



בוטניקה

סיכום הרצאות

קורס מורי דרך - דלתון
המכללה האקדמית וינגייט, 2022-2023



OREN BETZALELI

IN THE FOOTSTEPS OF THE GREATEST STORIES

תוכן עניינים

2	אקולוגיה
3	יחסי גומלין
3	פוטוסינתזה / הטמעה
4	יחסי גומלין של טפילות
5	יחסי גומלין של תחרות
6	מחזורי חיים
8	מגוון הצמחים בארץ ישראל
9	מבנה הצמח
9	השורש
11	הגבעול
12	העלה
13	איברי רבייה (פרח)
14	רבייה בצמחים (האבקה, הפריה, הבשלה והפצה)
14	האבקה
22	פירות, זרעים ותהליך ההפצה של זרעים
27	מיניות בצמחים
30	נושאים נוספים
30	שלכת
31	מינים פולשים

אקולוגיה

- אקולוגיה היא חקר הסביבה – אקוס = סביבה
- **מחקר מדעי של יחסי גומלין בין אורגניזם לאורגניזם, ובין אורגניזם לסביבתו**
- יחסי הגומלין קובעי את השפע ואת התפוצה של האורגניזם
- אורגניזם הוא ייצור חי שבגופו נעשים כל תהליכי החיים
- מהם תהליכי חיים והאם הצמחים מקיימים אותם?

1. הכושר להחליף חומרים ואנרגיה עם הסביבה: לקלוט ממנה חומרים ואנרגיה, לשנות את החומרים ולשחרר לסביבה חומרים ואנרגיה.
2. הכושר לחוש את הסביבה, לקלוט מידע על אודותיה ולהגיב למידע.
3. הכושר להתרבות תוך העברת תכונות בתורשה לדור הבא.
4. הכושר לגדול ו/או להשתנות במהלך החיים.
5. הכושר לנוע או לקיים תנועה בתוך המערכת גם אם המערכת כולה אינה משנה את מיקומה במרחב.

1. אכן, צמחים קולטים, מזון ופחמן דו חמצני מהסביבה, ופולטים חמצן
2. אכן, צמחים "יודעים" היכן נמצאים המים, היכן נמצאים חומרי המזון וכו'
3. אכן, צמחים מקיימים מיניות ומתרבים, תוך העברת מטען תורשתי מדור לדור
4. צמחים גדלים, משתנים, עוברים כל מיני תהליכים
5. הכושר לנוע – חד משמעית לא, צמחים לא יודעים לזוז. אבל ההגדרה היא "תנועה בתוך המערכת", ואכן, בתוך הצמח חומרים יורדים ועולים, גם אם הצמח כולו לא זז

יחסי גומלין

- מהם יחסי הגומלין בין אורגניזם לאורגניזם
 - טריפה – אורגניזם א אחד ניזון מאורגניזם ב, בכך משפיע על כמות הפריטים מאורגניזם ב שנמצאים בטבע, וכמות אורגניזם ב בטבע משפיע על היכולת של אורגניזם א להתקיים
 - תחרות – בטבע יש כמות מוגבלת של משאבים (מים, מזון). מי שיצליח להגיע ליותר משאבים, יצליח לשרוד
 - סימביוזה, הדדיות – יחסי גומלין שבהם כל המשתתפים נהנים מהם, יחסים ברי קיימא לכל הצדדים
 - טפילות – אורגניזם אחד נהנה מהיחסים, ולשני אין יכולת להתנגד
 - חקיינות – חיקוי
 - אלולופתיה, אמנסליזם – צורת חיים שמונעת מאחרים ליות לידך. ישנם צמחים שמפזרים חומצה בסביבתם, ובכך מונעים מאחרים לצמוח ולהתחרות על המשאבים
 - קומנסליזם – טפילות, כשלנטפל לא מפריע שנטפלים אליו
- סביבה
 - משקעים, לחץ ברומטרי, רוחות, קרקע, קרינה, זיהום וכו'
 - המחקר האקולוגי בודקת את ההשפעה של הסביבה על הצמחים

פוטוסינתזה / הטמעה

- מה צריך צמח לאכול כדי לחיות? מים, מינרלים וסוכרים
- המים נמצאים בדרך כלל באדמה, מינרלים נמצאים ברובם בקרקע, הסוכרים לא נמצאים בטבע, הצמח יודע לייצר לעצמו סוכרים - לצמחים יש מפעל לייצור סוכרים שנקרא **פוטוסינתזה**
- הצמח לוקח מים מהאדמה ופחמן דו-חמצני מהאוויר דרך פתחים על העלים שנקראים פיוניות, ומטמיע (מחבר) אותם ביחד
- כדי לחבר את המים והפחמן הדו-חמצני הצמח משתמש באנרגיה שהוא קולט מהאור (אנרגיית השמש) דרך חומר שנקרא כולורופיל ירוק
- מה שקולט את אנרגיית השמש זה לא הגוון הירוק, אלא החומר שממנו עשוי הכלורופיל, שכן אם קליטת האנרגיה הייתה תלויה בצבע, אזי הגיוני יותר היה לצבע להיות שחור, שקולט יותר אור מירוק
- הצמח מייצר לעצמו את הסוכרים שהוא צריך, וחוצמזה הוא גם פולט חמצן לסביבה
- תהליך הפוטוסינתזה הוא תהליך מאוד יקר ועתיר משאבים, אבל לצמח אין ברירה, כי הוא צריך את הסוכרים
- בגלל שתהליך הפוטוסינתזה הוא כל כך יקר, על הצמח להיות מכונה מאוד מאוד יעילה, ולא לעשות דבר שאין בו צורך ממשי. מן הצד השני, כל דבר שעושה הצמח יש לו סיבה מובהקת

- זו הסיבה שכל הצמחים בטבע הם ירוקים

יחסי גומלין של טפילות

- טפילות היא סוג של יחסי גומלין, שבהם אורגניזם **טפיל** מתלבש על אורגניזם **פונדקאי**, ולוקח ממנו את כל מה שהוא צריך
- יש צמחים שלא רוצים "לעבוד קשה" כדי לייצר את כל מה שהם צריכים, ומעדיפים לקבל את צוריהם מצמחים אחרים
- קיימים שני סוגים של טפילות
 - **טפילות מלאה** – בה לוקח הטפיל את כל צרכיו מהפונדקאי, מים, מינרלים וסוכרים. לטפילים מלאים לא יהיו לעולם עלים ירוקים, מכיוון שהם לא עושים פוטוסינתזה.

