

Μάθετε STEM

Καινοτόμο μοντέλο
της μάθησης STEM
στα σχολεία της
δευτεροβάθμιας
εκπαίδευσης

ERASMUS+ KA220
Συμπράξεις Συνεργασίας στη
Σχολική Εκπαίδευση

Αριθμός αναφοράς:
2022-1-TR01-KA220-SCH-
000087583

Διάρκεια:
31.12.2022 έως 30.12.2024 (24
μήνες)



LearnSTEM

Καινοτόμο μοντέλο μάθησης STEM
στα σχολεία της δευτεροβάθμιας
εκπαίδευσης



Μαθησιακή Ενότητα:
Πολλαπλασιασμός των βιοοργανισμών της ζύμης
Θέμα III: Φύση

Κέντρο Επιστήμης και Τέχνης Yusuf Demir

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



Co-funded by
the European Union

Περιεχόμενο

1. Ορισμός της μαγιάς
2. Γενικές γνώσεις ζυμομυκήτων
3. Διάγραμμα μιας μαγιάς
4. Δομή ζυμομυκήτων
5. Είδος ζυμομυκήτων
6. Η χρήση της μαγιάς
7. Πολλαπλασιασμός της μαγιάς
8. Εργασία για μαθητές

1. Ορισμός της μαγιάς

"ένας τύπος μύκητα που χρησιμοποιείται στην παρασκευή αλκοολούχων ποτών (όπως η μύρα και το κρασί) και στο ψήσιμο για να βοηθήσει να φουσκώσει η ζύμη."

(Britannica - <https://www.britannica.com/dictionary/yeast>)

"ένας κιτρινωπός επιφανειακός αφρός ή ίζημα που εμφανίζεται ειδικά σε υγρά σακχαρίνης (όπως οι χυμοί φρούτων) στα οποία προάγει την αλκοολική ζύμωση, αποτελείται σε μεγάλο βαθμό από κύτταρα ενός μύκητα (όπως οι σακχαρομύκητες, *Saccharomyces cerevisiae*), και χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στην παρασκευή αλκοολούχων ποτών και ως προζύμι στο ψήσιμο".

(Λεξικό Merriam-Webster - <https://www.merriam-webster.com/dictionary/yeast>)

"ένας τύπος μύκητα που χρησιμοποιείται στην παρασκευή αλκοούχων ποτών όπως μύρα και κρασί και για να κάνει το ψωμί να φουσκώσει και να γίνει αφράτο."

(Λεξικό Cambridge- <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/yeast>)

2. Γενικές Γνώσεις ζυμομυκήτων



<https://unsplash.com/de/s/fotos/yeasts>

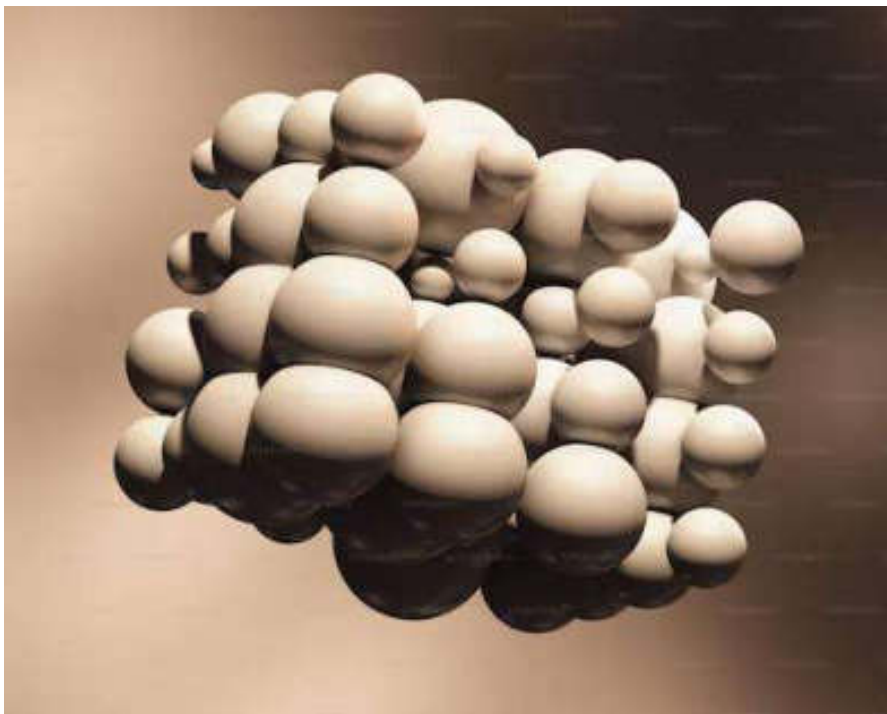
Μαγιά: ωοειδές σχήμα, άχρωμο και λείο, μετατρέπει τους υδατάνθρακες σε οινόπνευμα κατά τη ζύμωση, αναπαράγεται μέσω εκβλάστησης, χρησιμοποιείται στην αρτοποιία και στην παραγωγή αιθανόλης, π.χ.

Saccharomyces cerevisiae (Μαγιά αρτοποιίας).

<https://www.slideshare.net/shiningpearl18/fungiyeastmolds>

Η μαγιά είναι ένας μονοκύτταρος οργανισμός από το βασίλειο των μυκήτων. Υπάρχουν περισσότερα από 500 είδη και χιλιάδες παραλλαγές μαγιάς. Η μαγιά μπορεί να βρεθεί στο έδαφος, σε ζαχαρούχα υγρά (φρούτα και άνθη) και στην επιφάνεια φυτών και ζώων. Η μαγιά έχει πολλές εφαρμογές στη βιοτεχνολογία και παίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ψωμιού και αλκοολούχων ποτών. (<https://byjus.com/neet/yeast-diagram/>)

3. Δομή μιας μαγιάς



<https://unsplash.com/s/photos/structure-of-yeasts>

Το κύτταρο ζυμομύκητα μπορεί να ζυμώσει περίπου το δικό του βάρος γλυκόζης ανά ώρα.

<https://www.britannica.com/science/yeast-fungus>

Η μαγιά είναι ένας ευκαρυωτικός οργανισμός με σύνθετη και σφαιρική κυτταρική δομή και μέγεθος κυττάρου περίπου 5-8 μm . Το μέγεθος των κυττάρων εξαρτάται άμεσα από τα συστατικά της καλλιέργειας και τις περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες αναπτύσσεται η ζύμη (Pamir, 1985).

5. Είδος ζυμομυκήτων

Στην παρασκευή τροφίμων, η μαγιά χρησιμοποιείται για να προκαλέσει ζύμωση και διόγκωση. Οι μύκητες τρέφονται με σάκχαρα, παράγοντας αλκοόλη (αιθανόλη) και διοξείδιο του άνθρακα. Στην παραγωγή μπίρας και κρασιού το πρώτο είναι το επιθυμητό προϊόν, στο ψήσιμο είναι το δεύτερο.

<https://www.britannica.com/science/yeast-fungus>

Υπάρχουν τέσσερις κύριοι τύποι μαγιάς που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για το ψήσιμο ψωμιού: ενεργή ξηρή μαγιά, στιγμιαία ξηρή μαγιά, μαγιά στιγμιαίας ταχείας δράσης και μαγιά μηχανής ψωμιού.

<https://www.seriousseats.com/all-about-dry-yeast-instant-active-dry-fast-acting-and-more>



<https://www.pexels.com/search/Yeast/>

6. Η χρήση μαγιάς

Οι ζύμες χρησιμοποιούνται στην παραγωγή σημαντικών τροφίμων όπως το ψωμί, το τυρί, το κρασί και η μπύρα.



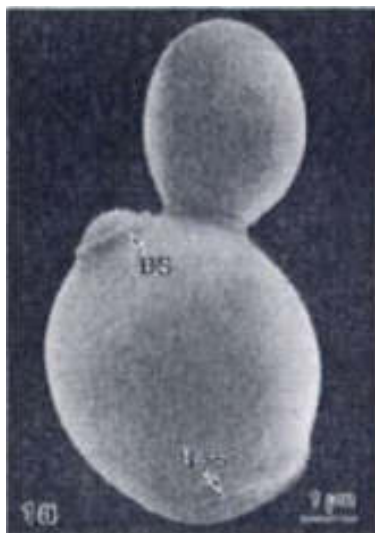
<https://www.slideshare.net/shiningpearl18/fungiyeastmolds>

<https://unsplash.com/s/photos/yeasts>

Φυσαλίδες CO₂ παράγονται κατά τη ζύμωση. Η μαγιά πολλαπλασιάζεται γρήγορα και είναι εύκολο να χειριστεί γενετικά. Ο χρόνος διπλασιασμού για τη μαγιά (ο χρόνος που απαιτείται για να αντιγραφεί και να διαιρεθεί ένα κύτταρο) είναι περίπου 90 λεπτά.

https://wiki.yeastgenome.org/index.php/What_are_yeast%3F

7. Πολλαπλασιασμός μαγιάς



Ηλεκτρονικές
μικρογραφίες
σάρωσης του
οφθαλμού ζύμης
(Walker, 1998).



<https://unsplash.com/s/photos/yeast>

Στη μαγιά, η εκβλάστηση εμφανίζεται συνήθως κατά την άφθονη παροχή τροφής. Σε αυτή τη διαδικασία της αναπαραγωγή, ένα μικρό μπουμπούκι προκύπτει ως απόφυση του γονικού σώματος. Αργότερα ο πυρήνας της μητρικής μαγιάς χωρίζεται σε δύο μέρη και ένας από τους πυρήνες μετατοπίζεται στον οφθαλμό. Ο νεοδημιουργημένος οφθαλμός διαιρείται και μεγαλώνει σε ένα νέο κύτταρο.

<https://byjus.com/biology/budding/>

7. Πολλαπλασιασμός μαγιάς



<https://unsplash.com/s/photos/proliferation-yeasts>

Παράγοντες που επηρεάζουν τον πολλαπλασιασμό της ζύμης:

- Θερμοκρασία
 - pH
 - Ανταλλαγή O₂
 - Πηγή και συγκέντρωση άνθρακα
 - Συνδυασμός θρεπτικών μέσων
 - Ταχύτητα ανάμειξης κλπ...
- (Κοζακ, 2019)

-9-

7. Πολλαπλασιασμός μαγιάς



Η συμπεριφορά της μαγιάς κατά τη διάρκεια της ζύμωσης μπορεί να παρουσιαστεί ως σιγμοειδείς καμπύλες χρησιμοποιώντας διαφορετικά μαθηματικά μοντέλα. Η παρασκευή του ψωμιού είναι βασικά μια εξέλιξη δύο σταδίων που εξαρτάται από τη θερμοκρασία, που αποτελείται από ζύμωση, στην οποία η παραγωγή CO_2H που συνδέεται με τη δραστηριότητα της ζύμης εκδηλώνεται σε πορώδη δομή ζύμης με την ανάπτυξη του όγκου της ζύμης κατά το ψήσιμο όπου η δραστηριότητα της μαγιάς τερματίζεται και η δομή του ψωμιού οριστικοποιείται. (Ali et al., 2012)

Τι μπορούμε να κάνουμε για τον πολλαπλασιασμό της ζύμης;

Μπορείτε να το δοκιμάσετε μόνοι σας.

