

נספח 2

הרחבה: מאפיינים ותהליכים בצמחים

נתחיל מהידוע:

- צמח הוא יצור חי (מקיים את מאפייני החיים: הזנה, רבייה, גדילה והתפתחות, תנועה (של חלקי הצמח), תקשורת עם הסביבה (תגובה לגירויים מהסביבה), נשימה).
- צמחים מבצעים פוטוסינתזה - הפיכת אנרגיית האור הנראה המגיע מהשמש לאנרגיה כימית: גלוקוז – סוכר שמשמש כמקור אנרגיה וחומר גלם לבניית הצמח.
- צמחים משתמשים בפיגמנט ירוק הנקרא כלורופיל, בו נקלטת אנרגיית האור הנראה בצמח.
- רוב הצמחים הם אוטוטרופיים, המייצרים את הגלוקוז שלהם בעצמם בפוטוסינתזה, ולכן לא זקוקים לגלוקוז מהסביבה.
- חומר התשמורת העיקרי בצמח הוא עמילן (רב סוכר המורכב מגלוקוז).

מבנה הצמח: עלים (כולל פיוניות), גבעול (בפנים שתי מערכות הובלת הנוזלים), שורשים, פרח (ניצן), פרי (כולל זרע) תפקיד החלק העל אדמתי - פוטוסינתזה, רבייה, אחסון חומרים, הובלת מים וחומרים והחזקת הצמח יציב מעל האדמה

העלה הוא "בית החרושת" למזון של הצמח. בעלה מתרחש התהליך היצרני של הפוטוסינתזה, במסגרתו נקלט האור בכלורופיל (הפיגמנט הירוק הנמצא בעלים) ונוצרים סוכרים המשמשים כמקור אנרגיה וחומרי גלם לבניית הצמח.

תפקיד החלק התת-אדמתי - עיגון, ספיגת מים וחומרים, אחסון חומרים, הובלת מים וחומרים השורש הוא החלק התחתון של הצמח. לרוב נמצא בתוך האדמה.

תפקידי השורש:

- קליטת חומרים מזינים ומים מהקרקע.
- חיזוק הצמח לתשתית, משמש כעוגן לצמחים במקום גידולם (בקרקע למשל).

קליטת המים והחומרים מהם ניזון הצמח נעשית דרך **יונקות** (מעין שערות) הנמצאות על השורש.

צינורות העצה מובילים את המים ואת המלחים והמינרלים המומסים בהם מהשורש אל שאר איברי הצמח. הזרימה מעלה בהן מבוססת על התאדות המים מפתחים מיוחדים על פני העלים שנפתחים ונסגרים על פי הצורך (פיוניות).

צינורות השיפה מובילים מהעלים אל שאר איברי הצמח תמיסה המכילה את תוצרי הפוטוסינתזה ביחד עם חומרים נוספים שנוצרים בעלים.

איך צמח גדל?

הצמחים מתפתחים וגדלים. קודם הם מצמיחים ענפים נוספים ועלים ומתחילים לצבור חומרי תשמורת כדי שיוכלו לייצר פרחים, פירות וזרעים.

הרחבה: הזרע מורכב מעובר, חומרי תשמורת, וחומרי הגנה. **הנביטה** היא התעוררותו של העובר (החלק שיתפתח לצמח) לחיים פעילים, צמיחתו ויציאתו מתוך הזרע בצורת נבט. תהליך הנביטה הוא תהליך בו הזרע עובר ממצב של מנוחה למצב פעיל, עד לשלב שהשורש פורץ את קליפת הזרע, הניצרון מציץ מהאדמה והנבט הצעיר מסוגל לקלוט את מזונו מסביבתו (קליטת אור בעלים). כדי שזרע יוכל לנבוט צריך להתקיים שילוב מתאים של תנאים בזרע עצמו,

גורמים פנימיים, וגורמים חיצוניים (בסביבתו). הזרעים אינם נובטים מיד עם הבשלתם אלא "מחכים" למועד מתאים לנביטה. הזרעים נמצאים במצב של תרדמה, המאופיין בכמות מעטה של מים בזרע.



לאחר הנביטה הצמח גדל ויש צמיחה של הגבעול ועלים נוספים המבצעים פוטוסינתזה ויוצרים מספיק סוכרים שיאפשרו לצמח לעבור לשלב המיני של יצירת פרחים.

