים:** בתהליך הנביטה מעורבים אנזימים שונים ולכל אנזים הטמפרטורה המיטבית לפעילותו. האנזימים המעורבים בתהליך אינם זהים במינים השונים (מוכתבים ע"י הגנום) ושונים מאוד בין צמחים הנובטים בסביבה/עונה חמה, לצמחים הנובטים בסביבה/עונה קרה.



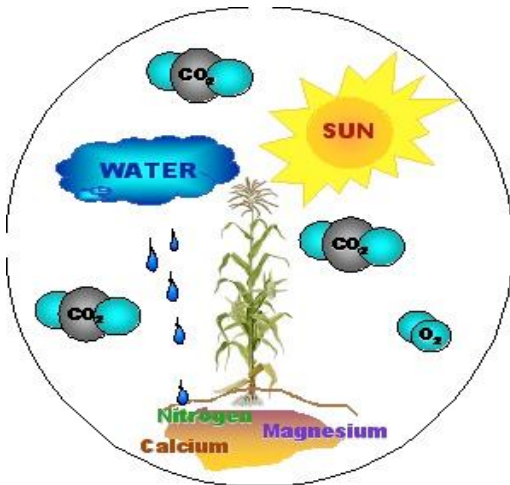
**הגורמים הא- ביוטיים (חיצוניים) המשפיעים על תהליך הנביטה - המשך**

## ג. גורמים אביוטיים - תנאי אוורור מתאימים:

גזים - נביטה היא תהליך הקשור לפעילותם של תאים חיים, לכן היא מלווה בצריכת אנרגיה. בדר"כ האנרגיה הנצרכת ע"י תאים חיים מסופקת ע"י תהליכי חימצון, המתרחשים בנוכחות חמצן או בהעדרו, כלומר, נשימה או תסיסה. שני תהליכים אלו כרוכים בחילוף גזים ולכן הנביטה של הזרעים מושפעת מאוד מהרכב הגזים בסביבתם והנוכחות של אויר בקרקע היא תנאי הכרחי לנביטה משום שאויר זה הוא המקור לחמצן הנחוצ לתהליך הנשימה בשורשון הזרע.

ריכוז גבוה של חמצן בסביבת הזרע יביא לשיפור הנביטה ועליה בריכוז הפד"ח תגרום לעיכוב והאטה בתהליך הנביטה.

זרעים שנשמנו עמוק מידי בקרקע או בקרקע רטובה מידיי עלולים לסבול ממחסור בחמצן אשר יאט או אפילו יפסיק את תהליך הנביטה.



### אוורור : (גזים- בעיקר חמצן לנשימה תאית).

(אוורור/ אויר = רמת הפחמן הדו חמצני ורמת החמצן)  
אחד הסימנים הראשונים ל"התעוררות" העובר מתרדמתו הוא נשימה נמרצת ומהירה.

תהליך הנשימה צורך חמצן ופולט CO<sub>2</sub> ולכן נוכחות אויר בקרקע היא תנאי הכרחי לנביטה.

תהליך הנביטה צורך אנרגיה והוא תלוי באספקה סדירה של חמצן לנבט המתפתח.

(יוצאים מן הכלל- זרעים הנובטים בביצות שיוצרים ATP בתהליך נשימה אנארובי- בעיקר בתסיסה, כמו זרעי אורז הנובטים כשהם מוצפים במים וזקוקים לפחות חמצן מאשר באויר. תופעה שמצביעה על התאמה של זרעים אלו לבית גידול עני בחמצן).



**אוורור טוב של הקרקע** מאפשר חילוף גזים בין מצע הנביטה לעובר. האוורור חיוני למהלך הנביטה כי החמצן דרוש לעובר המתחיל בנשימה נמרצת מיד לאחר תפיחת הזרע. אוורור טוב חשוב גם לחילוף גזים בין האטמוספירה ובין הקרקע ולהרחקת הפחמן הדו - חמצני.



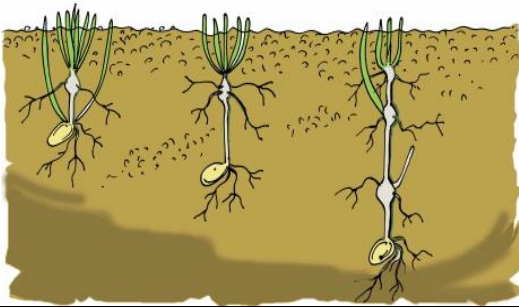
**בקרקע לא מאווררת** יסבול הזרע ממחסור בחמצן ומעודף של פחמן דו חמצני.



עיבודי הקרקע בשדות חקלאיים נועדו, בין היתר, לאוורר את הקרקע

**הגורמים הא- ביוטיים (חיצוניים) המשפיעים על תהליך הנביטה - המשך**

**ג. גורמים אביוטיים - תנאי אוורור מתאימים - המשך:**



זרעים שנטמנו עמוק מדי בקרקע, או נטמנו בקרקע רטובה מדי, עלולים לסבול ממחסור בחמצן שיעכב או יפסיק את תהליך הנביטה.

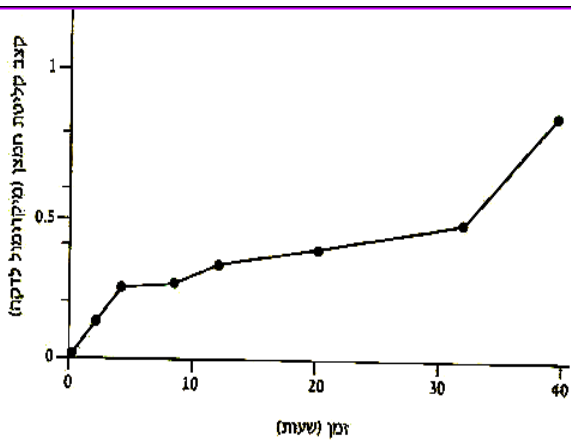
**קליפות הזרע :**



– אחד הגורמים השכיחים לתרדמת זרעים היא הימצאותם של קליפות גזע קשות בלתי חדירות לכניסת מים או לגזים. קליפה קשה כשלעצמה יכולה למנוע באופן מכני את התפיחה ואת פריצת העובר. בכל המקרים שבהם קליפות הזרע הן קשות ובלתי חדירות, מתאפשרת שבירת התרדמה עם הפגיעה בקליפות. קליפות זרע קשות או בלתי חדירות יוצרות מצב של נביטה הדרגתית, מצב המבטיח את קיומו של המין, כיוון ששינויים זמניים בתנאי הסביבה יכולים לגרום למותם של הנבטים ובמצב זה, כאשר כל הזרעים ינבטו ביחד לא יהיה המשך לקיום המין באותו מקום. כדי לאפשר נביטה של זרעים קשי נביטה מסירים תחילה את מעטפות הזרע, או מאחסנים את הזרעים במשך תקופה מסוימת כדי להגביר את כושר החדירות של המעטפות. יש מיני זרעים שקליפתם קשה ואטומה והשרייתם במים אינה תנאי מספיק לנביטה

**קצב קליטת החמצן בזרע לאחר טבילתו במים**

המים נכנסים לציטופלסמה ומתחילים להאיץ את תהליכי החיים שהיו עד שלב זה איטיים מאוד. קצב הנשימה גובר בכדי לספק לעובר ATP לביצוע כל הפעולות בתאים.





## הגורמים הא- ביוטיים (חיצוניים) המשפיעים על תהליך הנביטה

### דרישה לתקופות קור :

#### דרישה לתקופות קור :

\* **בטבע** קיימים מיני צמחים שהזרעים שלהם נובטים רק לאחר שהם עוברים תקופת קור (ספרטורות נמוכות ולחות גבוהה).

דרישה לתקופת קור – טמפרטורה, היא תנאי הכרחי לתהליך הנביטה. תרדמת זרעים המושרת או הנשברת בהשפעת הטמפרטורה מכוונת בדרך כלל את הנביטה לעונה המתאימה ביותר לצמיחת הנבט בבית גידולו הטבעי. (זרעים אלו מבשילים במהלך הקיץ והסתיו, עוברים את החורף ונובטים באביב).