-11-



Τι μπορούμε να κάνουμε για τον πολλαπλασιασμό της ζύμης;

Μπορείτε να το δοκιμάσετε μόνοι σας.

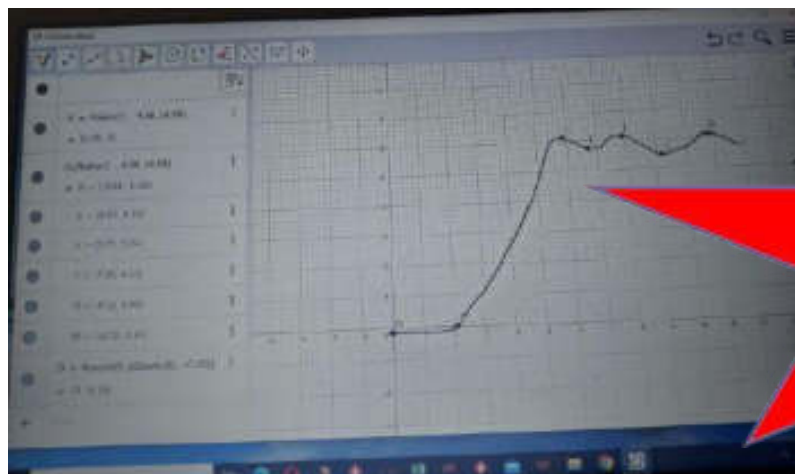
-12-



Τι μπορούμε να κάνουμε για τον πολλαπλασιασμό της ζύμης;

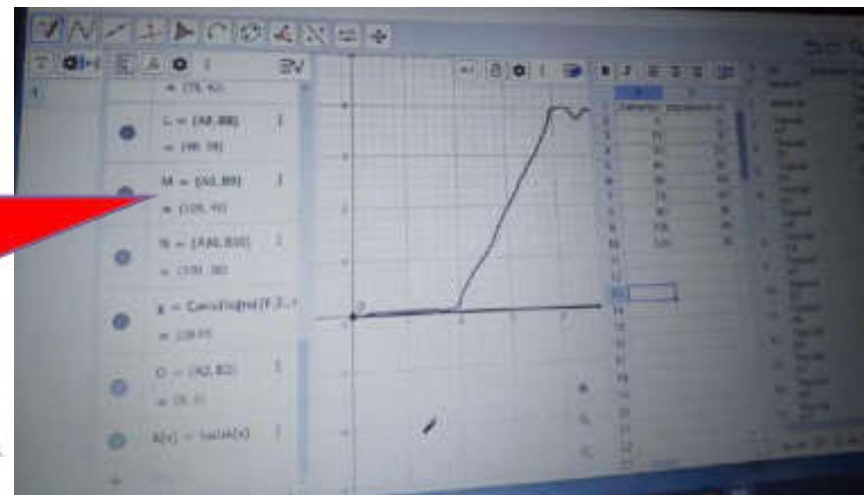
Μπορείτε να το δοκιμάσετε μόνοι σας.

-13-



Φιγούρες. Σιγμοειδή γραφήματα πολλαπλασιασμού ζυμομύκητα

Mathematics



Φιγούρες. Σιγμοειδή γραφήματα πολλαπλασιασμού ζυμομύκητα

Σιγμοειδή γραφήματα μπορούν να δημιουργηθούν ανεβάζοντας δεδομένα σχετικά με τον πολλαπλασιασμό της ζύμης στο πρόγραμμα **GeoGebra**.

8. Εργασία για μαθητές

Τι είδους σχέδια μπορούμε να κάνουμε για να χρησιμοποιήσουμε τον πολλαπλασιασμό ζύμης πιο αποτελεσματικά;

Σας περιμένω να το σκεφτείτε και να κάνετε ένα σχέδιο.

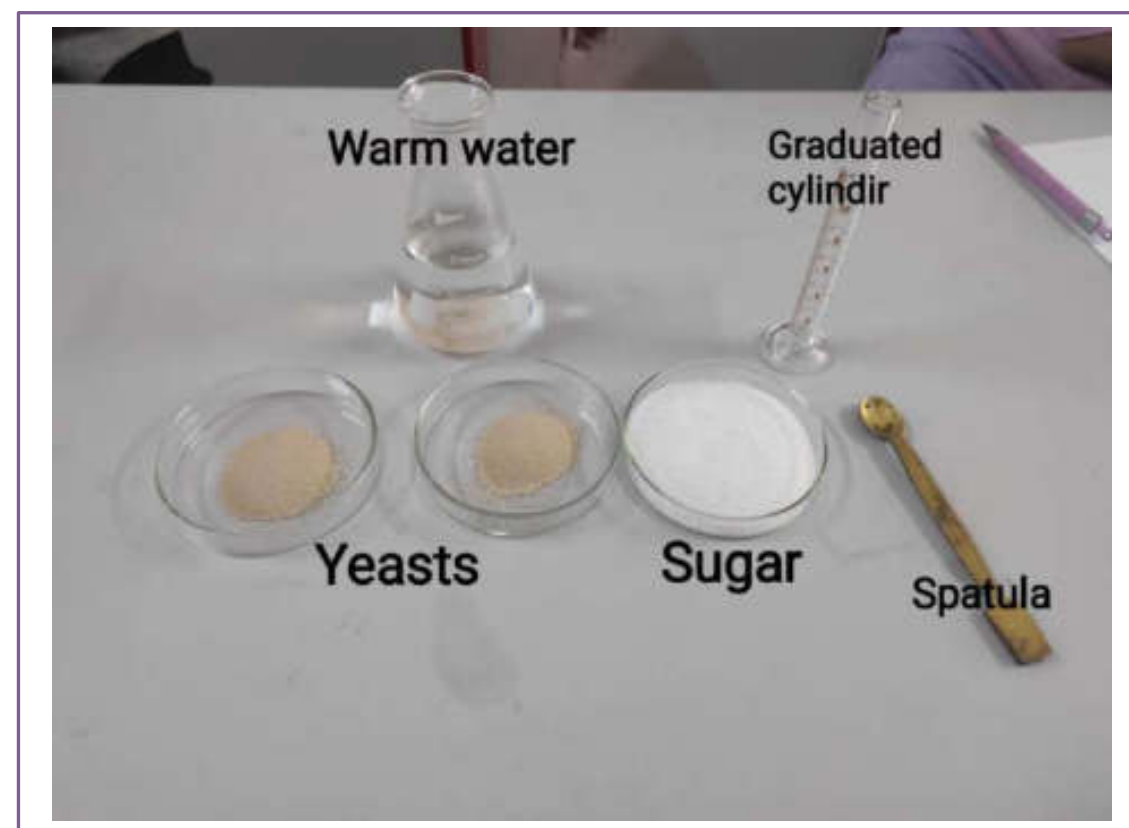
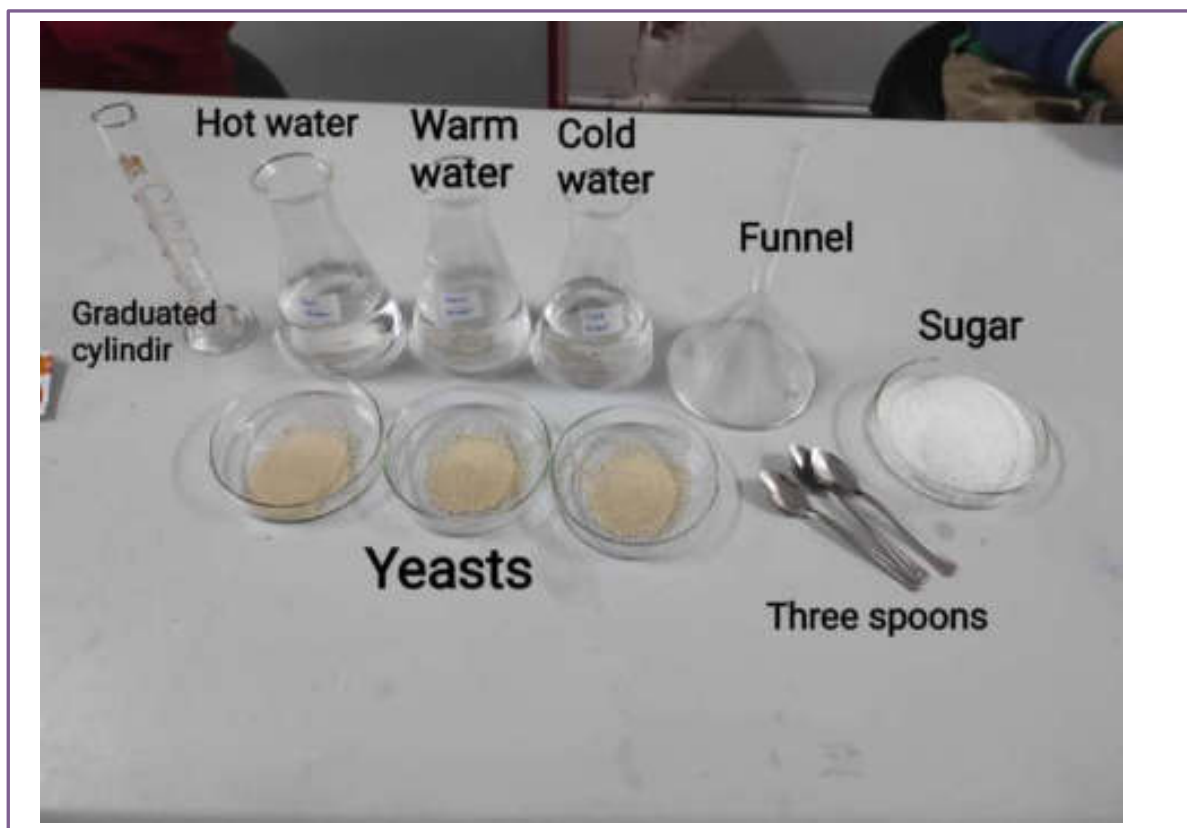
8. Εργασία για μαθητές

Μερικά εργαλεία που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε:

Για σχεδιασμό

Για σχεδιασμό

-15-



Βιβλιογραφικές αναφορές

- Ali, A., Shehzad, A., Khan, MR, Shabbir, MA, & Amjid, MR (2012). Η μαγιά, τα είδη και ο ρόλος της στη ζύμωση κατά τη διαδικασία παρασκευής ψωμιού-*A.Pakistan Journal of Food Sciences*, 22(3), 171-179.
- Koçak, F. 2019. Farklı Havalandırma Profillerinde Maya Çoğalmasının Betaglukan Verimine Etkisinin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. A δημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διατριβή
- Pamir, H. 1985. Fermentasyon Mikrobiyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:936, Ankara.
- Walker, GM 1998. Yeast Physiology and Biotechnology. John Wiley & Sons Ltd., 1-7, Σκωτία.

