

Μάθημα: Βιολογικοί Πόροι και Βιο-προϊόντα

Δρ. Γιώργος Μάρκου, ΕΛΓΟ – Δήμητρα

gmarkou@itap.com.gr



Ελληνικό Γεωργικός Οργανισμός – Δήμητρα

Έλεγχος
Εκπαίδευση
Έρευνα

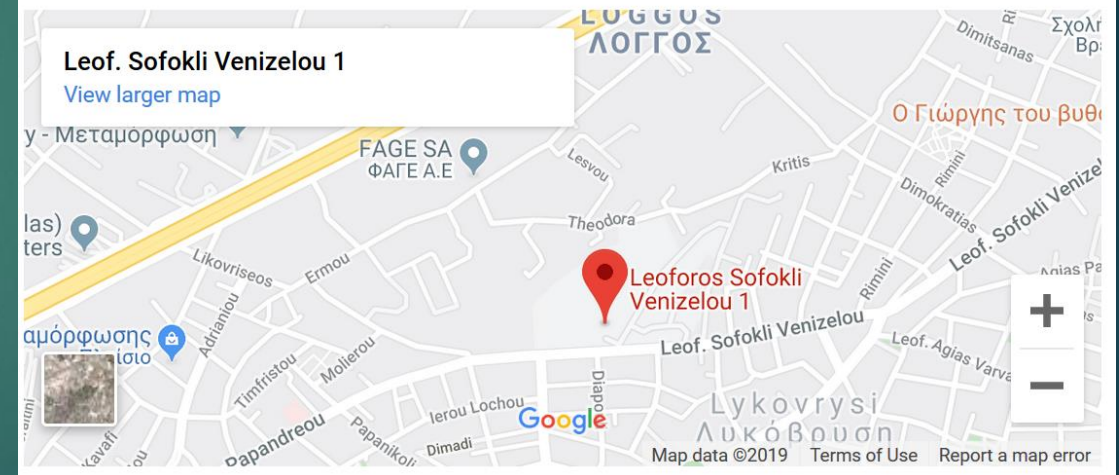


ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ – ΙΤΑΠ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ:

- 1) ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ
- 2) ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ
- 3) ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗΣ
- 4) ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ
- 5) ΜΟΡΙΑΚΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
- 6) ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ
- 7) ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΡΟΥΤΩΝ & ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ
- 8) ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ
- 9) ΕΔΩΔΙΜΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ

Βρείτε μας στον χάρτη:



Διαλέξεις:

- 1) Βιολογικοί πόροι - Εισαγωγή. Πρωτογενείς βιολογικοί πόροι
- 2) Βιολογικοί πόροι - Αξιοποίηση παραπροϊόντων, υπολειμμάτων και αποβλήτων
- 3) Βασικές τεχνολογίες επεξεργασίας και προετοιμασίας πρώτης ύλης
- 4) Βασικές τεχνολογίες μετατροπής βιομάζας σε βιοκαύσιμα

Βιοοικονομία (ή πράσινη οικονομία) είναι η οικονομική δραστηριότητα που στηρίζεται σε φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα και υπηρεσίες.

Βασίζεται στη μετατροπή της βιομάζας σε ένα ευρύ φάσμα προϊόντων που περιλαμβάνουν από **τρόφιμα** και **φάρμακα** έως **βιομηχανικά προϊόντα** και **ενέργεια**.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.), η Βιοοικονομία αναφέρεται στη **βιώσιμη και κυκλική διαχείριση φυσικών και βιολογικών πόρων** και αφορά τομείς όπως αγροτοβιομηχανία, **ιχθυοκαλλιέργειες**, **τρόφιμα**, **υφαντουργία**, **ειδικά χημικά υλικά**, **φάρμακα**, **βιοενέργεια**, **διαχείριση αποβλήτων** κλπ.