	קשות השדה ממשפחת החבלבליים לוקח מהפונדקאי שלו מים, מינרלים וסוכרים. מכיוון שקשות השדה לא עושה פוטוסינתזה, לא יהיו לו עלים ירוקים
	עלקת מצרית ממשפחת העלקתיים כשמו כן הוא, עלוקה. גם הוא לוקח את המים, המינרלים והסוכרים מהפונדקאי, ולכן אין לא עלים ירוקים.
	יחנוק המדבר ממשפחת העלקתיים הוא נצמד לשורש של המלוח, לרוב במדבר יהודה, והוא כמובן ללא עלים ירוקים

- **טפילות חלקית** – בה לוקח הטפיל רק חלק מצרכיו מהפונדקאי, לרוב ללא הסוכרים, ולכן יהיו להם עלים ירוקים על מנת לעשות פוטוסינתזה

	דבקון הזית ממשפחת הזיתיים לוקח מהפונדקאי מינרלים ומים, אבל עושה פוטוסינטזה בעצמו, ולכן יהיו לו עלים ירוקים
	הרנוג השיטים ממשפחת ההרנוגיים לוקח מהפונדקאי מינרלים ומים, אבל עושה פוטוסינטזה בעצמו, ולכן יהיו לו עלים ירוקים. הרנוג השיטים נטפל לשיטה ולרותם

- הבעיה של יחסי גומלין של טפילות היא התלות המוחלטת של הטפיל בפונדקאי

יחסי גומלין של תחרות

- הצמחים מתחרים ביניהם על חמישה דברים: קרקע, מים, מינרלים, קרקע – שטח גידול, קרקע, מי שיצליח לתפוס יותר קרקע יצליח יותר לחיות
 - מים – כמות המים היא מוגבלת, וכמה שהצמח יותר מתוחכם או יותר אגרסיבי, הוא יגיע ליותר מים
 - מינרלים – כמות המינרלים בעולם לא מוגבל, אבל כמות המינרלים ליחידת שטח מוגבלת
 - אור – מלאי האור לא מוגבל, אבל גישה לאור בכל תא שטח הוא מוגבל, וזאת הסיבה שחלק מהצמחים עושים את הדבר הלא הגיוני מבחינת בזבז אנרגיה, וזה הטיפוס לגובה (בארץ יש רק כ-60 מיני עצים מתוך כ-2700 מינים)
 - מאביקים – בעלי חיים שעוזרים לחבר בין זכרים לנקבות, שכן הצמחים לא יודעים לעשות זאת לבד. לדוגמה חיפושיות, פרפרים, זבובים, דבורים... מספר המאביקים מוגבל, ולכן הפרחים מפתחים תצורות יפהפיות, כדי למשוך אליהם את המאביקים
- התחרות היא אחד הגורמים לאיך יראה צמח, באיזה גובה הוא יהיה, איך יראה הפרח, כמה עמוק יהיו השורשים

מחזורי חיים

- ישנן שתי אפשרויות עיקריות לצמח לחיות בטבע: חד שנתיים ורב שנתיים
- צמחים **חד שנתיים**
 - בעונה המתאימה (לרוב חורף או אביב) הזרע נובט, יוצא שורש, יוצא גבעול, יוצאים עלים, יוצאים פרחים, הפרחים הופכים לפרי, הצמח מפיק את הפירות, ואז הצמח מת
 - המחזור יכול להיות שבוע, כמה חודשים או שנה, אבל בסוף המחזור הצמח מת
 - מה שנשאר על פני הקרקע הוא פרי או זרע, ואם יבשילו התנאים הצמח ינבט גם בשנה הבאה
 - רוב הצמחים בארץ, כ-70%, הם חד שנתיים, צמחים יותר עמידים מפני קטסטרופות, למשל אם יש שריפה יש סיכוי שהצמח ישרוד לשנה שאחרי, או אם ישנה בצורת, החד שנתי יכול פשוט לחכות כמה שנים עד שהתנאים יתאימו (3-4 בהר, 100 שנים במדבר)

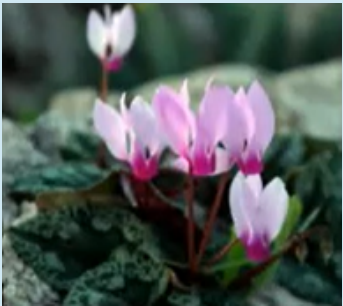
	סביון אביבי ממשפחת המורכבים
--	---

- צמחים **רב שנתיים**
 - צמחים שחיים שנתיים ומעלה (צמחים שחיים שנתיים יקראו גם דו-שנתיים)
 - כשמגיעה העונה הנכונה הצמח מוציא פרחים, הפרחים הופכים לפירות, הפירות מופצים, והצמח ממשיך לחיות לשנה הבאה
 - כ-30% מהצמחים בארץ הם רב שנתיים

	סירה קוצנית ממשפחת הורדניים (יחד עם התפוח, האגס, השקד)
---	--

גיאופיט

- צמח בעל איבר אגירה תת קרקעי (כמו למשל פקעת, בצל, שורש מעובה...)
- הגיאופיט "רוקד על כל החתונות", מבחינה חיצונית הם מתנהגים כמו חד שנתיים, אבל באמת הם רב שנתיים
- לאחר פיזור הפירות נראה כאילו הצמח מת, אבל מתחת לאדמה נשאר איבר שאוגר חומרים כהכנה למחזור החיים הבא
- בארץ ישנם כ-250 צמחים גאיופיטים, כ-10% מכלל הצמחים בארץ
- החיסרון בלהיות גיאופיט הוא בכך שהמאגר הזה של חומרים מושך אליו בעלי חיים (מכרסמים, דורבנים...), ולכן על הצמח לפתח מנגנונים לשמור על הגיאופיט, כמו קליפה עבה או רעילות או גם וגם, ומנגנונים אלה עולים אנרגיה לייצר

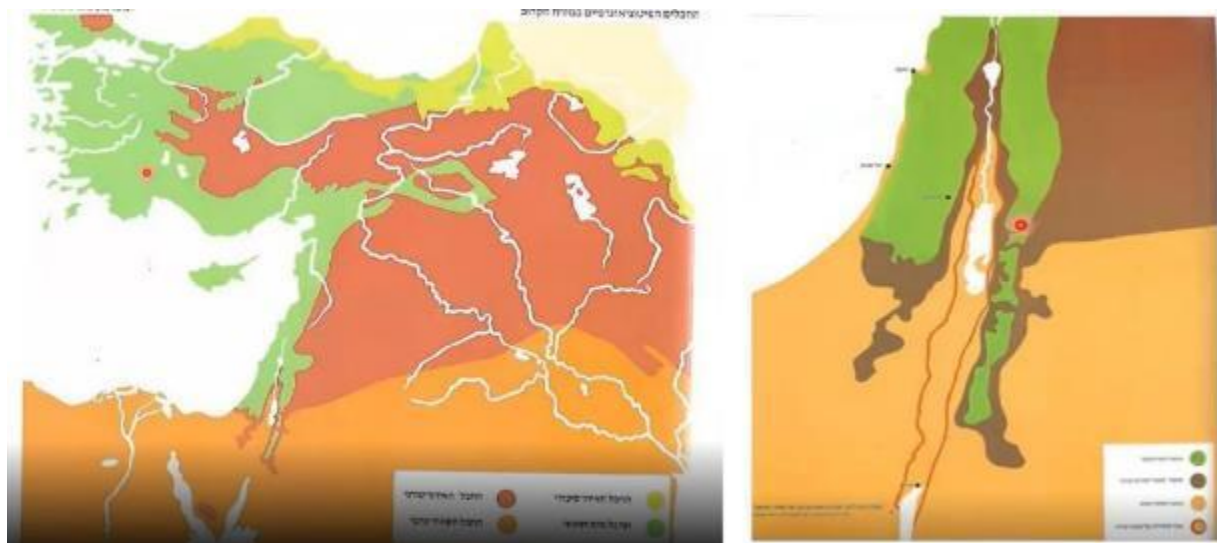
	רקפת גיאופיט ממשפחת הרקפתיים
	חצב

מגוון הצמחים בארץ ישראל

- בישראל יש מגוון גבוה מאוד של מיני צמחים בהשוואה לארצות רבות בעולם, כ-2,700 מיני צמחים, שמחולקים ל-130 המשפחות
 - בישראל יש כ-2,700 מיני צמחים הפרוסים על פני כ-29,600 קמ"ר, כלומר 8.58 מינים לקמ"ר