<https://www.britannica.com/dictionary/yeast>

<https://www.merriam-webster.com/dictionary/yeast>

<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/yeast>

<https://www.slideshare.net/shiningpearl18/fungiyeastmolds>

<https://www.britannica.com/science/yeast-fungus>

<https://unsplash.com/de/s/fotos/yeasts>

<https://www.seriousseats.com/all-about-dry-yeast-instant-active-dry-fast-acting-and-more>

<https://www.pexels.com/search/Yeast>

https://wiki.yeastgenome.org/index.php/What_are_yeast%3F

<https://byjus.com/biology/budding/>

<https://unsplash.com/s/photos/structure-of-yeasts>

<https://unsplash.com/s/photos/proliferation-yeasts>

<https://unsplash.com/s/photos/yeast>

Μάθετε STEM

Καινοτόμο μοντέλο
μάθησης STEM
στη δευτεροβάθμια
εκπαίδευση

ERASMUS+ KA220
Συνεργασίες Συνεργασίας στη
Σχολική Εκπαίδευση

Αριθμός αναφοράς:
2022-1-TR01-KA220-SCH-000087583

Διάρκεια:
31.12.2022 έως 30.12.2024 (24 μήνες)



LearnSTEM

Καινοτόμο μοντέλο μάθησης STEM
σε σχολεία δευτεροβάθμιας
εκπαίδευσης

Μαθησιακή Ενότητα:

Ανάπτυξη φυτών και αλατότητα

Θέμα III: Φύση

Κέντρο Επιστήμης και Τέχνης Yusuf Demir

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



Co-funded by
the European Union





-2-

Περιεχόμενο

1. Ορισμός φυτού
2. Ανάπτυξη φυτών
3. Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών
4. Το πότισμα και η λίπανση αυξάνουν τη συγκέντρωση αλατιού
5. Εργασία για μαθητές



1. Ορισμός φυτού



-3-

« Ένα ζωντανό πράγμα που μεγαλώνει στο έδαφος, έχει συνήθως φύλλα ή λουλούδια και χρειάζεται ήλιο και νερό για να επιβιώσει »

(Britannica - <https://www.britannica.com/dictionary/plant>)

« Ένα **φυτό** είναι ένα ζωντανό πράγμα που αναπτύσσεται στη γη και έχει μίσχο, φύλλα και ρίζες. ”

(Λεξικό Collins- <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/plant>)

« Οποιοδήποτε από ένα βασίλειο των ως επί το πλείστον φωτοσυνθετικών ζωντανών όντων συνήθως δεν έχει την ικανότητα να μετακινείται από μέρος σε μέρος με τη δική του δύναμη, δεν έχει εμφανή νευρικά ή αισθητήρια όργανα, έχει κυτταρικά τοιχώματα και συχνά έχει σώμα που μπορεί να συνεχίσει να αναπτύσσεται χωρίς παίρνοντας σταθερό μέγεθος και σχήμα ».

(Λεξικό Merriam-Webster - <https://www.merriam-webster.com/dictionary/plant>)

« Ένα ζωντανό πράγμα που αναπτύσσεται στη γη, στο νερό ή σε άλλα φυτά, συνήθως έχει μίσχο, φύλλα, ρίζες και άνθη και παράγει σπόροι »

(Λεξικό Cambridge- <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/plant>)

2. Ανάπτυξη φυτών



<https://pixabay.com/images/search/plant/>



<https://pixabay.com/images/search/growth%20of%20plant/>

Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών: φως, νερό, διοξείδιο του άνθρακα, αέρας, θερμοκρασία, διαθεσιμότητα βασικών θρεπτικών συστατικών, το pH του εδάφους και ο χώρος για ανάπτυξη.

2. Ανάπτυξη φυτών



<https://www.pexels.com/search/growth%20of%20plant/>

Το νερό είναι ένα από τα πρωταρχικά στοιχεία που απαιτούνται από τα φυτά. Όταν σκέφτεστε την κηπουρική, σκέφτεστε γενικά το νερό, το έδαφος και το φως του ήλιου. Τα φυτά μπορεί να υποφέρουν όταν κάποιο από αυτά είναι σε κίνδυνο.

Η σημασία του νερού για τα φυτά σας υπερβαίνει το να τα κρατάτε στη ζωή. Το νερό είναι επίσης απαραίτητο στοιχείο για να βοηθήσει τα φυτά να ευδοκιμήσουν. Το νερό είναι αυτό που επιτρέπει την πρόσληψη ζωτικών θρεπτικών συστατικών από το έδαφος. Είναι επίσης το νερό που βοηθά στη μεταφορά ζάχαρης και άλλων στοιχείων που μπορεί να απαιτούνται από τα λουλούδια ή τα φρούτα.

<https://swanhose.com/blogs/general-watering/how-does-water-its-amount-its-quality-affect-plant-growth>

2. Ανάπτυξη φυτών (Αριθμητική ανάπτυξη στα φυτά)



<https://unsplash.com/s/photos/Aritmetic-growth-in-plants>

Πώς να μετρήσετε την ανάπτυξη των φυτών
Η ανάπτυξη των φυτών μπορεί να μετρηθεί με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους:

Μέτρηση του ύψους του φυτού
Μέτρηση του μεγέθους των φύλλων
Υπολογισμός του ρυθμού ανάπτυξης με φρέσκα φυτά
Υπολογισμός του ρυθμού ανάπτυξης με αποξηραμένα φυτά

<https://swanhose.com/blogs/general-watering/how-does-water-its-amount-its-quality-affect-plant-growth>

Μαθηματικά

3. Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών



<https://pixabay.com/images/search/growth%20of%20plant/>

Τα διαλυτά άλατα μπορούν εύκολα να προσληφθούν από τα φυτά. Ανάλογα με τον τύπο και την ποσότητα των ενώσεων αλάτων που εισέρχονται στο φυτό, γίνονται επιβλαβείς για το φυτό όταν υπερβαίνουν μια ορισμένη συγκέντρωση. Έχουν δηλητηριώδη επίδραση στο φυτό διαταράσσοντας τη διατροφή και το μεταβολισμό. Επιπλέον, καθώς αυξάνεται η συγκέντρωση αλατιού στο έδαφος, γίνεται δύσκολο για το φυτό να απορροφήσει νερό από το έδαφος, η δομή του εδάφους επιδεινώνεται και η ανάπτυξη των φυτών επιβραδύνεται ή και σταματά. (Ekmekci et al., 2005)

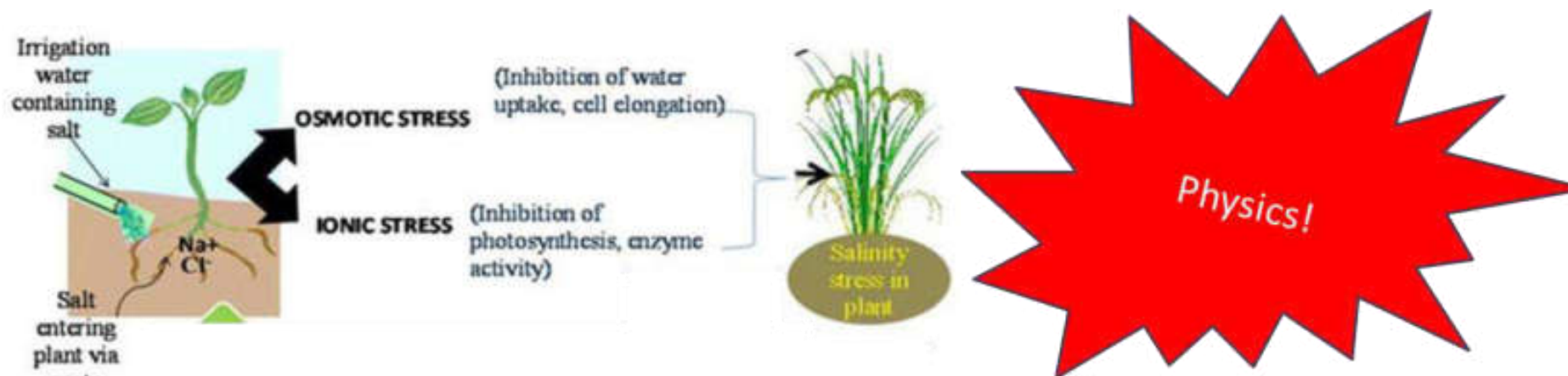
3. Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών

Διάφορες ανεπιθύμητες ενέργειες εμφανίζονται λόγω της υψηλής συγκέντρωσης αλατιού. Η ανισορροπία ιόντων είναι μία από τις σημαντικότερες συνέπειες. Μια υψηλή συγκέντρωση ιόντων Na και Cl, για παράδειγμα, μπορεί να οδηγήσει σε βιοχημικές διεργασίες που μπορεί να αποδειχθούν θανατηφόρες για τα φυτά. Η τοξικότητα από νάτριο και χλωριούχα όχι μόνο προκαλεί διατροφικές διαταραχές αλλά προκαλεί επίσης φυσιολογική ξηρασία μειώνοντας το ωσμωτικό δυναμικό των διαλυμάτων του εδάφους. (Shahid et al., 2020)



<https://pixabay.com/images/search/growth%20of%20plant/>

3. Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών



Εικόνα. Σχηματικό διάγραμμα που δείχνει οδούς τοξικότητας από το στρες αλάτων και διάφορες στρατηγικές ανοχής στα φυτά. (Shahid et al., 2020)