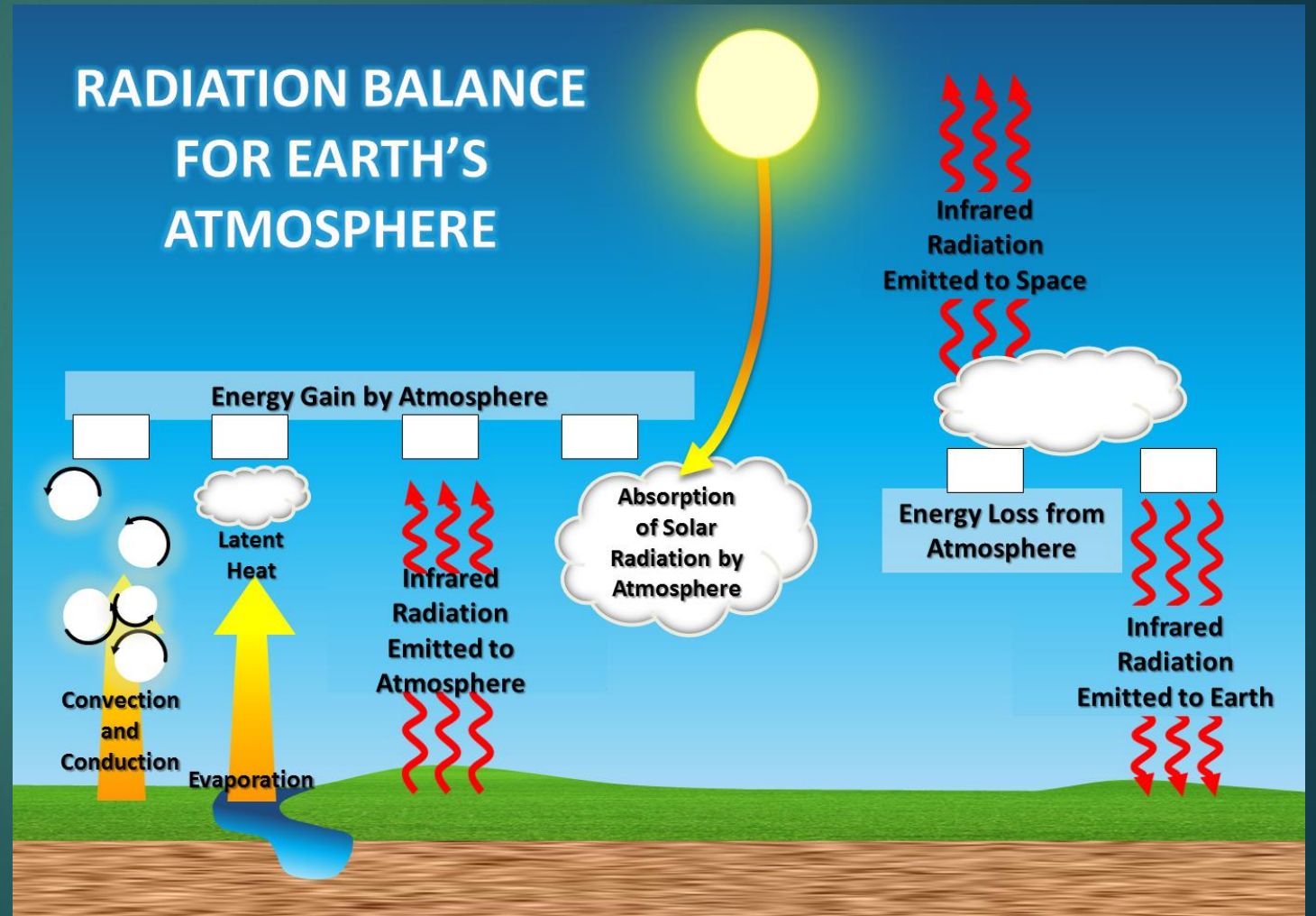
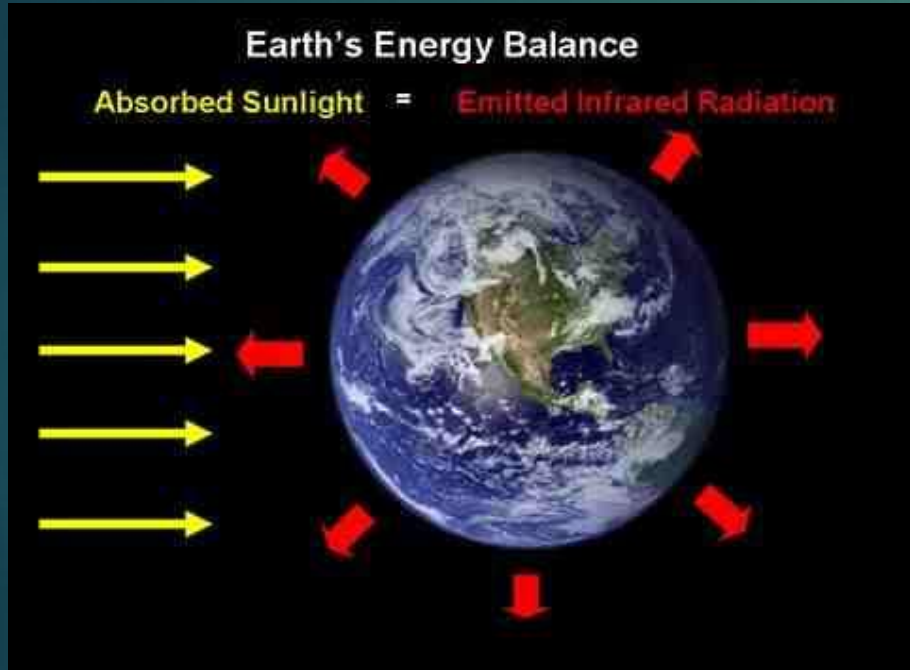