המדינה	מספר המינים	השטח בקמ"ר	מינים ל-100 קמ"ר
ישראל	2,540	29,600	8.58
חוף קליפורניה	2,325	63,479	3.66
סיני	889	61,100	1.45
יוון	4,200	132,562	3.17
איטליה	5,600	301,100	1.86
צרפת	4,210	551,000	0.76
הונגריה	3,039	93,030	3.27
הולנד	1,357	43,800	3.10

- הסיבה שבישראל יש כל כך הרבה מינים היא בגלל שהיא מקום מפגש של יבשות, ויש בה ארבעה **אזורים פיטוגיאוגרפים** שונים, כלומר אזורי אקלים שונים



- האזור הירוק מייצג אקלים ים תיכוני: אקלים בעל שתי עונות – חורף קצר, גשום וקריר, וקיץ ארוך, חם ויבש
- האזור החום מייצג אקלים ספר-מדברי (אירנו-טורני): אקלים יבשתי קיצוני עם ארבע עונות – חורף קר ומושלג, סתיו ואביב גשום וממוזג, וקיץ חם ויבש
- האזור הכתום מייצג אקלים מדברי (סהרו-ערבי): מקצב אקלים דו עונתי הדומה לים תיכוני, אך יבש יותר וחס יותר

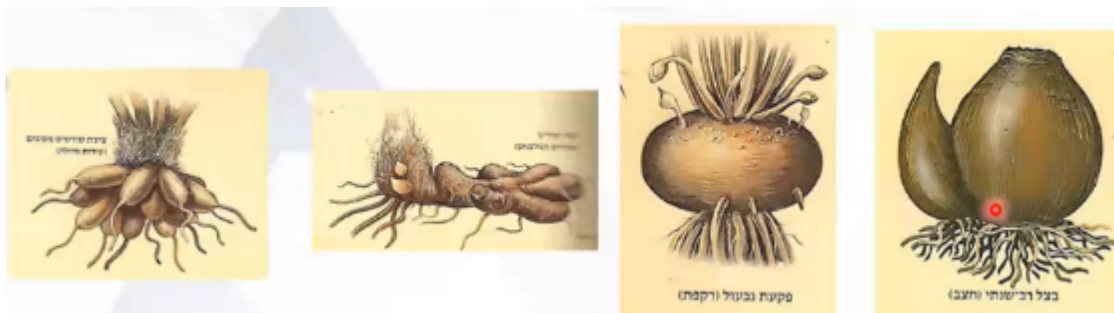
- האזור המוקף בקו אדום הוא בעל אקלים סודני: קיץ חם וגשום, וחורף שחון. באזור זה חיים מינים שחיים בחבל ארץ שבו מאוד חם, אבל יש הרבה גשם או מים, כמו בנאות המדבר במדבר יהודה (עין גדי, ואדי קלת)

מבנה הצמח

- בגלל סוגיית האנרגיה והיעילות שהזכרה לעיל, על הצמח להצמיח כמה שפחות איברים, בניגוד למשל לאדם שהרבה מאוד מהאיברים שלו מוכפלים
- ה"אינטרס" של הצמח הוא לעשות כמה שיותר פעולות בכמה שפחות איברים
- ולכן, **לצמח יש עד ארבעה איברים**, יש גם צמחים עם שלושה איברים
- איברי הצמח: שורש, גבעול (לעיתים הגבעול צריך להיות מאוד עבה, ואז הוא גזה), עלים ואברי הרבייה

השורש

- התפקיד העיקרי של השורש הוא עגינה, כלומר לעגן את הצמח למקומו. אם הצמח לא יעגון הוא ימצא את עצמו עובר למקומות אחרים
- הפעולה השנייה של השורש היא יניקה, הן של מים והן של מינרלים
- הפעולה השלישית של השורש היא אגירה - בחלק מהצמחים השורש אוגר בתוכו חומרים, כמו למשל בגיאופיט או בצמחים רב שנתיים אחרים
- קיימים מספר סוגים של גיאופיטים: בצלים רב שנתיים, פקעת הגבעול, קנה שורש מעובה (כמו גזר)



- בצל – אוגר בתוכו מים, מינרלים וסוכרים. הבצל עשוי גלדים גלדים בשכבות
- פקעת – אוגרת בתוכה מינרלים וסוכרים, אבל לא מים. הפקעת היא גוש אחד שמתנפח, ולא גלדים
- תפוצת הגיאופיטים בארץ

תפוצת הניאופיטים בארץ, לפי בתי גידול העיקריים ומהות האזור הניאופילי.

בית הגידול	אזור האגורה				
	בעל	מקעת	קנה	מקעת	ציצת
סח"כ	שורש	שורש	שורש	שורש	שורש
בתות וחורשים ים-תיכוניים	38	21	14	21	7
בתות מדבריות ושרבניות	28	7	4	0	0
חרסון	19	6	7	0	1
שדות ושפכי קרקע	13	7	12	0	0
חולות וקרקעות קלות	7	0	13	0	0
בצות וקרקעות לחות	0	3	5	2	2
שונות	2	1	1	0	0
סח"כ	110	46	61	23	10

הסכומים הכוללים את כמות המינים שבכל מחלקה. כל סין נרשם פעם אחת בלבד, לפי בית-גידולו העיקרי.

- הפעולה הרביעית של השורש היא רבייה
 - צמחים רבים עושים רבייה בשורשים, אבל זו לא רבייה מינית, אלא "שכפול" או רבייה א-מינית או רבייה וגטיבית, כלומר שהשורש מתפצל מעצמו
 - רבייה א-מינית היא לא אידאלית מבחינה אבולוציונית, שכן היא לא מייצרת מגוון גנטי שכן צאצא של צמח ברבייה א-מינית הוא בעל אותו מטען גנטי של ההורה
 - ובכל זאת, רבייה א-מינית התפתחה לעיתים מכיוון שכשצמח הגיע לאזור, הוא לא הגיע עם המאביק שלו ופיתח רבייה א-מינית, או צמחים שלא מצליחים לעשות מספיק רבייה א-מינית, וישנם צמחים שחשוב להם לייצר מרבדי צמיחה, סוג של הגברת פרסום שמושכת מאביקים
- התאמת שורשים לבתי גידול
 - צורת השורש מתאימה לבית הגידול, לסוג השלע, למיקום המים בקרקע
 - למשל, שורשים עמוקים מתאימים למסלע קשה וסדוק, שבה המים מחלחלים עמוק, ושורשים רחבים על פני השטח מתאימים לקרקע רכה שהמים נמצאים על פני השטח

	אלון מצוי ממשפחת האלוניים השורשים שלו צומחים לעומק, כי הוא חי על אדמת גיר ודולומיט קשים, ולכן הוא מפתח שורשים עמוקים שיגיעו למים
	אורן ירושלים ממשפחת האורניים חי על סלע רך, שהמים נמצאים על פני הקרקע

	רותם המדבר ממשפחת הפרפרניים צמח שצומח במדבר, שם המים קיימים או במי תהום מאוד עמוקים, או על פני הקרקע בשיטפונות. ולכן יש לו מערכת שורשים כפולה, אחת ששורדת לעומק, והשנייה על פני השטח
---	--