Έχει παρατηρηθεί ότι τα φυτά αρχίζουν να μαραίνονται υπό ορισμένες συνθήκες παρόλο που υπάρχει αρκετό νερό στο έδαφος. Αυτή η κατάσταση ονομάζεται γενικά «φυσιολογική ξηρασία» που προκαλείται από την υψηλή αλατότητα του εδάφους. Σε περίπτωση φυσιολογικής ξηρασίας, οι ρίζες των φυτών δεν μπορούν να απορροφήσουν το διαθέσιμο νερό στο έδαφος λόγω της υψηλής οσμωτικής πίεσης. (Ekmecki et al., 2005)

3. Επίδραση της αλατότητας στην ανάπτυξη των φυτών



Εικόνα. Petretto et al., 2019)



Εικόνα. Petretto et al., 2019)

Η αλατότητα που προκαλείται από το NaCl είναι ένα από τα πιο κοινά αβιοτικά στρες που επηρεάζουν τη φυσιολογία των φυτών. Το στρες στο αλάτι προκαλεί αρκετές διαταραχές στα φυτά (ανισορροπία θρεπτικών ιόντων, μείωση της στοματικής αγωγιμότητας, χαμηλή φωτοσυνθετική δραστηριότητα κ.λπ.), μορφολογική αλλοίωση (μείωση αριθμού φύλλων, μέγεθος φυτού, μήκος ριζών και παραγωγή καρπού) και δευτερογενείς μεταβολές μεταβολιτών (μόρια σήματος, ορμόνες και οξειδωτικές ενώσεις). Ως εκ τούτου, η χρήση αλατούχου νερού για την καλλιέργεια φυτών απαιτεί τον προσδιορισμό των ειδικών για κάθε είδος κατωφλίων στα οποία οι καλλιέργειες εμφανίζουν ευαισθησία στην αλατότητα (Petretto et al., 2019).

Ενώ ορισμένα φυτά είναι πιο ευαίσθητα στην αλατότητα, ορισμένα φυτά είναι πιο ανθεκτικά. Τα ανθεκτικά φυτά είναι φυτά που μπορούν να αναπτύξουν μεγαλύτερη αντοχή έναντι της οσμωτικής επίδρασης προκειμένου να καλύψουν τις απαιτήσεις σε νερό σε αλατούχα εδάφη. Η εξέταση της αντοχής των φυτών στα άλατα είναι σημαντική για την επιλογή και την ανάπτυξη φυτών που μπορούν να παράγουν καλλιέργειες σε οικονομικό επίπεδο, ειδικά σε περιοχές όπου η αλατότητα του εδάφους δεν μπορεί να μειωθεί κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο (Kotuby et al., 1997).

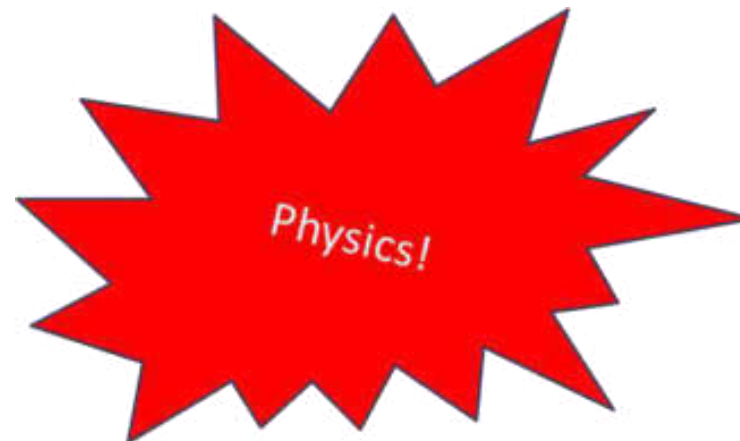


<https://www.pexels.com/search/salinity%20of%20plant/>

4. Η άρδευση και η λίπανση αυξάνει τη συγκέντρωση αλατιού



<https://www.pexels.com/search/salinity%20of%20plant/>



Οι υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι συχνά ενδεικτικές για αλατούχα εδάφη, όπου η συγκέντρωση αλατιού είναι πάνω από το όριο για βέλτιστη ανάπτυξη των φυτών. Τα αλατούχα εδάφη μπορούν να εμποδίσουν την πρόσληψη νερού από τα φυτά, οδηγώντας σε υδατικό στρες και μειωμένη απορρόφηση θρεπτικών συστατικών.

<https://atlas-scientific.com/blog/how-does-electrical-conductivity-affect-plant-growth/>

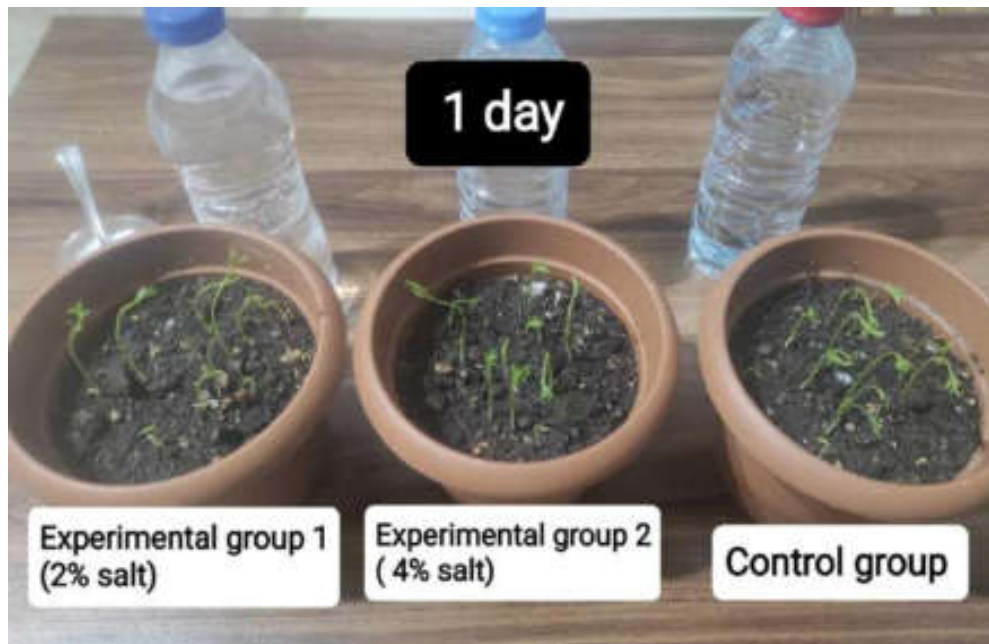
4. Ανάπτυξη φυτών και αλατότητα

Μπορείτε να το
δοκιμάσετε μόνοι σας.

Βιολογία



-13-



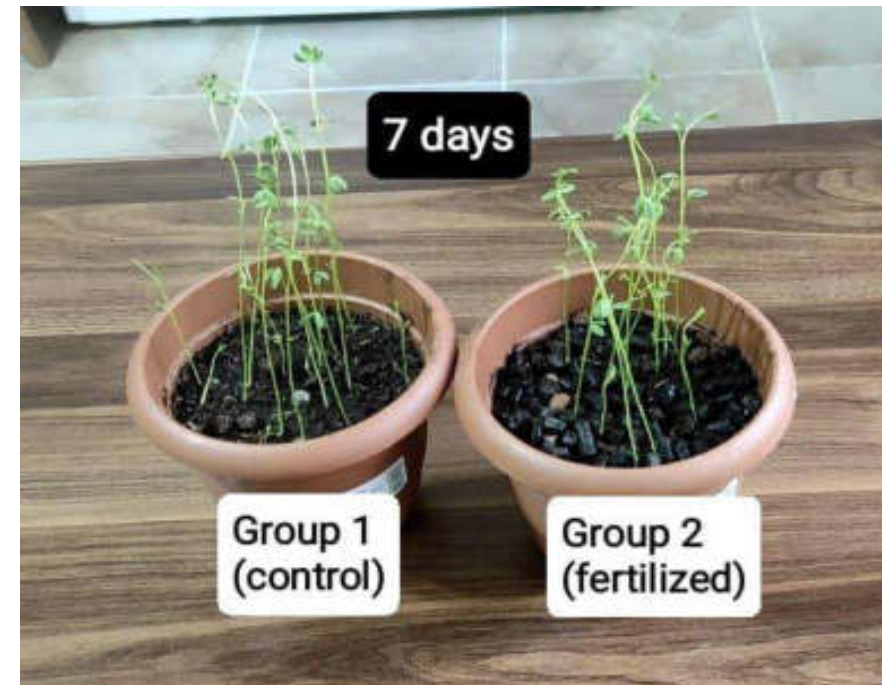
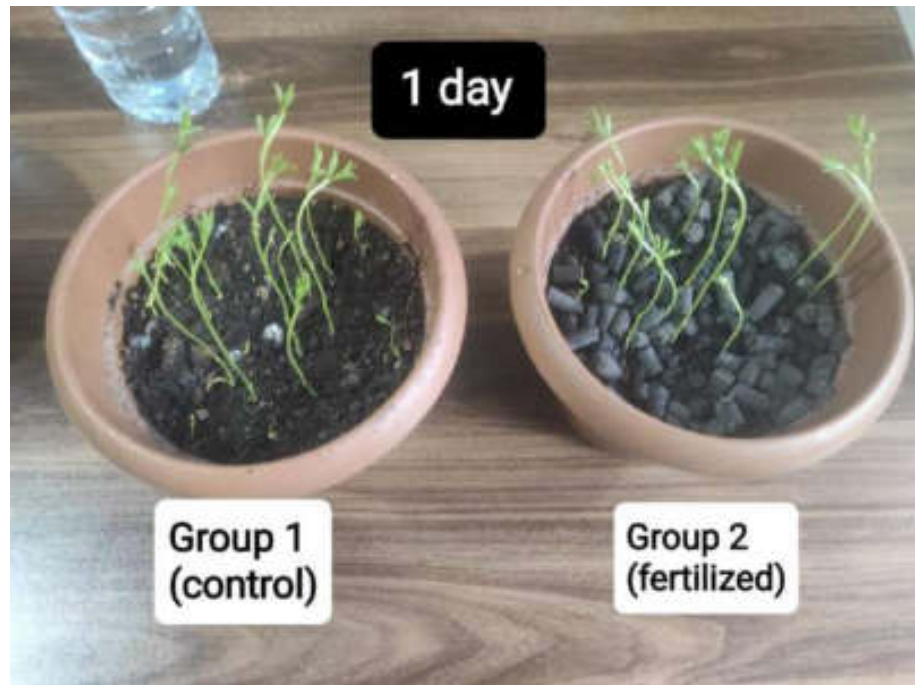
4. Ανάπτυξη φυτών και αλατότητα

Μπορείτε να το
δοκιμάσετε μόνοι σας.