\* **בחקלאות** : זרעים שאין עוברים בשל לנביטה עם הבשלת הזרע, זקוקים להבשלה נוספת בתנאים מלאכותיים, זרעים אלו יש לשים באכמנה בתנאי קור. (הכמנה-הטמנת זרעים בעלי קליפה קשה בחול לח, או טמפרטורה נמוכה לשם הנבטתם המהירה). - מערבבים את הזרעים עם ורמיקוליט לח או נסורת לחה, מאבקים את הזרעים בפונגציד, מכניסים לתוך שקית ניילון, ושמים במקרר בטמפרטורה של 2 עד 5 מ"צ, במשך 60-100 יום - בהתאם לסוג ומקור הזרעים, לאחר התעוררות הזרעים זורעים אותם בתנאים רגילים.

#### דרישות ליובש :

במיני צמחים מסוימים, מושג אחוז נביטה גבוה רק לאחר שהזרעים עברו תהליך של התייבשות. (מיד לאחר הבשלת הזרעים אין נביטה אלא לאחר תקופה של איחסון במהלכו יש ירידה בתכולת המים של הגרגרים).

#### תנאי אחסון זרעים :

אחסון בתנאי יובש בהם רמת חילוף החומרים נמוכה (טמפ' נמוכה, ריכוז נמוך של חמצן, ריכוז גבוה של פחמן דו חמצני) מאפשר לזרע לשמור על חיוניותו. למרות זאת יש זרעים שנובטים גם לאחר שהייה ממושכת במים. ויש זרעים המאבדים את חיוניותם בעקבות ייבוש יתר.

עובדה זו מצביעה על כך שלכל מין יש תנאים מיטביים יחודיים לאחסונו.

הזרעים בעלי הקליפות הקשות והעבות מאריכים חיים מכיוון שהמים והחמצן לא יכולים לחדור לתוכם בקלות.

ישנם זרעים ששומרים על חיוניותם גם בתנאי סביבה קיצוניים.



## הגורמים הביוטיים (פנימיים) המשפיעים על הנביטה:

### הגורמים בהם תלויה החיוניות של הזרע:

	<p><b>1. גיל הזרע :</b> ככל שעולה גיל הזרע – מידת החיוניות שלו פוחתת. בזרעים ישנים שיעור הנביטה יהיה נמוך יותר משום שחיוניות הזרעים פחתה.</p>
	<p><b>2. חיוניות הזרעים :</b> <b>זרע חיוני:</b> זרע חיוני הוא זרע שהעובר בתוכו חי והוא בעל כושר נביטה. אורך הזמן שבו תישמר החיוניות של הזרע תלויה במין הזרע ותנאי אחסונו. זרעים של צמחי תרבות שומרים חיוניותם בין שנה לשלוש שנים ואילו צמחי בר שומרים על חיוניותם לתקופת זמן ארוכה יותר.</p>
	<p><b>3. גורמים תורשתיים:</b> תלוי במין של הזרע.</p>
	<p><b>4. תנאי סביבה:</b> אור, מים, טמפרטורה ואוויר הם הקובעים אם הזרע יישאר חיוני לתקופה הארוכה ביותר האפשרית מבחינה תורשתית, או שיאבד את חיוניותו מוקדם יותר. תנאי הסביבה מונעים את הפעילות המטבולית וכך נשמרת חיוניות הזרע לתקופה ארוכה יותר.</p>
	<p><b>חומרים מעכבי נביטה :</b> במינים מסוימים של צמחים מכילים הזרעים חומרים מעכבי נביטה. רק הדחה טובה על ידי הרטבה רבה, תאפשר את הנביטה. חומרים המצויים בפרי עצמו. למשל: בעגבנייה. למרות שהגרעינים מצויים בסביבה לחה ונוחה לנביטה הם אינם נובטים בתוך העגבנייה. נמצא כי מיץ העגבנייה מכיל חומרים המונעים נביטה של זרעי העגבנייה והן של זרעים אחרים.</p>

## הגורמים הביוטיים (פנימיים) המשפיעים על הנביטה:

### הגורמים בהם תלויה החיוניות של הזרע - המשך :

#### 5. עובי קליפת הזרע :



כשהזרע תופח הקליפה נקרעת ומאפשרת לנבט לפרוץ החוצה. בצמחים מסוימים יש קליפת זרע קשה או קליפה עבה שאינה חדירה מספיק למים, קליפה שכזו מונעת מהשורשון לפרוץ החוצה.

### בטבע קליפה קשה כזו יכולה להיפגע :

#### \* מפעולה של מיקרואורגניזמים (פטריות וחידקים)



© WPA 2013

#### \* משטיפת המעכבים במים :



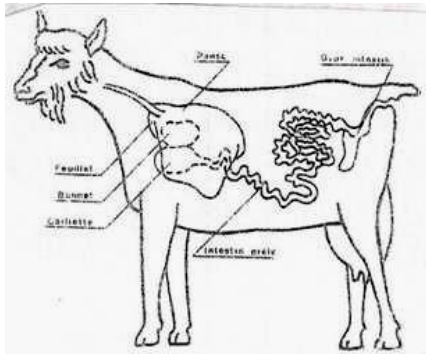
- שטיפת המעכבים היא ע"י כמות מסוימת של גשם. כך שכמות גשמים נדרשת, היא זו שמבטיחה התמוססות ושטיפת מעכבי הנביטה, כך שהנביטה תתאפשר.

#### \* משינויי טמפרטורה :



פירוק מעכבי נביטה בעקבות שינויי טמפרטורה קיצוניים כמו בשריפות - בצמחים אלו שריפה גורמת לפירוק המעכבים. לכן, בשטח שעבר שריפה ניתן לראות לאחר הגשמים נביטה מוגברת.

#### \* מאכילת הזרעים ע"י בעלי חיים :



פירוק מעכבי נביטה – מאכילת הזרעים ע"י בעלי חיים. הקליפה נפגעת במערכת העיכול של בעל החיים, ולאחר שבע"ח הוציא את הזרע בהפרשתו, הזרעים יכולים לנבוט

**רבייה מינית בצמחים - המשך**

**הכלאה**

הכלאה היא זיווג בין שני זנים שונים כדי לקבל זן כלאים היורש את התכונות הטובות של שני הוריו.  
 הכלאה של בעלי - חיים מבוצעת על ידי זיווג של זכר מזן אחד ונקבה מזן אחר.  
 הכלאה של צמחים מבוצעת על ידי האבקה מכוונת של פרחים מזן אחד באבקה של פרחים מזן אחר.  
 ניתן לעשות זאת על ידי האבקה ידנית של כל פרח בנפרד, או על ידי האבקה טבעית בעזרת דבורים המכונסות לסככת רשת, שבה כלואים עצים מזנים שונים.

**און כלאיים**

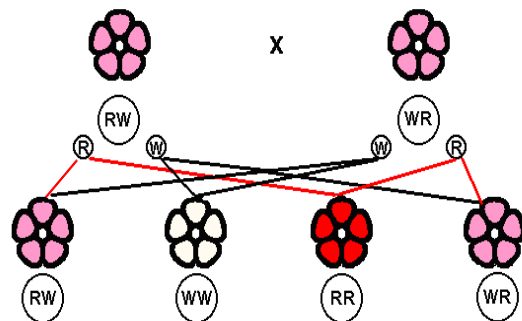
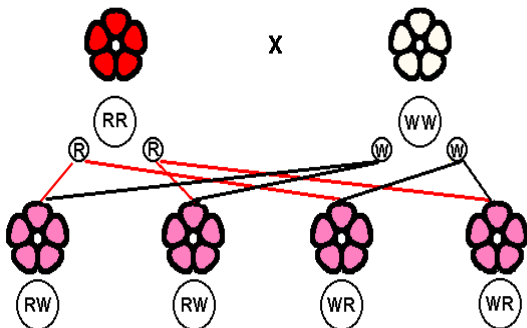
**און כלאיים** - הכלאה בין שני זנים שונים של אותו הצמח, המכלוא המתקבל יכול להיות חזק יותר מכל אחד מהוריו. בני הכלאיים משופרים יותר בתכונות שונות כמו: עמידות בפני מחלות, ויכול רב יותר.  
 יצירה מכוונת של און כלאיים, והימנעות מדעיכת זיווג קרובים, ממלאות תפקיד נכבד בהשבחת בהמות בית וצמחים.