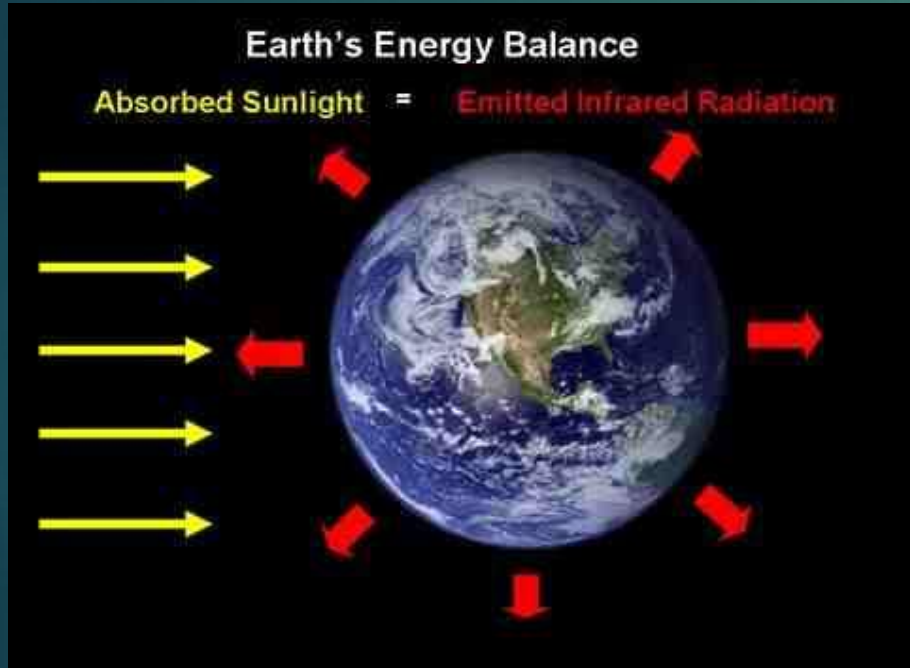
Βιολογικοί πόροι:

ανανεώσιμη βιολογική ύλη (βιομάζα) που προέρχεται πρωτογενώς ή δευτερογενώς από την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας μέσω της φωτοσύνθεσης.