Βιολογία



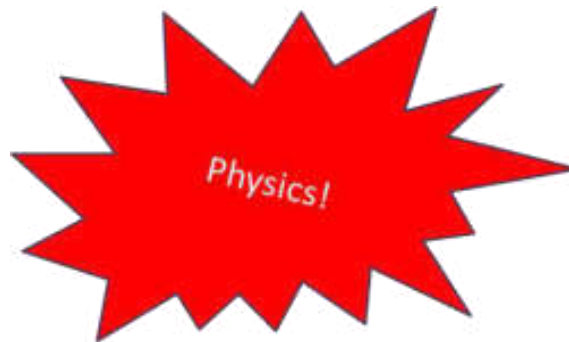
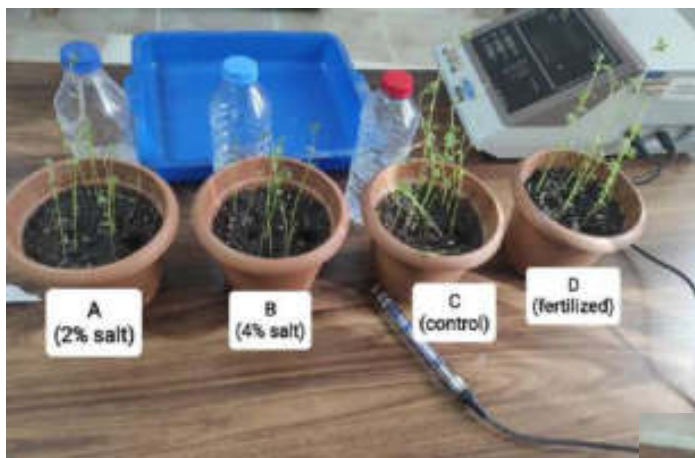
-14-



4. Ανάπτυξη φυτών και αλατότητα

Μπορείτε να το
δοκιμάσετε μόνοι σας.

-15-



Πίνακας. Τιμές ηλεκτρικής
αγωγιμότητας (EC)

Πειραματική ομάδα	τιμή ΕΚ (mS/cm)
A (% 2 αλάτι)	15,3
B (% 4 αλάτι)	51,2
C (έλεγχος)	6,8
D (λιπασμένο)	7,7

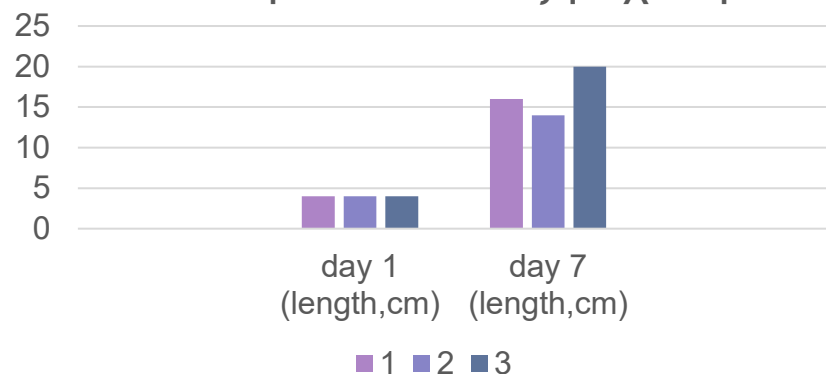
4. Ανάπτυξη φυτών και αλατότητα

Μπορείτε να το δοκιμάσετε μόνοι σας.

Πίνακας. Η ποσότητα της ανάπτυξης των φυτών στις πειραματικές ομάδες αλάτωσης

	1 (2% αλάτι)	2 (4% αλάτι)	3 (έλεγχος)
Πειραματική ομάδα			
ημέρα 1 (μήκος, cm)	4	4	4
ημέρα 7 (μήκος, cm)	16	14	20

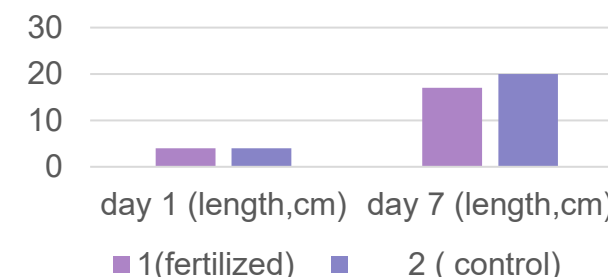
Αλάτισμα / ανάπτυξη σχέση



-16-
Πίνακας. Η ποσότητα της ανάπτυξης των φυτών στις πειραματικές ομάδες λίπανσης.

	1 (λίπασμένο)	2 (έλεγχος)
Πειραματική ομάδα		
ημέρα 1 (μήκος, cm)	4	4
ημέρα 7 (μήκος, cm)	17	20

Λίπανση/ ανάπτυξη σχέση



Μαθηματικά

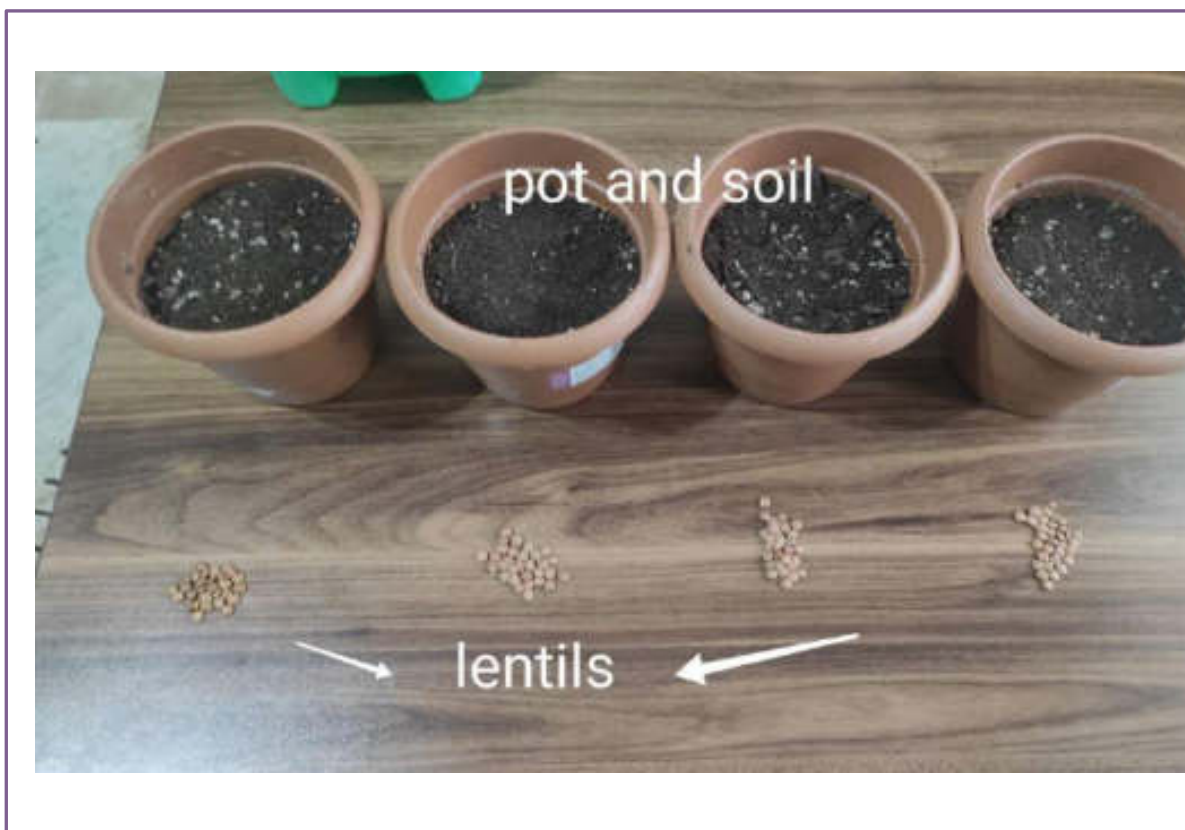
5. Εργασία για μαθητές

Τι είδους σχέδια μπορούμε να κάνουμε για να χρησιμοποιήσουμε τη σχέση μεταξύ της ανάπτυξης των φυτών και της αλατότητας πιο αποτελεσματικά στην καθημερινή ζωή;
Σας περιμένω να το σκεφτείτε και να κάνετε ένα σχέδιο.

5. Εργασία για μαθητές

Μερικά εργαλεία που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε:

Για σχεδιασμό



Για σχεδιασμό



-18-

Αναφορές

- ΕΚΜΕΚÇİ, E., Mehmet, A. P. A. N., & Tekin, K. A. R. A. (2005). Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. Anadolu tarım bilimleri dergisi, 20(3), 118-125.
- Kotuby, J., Koenig, R., & Kitchen, B. (1997). Αλατότητα και Ανοχή Φυτών. Επέκταση του Πολιτειακού Πανεπιστημίου της Γιούτα. AG-SO-03., Γιούτα.
- Petretto, G. L., Urgeghe, P. P., Massa, D., & Melito, S. (2019). Επίδραση της αλατότητας (NaCl) στην ανάπτυξη των φυτών, την περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και τις τάσεις των προϊόντων υδρόλυσης γλυκοσινολικών σε γονότυπους ροκέττα. Φυσιολογία και Βιοχημεία Φυτών, 141, 30-39.
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.05.012>
- Shahid, M. A., Sarkhosh, A., Khan, N., Balal, R. M., Ali, S., Rossi, L., ... & Garcia-Sanchez, F. (2020). Πληροφορίες σχετικά με τις φυσιολογικές και βιοχημικές επιπτώσεις του στρες αλατιού στην ανάπτυξη και ανάπτυξη των φυτών. Αγρονομία, 10(7),938.<https://doi.org/10.3390/agronomy10070938>
<https://www.britannica.com/dictionary/plant>
<https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/plant>
<https://www.merriam-webster.com/dictionary/plant>
<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/plant>
<https://pixabay.com/images/search/plant>
<https://pixabay.com/images/search/growth%20of%20plant/>
<https://www.pexels.com/search/growth%20of%20plant/>
<https://swanhose.com/blogs/general-watering/how-does-water-its-amount-its-quality-affect-plant-growth>
<https://pixabay.com/images/search/growth%20of%20plant/>
<https://www.pexels.com/search/salinity%20of%20plant/>
<https://unsplash.com/s/photos/Aritmetic-growth-in-plants>

Learn STEM

Καινοτόμο μοντέλο
μάθησης STEM
σε σχολεία
δευτεροβάθμιας
εκπαίδευσης

ERASMUS+ KA220
Συνεργασίες Συνεργασίας στη
Σχολική Εκπαίδευση

Αριθμός αναφοράς:
2022-1-TR01-KA220-SCH-
000087583

Διάρκεια:
31.12.2022 έως 30.12.2024 (24
μήνες)



LearnSTEM

Καινοτόμο μοντέλο μάθησης STEM
σε σχολεία δευτεροβάθμιας
εκπαίδευσης

Μαθησιακή Ενότητα:
Τα φύλλα μεταφέρουν και εξατμίζουν το νερό
Θέμα III: Φύση

Κέντρο Επιστήμης και Τέχνης Yusuf Demir

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



Co-funded by
the European Union



Περιεχόμενο

1. Δομή των φύλλων
2. Τα φύλλα απορροφούν νερό
3. Μεταφορά νερού σε φύλλα
4. Εξάτμιση νερού στα φύλλα
5. Εργασία για μαθητές

1. Δομή των φύλλων

“Το φύλλο είναι ένα από τα πιο σημαντικά μέρη ενός φυτού. Τα φύλλα παράγουν τροφή για το φυτό μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται φωτοσύνθεση. Τα φύλλα διαφορετικών φυτών ποικίλλουν ευρέως σε μέγεθος, σχήμα και χρώμα.”