**זרע מכלוא**

**זרע מכלוא** הוא מונח מתחום האגרונומיה לזרעים שיוצרו באופן מבוקר על ידי טיפוח נפרד של קו זכרי (אב) וקו נקבי (אם).  
 בשלב הטיפוח עובר כל קו תהליכי האבקה עצמית על מנת לחזק את התכונות הרצויות.  
 בשלב הסופי המטען הגנטי של הקווים משולב לזרע אחד על ידי דיכוי התכונות הזכריות בצמחי הקו הנקבי. הזרעים שמתקבלים בצורה זו זהים זה לזה מבחינה גנטית ונקראים F1.  
 הצמחים שגדלים מזרעי המכלוא מייצרים זרעים בעלי מגוון גנטי רחב ולא צפוי, זרעים אלו נקראים F2.  
 המגוון הגנטי הרחב של זרעי F2 הופך את זרעי המכלוא לכדאיים מאוד ליצרני הזרעים שכן לחקלאי יש אינטרס להימנע משמירת זרעים לזריעה חוזרת. המטרה בזרעי מכלוא היא יצירת און כלאיים משופר ואמין

F1

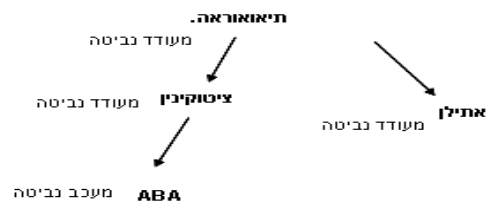
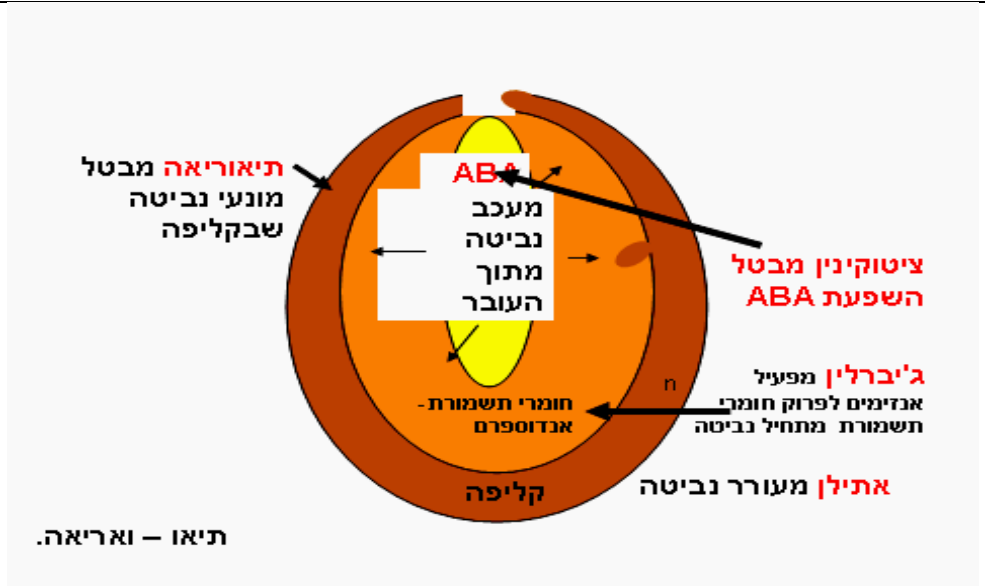
F2



## הורמון צמחי

### הורמון צמחי (פיטו- הורמון) - Phytohormone:

הורמון צמחי הוא כינוי כולל למספר תרכובות אורגניות המיוצרות על ידי צמחים. ההורמונים הצמחיים, מסונתזים במקום מסוים בצמח וגורמים לשלל תופעות פיזיולוגיות. לעתים משפיעים ההורמונים על הסביבה הקרובה למקום ייצורם, ולעתים נודדים הם לחלקים אחרים בצמח. בניגוד להורמונים בבעלי חיים אשר פועלים באופן מאוד ספציפי, כל הורמון צמחי גורם למגוון רחב של תופעות אשר לעתים אינן קשורות האחת לשנייה. ההורמונים הצמחיים מיוצרים ופועלים בכמויות נמוכות מאוד. בין ההורמונים השונים קיימים יחסי גומלין מורכבים; לעתים הם מדכאים או מעודדים את הייצור או ההשפעה של הורמונים אחרים; לעתים רק פעולה משותפת של מספר הורמונים גורמת להשפעה פיזיולוגית. עקב זאת ליחס הכמותי בין ההורמונים השונים ברקמה מסוימת בצמח חשיבות רבה, לעתים יותר מאשר לכמויות המוחלטות של כל הורמון. לעתים מיוצרים ההורמונים כחלק מההתפתחות הטבעית של הצמח ולעתים בתגובה לגירויים חיצוניים, כגון אור או מחסור במים. רוב ההורמונים משרים את השפעתם באמצעות בקרה גנטית. ההורמון מגיע לתא היעד ונקלט על ידי קולטן ספציפי (במקרים רבים בממברנת התא). המבנה המרחבי של הקולטן משתנה לאחר היקשרות להורמון; דבר זה מתניע שרשרת כימית ורב-שלבית של העברת אותות בתוך התא. לבסוף מגיע האות לגרעין התא, שם הוא גורם להפעלתם של גורמי שעתוק. חלבונים אלו נקשרים ל-DNA ומעודדים שעתוק של גנים ספציפיים; גנים אלו מקודדים לייצור חלבונים אשר גורמים בסופו של דבר לתופעה פיזיולוגית כלשהי. לעומת זאת, מספר הורמונים מסוגלים, לצד השפעתם הגנטית, לגרום להשפעות פיזיולוגיות ישירות, ללא שרשרת העברת אותות.



**הורמונים - מווסתי צמיחה**

**הורמונים - מווסתי צמיחה :**

חומר אורגני טבעי או מלאכותי בעל השפעה חזקה על תהליכים פיסיולוגיים בצמח אף בריכוזים נמוכים. ההורמונים נוצרים בחלק אחד של הצמח ומועברים לאיברים אחרים בהם השפעתם מבקרת ומווסתת את תהליכי הצמיחה.

בדרך כלל נוצרים ההורמונים בקדקודי הצמיחה, בניצנים ובשורשים, ומופרשים בכמויות זעירות ביותר, הם מעוררים או מדכאים תהליכי צמיחה והתפתחות שונים ומפקחים ע"י כך גם על קצב התהליך וכיוונו.

**ההורמונים העיקריים בצמח הם :** מקבוצת האוקסינים, ציטוקינינים, ג'יברלינים, וכן חומצה אבציסית ואתילן (המתפקד גם כמעין פרומון מכיוון שהוא מופרש מהצמח לסביבה כגו ומשפיע על צמחים אחרים).

קיימים חומרים נוספים המתאימים להגדרה ואינם משתייכים מבחינת המבנה הכימי לקבוצות אלה. **שימושים הקלאיים בהורמונים צמחיים:** השרשת ייחורים, הגלדת פצעים, הבכרה של פריחה והבשלה, קטילת עשבים רעים.

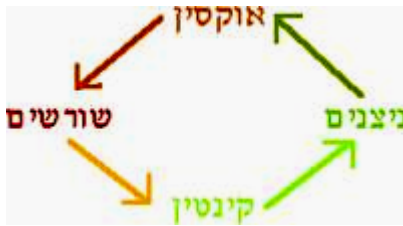
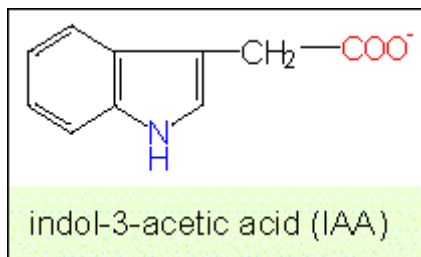
**אוקסין - Auxins :**

הורמון צמחי, ליתר דיוק קבוצת הורמונים, בעלי מבנה והשפעה דומים .

הנפוץ בין האוקסינים היא החומצה האינדול אצטית IAA.

האוקסין הטבעי הנוצר בצמח, מווסת תהליכי צמיחה כמו: התחלקות תאים והתארכותם, נשירת עלים, פירות ופרחים, יצירת שורשים, הפעלת שלטון קודקודי.

השימושים של האוקסינים בחקלאות הם לזירוז פריחה, יצירת פירות ללא הפריה, השרת פירות, פרחים ועלים, הדברת עשבי בר, לגירוי צמיחת השורשים בייחורים (Cuttings), החשת הבשלתם של פירות.



**ג'יברלין - Gibberellins :**

קבוצת הורמונים צמחיים (כ 50 במספר) הדומים במבנה הכימי שלהם ובאופן השפעתם על הצמח. הג'יברלינים נוצרים בעיקר בעלים צעירים ובקצות שרשים וגם בזרעים נובטים.