הפרח הוא איבר הרבייה של הצמח, בו נמצאים תאי המין הזכריים (אבקנים) ותאי המין הנקביים (ביציות). לאחר הפריה הביציות באבקנים ייווצרו בשחלה זרעים. לאחר מכן ינשרו כל חלקי הפרח מלבד השחלה, וממנה יתפתח הפרי.

והפרי תפקידו להגן על הזרעים שבתוכו ולסייע להפצתם. השלבים בהתפתחותו:

- חניטה** – השלב הראשון בהתפתחות הפרי, המתרחש מיד לאחר ההפריה והיווצרות הזרעים בשחלה. בשלב זה נושרים כל חלקי הפרח, והשחלה מתעבה והופכת לפרי. שלב זה רגיש מאוד לטמפרטורות קיצוניות, שעלולות לגרום לנשירת החנטות ואיבוד הפרי (אבדן היבול).
- גדילה** – בשלב זה חומרי מזון (תוצרי הפוטוסינתזה) מגיעים אל הפרי, תאי הפרי מתחלקים בקצב מהיר והפרי גדל במימדיו ומגיע לגודלו הסופי.
- הבשלה** – בשלב ההבשלה הפרי עובר שינויים איכותיים בהשראת הורמון ההבשלה, שהוא גז האתילן.

השינויים בפרי בשלב ההבשלה:

- שינויי צבע** – הפרי הירוק הבלתי בשל הופך לצבעוני בכל רקמותיו או בחלק מהן (למשל, ציפת האבטיח). שינויי הצבע נגרמים כתוצאה מהצטברות פיגמנטים, כגון אנטוציאנים, פלבנולים וקרוטנואידים. היעלמותו של הכלורופיל בפירות המבשילים מאפשרת את ביטויים של הפיגמנטים האחרים.
- הופעת ריחות** – הריחניות של הפרי הבשל נובעת מיצירה והפרשה של תרכובות אורגניות נדיפות, כמו השמנים האתריים שבקליפות ההדרים.
- שינויי טעם** – בפירות המבשילים חלה עלייה במתיקות, והיא נובעת מפירוק עמילן לחד-סוכרים ולדו-סוכרים. פירוק החומצות האורגניות מפחית מהחמיצות, ובד בבד נעלמת גם תחושת הבוסר שגורמים הטנינים.
- התרככות** – כתוצאה משינויים בדפנות התא, חלה התרופפות בקשרים שבין התאים. גם פירוק חלקי של התאית בדופן תורם לריכוך דופנות התאים, וכתוצאה מכך - להתרככות הפרי.

מהו תהליך הפוטוסינתזה?

זהו תהליך בו ממיר הצמח אנרגיית אור נראה לאנרגיה כימית (ע"י ידי יצור סוכר- גלוקוז).



היכן מתרחש התהליך?

תהליך הפוטוסינתזה מתרחש בעיקר בעלי צמחים ואצות ירוקות, בתוך אברון הנקרא **כלורופלסט** שבתוכו מולקולה ירוקה בשם **כלורופיל** הקולטת את האור האדום והכחול המגיע מהשמש.

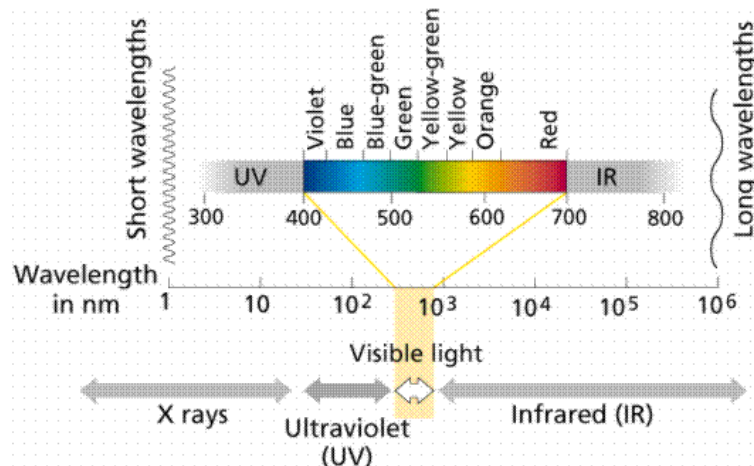
עיקרי התהליך

התהליך משתמש ב**מים** המגיעים מהקרקע דרך השורשים אל העלים, ו**פחמן דו חמצני** הנכנס לתוך העלים באמצעות פתחים מיוחדים הנקראים **פיוניות** (STOMATA). באמצעות אנרגיית השמש הנקלטת בפיגמנט הירוק, הנקרא **כלורופיל**, מפורקת מולקלת המים ונפלט **חמצן** לאוויר. לאחר מכן נדחסות מולקולות הפחמן הדו חמצני ויוצרות את מולקולת **הגלוקוז**, תוך ניצול אנרגיית האור שנקלטת.