(Britannica - <https://kids.britannica.com/kids/article/leaf/433080>)

“Τα φύλλα ενός δέντρου ή ενός φυτού είναι τα μέρη που είναι επίπεδα, λεπτά και συνήθως πράσινα. Πολλά δέντρα και φυτά χάνουν τα φύλλα τους το χειμώνα και βγάζουν νέα φύλλα την άνοιξη.”

(Λεξικό Collins- <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/leaf>)

«Το φύλλο είναι μια πλευρική ανάπτυξη από ένα στέλεχος φυτού που είναι συνήθως ένα πεπλατυσμένο διογκωμένο πρασινωπό όργανο με μεταβλητό σχήμα, αποτελεί μονάδα του φυλλώματος και λειτουργεί κυρίως στην παραγωγή τροφίμων μέσω φωτοσύνθεσης».

(Λεξικό Merriam-Webster - <https://www.merriam-webster.com/dictionary/leaf>)

“Το φύλλο είναι ένα από τα επίπεδα, συνήθως πράσινο μέρη ενός φυτού που ενώνονται στο ένα άκρο με το στέλεχος ή το κλαδί.”

(Λεξικό Cambridge- <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/leaf>)

1. Δομή των φύλλων

Το φύλλο είναι το ενεργειακό εργοστάσιο του φυτού, και σαφώς είναι απαραίτητο για την επιβίωσή του. Η φωτοσύνθεση μετατρέπει την φωτεινή ενέργεια σε ζάχαρη, η οποία με τη σειρά της μεταφέρεται στα ανενεργά φωτοσυνθετικά μέρη του φυτού, όπως οι ρίζες (Κατηφόρη, 2018).

Τα φύλλα είναι γενικά η κύρια διεπαφή των φυτών για την ανταλλαγή αερίων και βρίσκονται σε απόσταση από την κύρια πηγή νερού, δηλαδή το έδαφος. Ως αποτέλεσμα, είναι το πιο αφυδατωμένο φυτικό όργανο και τελικά ελέγχουν τους ρυθμούς διαπνοής (Guzman-Delgado et al., 2018).



<https://pixabay.com/images/search/leave/>

1. Δομή των φύλλων



<https://pixabay.com/images/search/structure%20of%20leaves/>

Φλέβες: Το δίκτυο των φλεβών στο φύλλο μεταφέρει νερό από τους μίσχους στα φύλλα. Η παραγόμενη γλυκόζη στέλνεται επίσης στα άλλα μέρη του φυτού από τα φύλλα μέσω των φλεβών.

Στομάτα (τρύπες): Τα στόμια (μικροσκοπικές τρύπες κάτω από το φύλλο) επιτρέπουν στον αέρα μέσα και έξω από το φύλλο. Τα στομάχια βρίσκονται συνήθως στην κάτω επιφάνεια του φύλλου.

Τα στόμια κλείνουν τη νύχτα για να συγκρατούν αέρια και υγρασία στα κύτταρα των φύλλων και ανοίγουν κατά τη διάρκεια της ημέρας για να συνεχιστεί η ανταλλαγή αερίων.

<https://eschooltoday.com/learn/leaf-structure/>

1. Δομή των φύλλων



<https://unsplash.com/s/photos/Structure-of-leaves>

Μια επισκόπηση ενός φύλλου και πώς η δομή του επηρεάζει τις εσωτερικές λειτουργίες ενός φυτού.

Encyclopædia Britannica, Inc.

2. Τα φύλλα απορροφούν νερό

Η οσμωτική ώθηση των μορίων του νερού από το έδαφος προς τις ρίζες προκαλεί μια πίεση προς τα πάνω, η οποία είναι γνωστή ως πίεση ρίζας. Λόγω αυτής της πίεσης, το νερό που απορροφάται από το έδαφος ωθείται προς τα πάνω μέσω του ιστού ξυλώματος του στελέχους. Το ξύλιο είναι ο αγγειακός ιστός που είναι υπεύθυνος για τη μεταφορά του νερού και των διαλυμένων μετάλλων από τις ρίζες μέχρι το στέλεχος και τα φύλλα του φυτού. Το νερό μεταφέρεται στην υπόλοιπη διαδρομή μέσω της διαπνοής, η οποία παρέχει το μεγαλύτερο μέρος της δύναμης που απαιτείται για τη μεταφορά του νερού στα φυτά.

<https://www.nagwa.com/en/presentations/638126046213/>

Η πρόσληψη νερού από τα φύλλα μπορεί να διαδραματίσει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο σε περιόδους έλλειψης νερού του εδάφους, εάν συμβούν γεγονότα διαβροχής των φύλλων, όπως η ομίχλη (Boaneres et al., 2018).



<https://www.pexels.com/search/leaves%20absorb%20water/>

Physics!



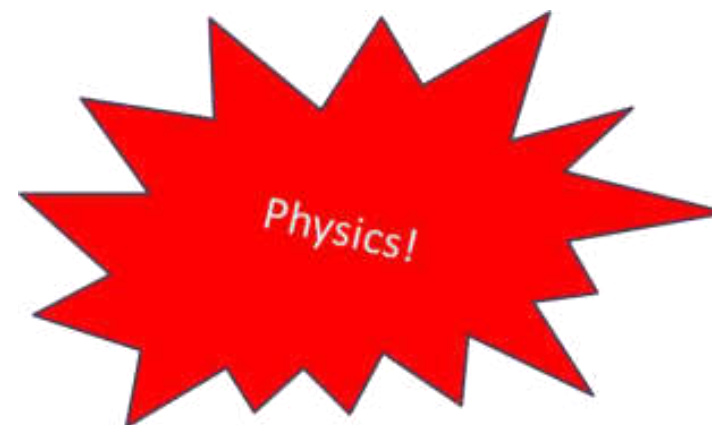
-7-



2. Τα φύλλα απορροφούν νερό



<https://unsplash.com/s/photos/Leaves-absorb-water>



Η κύρια μέθοδος κίνησης είναι τα ελεύθερα μόρια νερού να περάσουν από το έδαφος στο κύτταρο μέσω της μεμβράνης της τρίχας της ρίζας. Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως όσμωση.

(Britannica- <https://www.britannica.com/video/73123/Plants-osmosis-roots-water-transpiration-leaves-moisture>)

3. Μεταφορά νερού σε φύλλα

Η διαπνοή είναι η κίνηση του νερού στο στέλεχος ενός φυτού από τη ρίζα στο φύλλο όταν χάνεται νερό από το φυτό λόγω της εξάτμισης του νερού από την επιφάνεια του φυτού. Πρώτον, το νερό απορροφάται από τη ρίζα και κινείται μέσα από τα τριχωτά κύτταρα της ρίζας μέσω της διαδικασίας της όσμωσης. Όταν το νερό εξατμίζεται από την επιφάνεια των φύλλων, η αλλαγή πίεσης τραβά τη στήλη του νερού προς τα πάνω για να αντικαταστήσει το χαμένο νερό. Υπάρχει μια συνεχής ροή νερού διαπνοής μέσω του φυτού.



<https://unsplash.com/s/photos/leaf>

<https://www.science-sparks.com/changing-colour-flowers-with-transpiration/>

4. Εξάτμιση νερού στα φύλλα

Η διαπνοή είναι η εκκένωση υδρατμών από τα φύλλα των φυτών στην ατμόσφαιρα. Είναι γνωστό ότι μια μεγάλη βελανιδιά μπορεί να διαπνεύσει 40.000 γαλόνια (151.000 λίτρα) ετησίως.

<https://eschooltoday.com/learn/transpiration/>

Όπως όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί, τα φυτά απαιτούν επίσης ένα απεκκριτικό σύστημα για να αποβάλλει το υπερβολικό νερό από το σώμα τους. Αυτή η διαδικασία αποβολής της περίσσειας νερού από το σώμα του φυτού είναι γνωστή ως διαπνοή. Γενικά είναι η εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια των φύλλων.

<https://byjus.com/biology/transpiration/>

Τα ανοίγματα των στομίων είναι απαραίτητα για την εισαγωγή διοξειδίου του άνθρακα στο εσωτερικό του φύλλου και για να επιτραπεί η διαφυγή του οξυγόνου κατά τη φωτοσύνθεση.

<https://www.britannica.com/science/transpiration>



<https://pixabay.com/images/search/leave/>

4. Μεταφορά νερού σε φύλλα

Μπορείτε να το
δοκιμάσετε μόνοι σας.

-11-



4. Εξάτμιση νερού στα φύλλα

Μπορείτε να το
δοκιμάσετε μόνοι σας.

-12-



5. Εργασία για μαθητές

Τι είδους σχέδια μπορούμε να κάνουμε για να χρησιμοποιήσουμε τη μεταφορά των φύλλων και την εξάτμιση του νερού πιο αποτελεσματικά στην καθημερινή ζωή; Σας περιμένω να το σκεφτείτε και να κάνετε ένα σχέδιο.