הגבעול

- לגבעול יש כמה תפקידים
 - התפקיד הראשון של הגבעול הוא התכווננות לאור - להביא כמה שיותר עלים לכמה שיותר אור
 - המטרה השנייה היא להעביר חומרים ממקום למקום, מים ומינרלים שצריכים לעלות, וסוכרים שצריכים לרדת למטה, לשורש – להעביר מים ומינרלים מאחרון השורשים לאחרון העלים, ולהעביר סוכרים מאחרון העלים לאחרון השורשים
 - התפקיד השלישי – אגירה, לגבעולים רבים יש אפשרות לאגירה בגבעול
 - המטרה האחרונה – פוטוסינתזה צמחים רבים מייצרים כלורופיל ירוק גם בגבעול, על מנת למקסם את הפוטוסינתזה, אולי מכיוון שאין עלים בקיץ

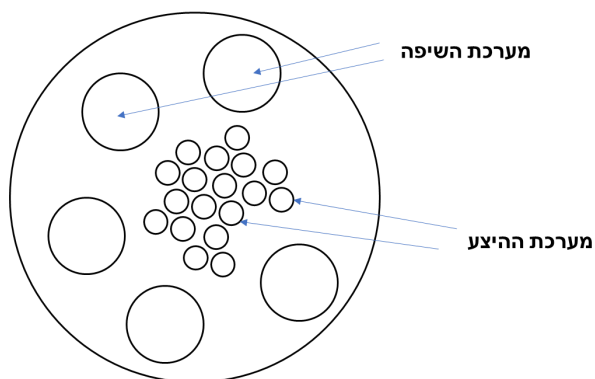
	צבר מצוי ממשפחת הצבריים צמח ש"החליט" בשלב מוקדם שהוא כלל לא צריך עלה, וכל הפעילות שנעשית בעלה נעשית בצבר בגבעול, הוא אכן מוגן בקוצים, ויש לו קליפה רעילה. הצבר המצוי הגיע ארצה לפני 350 שנה ממקסיקו, כלומר שהוא כלל לא ארץ ישראלי. הצבר הוא לארץ מכיוון שחיה עליו כנימה, שהמקומיים שם היו מבשלים, וכתוצאה מכך הכנימה הייתה מפרישה חומר אדום ששימש לצביעת בדים. אבל... הכנימה לא באה עם הצבר לארץ 🧑🏽♂️, ותושבי הארץ השתמשו בצבר לגדרות
---	--

● האתגרים העיקריים של הגבעול הם

- איך לאפשר הנעה של חומרים בשני הכיוונים (למטה ולמעלה) באותו איבר, איך מונעים הפרעה או התנגשות
- איך מעלים חומרים לגובה, לעיתים אף עשרות מטרים, תוך התגברות על כוח הכבידה

● מערכות ההובלה בגבעול

חתך של גבעול



○ **מערכת השיפה** – מערכת של צינוריות גדולות

שמסודרות במעגל החיצוני של הגבעול. מערכת השיפה אחראית להורדה של חומרים (סוכרים) כלפי מטה. קל לחומר לרדת בצינורות רחבים.

○ **מערכת העצה** – מערכת של הרבה מאוד צינוריות

קטנטנות שנמצאות במרכז הגבעול. מערכת ההיצע אחראית להעלאת חומרים (מינרלים ומים), בעיקרון הנימיות (מלשון נימים). הנימים מאפשרים עלייה של מולקולות בנימים.

- קיומן של שתי מערכות נפרדות מונעות את ההתנגשות בין חומרים שעולים לחומרים שיורדים, ומערכת הנימים מאפשר את עליית החומרים תוך התגברות על כוח הכבידה

● אגירה בגבעול מהווה אף היא אתגר, מכיוון שגבעול עשיר בחומרים נמצא בסכנה יותר ממשית לאכילה ע"י בעל

חיים הרבה יותר ממערכת אגירה תת קרקעית, ולכן לגבעול יהיו אחד מארבעה מנגנוני הגנה (בניגוד לשני מנגנונים מתחת לפני השטח): רעילות, קליפה קשה, קוצים – מגן מבעלי חיים גדולים, שיער – מגן מפני חרקים

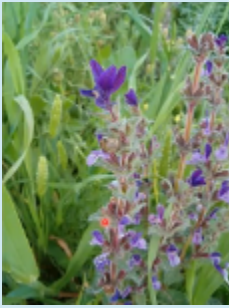
העלה

- המטרה הראשונה של העלה היא, כמובן, פוטוסינתזה – הטמעה, ולכן רוצה להיות כמה שיותר רחב כדי לעשות כמה שיותר פוטוסינתזה, אבל מצד שני עלים רחבים חשופים לאידוי רב יותר

	תאנה ממשפחת התותיים עלה התאנה הוא גדול, והוא גדל בקיץ ונושר בחורף. גודל העלה מאפשר יותר פוטוסינתזה, אבל הוא מחולק לאונות, בניסיון לצמצם את האידוי.
---	--

- המטרה השנייה של העלה היא אגירה. גם לצמחים שאוגרים בעלה יש מנגנוני הגנה בדומה לגבעול: רעילות, קוצים, שיערות וקליפה.

- המטרה השלישית של העלה היא הגברת פרסומת, עלים שתפקידם הם למשוך מאביקים. ישנם מעט צמחים ביש להם עלים שמשמשים למטרה זו.

	מרווה דגולה (מלשון דגל) ממשפחת השפתניים ניתן לראות את הגבעול, ולאורכו עלים ירוקים ופרחים סגולים, ובראש הגבעול ישנם עוד מספר עלים גדולים סגולים. אלו הם עלים, ולא פרח, ותפקידם, כאמור, להגביר פרסום.
	אזוביון דגול ממשפחת השפתניים ניתן לראות את הגבעול, למטה מספר עלים ירוקים שעירים, ומעליהם סדרה של פרחים מסודרים באשכול. מעל הפרחים ישנם עוד מספר עלים גדולים סגולים. אלו הם עלים, ולא פרח, ותפקידם, כאמור, להגביר פרסום.

איברי רבייה (פרח)

- המטרה האחת והיחידה, והברורה מאליה, של הפרח היא רבייה, כלומר להעביר אבקה זכרית לאברי הרבייה הנקביים, ו"להיכנס להיריון"
- זהו האיבר היחידי שיש לו מטרה אחת ויחידה, מכיוון שזוהי המטרה החשובה של הצמח, וזהו גם האיבר הכי "יקר" בצמח, מבחינת כמות אנרגיה שנדרשת על מנת לגדל את האיבר

רבייה בצמחים (האבקה, הפריה, הבשלה והפצה)

● שלבי הרבייה

- האבקה – שלב טכני שבו אבקה זכרית צריכה להגיע לאיברי רבייה נקבית
- הפריה – אבקה זכרית פוגשת ביצית, ומפרה אותה
- הבשלה – שלב שבו הפרח מתחיל לשנות צורה והופך לפרי. זהו שלב פנימי ללא התערבות חיצונית
- הפצה – שלב שבו הפרי של הצמח מואץ

● קיימות בטבע שתי אסטרטגיות רבייה:

- יצירת מספר רב מאוד של צאצאים, תוך כדי השקעת מינימום אנרגיה בכל צאצא, מתוך ההבנה שסיכויי ההישרדות של כל צאצא לגיל בגרות הם נמוכים – אסטרטגיית R
- יצירת מספר קטן של צאצאים, תוך השקעת כמות גדולה של אנרגיה בכל צאצא – אסטרטגיית K
- במציאות אנחנו רואים רצף בין R לבין K, וכל צמח יהיה בנקודה מסוימת ברצף
- לדוגמא, עץ שקד בוגר מוציא כ-40,000 פרחים בכל עונה, כאשר רק כ-400 מהפרחים הופכים לפירות
- דוגמא נוספת, האננס מוציא מעט מאוד פירות, ולכל פרי לוקח שנתיים לצמוח