גלוקוז: חד סוכר שהוא אבן הבניין לכל חומרי הצמח משמש גם כמקור אנרגיה בתהליכי החיים בצמח

האור כמקור אנרגיה לתהליך הפוטוסינתזה

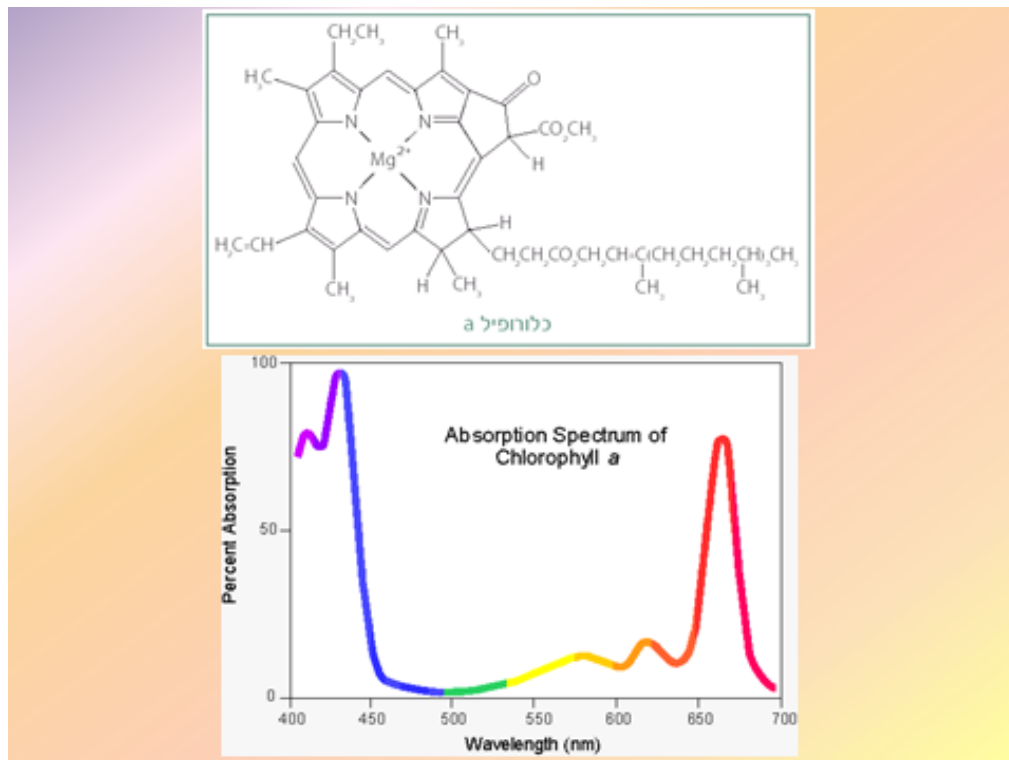
האור הנראה (הקרינה אותה חשים הסנסורים בעינינו) הוא חלק קטן מאוד מהספקטרום של הקרינה האלקטרומגנטית, והוא כולל שישה גוונים (המתגלים בצבעי הקשת): סגול, כחול, ירוק, צהוב, כתום ואדום.



כאשר כל מרכיבי האור נקלטים בעינינו, אנו רואים אור לבן. כאשר הפוגע פוגע במשטח מסוים (למשל דף נייר) מוחזר במלואו על ידי המשטח ונקלט בעינינו – אנו נראה את המשטח כלבן. אם לעומת זאת המשטח ייבלע את רוב האור, ולא יוחזר אור לעבר עינינו, אנו נראה את המשטח כשחור. מרבית המשטחים בולעים חלק מגלי האור ומחזירים חלק אחר, וכך אנו רואים אותם בצבעים שונים בהתאם להרכב הגלים הייחודי המוחזר מהם.

קליטת האור בכלורופיל

הכלורופיל הוא פיגמנט בעל צבע ירוק. הכלורופיל קולט בעיקר את האור האדום והכחול ומחזיר את האור הירוק, ולכן אנו רואים אותו כירוק.