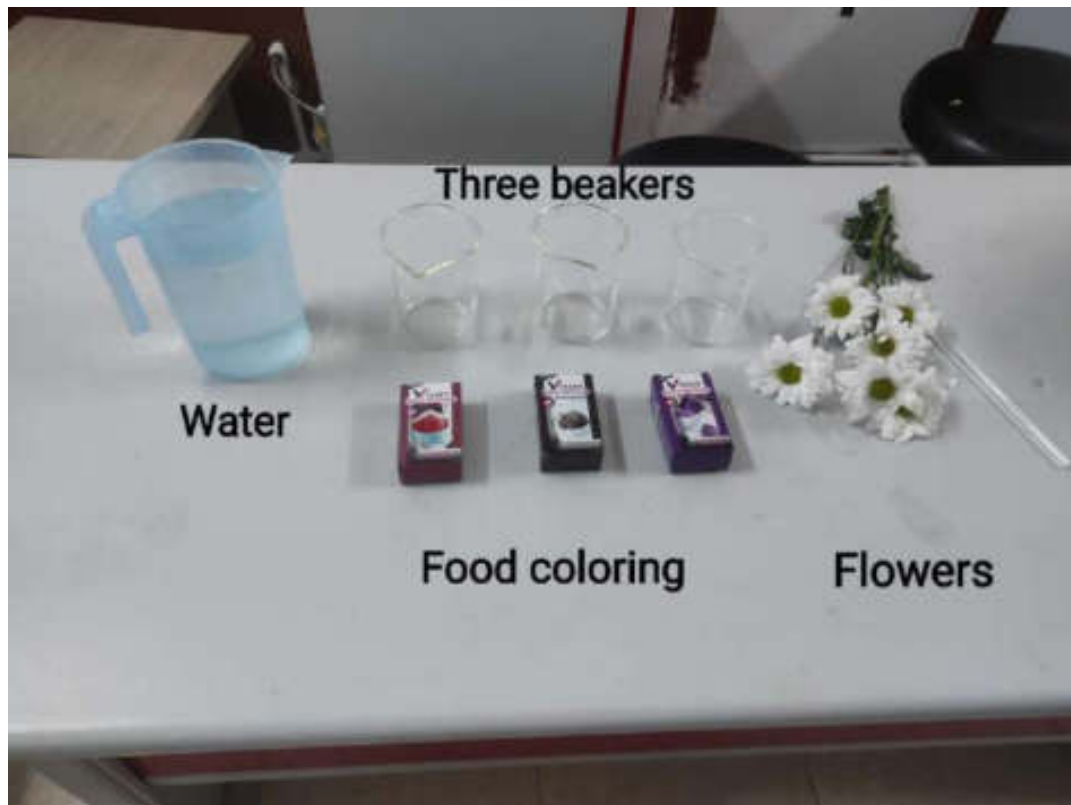
5. Εργασία για μαθητές

Μερικά εργαλεία που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε:



-14-

Για σχεδιασμό



Για σχεδιασμό



Αναφορές

- Boanares, D., Isaias, RRMS, de Sousa, HC, & Kozovits, AR (2018). Στρατηγικές πρόσληψης νερού από φύλλα με βάση τα ανατομικά χαρακτηριστικά. *Plant Biology*, 20(5), 848-856. <https://doi.org/10.1111/plb.12832>
- Guzmán-Delgado, P., Mason Earles, J., & Zwieniecki, MA (2018). Διερεύνηση του φυσιολογικού ρόλου της απορρόφησης νερού μέσω της επιφάνειας των φύλλων από την άποψη της κινητικής επανυδάτωσης. *Plant, cell & περιβάλλον*, 41(8), 1886-1894. <https://doi.org/10.1111/pce.13327>
- Κατηφόρη, Ε. (2018). Το δίκτυο μεταφοράς ενός φύλλου, *Comptes Rendus Physique*, 19(4), 244-252. <https://doi.org/10.1016/j.crhy.2018.10.007>
- <https://kids.britannica.com/kids/article/leaf/433080>
- <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/leaf>
- <https://www.merriam-webster.com/dictionary/leaf>
- <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/leaf>
- <https://pixabay.com/images/search/leave>
- <https://pixabay.com/images/search/structure%20of%20leaves/>
- <https://eschooltoday.com/learn/leaf-structure/>
- <https://www.nagwa.com/en/presentations/638126046213/>
- <https://www.pexels.com/search/leaves%20absorb%20water>
- <https://www.britannica.com/video/73123/Plants-osmosis-roots-water-transpiration-leaves-moisture>
- <https://www.science-sparks.com/changing-colour-flowers-with-transpiration/>
- <https://www.stem.org.uk/rx34bv>
- <https://eschooltoday.com/learn/transpiration/>
- <https://byjus.com/biology/transpiration/>
- <https://www.britannica.com/science/transpiration>
- <https://pixabay.com/images/search/leave/>
- <https://unsplash.com/s/photos/Structure-of-leaves>
- <https://unsplash.com/s/photos/Leaves-absorb-water>
- <https://unsplash.com/s/photos/leaf>



Μάθετε STEM

Καινοτόμο μοντέλο
μάθησης STEM
στη δευτεροβάθμια
εκπαίδευση

ERASMUS+ KA220
Συνεργασίες Συνεργασίας στη
Σχολική Εκπαίδευση

Αριθμός αναφοράς :
2022-1-TR01-KA220-SCH-000087583

Διάρκεια :
31.12.2022 έως 30.12.2024 (24 μήνες)



LearnSTEM

Καινοτόμο μοντέλο μάθησης STEM
στα σχολεία της δευτεροβάθμιας
εκπαίδευσης

Μαθησιακή Ενότητα :
Σχεδιάστε ένα ηλιακό πάνελ

Θέμα III: Φύση

Κέντρο Επιστήμης & Τέχνης Yusuf Demir

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



Περιεχόμενα

1. Τι είναι η ηλιακή ενέργεια;
2. Πώς λειτουργούν τα ηλιακά πάνελ;
3. Πώς χρησιμοποιείται η ηλιακή ενέργεια;
4. Μπορούν τα ηλιακά πάνελ να σχεδιαστούν διαφορετικά;
5. Εργασία για μαθητές.

1. Τι είναι η ηλιακή ενέργεια;

«Ηλιακή ενέργεια είναι η ακτινοβολία από τον Ήλιο που είναι ικανή να παράγει θερμότητα, να προκαλεί χημικές αντιδράσεις ή να παράγει ηλεκτρισμό».

(Britannica - <https://www.britannica.com/science/solar-energy>)

«Ηλιακή ενέργεια είναι κάθε είδος ενέργειας που παράγεται από τον ήλιο. Η ηλιακή ενέργεια δημιουργείται από πυρηνική σύντηξη που πραγματοποιείται στον ήλιο».

(National Geographic - <https://education.nationalgeographic.org/resource/solar-energy/>)

«Ενέργεια που χρησιμοποιεί τη δύναμη του ήλιου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας».

(Λεξικό Cambridge - <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/solar-energy>)

2. Πώς λειτουργούν τα ηλιακά πάνελ;

Η ποσότητα του ηλιακού φωτός που χτυπά την επιφάνεια της Γης σε 1,5 ώρα μπορεί να καλύψει ολόκληρη την κατανάλωση ενέργειας της Γης για ένα χρόνο. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι το φως που εκπέμπεται από τον ήλιο και είναι γνωστή ως ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει σε οποιοδήποτε σημείο στην επιφάνεια της Γης ποικίλλει. Οι ηλιακές τεχνολογίες συλλαμβάνουν αυτή την ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε χρήσιμη ενέργεια (Γραφείο Ενεργειακής Απόδοσης και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας- <https://www.energy.gov/eere/solar/how-does-solar-work>).

2. Πώς λειτουργούν τα ηλιακά πάνελ;

Οι ηλιακές τεχνολογίες μπορούν να μετατρέψουν ηλιακό φως σε ηλεκτρισμό
διά μέσου δυο μεθόδων.

(Γραφείο Ενεργειακής Απόδοσης και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας-<https://www.energy.gov/eere/solar/how-does-solar-work>)

Βασικά των Φωτοβολταϊκών

Είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος σε ηλιακούς συλλέκτες (PV).
Όταν ο ήλιος λάμπει στον πίνακα, η ενέργεια από το ηλιακό φως
απορροφάται από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία του πίνακα. Αυτή η ενέργεια
δημιουργεί ηλεκτρικά φορτία που κινούνται ως απόκριση στο ηλεκτρικό πεδίο
στο στοιχείο και προκαλούν τη ροή του ηλεκτρισμού.

-5-

2. Πώς λειτουργούν τα ηλιακά πάνελ

Οι ηλιακές τεχνολογίες μπορούν να μετατρέψουν ηλιακό φως σε ηλεκτρισμό διά μέσου δυο μεθόδων.

(Γραφείο Ενεργειακής Απόδοσης και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας-<https://www.energy.gov/eere/solar/how-does-solar-work>)

Βασικά στοιχεία συγκέντρωσης ηλιακής-θερμικής ενέργειας (CSP)

Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν καθρέφτες για να αντανακλούν και να συγκεντρώνουν το ηλιακό φως σε δέκτες που το συλλέγουν και το μετατρέπουν σε θερμότητα. Αυτό μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή να αποθηκευτεί για μελλοντική χρήση. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε πολύ μεγάλους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

3. Πώς χρησιμοποιείται η ηλιακή ενέργεια;

MBSS που χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία
πρατηρίου καυσίμων (Βουδαπέστη, Ουγγαρία)



-7-



Almadhhachi, M., Seres, I., & Farkas, I. (2022). Σημασία ηλιακών δέντρων: Διαμόρφωση, λειτουργία, τύποι και εμπορευματοποίηση τεχνολογίας. *Energy Reports* , 8 , 6729-6743.



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



3. Πώς χρησιμοποιείται η ηλιακή ενέργεια;

Σούπερ δέντρο (Σιγκαπούρη)



Almadhhachi, M., Seres, I., & Farkas, I. (2022). Σημασία ηλιακών δέντρων: Διαμόρφωση, λειτουργία, τύποι και εμπορευματοποίηση τεχνολογίας. Ενεργειακές Εκθέσεις, 8 , 6729-6743.