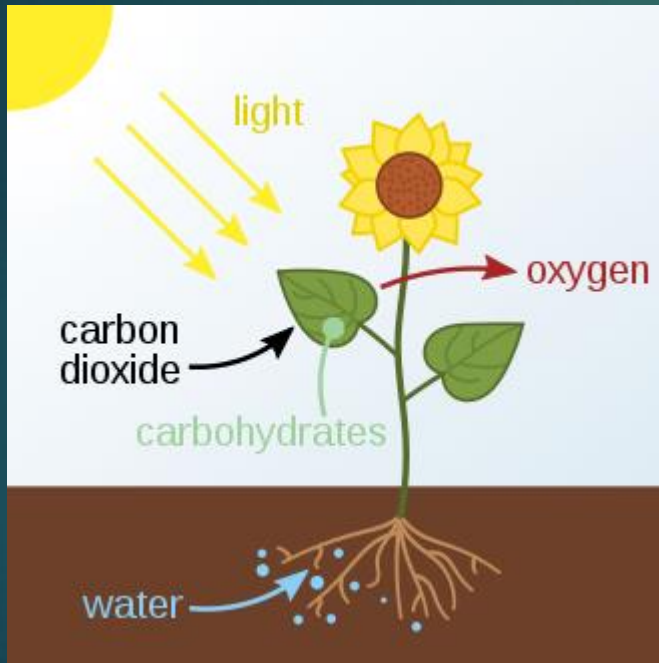
Με τον όρο “βιολογικοί πόροι” εννοούμε την προσφάτως παραγμένη βιομάζα και ως εκ τούτου εξαιρούμε την ορυκτή οργανική ύλη (π.χ. υδρογονάνθρακες, λιγνίτης, τύρφη κλπ.).
=>> CO₂