הבליעה הטובה ביותר מתרחשת עבור גלי אור בקצות הספקטרום הנראה – גווני כחול ואדום; לעומת זאת, גלי אור במרכז הספקטרום, בגוונים ירוקים, כמעט ולא נבלעים על ידי הכלורופיל, אלא מוחזרים ממנו לסביבה. לכן אנו רואים את הכלורופלסט כירוק.

השפעת תהליך הפוטוסינתזה על משק המים בצמח

כאמור, רוב המים הנקלטים בשורשי הצמח מתאדים בדיות, דרך הפיוניות, שהן פתחים בעלים, הנפתחים כשבצמח יש מים. לפיכך מחסור במים יביא לצמצום בפתיחת הפיוניות, צמצום כניסת פחמן דו חמצני לעלים, וירידה בקצב הפוטוסינתזה. כתוצאה מכך ייווצר פחות סוכר, שחיוני ליצירת יבול של עלים, פירות ופרחים.

לפיכך התנאי לקיום פוטוסינתזה הוא קיומם מים שפירים (בעלי מליחות נמוכה) בקרקע. בעקבות פתיחת הפיוניות מתקיים דיות (אידיוי של אדי מים דרך הפיוניות). אידיוי המים מעלה את ריכוז המלח בעלים, כך שנבנה מפל ריכוזים (הפרש בין ריכוז מלחים נמוך במי הקרקע לריכוז גבוה של מלחים במים בעלים) בין מי הקרקע לעלים. מפל הריכוזים מהווה לחץ אוסמוטי (ראו הרחבה בהמשך) הדוחף מים מין הקרקע אל השורשים (כנגד כוח הכבידה), דרך צינורות ההובלה אל העלים.

- **אִסְמוֹזָה** – היא מעבר של ממס (במקרה שלנו מים) דרך ממברנה חדירה למחצה (במקרה שלנו קרום תאי השורש ותאי מערכת ההובלה בצמח), עם מפל הריכוזים, מתמיסה בעלת ריכוז מומסים נמוך (במקרה שלנו המים בקרקע), לתמיסה מרוכזת יותר (במקרה שלנו התאים בעלים), עד ליצירת איזון בין ריכוזי המומסים הכוללים משני צדי הקרום.

בעקבות פיתוח זנים תרבותיים לחקלאות עברו צמחי הבר שינויים שהתאימו אותם לגידול חקלאי אינטנסיבי, המתבטא בעלווה מרובה (ריבוי עלים גדולים יותר מצמחי הבר) וצמצום מערכת השורשים. כל אלו מחייבים תוספת מים לצורך הגידול.

כמו כן גידולים חקלאיים גדלים בצפיפות ובקצב גידול מהיר בצפייה ליבול גדול, דבר המחייב את החקלאי להשקות (על מנת להגביר את קצב הפוטוסינתזה, דבר שיגביר את יצרנות היבול).

אם הצמח מקבל מזון בפוטוסינתזה, למה מדשנים?

הצמח מקבל פחמן באמצעות קליטת פחמן דו-חמצני CO_2 מהאוויר, ומימן מפירוק המים בפוטוסינתזה. את שאר החומרים אשר הוא זקוק להם הצמח מקבל כמינרלים חיוניים מהקרקע. עם המעבר לחקלאות אינטנסיבית החלו לגדל את הגידולים החקלאיים בצפיפות גדולה, בקצב גידול מהיר, תוך צפייה לקבלת יבול גדול. כל אלו מצריכים קליטה גדולה מאוד של מינרליים חיוניים מהקרקע, צריכה שעולה על קצב התחדשות חומרי הדשן בקרקע בתהליכים טבעיים ומצריכה הוספת היסודות המינרליים הדרושים כדשנים כימיים או כזבל אורגני.

דשנים עשויים להופיע כדשנים פשוטים או כדשנים מורכבים המכילים יותר מיסוד אחד. יש לציין שכל דשן מכיל נוסחה המציינת את אחוזי יסודות ההזנה העיקריים בדשן – N, P, K. הנוסחה בנויה במתכונת של שלושה מספרים המופרדים זה מזה.

למשל, 20:10:15 מייצג דשן המכיל: 20% חנקן (N), 10% זרחן (P) ו-15% אשלגן (K).

דשנים מופיעים על פי רוב במצב מוצק או נוזלי. כל הדשנים המוצקים מופיעים כמלחים, בעוד שהדשנים הנוזליים הם על פי רוב מלחים המומסים במים. רמת המוליכות החשמלית של תמיסה שוות ערך לרמת המליחות שלה – ולכן זוהי הדרך למדידת ריכוז המלחים (והדשנים בתוכם) בתמיסה.