האבקה

- תהליכים שהצמח תלוי בהם בסביבה
- האבקה והפצה הם תהליכים שהצמח תלוי בסביבה כדי שיתרחשו
- האבקה באמצעות רוח – הרוח נושאת את האבקה

	אלון מצוי ממשפחת האלוניים
---	---

- האבקה באמצעות מאביקים – חרקים מעבירים את האבקנים מפרח לפרח



○ השוואה בין סוגי האבקה

קטגוריה	האבקת מאביקים	האבקת רוח
צבע בפרח	לרוב יהיה, כדי למשוך חרקים. פרסומת	אין צורך, ולכן לא יהיה כדי לא לבזבז אנרגיה
ריח בפרח	לרוב יהיה, כדי למשוך חרקים	אין צורך, ולכן אין סיכוי שיהיה ריח בפריחה
כמות אבקה זכרית	כמות מינימלית של אבקה	אבקנים זה דבר יקר, אבל להאבקת רוח צריך הרבה מאוד אבקה
גודל עמוד עילי	עמוד עילי קטן	עמוד עילי גדול, כדי לתפוס כמה שיותר אבקה
גמול קשר בין המאביק לפרח	הדדיות. המאביק נותן האבקה ומקבל: אוכל (חלבון אבקה זכרית), סוכר (צוף), הגנה (מסתור, עלי כותרת נסגרים בלילה או בגשם, כדי להגן על החלבון באבקה הזכרית) ומקום מפגש (שידוך)	אין גמול ואין הדדיות

● תהליכים פנימיים

○ הפריה והבשלה הם שלבים פנימיים לצמח

איברי הפרח

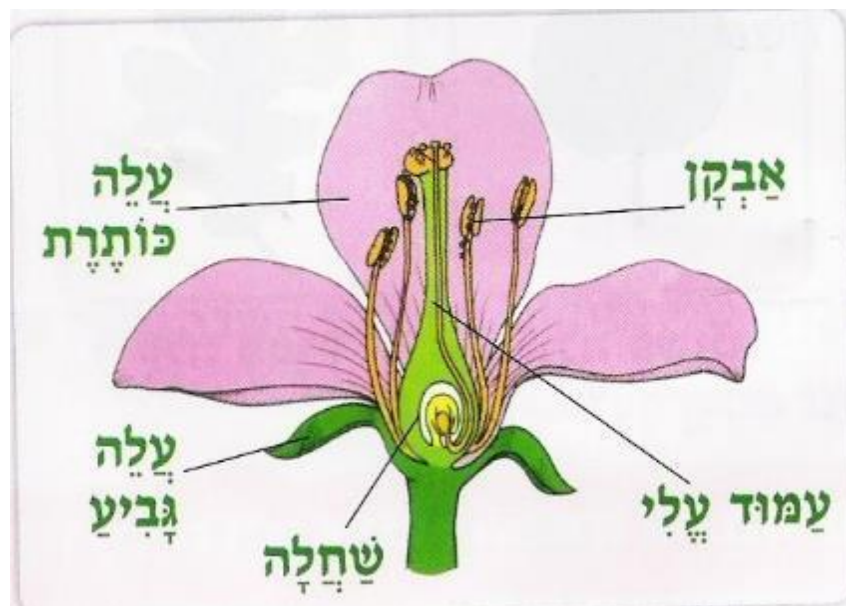
- בפרח יש בין שתיים לחמש קומות



- קומה 1: **מצעית**
- קומה 2: **עלי עטיף או עלי גביע** – לא תמיד ישנם, ואם יהיו הם יהיו ירוקים
- קומה 3: **עלי כותרת** – תפקידם לעשות פרסומת
- קומה 4: איברי רבייה זכריים – **אבקנים**, לכל אבקן יש שני חלקים, **הזיר** – החוט עליו מונח האבקן, ו**מאבק** – השקית שמכילה את האבקנים
- קומה 5: איבר רבייה נקבי – **עמוד עילי**, שמתחלק לשלושה חלקים: החלק התחתון הוא **השחלה**

שבתוכו הביציות; החלק האמצעי הוא עמוד העילי; והחלק העליון הוא **הצלקת** / סטיגמה

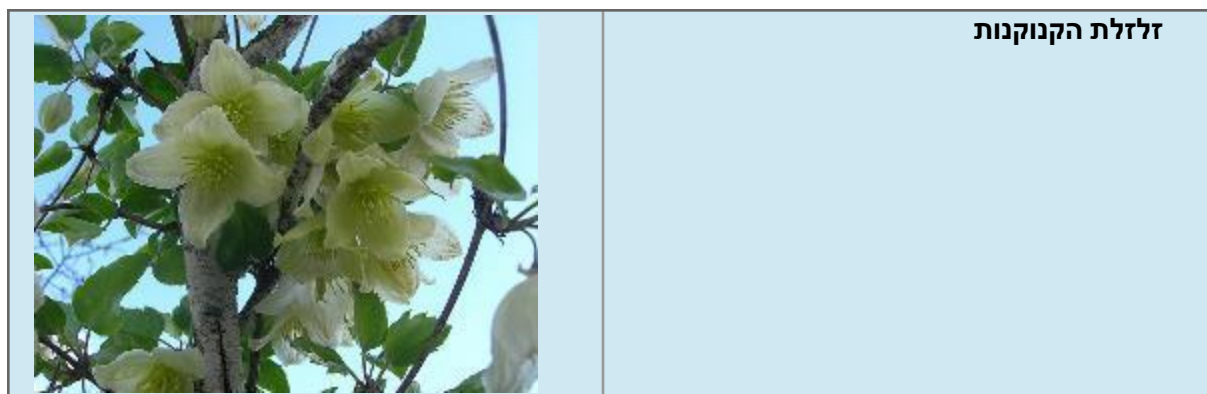
- להלן תרשים סכמתי של מבנה הפרח



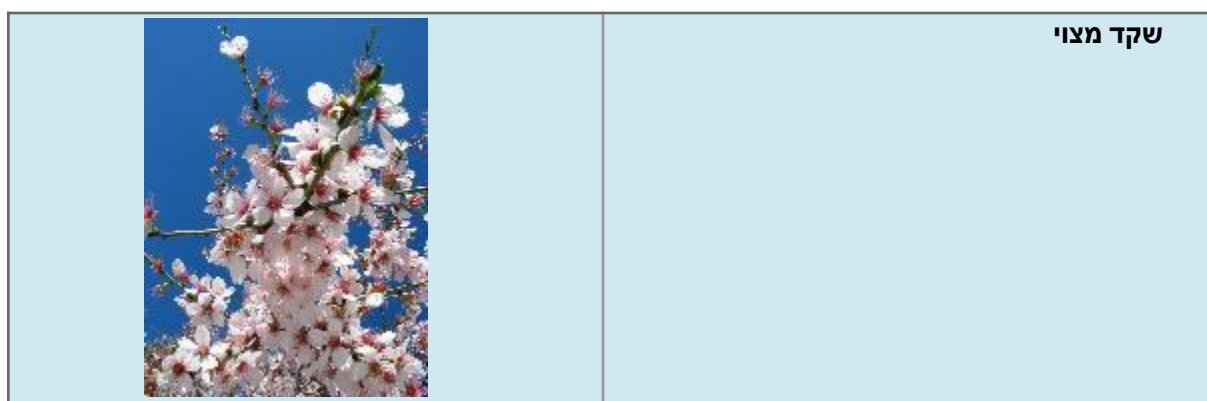
- המטרה היא להוביל אבקה זכרית אל הביצית שנמצאת בשחלה הנקבית, ושלא יהיה זה מאותו הפרח, אבל השחלה נמצאת סגורה בתוך עמוד העילי
- הדרך היא שעל הצלקת יש חומר דביק ושמן, שיש לו שני תפקידים:
 - להדביק אליו את האבקה הזכרית
 - לגרום לגרגר האבקה הזכרית להוציא ממנו איבר שנקרא נחשון (מזכיר נביטה של חומס, אבל בקנה מידה טלסקופי), והנחשון חוצב את דרכו פנימה לתוך השחלה