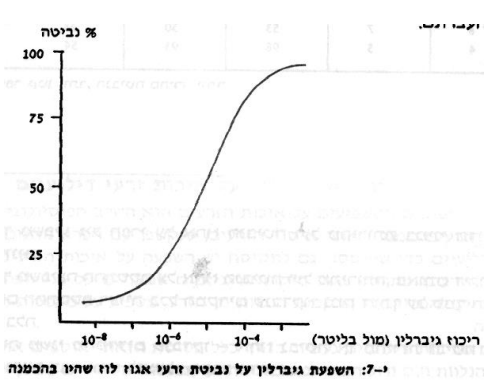
**השפעותיהם העיקריות הם:** זירוז התארכות הגבעול (ע"י התארכות פרקיו), הרחבת שטח העלים, שבירת תרדמה של ניצנים, התמיינות תאים לרקמות הובלה בצמח, ותהליכי התמיינות לפריחה. בזרעים הם מזרזים תהליכי פירוק של חומרי תשמורת - לסוכרים.

ג'יברלינים סינתטיים משמשים בחקלאות להעלאת אחוז החנטה בפירות מסוימים, ליצירת פירות ללא הפרייה (פירות ללא זרעים) לדחיית הבשלה בהדרים, להגדלת פרי (בענבים) ועוד.

**אנטי ג'יברלינים :**

חומר מננס הניתן לצמחים צעירים ופועל נגד מווסתי הצמיחה הטבעיים, כדי להשיג צמח קצר וקומפקטי (מנונס).

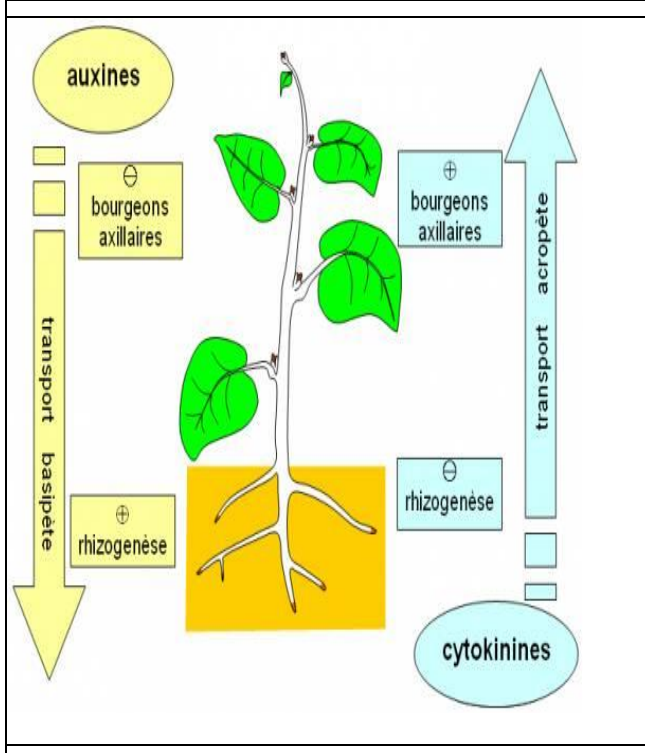
ניתן ליישום בשתי שיטות - ריסוס והגמעה.



**הורמונים - מווסתי צמיחה**

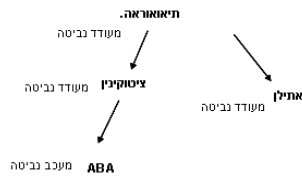
**ציטוקינין - Cytokinin :**

ציטוקינינים הם קבוצת הורמונים צמחיים המשפיעים בעיקר על חלוקת תאים (ציטוקינזיס), מעודדים לבלוב ניצנים ומעכבים תהליכי הזדקנות בצמח. הציטוקינינים נוצרים בקדקודי שורשים ומשם זורמים דרך מערכות ההובלה בצמח לאתרים בהם הם משפיעים. לרוב אין הם משפיעים באופן בלעדי אלא בשיתוף עם הורמונים נוספים. יש ציטוקינינים טבעיים (הנוצרים ומשפיעים בצמחים) ויש מלאכותיים, שמקורם במעבדות ומשתמשים בהם לשימושים חקלאיים שונים (הארכת חיי מדף של פרחים, למשל). השפעת הציטוקינינים בצמח השלם והטבעי איננה מוגבלת רק לעידוד חלוקת תאים, אלא נמצא שציטוקינינים יחד עם אוקסינים ביחסים כמותיים מסוימים, משפיעים על התמינות התאים לשורשים ולניצנים.

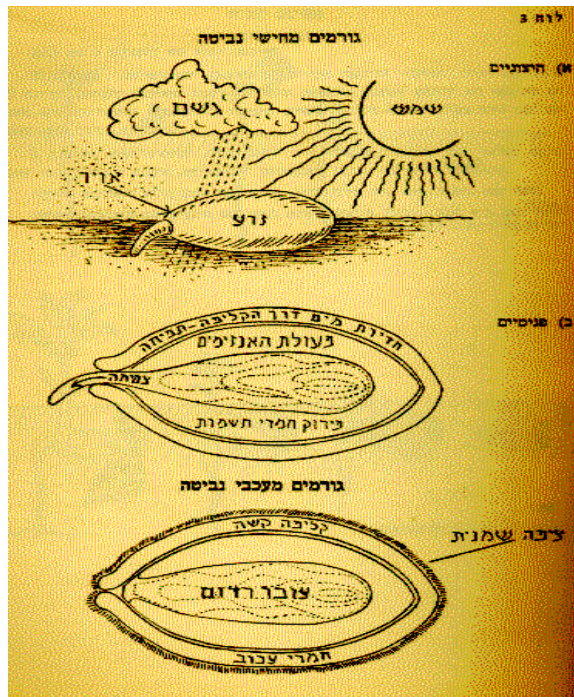


**תיאור-אוריאה :**

- נמצא בקליפה, משפיע על יצירת ציטוקינין.



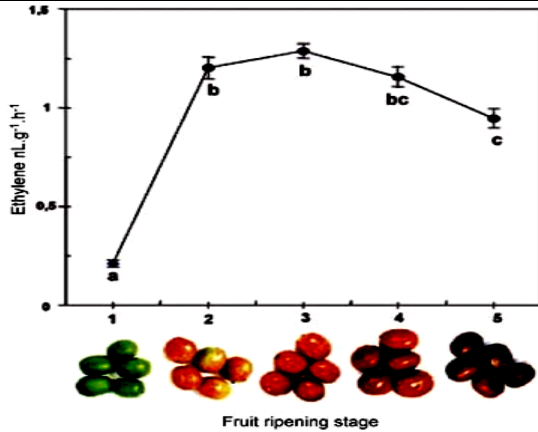
**סיכום - גורמים מחישי נביטה**



**הורמונים נוספים**

**הורמונים נוספים :**

בנוסף לאוקסינים, ציטוקינינים, ג'יברלינים, קיימים מספר חומרים נוספים המתאימים להגדרה של הורמון צמחי. החשובים שבהם: אתילן וחומצה אבציסית. האתילן נוצר בצמח כגז ובשל היותו במצב צבירה כזה הוא מסוגל גם להשפיע על הצמח בו נוצר (ובזה דמיונו להורמון) וגם להשתחרר מצמח אחד ולהשפיע על צמחים בסביבתו, ובזה אין הוא דומה להורמון אלא יותר לפרומון (חומר נדיף המשמש לתקשורת בין חרקים).



**Figure 1.** Ethylene production in *C. arabica* fruits during ripening. Ethylene production in coffee fruits was measured using gas chromatography. Bars represent standard errors of three replicates. Images below the X-axis show the fruit ripening stages: 1) green; 2) yellow-red; 3) red; 4) cherry; 5) dark-cherry. Different letters indicate significant differences using the LSD (0.05) test.