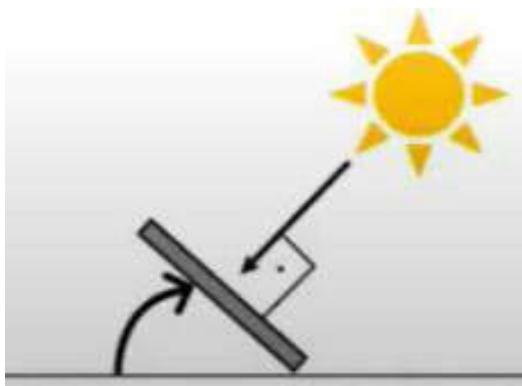
4. Μπορούν τα ηλιακά πάνελ να σχεδιαστούν διαφορετικά;

Ο ήλιος χρησιμοποιείται ευρέως ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας σε όλο τον κόσμο. Χάρη σε ηλιακούς συλλέκτες με διαφορετικά χαρακτηριστικά, η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια και καλύπτεται σημαντικό ποσό ενεργειακών αναγκών.

-9-

4. Μπορούν τα ηλιακά πάνελ να σχεδιαστούν διαφορετικά;

Η θέση και η γωνία των ηλιακών πλαισίων επηρεάζουν την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που θα ληφθεί από τις ακτίνες του ήλιου. Η γωνία κλίσης των ηλιακών συλλεκτών για διαφορετικές εποχές του έτους σε διαφορετικές περιοχές μπορεί να επηρεάσει την ενεργειακή απόδοση (TangandWu, 2004; Bakirci, 2012; Roux, 2016; MelhemandShaker, 2023). Η πτώση των ακτίνων του ήλιου στο ηλιακό πάνελ σε ορθή γωνία αυξάνει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Dal, 2021).

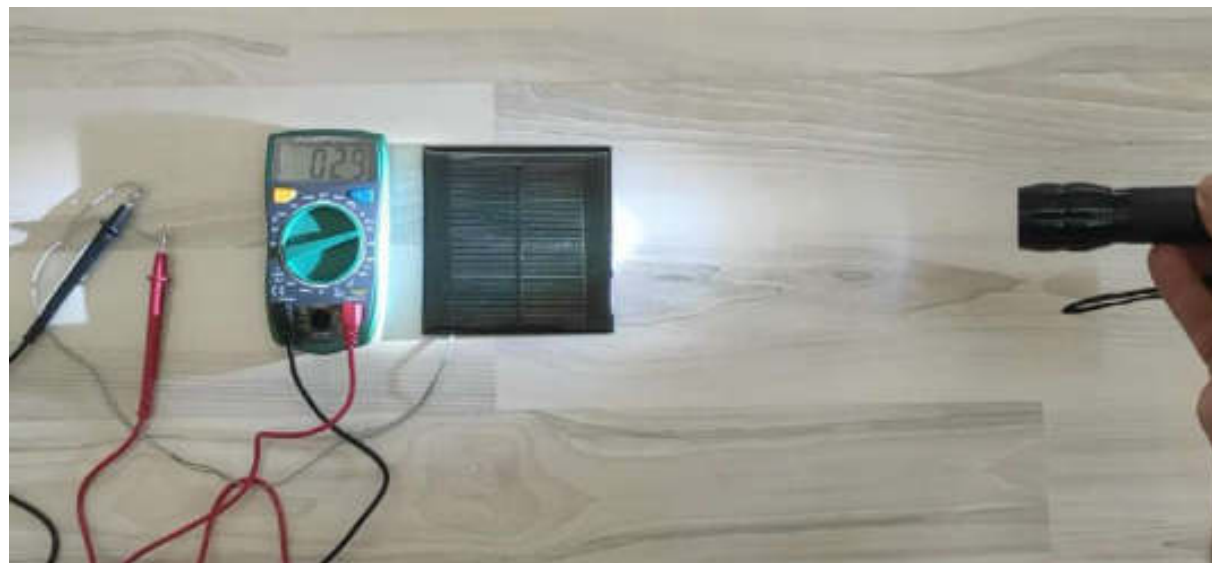


Κατάσταση των ακτίνων του ήλιου κάθετα στο πάνελ (Dal, 2021)

4. Μπορούν τα ηλιακά πάνελ να σχεδιαστούν διαφορετικά;

Μπορείτε να το δοκιμάσετε μόνοι σας.

-11-



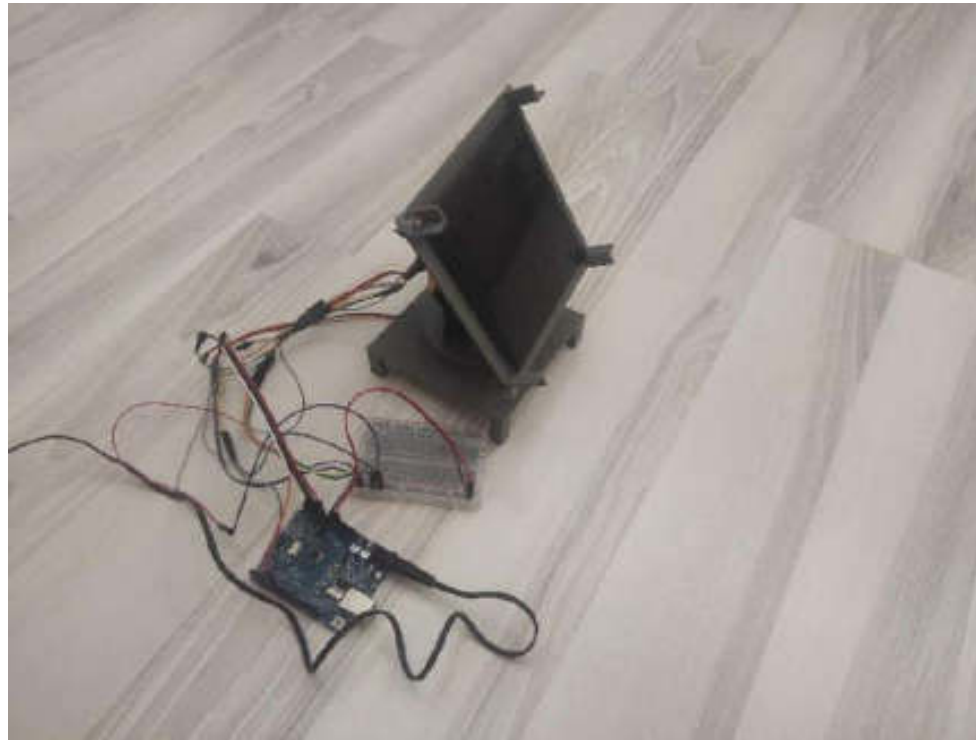
4. Μπορούν τα ηλιακά πάνελ να σχεδιαστούν διαφορετικά;

Η γωνία πρόσπτωσης των ακτινών του ήλιου στα ηλιακά πάνελ διαφέρει σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα σε διαφορετικά μέρη του κόσμου. Ταυτόχρονα, οι ακτίνες του ήλιου που πέφτουν στα ηλιακά πάνελ αλλάζουν ανάλογα με τις διαφορετικές τοποθετήσεις του έτους και τις διαφορετικές εποχές. Αυτή η κατάσταση επηρεάζει την απόδοση της ηλεκτρικής ενέργειας που λαμβάνεται από τα ηλιακά πάνελ. Είναι δυνατό να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση αλλάζοντας τη γωνία των ηλιακών συλλεκτών ανάλογα με τη θέση του ήλιου.

-12-

4. Μπορούν τα ηλιακά πάνελ να σχεδιαστούν διαφορετικά;

Σήμερα γίνονται διάφορα σχέδια προκειμένου να αξιοποιηθεί στο μέγιστο η ηλιακή ενέργεια.



-13-

5. Εργασία για μαθητές

Τι είδους σχέδια μπορούμε να κάνουμε για να χρησιμοποιούμε τους ηλιακούς συλλέκτες πιο αποτελεσματικά στην καθημερινή ζωή;
Σας περιμένω να το σκεφτείτε και να κάνετε ένα σχέδιο.

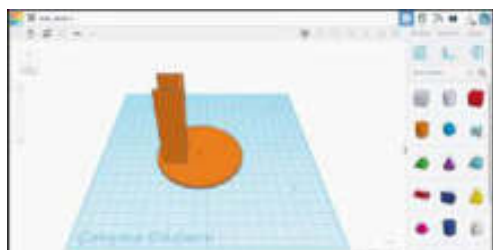
5. Εργασία για μαθητές

Μερικά εργαλεία που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε:

-15-

Για σχεδιασμό

Για ηλεκτρονικά



Πρόγραμμα
σχεδίασης 3D



τρισδιάστατος
εκτυπωτής

ή



κόντρα
πλακέ



χαρτόνι



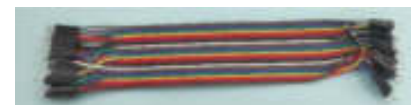
πιστόλι
πυριτίου



Σερβοκινητήρας



Αισθητήρας φωτός



Καλώδιο
βραχυκυκλωτήρα



Αντίσταση



Βολτόμετρο



Arduino Uno



Κολλητήριο

Αναφορές



Almadhhachi, M. , Seres, I., & Farkas, I. , (2022). Σημασία ηλιακών δέντρων: Διαμόρφωση, λειτουργία, τύποι και εμπορευματοποίηση τεχνολογίας. *Ενεργειακές Εκθέσεις*, 8, 6729-6743.

Bakirci, K. (2012). Γενικά μοντέλα για βέλτιστες γωνίες κλίσης ηλιακών συλλεκτών: Μελέτη περίπτωσης Τουρκίας. *Ανανεώσιμες και βιώσιμες πηγές ενέργειας* , 16(2012), 6149-6159. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.07.009>

Dal, AR (2021). Güneş enerji panellerindeki optimum eğim açısının verime etkisinin incelenmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 241-250. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.878795>

LeRoux, WG (2016). Βέλτιστες γωνίες κλίσης και αζιμουθίου για σταθερούς ηλιακούς συλλέκτες στη Νότια Αφρική με χρήση δεδομένων μέτρησης. *Ανανεώσιμη ενέργεια*, 96, 603-612. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.05.003>

Melhem, R., & Shaker, Y. (2023). Βέλτιστη γωνία κλίσης και ηλιακή ακτινοβολία φωτοβολταϊκών μονάδων για χώρες του συμβουλίου συνεργασίας του Κόλπου. *International Journal of Energy Research*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/8381696>

Tang, R. & Wu, T. (2004). Βέλτιστες γωνίες κλίσης για ηλιακούς συλλέκτες που χρησιμοποιούνται στην Κίνα. *Εφαρμοσμένη ενέργεια*, 79 (2004), 239-248.

<https://www.britannica.com/science/solar-energy>

<https://education.nationalgeographic.org/resource/solar-energy/>

<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/solar-energy>

<https://www.energy.gov/eere/solar/how-does-solar-work>