- לעמוד העילי יש תפקיד חשוב בתהליך החציבה פנימה של הנחשון, והוא סלקציה. עמוד העילי בוחרת בתהליך כימי אבקן זכרי בעל DNA מתאים, ועוצרת אבקן זכרי לא מתאים
- כשהנחשון מצליח לחדור לתוך השחלה הוא עובר ביצית-ביצית, כדי לראות אם היא מוכנה להיות מופרית ע"י האבקן הזכרי
- כל נחשון יכול להפרות רק ביצית אחת, אבל יכולים לחדור מספר נחשונים בו זמנית מכמה אבקנים זכריים
- אז מופרש חומר כימי שגורם לתעלה להתרחב, ואבקן זכרי גולש דרך התעלה שיצר הנחשון, ישירות לביצית
- אם האבקן יגיע לביצית הלא מתאימה, לא יקרה כלום, אבל קיים גם תהליך של התפשרות, כאשר לפני הנבילה של הפרח הסלקציה פחות קשוחה
- כל התהליך הזה יכול לקחת בין מספר דקות לחודש. לפרג למשל לוקח 24-48 שעות.
- התאמת פרחים לגשם
 - לאבקה הזכרית בפרח יש חשיבות גבוהה בשל היות חלבון, אבל חלבון נהרס במים, ולכן הפרח רוצה לשמור על האבקה הזכרית מפני הגשם
 - לצורך כך נוצרו מספר מנגנונים:
 - סגירת הפרחים – ולכן, ביום גשום או בבוקר ערפילי ורטוב לא עושים סיורי פריחה
 - פריחה הפוכה – כמו רקפת, שהפרח פורח כלפי מטה

	צחנן מבאיש
	רקפת



- יצירת הרבה פרחים, ב"דיעה" שרוב הפרחים יהרסו בגשם



דוגמאות לפרחים ממשפחות צמחים בארץ

- משפחת המורכבים
 - למשפחת המורכבים יש שני סוגים של עלי כותרת. סוג אחד הוא "עלי כותרת לשוני" (מהמילה לשון), והסוג השני הם "עלי כותרת צינוריים", כלומר מספר גדול עמודים שיושבים על המצעית.
 - מתחת לכמעט כל עלה כותרת צינורי יש גם נקבה (עמוד עלי) וגם זכרים (אבקנים). בעצם ה"פרח" של משפחת המורכבים הוא כלל לא פרח, אלא הרבה פרחים, תפרחת, שכן מה שמגדיר פרח הוא האיבר הנקבי, כלומר עמוד העלי. כל עמוד עלי מייצג פרח.

	סביון ממשפחת המורכבים. תפרכת בצבע צהוב כפרסומת למאביקים. הדבורה נוחתת על הפרח, והיא מקבלת ממנו חלבונים, מכיוון שהוא מייצר יותר אבקה זכרית ממה שהוא צריך לרבייה.
---	---

● משפחת השושנתיים

- במשפחה זו יש לכל פרח שני סטים של שלושה עלי כותרת, בשתי קומות. גם האבקנים מסודרים בשתי קומות של אבקנים, והצלקת אף היא מחולקת לשלוש, ועמוד העלי גם הוא מפוצל לשלוש וכך גם השחלה.

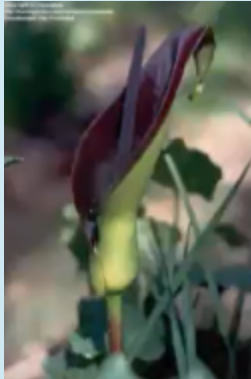
	צבעוני ההרים הצבעוני הוא חלק מפרחים שנקראים "פרחי הקערה האדומים". אלו הם פרחים רבים ממשפחות שונות, שמנסים למשוך את תשומת לבם של אותה חיפושית. דוגמאות נוספות הם הכלנית, והנורית, שהם ממשפחה אחרת לחלוטין. התופעה הזו נקראת התכנסות. משפחות שונות שמתמודדות עם אותן הבעיות, מפתחות את אותה ההתנהגות. התופעה ההפוכה נקראת היפרדות, שבה שני צמחים מאותה משפחה הופכים לצמח שונה לגמרי. בכל הפרחים מהסוג הזה יש צבעי אדום ושחור, שהניגוד ביניהם הוא מש שמושך את החיפושית.
---	---

● משפחת הנרקיסיים

	חבצלת הנגב עלי הכותרת מחוברים בעטרה, בדומה לנרקיס. פרח מאוד גדול, יכול להיות בגודל של כף יד, שחשוף לאויבים. הוא קורא למאביקים שפועלים בלילה, ולכן היא צריכה פרח גדול וזוהר ש"מאיר" בחושך. בתוך עלי הכותרת יש כוסית צוף קטנה, וכדי לשתות מהצוף צריך חדק יניקה קטן, וזהו פרפר הלילה.
---	---

● משפחת הלופיים

- משפחת הלופיים היא משפחה של "צמחים רמאיים", צמחים שלא נותנים תמורה למאביקים שלהם.

	לופ ארץ ישראלי העלה מימין, שנראה כמו עלה כותרת סגול ויפה, היה פעם עלה ירוק, וכשעמוד התפרחת עולה, העלה מובע את עצמו לסגול כמגביר פרסומת. למטה, בכוסית הירוקה, יושבים אברי הרבייה הנקביים, מה שאומר שזוהי תפרחת ולא פרח. הזכרים נמצאים במאונך על עמוד התפרחת, כלומר מעל הנקבות. בפנים יש קרסים חד כיווניים. הלופ נראה כמו גוש צואה, ומריח כמו צואה, והוא קורא לזבובים. כשהזבוב נכנס פנימה הוא נתקע בתוך הלופ, והוא מרפרף שם במשך 24 שעות. הקרסים נופלים, והזכרים הופכים בשלים להרפיה, וכשהזבוב יוצא הוא לוקח איתו אבקנים בדרכו לפרח נוסף, ושם הוא מפזר אבקה וחוזר חלילה.
---	--

● משפחת השפתניים

- מתאפיינת בשלושה דברים: פרח בצורת שפתיים, שפה עליונה ושפה תחתונה; הגבעול מרובע; העלים והפרחים נגדיים, כלומר שבכל מקום שיוצא עלה, יוצא עלה מצידו השני.
- במשפחה יש הרה פרטים בעלי שמן אתרי, שמטרתו להגן על העלים מפני אכילה. האדם למד שאם החומר על הצמח מסוכן לחרק, אזי הוא יכול להפיק ממנו חומר שטוב לאדם, כמו תבלינים.