**: Ethylene - אתילן**

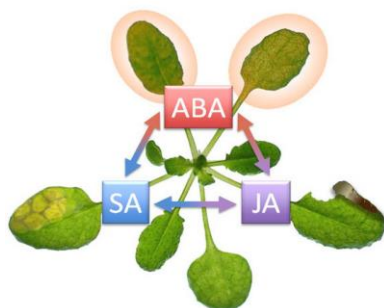
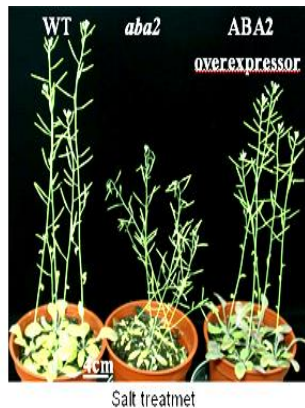
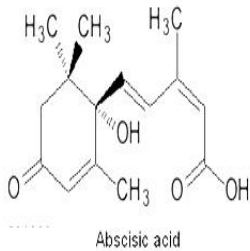
גז פחמימני, חסר צבע, הפועל כהורמון צמחי. האתילן גורם להזדקנות והבשלה של תאי הצמח. אתילן נוצר ברקמות שונות בצמח ומשפיע על מספר תהליכים והחשוב בהם תהליך זירוז הבשלת הפרי - "הבחלה". השימוש המסחרי בתכונה זו של האתילן הוא תהליך ההבחלה (הבשלה מבוקרת של הפרי לאחר הקטיף - קטיף הפרי לפני ההבשלה המלאה והפעלת אתילן עליהם לפני מועד השיווק), והוא נהוג בפירות כמו: בננות, עגבניות ותמרים. כמוכן יש עלייה בקצב ייצור אתילן בצמחים הנמצאים במצבי עקה כגון יובש, פציעה וכו'.

**:חומצה אבציסית (abscisic acid) ABA**



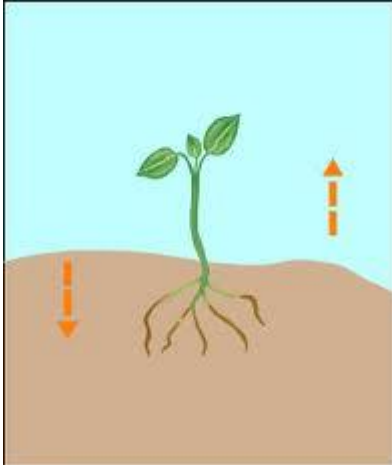
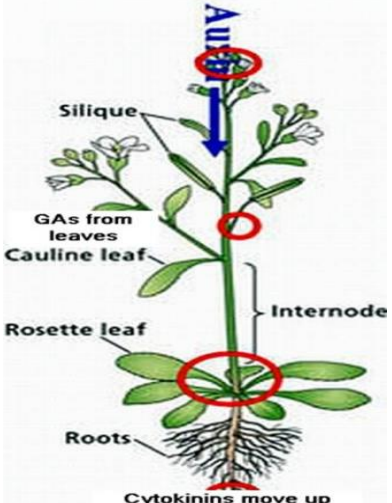
החומצה האבציסית אף היא הורמון צמחי המצוי בכל אברי הצמח, נוצרת, נקשרת ומתפרקת בקצב מהיר מאד. גם חומצה אבציסית, בדומה לאתילן, נוצרת בכמות רבה בצמחים במצבי עקה. חומצה אבציסית ידועה כמעכבת צמיחה. חומצה אבציסית, בשילוב ג'יברלין ביחסים כמותיים מסוימים, גורמת לכניסה לתרדמה של ניצנים, וביחסים כמותיים אחרים לשבירת התרדמה והתעוררות הניצנים. ABA גם אחראי לתהליכים אחרים הגורמים לתרדמה ואי-נביטה של זרעים רדומים. אך גם במידה והתרדמה מסתיימת, מתן ABA מעכב נביטה בגלל עיכוב צמיחה ABA -מעכב נביטה - נמצא בעיקר בעובר, בזרעים שלא התפתחו ובזרעים מאוד צעירים.

**עיכוב נביטת הזרע בתוך הפרי :**

במהלך שהות הזרע בתוך הפרי הוא מושפע מהחומצה האבציסית ABA, ובכך מעכב את הנביטה של הזרע בתוך הפרי.



## השפעת ההורמונים הצמחיים על תהליכים בצמח:

ההורמונים הצמחיים משפיעים על תהליכים רבים בצמח:	
	<p>גדילה, התארכות, הבשלה וחלוקת תאים.</p>
	<p><b>טרופיזם:</b> גדילת הצמח לכיוון גירוי מסוים, כגון אור (פוטוטרופיזם).</p>
	<p><b>גראביטרופיזם:</b> גדילת הצמח לכיוון גירוי מסוים, כגון: כוח הכבידה (גראביטרופיזם).</p>
	<p>עידוד או עיכוב של ייצור ההורמונים צמחיים אחרים.</p>

**השפעת ההורמונים הצמחיים על תהליכים בצמח - המשך:**

<b>ההורמונים הצמחיים משפיעים על תהליכים רבים בצמח:</b>	
	<p>השפעה על מיקום וסוג איברי הצמח (לדוגמה, האם במקום מסוים לאורך הגבעול יתפתח עלה חדש או פרח חדש).</p>
	<p>ניהול מאזן המים בצמח (על ידי פתיחה וסגירה של הפיוניות, למשל).</p>
	<p>הגנה על הצמח מפני מזיקים. מספר הורמונים מיוצרים במקום הנאכל על ידי בעל חיים, וגורמים להפרשת תרכובות מזיקות הגורמות להרחקת בעל החיים. במקרים רבים נודד ההורמון לחלקים אחרים בצמח ומשמש כ"אות אזהרה" לכל הצמח</p>

## הפרי

### פרי:

האיבר שמכיל את הזרעים בצמחים ממערכת מכוסי הזרע. הפרי נוצר מחלקי העלי לאחר ההפריה. הוא מורכב מקליפת פרי, שנוצרת מדופן השחלה, מזרעים, שמכילים את העובר של הצמח, ולעתים מחלקים נוספים של הפרח. לעתים הפרי מתפתח מפרח אחד, כמו האגס והתפוח, ולעתים מתפרחת, כמו התאנה ותות העץ.

### קליפת הפרי:

מגנה על הזרעים ומסייעת בהפצתם. יש שהיא דקה ונוקשה, ויש שהיא בשרנית ועסיסית. קליפה כזו נקראת ציפה.



### אגוז - (nut):

פרי יבש שאינו נפתח בהבשילו. נוצר ממספר עלי שחלה ומכיל זרע אחד.



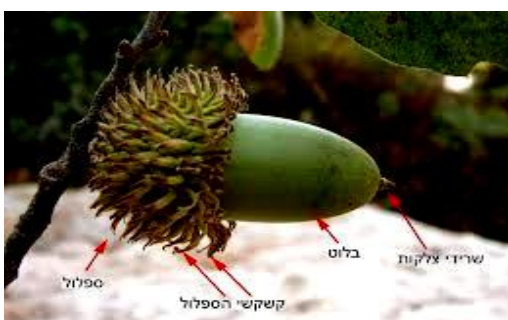
### אגוזית - (nutlet):

פרי יבש שאינו נפתח בהבשילו. נוצר מעלה שחלה יחיד.



### בית גלעין - (drupe):

תצורה מסוימת של פרי, המורכב מגלעין בולט וקשה, וסביבו בשר הפרי הכולל את הקליפה. מוכר בגלעיניים שבמשפחת הוורדיים.



### בלוט - (acorn):

הבלוט הוא אגוז שנמצא בתוך ספלול. הבלוט הוא פרי האלון.

## הפרי - המשך

### **גרגיר - (caryopsis) :**

זרע יחיד ועל-פי רוב קליפתו מעורה בקליפת הפרי הדקה.  
- הפרי האופייני למשפחת הדגניים.



### **דו זירעון - (diachene) :**

פרי המורכב משני זירעונים, הנפרדים זה מזה, לרוב, לאחר ההבשלה.  
אופייני לסוככיים.



### **הלקט (capsule) – פרג :**

פרי הבנוי משני עלי שחלה ויותר, ונפתח ע"י נקבים.  
אופייני לפרג.



### **הלקט (capsule) – חצב :**

פרי הבנוי משני עלי שחלה ויותר, הנפתח על-ידי קשוות (חלק בדופן הפרי).  
אופייני לחצב.



### **מפוחית - (folicle) :**

פרי יבש הנפתח לעת ההבשלה ומתפתח מעלה שחלה יחיד.  
הפרי מוארך, מכיל מספר זרעים ונפתח בצד אחד.



## הפרי - המשך

### **תרמיל - (legumen) :**

הפרי נפתח לאורכו של תפר המקיף את כל הפרי, ומחלקו לשתי קשוות.