	מרווה ריחנית כשהחרק המאביק נכנס לצמח אברי הרבייה יוצאים החוצה ונוגעים בגב המאביק.
	מרווה משולשת כל עלה מתפצל לשלושה עלעלים

● משפחת הסחלביים

- בארץ יש כ-40 פרטים ממשפחת הסחלביים, והם עוטים תחפושות שונות.
- מתוך 40 הסחלבים בארץ חלקם מתחפשים לדבורה, כשהם מתחפשים לגב של דבורה נקבה, ואפילו מפיצים ריח של דבורה שמוכנה להזדווגות.
- השאלה שנשאלת קשורה בתמורה שהמאביק מקבל, שכן הוא לא מקבל לכאורה כלום. מחקר העלה השערה שהתמורה היא שיעור בהזדווגות, אולם זה ככל הנראה לא נכון. אבל הרעיון שאין תמורה הוא כל כך לא מתקבל על הדעת, מבחינה אבולוציונית, שחוקרים המציאו תמורות שלא קיימות.
- ההשערה המעודכנת במחקר היא שכל סחלב מתחפש לצמח אחר, וצומח כשבועיים לפניו, ולכן זה "בסדר" לא לתת תמורה במשך שבועיים, שכן בהמשך יקבל המאביק את התמורה מצמח דומה, והוא לעולם לא ידע שהסחלב רימה אותו.

	דבורנית הדבורה
	דבורנית נאה

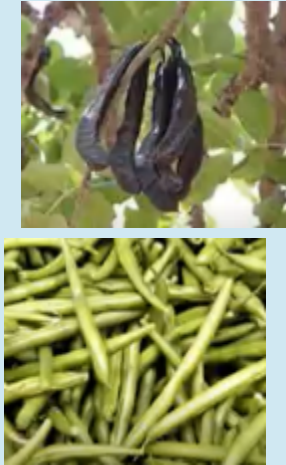
פירות, זרעים ותהליך ההפצה של זרעים

- קיימות שתי אפשרויות עיקריות לצמח להעביר את הזרעים שלו: הפצה בעזרת בעלי חיים והפצה בעזרת רוח.

פירות

- מהו פרי?
 - האיבר שמתפתח מן מהשחלה לאחר ההפריה, ומכיל את זרעי הצמח.
 - קיימים סוגים שונים של פירות

	אצטרובל תפוחת של מחטניים ושרביטניים. האצטרובל בנוי קשקשים מעוצים והדוקים, אשר בחיקם ישובים הפרחים והזרעים.
---	---

	אגוז פרי חד זרעי בעל דופן קשה
	תרמיל / הלקט הפרי האופייני לקטניות ומצליבים, המורכב בדרך כלל מעלה שחלה אחד.
	ענבה פרי עסיסי או בשרני, בלתי נפתח, ובעל זרעים רבים. זוהי שחלה מעובה.

○

● פרי מדומה

○ שמתפתח לא רק מהשחלה, אלא גם מחלקי הצמח האחרים מחוץ לשחלה

	תות שדה הפרי של התות נוצר מהשחלה ומ... כל נקודה צהובה על התות היא בעצם פרי, שבו יש זרעים.
---	--

סוגי הפצה

- הפצה באמצעות רוח
 - שיטה להפצת זרעים בה הרוח היא האחראית לפיזור הזרעים למרחק
 - שיטה זו דורשת השקעת אנרגיה ביצירת איבר שיכול לעוף ברוח, כשהמטרה של הצמח היא להפיץ את הזרעים שלו למרחק, כדי שלא יתחרו איתו או ביניהם על משאבים, אבל לא רב מידי

	סביון אביבי ממשפחת המורכבים. מתאפיין בכך שבכל ביצית מופרית מתפתח ציצית שערות, וכאשר הזרע מוכן להפצה הוא מתנתק מהמצעית ועף למרחק של 3-4 מטר כדי שלכל זרע יהיה את המרחב שלו.
	מכנף נאה ממשפחת הקטניות. הפרי מתנתק מהעץ ומתחיל לעוף במין ספירלה, או הליקופטר.

- הפצה באמצעות בעלי חיים
 - שיטת הפצה של זרעים באמצעות בעלי חיים, שמגיעים לאכול מן הפרי, ומפזרים את הזרעים או ע"י הפרשתם במקום אחרת, או ע"י הפלת הזרעים במקום אחר

○ דורש השקעת אנרגיה בלייצר פרי מושך, מתוק ועסיסי וימשוך את בעלי החיים לאכול אותו

	קטלב מצוי משפחת האברשיים בעל פירות אדומים. נחשב לעץ הכי יפה בחורש הים תיכוני, והוא סבל כריתה מאסיבית בשל יופיו. יצירת פרי מתוק ויפה עולה הרבה אנרגיה. הקטלב קורא לציפורים שיאכלו מהפרי המתוק, ויפיצו את הזרעים באמצעות הלשלת שלהם. מערכת העיכול של הציפורים היא הכי מהירה בטבע. כדי לחסוך אנרגיה בתעופה על הציפור לעכל את המזון תוך דקות. כלומר רחוק, אבל לא רחוק מידי. יתרה על כן, הזרעים נופלים על האדמה עם חומר דישון, הלשלת.
	פיקוס התאנה מייצר פרי מדומה, פגה, שבתוכו יש פרחים של זכר ופרחים של נקה. צרעה נכנסת לתוך הפרי, מטילה שם ביצים, וכשהחלים יצאו הם יצאו עם אבקה זכרית על הגב, ויעופו לפגים אחרות. המפיץ הגדול של פיקוס התאנה יכול להיות ציפורים אבל בעיקר העטלפים. ולכן אפשר לראות כמעט מחוץ לכל מערת מסתור עץ תאנה, שצמח מהזרעים שפיזרו העטלפים מחוץ למערה.

	אלון שסוע הבלוט הוא פרי מסוג אגוז. המצעית הופכת לספלול. מי שמפיץ את האלון הם העורבני, מכרסם בשם יערון, וחזיר. הבלוט מהווה התנגשות באינטרסים של האלון... הוא רוצה שיפיצו אותו אבל לא רוצה שיאכלו אותו. ולכן הוא מייצר חומר רעיל בשם תאנין, ובעל החיים מתחיל לאכול עד שבשלב מסוים הוא מגיע לתאנין המר והוא יורק אותו.
---	--

● הפצה מכאנית

- שיטת הפצה שבה הצמח מפיץ את זרעיו לבד באמצעים מכאניים פנימיים שלו.
- דורש השקעה במנגנון שיודע לירוק את הזרעים.

	ירוקת החמור משפחת הדלועים (כמו אבטיח, מלפפון, דלעת...). הפרי מכיל נוזל שמתנפח, ואז הפרי מתפוצץ והזרעים עפים לכל עבר. מרחק ההפצה הוא של כמה מטרים, ואפילו עד 8 מטרים.
--	---

● הפצה באמצעות מים

- מצריך לפתח שיטה איך להיות מופץ בעזרת מים. הצמחים צריכים להיות בשל להפצה כשיש מים, קל לנשיאה וחייב ציפוי שימנע מהמים להיכנס פנימה אחרת הזרע ירקב

	סירה קוצנית חייבת להבשיל כשיש גשם, ואז הפרי מתנתק ממנה ושוחה עם זרם המים של הגשם למרחק של כמה מטרים.
	חבצלת החוף מצופה בחומר שעם שחור שמגן על הזרעים.