כשהפרי מתייבש נוצר מתח של פיתול בקשוות, ובגבור מתח זה על כוח החיבור של הרקמות לאורך התפר, נזרקים הזרעים למרחק של עד 15 מטר (למשל: בבאוהיניה).

תרמיל הוא הפרי הטיפוסי לסדרת הקטניתיים.



### **קציץ - (silique) :**

פרי הנוצר משני עלי שחלה מאוחים.

בין שני עלי השחלה קיימת מחיצה קרומית שמקורה אינו בעלה שחלה, והיא מכונה מחיצה מדומה.

בכל מחצית של הפרי, המכונה מגורה, יש שני טורי זרעים, אחד בכל צד של הקשווה.

בהיפתח הפרי נפוצים הזרעים והמחיצה נשארת על הצמח

קציץ אופייני למשפחת המצליבים



### **מפרדת - (schizocarp) :**

נוצרת משחלה מרובת עלי שחלה, המתפרקת בהבשילה לאגוזיות שמספרן כמספר עלי השחלה והן מכונות פרודות.

טיפוס זה נפוץ במשפחת החלמיתיים.



### **מפרקת - (lomentum) :**

פרי מוארך העשוי עלה שחלה אחד או שניים, המתפרק לרוחבו ליחידות הכוללות חלק מדופן השחלה נוסף על הזרע.


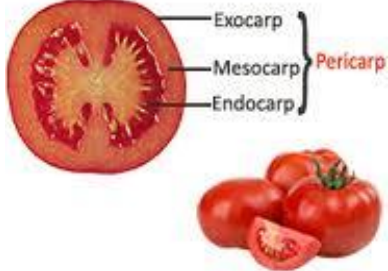

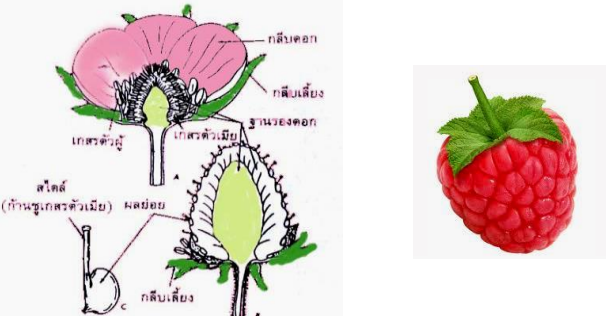
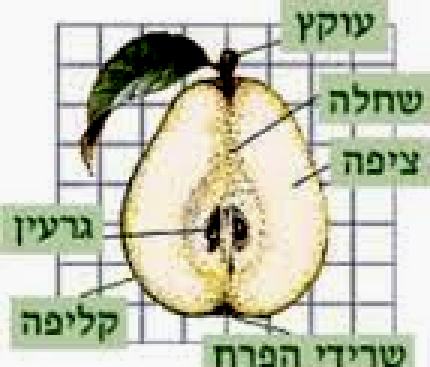
פרי כזה אופייני לצנון.



## הפרי - המשך

	<p><b>כנפית - (samara) :</b> אגוזית חד-זרעית בעלת כנף דקה ורחבה שמסייעת להפצתו ברוח.</p>
	<p><b>זרעון - (achene) :</b> פרי חד-זרעי יבש. בעל ציצית שנושאת אותו ברוח. הפרי נוצר משחלה תחתית ומאפיין את משפחת המורכבים.</p>
	<p><b>ענבה - (berry) :</b> הפירות מכילים זרע אחד או יותר בתוך דופן עסיסי.</p>
	<p><b>פרי מקובץ - (aggregate) :</b> פרי הנוצר ממספר עלי שחלה מפורדים, היושבים על מצעית משותפת. כך שבעת הבשלת הפרי מתקבלת קבוצת פרודות על המצעית משותפת, בפטל למשל, כל עלה שחלה מבשיל לפרי שהוא חלק מהפרי המקובץ.</p>

## הפרי - המשך

	<p><b>פרי קיבוצי - (compound fruit):</b> פרי המהווה יחידת תפוצה אחת, אך נוצר מפרחים רבים היושבים על ציר או מצע משותף, כגון תות עץ, תאנה, ושקמה.</p>
	<p><b>ענבה:</b> פירות עסיסיים מרובי זרעים קטנים המפוזרים בחלל הפרי העסיסי (ענבים, עגבניות, קיווי)</p>
	<p><b>פרי מדומה - (spurious fruit):</b> פרי הנבנה מחלקי פרח נוספים מלבד העלי, כגון: מצעית הפרח, עלי הגביע או עלי הכותרת. לדוגמה: פרי הרימון נבנה מהעלי והגביע, לכן הוא מוגדר כענבה מדומה.</p>
	<p><b>פרי מדומה - תות השדה:</b> הפירות האמיתיים הם אגוזיות (פירות חד-זרעיים יבשים) הצמודים ל"בשר" הפרי האדום, אלה הזיפים החומים הקטנים של הפרי. עם ההבשלה המצעית - החלק הבסיסי של הפרח מתנפחת, והשחלה - לא.</p>
	<p><b>פרי מדומה - אגס / תפוח:</b> פרי המתפתח לא רק מן השחלה אלא גם (או בעיקר) ממרכיבי פרח או תפרחת נוספים. הזרעים - מוצאם תמיד בשחלה. למשל: ציפת פרי התפוח מקורה בהתפתחות מצעית הפרח הגדלה, תופחת ומתמלאת עסיס לאחר ההפריה. החלק הפנימי המכיל את הזרעים - מקורו בשחלה.</p>

## הפרי - המשך

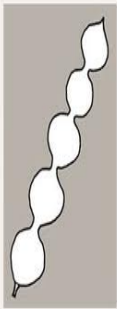
### **פגה - (syconium) :**

פרי מדומה קיבוצי, נוצר ממצעית הפרח שנסגרת לכדור, ובתוכה נמצאת התפרחת. ייחודי למיני פיקוס.



### **מחרוזת - (moniliform) :**

פרי מוארך ויבש המורכב מעלה שחלה אחד או שניים. מכיל שורה של זרעים.



### **קוקוס :**

בית גלעין ייחודי, בו הגלעין מכיל זרע עם אנדוספרם נוזלי (חלב הקוקוס), אנדוספרם מוצק (החלק הלבן הנאכל), אליו צמוד עובר זעיר. הקליפה החומה היא קליפת הזרע, ומסביבה - המזוקרפ הירוק שהוא הפרי וסביבו קליפת הפרי.



פירותיה המוארכים של הבננה מכונים "אצבעות" וגדלים בקבוצות צפופות שמכונות "כפות". הכפות מסודרות לאורך שדרה ויוצרות אשכול. הבננה היא פרי האדמה מכיוון שהיא גדלה על צמח חד - שנתי.





## הפצת זרעים ופירות





### הפצת זרעים ופירות :

זרעי הצמחים הם תוצר של רבייה מינית, והפצתם קובעת היכן יצמחו הדורות הבאים. השלב האחרון במחזור הצמח הוא שראשיתו של המחזור הבא מתבטא בנביטת הזרע ובהתבססות הנבט בבית הגידול. כדי שהזרעים אכן יגיעו אל האתר המתאים להם, התפתחו דרכים שונות להפצתם. חלק הצמח הניתק מצמח האם ומכיל את הזרעים מכונה יחידת תפוצה. יחידת התפוצה השכיחה ביותר בצמחים היא הזרע, ובצמחים מסוימים יחידת התפוצה היא הפירות שבתוכם הזרעים. יש מיני צמחים שבהם הצמח כולו או חלק ממנו משמש אמצעי הפצה. דוגמה לכך הוא הצמח עכובית הגלגל, (השייך לקבוצת צמחי הגלגל) המתגלגל כולו על ידי הרוח וכך מפיץ את זרעיו. הפצת הזרע היא תהליך שמצד אחד מאפשר לכל מין להגדיל את הסיכוי להמשכיותו ומצד אחר מסייע להפחית את התחרות על השגת משאבים בין הצמח ההורה לזרעים הנובטים. מבנה יחידות ההפצה המכילות את הזרע קובע את הדרך שבה יופצו. יש שתי אסטרטגיות להפצת הזרעים והפירות. טלכוריה - הפצה למרחק. ואטלכוריה - הפצה לא למרחק. להפצת זרעים מסייעים ארבעה גורמים: רוח, בעלי חיים, מים והצמח עצמו.

### יחידות התפוצה והפצתן

#### יחידת תפוצה ( dispersal unit ) :

חלק מהצמח שניתק מצמח האם ומכיל את הזרעים.

הזרע	הפרי. (קדד)
	
חלק מהפרי שמכיל זרעים. (פרודה בחלמתיים)	הצמח כולו למעט השורש. (עכובית הגלגל)
	

## אסטרטגיות הפצה

מנגנונים המבטיחים הפצה למרחק מצמח האם.

### יתרונות הטלכוריה - הפצה למרחק:

\* הקטנת תחרות עם צמח האם ועם צאצאים אחרים.

\* אכלוס שטחים חדשים- הרחבת תפוצה. חסרונות: יש בזבוז וסיכון יחידות תפוצה.

### הפצה ע"י גורמים אביוטיים:

#### הפצה על ידי מים (הידרוכוריה) - קוקוס :

זרעים שמופצים ע"י ציפה במים בנויים כך שמשקלם יהיה קטן, הם עטופים ברקמה ספוגית מלאת אויר שמקטינה את משקלם .

פרי הקוקוס מכוסה שכבת סיבים וביניהם אויר כך שהזרע הגדול נהיה קל ויכול לצוף למרחקים גדולים מאוד. מעטפת חיצונית של שעווה שומרת שהמים לא יחדרו. או שהפרק העליון של הפרי מסוגל לצוף במי הים זמן רב בלי שהזרע שבתוכו ייפגע

#### הפצה על ידי מים (הידרוכוריה) - חבצלת החוף :

זרעי חבצלת החוף מצופים בשכבת שעם המאפשרת הפצת הזרעים דרך הים.

קוקוס :



חבצלת החוף :



### הפצה על ידי רוח (אנמוכוריה)

#### תכונות יחידות ההפצה על ידי רוח:

קלות, חלקות, משקל סגולי קטן , שטח פנים גדול, ומצטיידות על פי רוב בתוספות המקלות על תעופה, לדוגמה:

יחידות מכונפות - הזרע או הפרי מוקף בכנפיים קרומיות (מכנף נאה).

יחידות משוחלפות - יחידות שמסביבן שלחופיות המגדילות את הנפח בלי להגדיל את המשקל.

יחידות מצויצות - שיש להן ציצית של שיער הפועלות כמצנח (בסביון).

הצמח כולו למעט השורש (עכובית הגלגל)

זרעים זעירים (סחלבים)

יחידות תפוצה מכונפות  
(מכנף)



יחידות תפוצה מצויצות  
(סביון)



יחידות משוחלפות  
(קדד)

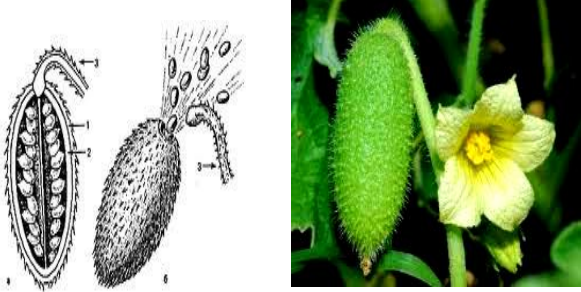



## הפצה על ידי רוח - המשך

זרעים זעירים (סחלבים)	הצמח כולו למעט השורש (עכובית הגלגל)
	



## הפצה עצמית- אוטוכוריה

צמחים שונים יצרו מנגנון להפצת זרעים בכוחות עצמם. קיימים מנגנונים מגוונים המאפשרים הפצה עצמית. לדוגמה: לצמח ירוקת החמור יש פירות המתפוצצים ונקרעים בבשלותם ומשחררים את זרעיהם בזרם סילוני נוזלי חזק של ציפת הפרי. \* גם לפרג מנגנון לפיזור עצמי של הזרעים, בראש פרי הפרג פתחים רבים ודרכם הזרעים נופלים ארצה.

הפצה עצמית-אוטוכוריה ( ירוקת החמור )	הפצה עצמית - פרג
	

## אי הפצה למרחק - אטלכוריה.

**מנגנונים המבטיחים השארת יחידות התפוצה ליד צמח האם. - אי הפצה למרחק :**  
יש צמחים שזרעיהם ופירותיהם אינם יכולים להפיץ את עצמם למרחקים ולכן הם מתוכננים לצמוח בקרבת צמח האם.  
לדוגמה: בצמח הקרוי מקור החסידה ממשפחת הגרניים, פרודת הפרי אינה נפתחת כדי להפיץ את הזרעים. הפרי הוא בצורת מקור וכשהוא מבשיל הוא מסתלסל ונפרד לפרודות, והן מתברגות לתוך הקרקע. שם, בתנאים נוחים, הפרודות של הפרי נפתחות, ורק כאשר יש בקרקע מים בכמות מספקת, הזרעים משתחררים. מנגנון זה של הפצה מבטיח לצאצאים תנאים המאפשרים התפתחות, אך יש תחרות ואי הרחבת תחום תפוצה.

אי הפצה למרחק - באוהיניה	אי הפצה למרחק - מקור החסידה
	

## הפצה באמצעות בעלי חיים

### הפצה באמצעות בעלי חיים :

או שהיחידות נדבקות לבעלי החיים. או שפירות עסיסיים נאכלים ומופרשים ע"י בעלי חיים . יש קשר ברור בין תכונות שונות של הפרי העסיסי הבשל לבין זהותם של הגורמים המפיצים. פירות מתוקים אדומים או שחורים, חסרי ריח מופצים בדרך כלל ע"י ציפורים , הן נמשכות לגוון האדום או הכחול. הן זקוקות לסוכרים לצורכי תעופה והן חסרות חוש ריח. יונקים הם בעלי חוש ריח מפותח מעדיפים פירות בעלי ריח.

**יחסי גומלין :** אכילת פרות ע"י ציפורים ויונקים והפצתם עם הפרשתם.

**אמצעי משיכה :** יש משיכה באמצעות ראוה ופרסומת (צבע, ניגודי צבעים, גודל, צפיפות וריח ) יש גמול בציפת הפרי (פחמימות, שומנים, חלבונים, מים)

### אפיזואוכריה

#### אפיזואוכריה : תפוצה על ידי היאחזות או הדבקה:

לחלק מהצמחים בעלי הפרחים (מכוסי זרע) יש זרעים או פירות בעלי קוצים, זיזים, אנקולים, זיפים, שיניים, שערות דביקות או חומרים דביקים, שתפקידם להיצמד לשערות, לזיפים, ולנוצות של בעלי חיים שבאים איתם במגע. - בחלק גדול מהמקרים הזרעים והפירות מהווים מטריד לבעלי החיים, ולכן הם מנסים להוריד אותם. כאשר בעלי החיים נפטרים מהזרעים הם מפיצים אותם למרחק.

#### דרכי הפצה:

\* הדבקות בפרוות או בנוצות בע"ח (גזר, לכיד) - \* הדבקות לרגלי בע"ח ( כפתור החולות, אמיך )

**לדוגמה:** לפרי של לכיד הנחלים יש קוצים מאונקלים המכונים שיכים. השיכים מסייעים לפרי בהפצה על ידי בעלי חיים בכך שהם נתפסים בצמר ובפרוות של בעלי החיים, ואלה נושאים את הפירות ומפיצים אותם לאזורים נרחבים.

באפיזואוכריה קיימים יחסי קומנסליזם (הצמח נהנה, בע"ח אינו מרוויח ואינו מפסיד), אין אספקת גמול ואין אמצעי פרסום, יחידות הפצה נישאות באקראי על גופו של בעל החיים .

#### פרי של אמיך קוצני



#### פרי של צמח לכיד הנחלים



### אנדוזואוכריה

#### אנדוזואוכריה- (אכילת פרות ע"י ציפורים ויונקים והפצתם עם הפרשתם)

יחידות ההפצה נישאות בתוך גופו של בעל החיים לאחר שאכל אותן, פירות עסיסיים בעלי צבע וריח מושכים בעלי חיים שיאכלו אותם. בתהליך העיכול הפרי מתפרק והזרעים נשמרים ומופרשים בצואה. ( הזרעים צריכים להיות עמידים בפני מערכת העיכול של בעלי החיים).

אכילת פירות נעשית בעיקר על ידי ציפורים, קיימים מקרים ששהייה במערכת העיכול של הציפור מעלה את כושר הזרע לנבוט, (החומרים במערכת העיכול מסייעים בפירוק מעטפת ההגנה של הזרעים) (למשל בעגבנייה).