● הפצה בליסטית מכאנית

- מאופיין בגבעול מאוד גבוה, שמתנדנד ברוח והנדנוד גורם להפצת הזרעים.

	חצב מצוי מגדל עמוד תפוחת גבוה. כשהזרעים בשלים והופכים כבדים, העמוד מתנדנד והזרעים עפים באופן בליסטי.
---	---

			עירית גדולה
--	---	--	---------------------------

מיניות בצמחים

זכרים ונקבות בצמחים

- האם כל פרח הוא גם זכר וגם נקבה? האם רק זכר או רק נקבה? קיימים מספר סוגים...
- צמח דו-ביתי
 - בו לכל פרט יש טיפוס אחד של מיניות. כלומר, יש פרט שהוא זכר או נקבה. סוג זה מהווה בעיה, שכן כדי שהצמח יתרבה צריך שיהיו פרטים זכריים ופרטים נקבות בקרבת מקום.
 - כדי לזכור אפשר להאניש לזוג גרוש, בו הזכר גר בבית אחד והנקבה גרה בבית אחר.
 - דוגמאות: הדקל, החרוב, השרביטן המטפס.

	דקל משפחת הדקליים. כל צמח הוא או זכר או נקבה. במטעי דקלים שותלים בעיקר נקבות, ושורת זכרים מסביב בשביל הפריה. יחד עם זאת, רוב ההפרייה מתבצעת ידנית.
	חרוב מצוי משפחת הכליליים (על שם כליל החורש). כל צמח הוא או זכר או נקבה

- צמח חד ביתי
 - הזכר והנקבה "גרים" באותו בית.
 - חד ביתי חד מיני – צמח שהוא גם זכר וגם נקבה, אבל הזכר והנקבה נפרדים, פרח יכול להיות או זכרי או נקבי

	אלון מצוי חלק מהפרחים הם זכרים וחלק מהפרחים הם נקבה.
---	---

○ חד ביתי דו מיני – צמח שיש בו גם זכר וגם נקבה באותו פרח

	זהבית השלוחות כל פרח הוא גם זכר וגם נקבה.
---	---

- היתרון בצמחים דו ביתיים ובצמחים חד ביתיים חד מיניים הוא שהסיכון להאבקה עצמית יורד, בעוד שבצמחים חד ביתיים דו מיניים יש סיכון גבוה יותר להאבקה עצמית.

מניעת האבקה עצמית

- בטבע שלושה מנגנונים למניעת האבקה עצמית
 - נקבה יותר גבוהה מהזכרים – מונע נפילה מקרית של אבקה זכרית לתוך הנקבה
 - צמחים לא נותנים לאבקה הזכרית של עצמם להיקלט בפרח של עצמו – הצמח מזהה את ה-DNA של עצמו, ומונע קליטה. לעיתים כשצמח "מבין" שהוא לא יקבל אבקנים אחרים, הוא מתפשר.
 - דוריות (מלשון דור) – צמחים מחליפים את המיניות שלהם. לרוב (ב-97%) הדרך שבה זה קורה היא שצמחים מסויימים שמתחילים בתור זכר, ואח"כ להפך לנקבה. וכך, בצעירותו הפרח הוא זכר, והוא מייצר אבקנים שמפרים פרחים אחרים, וכשהוא מסיים להיות זכר והופך לנקבה, אין לא יותר אבקנים הוא לא יכול להפרות את עצמו, והנקבה מופרית רק מאבקנים של אחרים.
 - 3% עושים את הדרך ההפוכה. היתרון בדרך ההפוכה (מנקבה לזכר) הוא בכך שהפרח יכול לאפשר האבקה עצמית במידה שהאבקה לא הצליחה, ובכך גדלה ההסתברות להפריה.

	כלנית כשהכלנית היא צעירה (תמונה עליונה) היא נקבה. העמוד העלי קורא למאביקים. לאחר כמה ימים, כשהנקבה מופרית, הצמח הופך לזכר, והוא מייצר אבקה זכרית שמוכנה להאבקה של פרח אחר.
	הכלנית הופכת את עצמה ללבנה, כדי לשדר לחיפושית שהיא זכר (בתמונה העליונה). בשלב הזה, כשהנקבה מופרית ממשיכים להגיע חיפושיות, וזה יכול להזיק לה.

נושאים נוספים

שלכת

- השלכת מתחלקת לשתיים: שלכת קיץ ושלכת חורף.
 - חלק מהצמחים מפילים את העלים שלהם בקיץ כדי לא לאבד נוזלים באידוי בחום של הקיץ.
 - צמחים אחרים מעדיפים להפיל את העלים שלהם בחורף. בעלים יש נוזל, ובחורף הנוזל יכול לקפוא, הנפח של הנוזל יעלה, והעלה יישבר... ולכן הצמח מפיל את העלים.
 - בשני המקרים הצמח מאבד לכאורה את הכלורופיל שלו, חומר שנדרש הרבה אנרגיה לגדל...
- כאן מגיע תפקידו של הניצן
 - הניצן הוא הנקודה שממנה צומח הגבעול שבקצהו יש עלה
 - לניצן יש שני תקפידים עיקריים: לגדל את הגבעול ולייצר כלורופיל.
 - תפקיד נוסף של הניצן הוא לשאוב את הכלורופיל לפני שהעלה נופל, וזה מה שגורם לעלה לאבד את צבעו הירוק
 - והתוצאה היא שהעלה שנופל לא מכיל כלורופיל, הכלורופיל נשאר בניצן ומועבר לעלה החדש שייצמח לאחר השלכת



- התפיסה המחקרית בארץ היום היא שעצים שעושים שלכת מקורם הוא לא בארץ ישראל, מכיוון שבשיראל מזג האוויר לא קיצוני מספיק

מינים פולשים

- מאז המהפכה התעשייתית מגיעים מינים רבים לארץ ישראל. צמח שמגיע לארץ יש לו שתי אפשרויות, הוא יכול להגיע ולהתאים את עצמו לסביבה (מין גר), והוא יכול להגיע ולהיכנס לנישות של מינים אקולוגים אחרים (מין פולש)
- נישה היא מושג אקולוגי, שמגדיר את המקום בו הצמח חי, הדרך שבה הוא מגיע למים ולמינרלים וכו'.
- מינים פולשים בישראל

	סולנום זיתני משפחת הסולניים. פרח מרהיב, פורח בקיץ. הוא גם רעיל. הסולנום ממלא מרבדים שלמים של שדות, והוא אגרסיבי מאוד.
	חמציץ מצוי משפחת החמציציים. הגיע מדרום אפריקה לפני כמאה שנים. אין לו רבייה מינית, והוא משכפל בצללים. לכן הוא מתפתח רק כשמעבירים אדמה ממקום למקום ובה יש בצללים שלו.
	טינית החולות משפחת המורכבים עשה שינוי שהפך להיות רב שנתי בארץ, בעוד שבחו"ל הוא היה חד שנתי.

	ושינגטוניה עץ שאסור לשתילה היום בארץ.
	טבק השיח משפחת הסולניים. הגיע לפני כ-80 שנה מדרום אמריקה.
	שיטה כחלחלה הגיעה על ידי הבריטים על מנת לייצב את החולות במישור החוף. אחד משלושת המינים הפולשים הנוראיים ביותר בארץ. הגיעה להרי הצפון ולהרי הצפון, וקשה מאוד להשמיד אותם.
	דטורה נטוית פרי מזיקה בכל הארץ, מאוד רעיל.

• מין גר בישראל