## הפצה באמצעות בעלי חיים - המשך

### סינזואוכריה

#### **סינזואוכריה- הפצה חוץ גופית מכוונת לצורך אגירה. (נמלים, עופות מסוימים) :**

בעלי חיים רבים, בעיקר מכרסמים ועופות, אוספים זרעים ומטמינים אותם לשימוש מאוחר ולעונות מחסור.

הזרעים שאינם נאכלים נותרים במקום ההטמנה, וברבות הזמן חלקם נובט במקום.

#### **תפוצה באמצעות נמלים:**

נמלים סוחבות יחידות הפצה של צמחים המצוידות בגופיף מזון, הן אוספות זרעים לקן, אך ניזונות רק מחלק מסוים של המעטפת שלהם ומשאירות את הזרעים עצמם והם מונבטים במקום. בנוסף, תוך כדי הסעת הזרעים לקן אובדים רבים מהם בדרך וצומחים רחוק מצמח האם.

זרעי קיקיון עם גופיפי מזון הנספחים לזרעים	נמלה סוחבת זרע של קיקיון
	

### קסרוכסטיה והיגרוכסטיה.

#### **קסרוכסטיה :**

פיזור פירות או זרעים המתרחש בהשפעת יובש, נקרא קסרוכסטיה. המגננונים הבליסטיים של הפצת פירות יבשים שייכים לקטגוריה זו.

#### **היגרוכסטיה :**

מגננון לפיזור יחידות תפוצה בהשפעת מים. בעיקר באמצעות מי גשמים. דווקא בסביבות חיים צחיחות יש להרטבה חשיבות רבה בהכוונת ההפצה של פירות וזרעים.

#### **אהל מגושם - דוגמא לפיזור יחידות תפוצה באמצעות מי גשמים. - היגרוכסטיה**

לאחר הפריחה נפגעים הצובענים (פיגמנטים) הירוקים והצמח מצהיב, הצמח היבש שביר וכשנרטבים פירותיו הם נפתחים במהלך 1-2 דקות. הזרעים החומים-שחורים נחשפים לגשם שטיפותיו עשויות להתז אותם לקרקע.

הכלורופיל שבעלים מתחיל להיעלם וצובענים (פיגמנטים) צהובים מתבלטים	a - פרי יבש. b - פרי לאחר הרטבה.
	

## הפצה באמצעות מי גשמים - היגרוכסטיה

היגרוכסטיה - דוגמא לפיזור יחידות תפוצה באמצעות מי גשמים בצמח כוכב ננסי	
	<p><b>1.</b> כוכב ננסי הוא צמח מדברי חד-שנתי זעיר מתת-משפחת הצינוריים במשפחת המורכבים – פרח בעל חמש אונות כותרת שוות בצורתן, הוא מפורסם ב"התעוררותו לחיים" אחרי מותו, הסתגלותו של הצמח למשטר-גשמים בלתי קבוע מתבטאת בתגובתו לתנאים: בשנים שחונות אין זרעיו נובטים כלל; בשנים רגילות מפתח הצמח תפרחת אחת; בשנות ברכה הוא מתפצל ומעלה תפרחות אחדות.</p>
	<p><b>2.</b> הצמח המתייבש חופן את זרעיו בתוך ענפים נוקשים הנקמצים כאגרוף בהתייבשם,</p>
	<p><b>3.</b> לאחר פתיחת חפי המעטפת מכות טיפות הגשם על המוצים. הרטבת הצמח במים מביאה לפתיחת קשקשי המעטפת שלו ולחשיפת מרכז הקרקפת לטיפות הגשם, טיפות הגשם מערערות את המוצים החופים על הזרעונים ובהיחשפם נפרשת הציצית המסייעת להפצתם, כך הזרעונים מותזים בגשם נוסף החוצה, או מוסעים ברוח. ומוכנים לנביטה רק לאחר רדת כמות גשם שתספיק לנביטה ולהתבססות הנבטים</p>
היגרוכסטיה - דוגמא לפיזור יחידות תפוצה באמצעות מי גשמים בצמח שושנת יריחו.	
<p>צמחים הגדלים באזורי אקלים קיצוני, כגון שושנת יריחו (צמח מדברי), מפתחים אמצעים למניעת ההפצה למרחק. הצמח כולו "סוגר" ענפיו על התרמילים כשהזרעים בתוך התרמילים. הצמח והתרמילים יפתחו רק בתגובה לכמות מסוימת של גשם, הזרעים ידבקו לאדמה הרטובה בסביבת צמח האם וינבטו. - נוסף לכך עשוי הצמח המת לתפקד במידה מסוימת גם כ"צמח-גלגל"</p>	
	
עכובית הגלגל - דוגמא קלאסית ל"צמח-גלגל". (מתגלגל ברוח להפיץ את זרעיו)	
<p>עכובית הגלגל הוא קוץ ממשפחת המורכבים. גובהו של הצמח כ-25-45 ס"מ. הפרחים יושבים על קרקפות הנישאות בראשי הגבעולים. צבע הפרחים צהוב-סגלגל. - הצמח נחשב לדוגמה קלאסית ל"צמח-גלגל". צמח-גלגל הוא צמח שכולו, כיחידה אחת, מתגלגל ברוח להפיץ את זרעיו, כלומר, שיחידת התפוצה שלו היא הצמח השלם (פרט לחלקיו התת-קרקעיים הרב-שנתיים).</p>	
<p>יחידת התפוצה של עכובית הגלגל</p>	<p>צמח עכובית הגלגל</p>



**מחזור גידולים - מחזור זרעים**

3 Year Rotation

**מחזור גידולים - המכונה גם מחזור זרעים, הוא אחד הפתרונות המקובלים והכלכליים לתופעת "עייפות הקרקע"**

העיקרון של מחזור הגידולים הוא שבאותה חלקת שדה מגדלים בכל עונת גידול, מין אחר של צמחים בסדר קבוע, על ידי כך מונעים דלדול יסודות הזנה והתבססות גורמי מחלות ומזיקים האופייניים לאותו הגידול

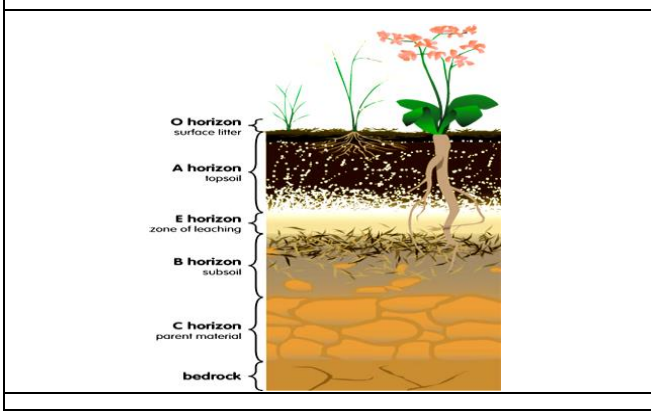
**" הסיבות ל " עייפות הקרקע "**  
( ירידת היבול עקב גידול רציף של אותו גידול חקלאי באותו שדה שנה אחר שנה )

**PLANTS MAY LOOK THE SAME, BUT THEY NOW HAVE FAR FEWER MINERALS.**

**1. דלדול יסודות ההזנה האורגנים והאי - אורגאניים.**

גידול צמחים מאותה משפחה, על אותו שטח במשך מספר שנים, עלול לגרום דלדול יסודות ההזנה האורגנים והאי - אורגאניים

\* שונה היא תצורת הגידולים השונים ליסודות המזון שבקרקע, בנוסף, הגידולים השונים נבדלים ביניהם גם מבחינת כושרם לנצל את חומרי המזון השונים שבקרקע, רצוי לכן לארגן את סדר הגידולים הרב - שנתי לפי שיקולים שיביאו לניצול יעיל של גורמי הגידול ולגדל בכל פעם גידולים שתצרוכתם לגבי חומרי המזון אינה שווה, כדי להימנע מניצול יתר של חומרים מזינים מסוימים מהקרקע



**ניצול יתר של חומרים מזינים מסוימים משכבת קרקע אחת**

עומק מערכת השורשים קובע את עומק הקרקע שממנו קולט הצמח את חומרי המזון והמים.

\* במחזור זרעים תקין יש לגדל חליפות צמחים בעלי עומק בית שרשים שונה, כדי לנצל את חומרי המזון משכבות קרקע שונות, ולהימנע מניצול יתר של חומרים מזינים מסוימים משכבת קרקע אחת.