Φωτοσύνθεση

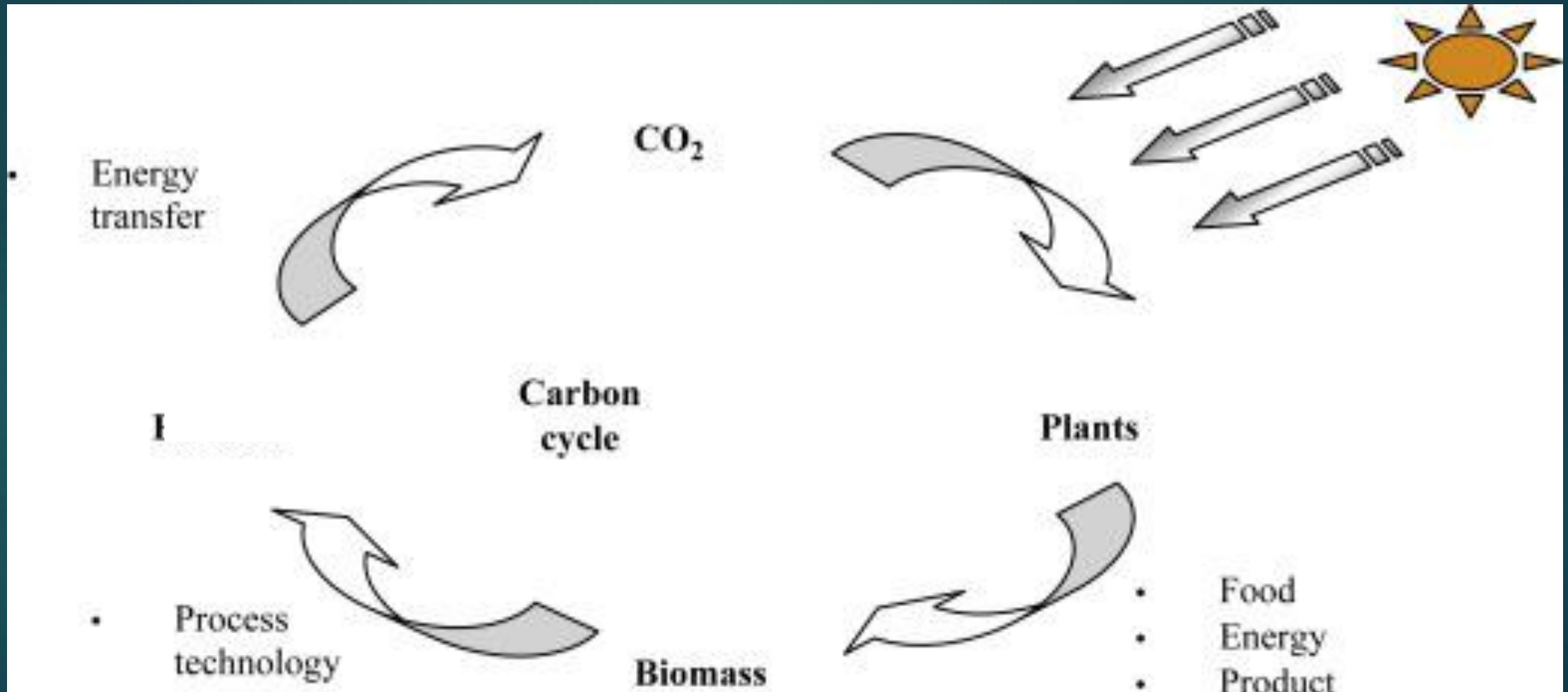


Η κύρια διεργασία με την οποία παράγονται άμεσα ή έμμεσα οι βιολογικοί πόροι

Συναντάται στους φωτοσυνθετικούς αυτότροφους οργανισμούς

Είναι η κινητήριος διεργασία για την ύπαρξη ζωής

Κύκλος του άνθρακα

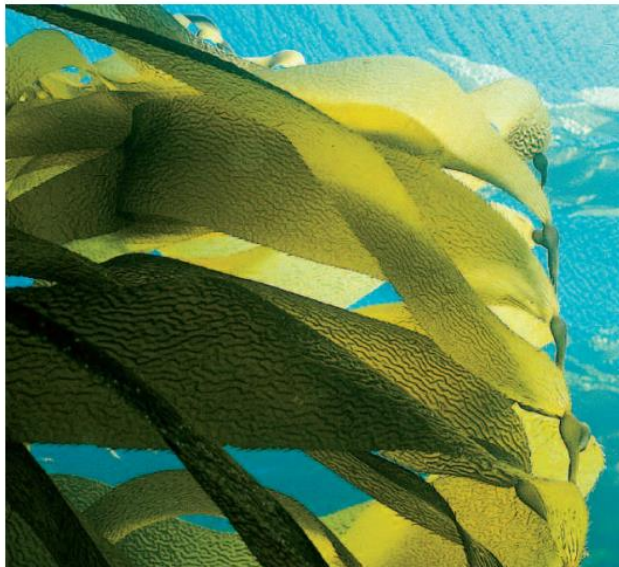


Φωτοσυνθετικοί οργανισμοί:

- Ανώτερα φυτά
- Φύκη
- Μικροφύκη/Κυανοβακτήρια
- Φωτοσυνθετικά βακτήρια



(α) Φυτά



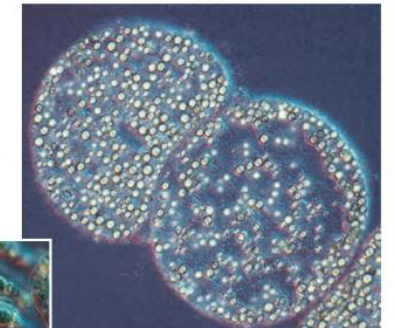
(β) Πολυκύτταρα φύκη



(γ) Μονοκύτταρα πρῶτισσα 10 μm

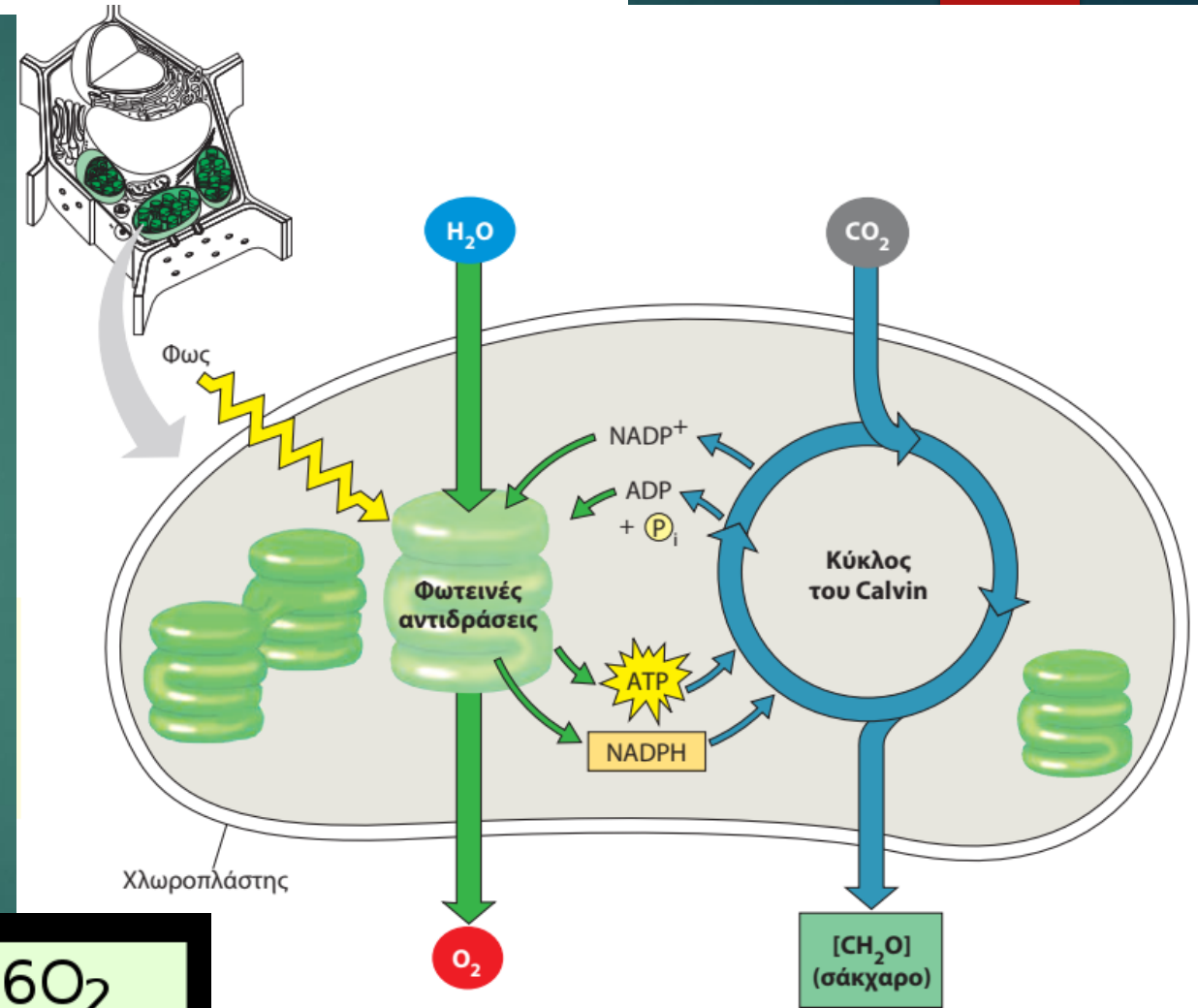
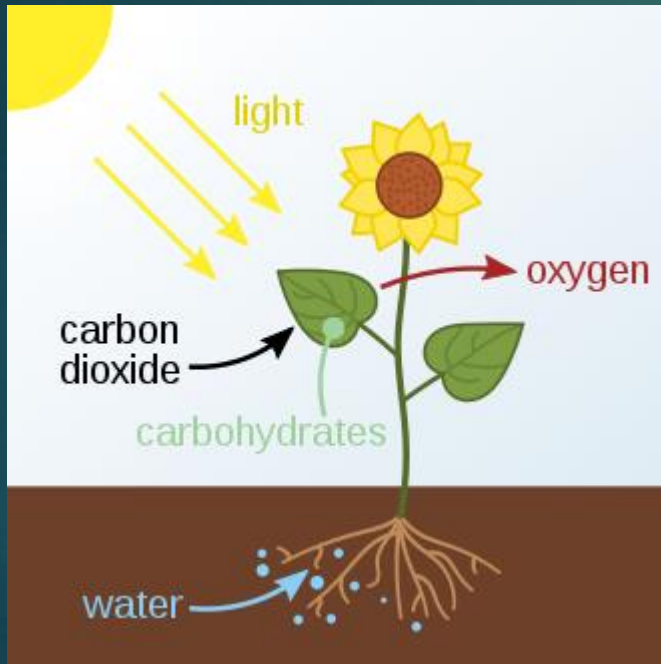


(δ) Κυανοβακτήρια 40 μm



(ε) Πορφυρά
θειοβακτήρια 1,5 μm

Φωτοσύνθεση



6CO_2
Carbon dioxide

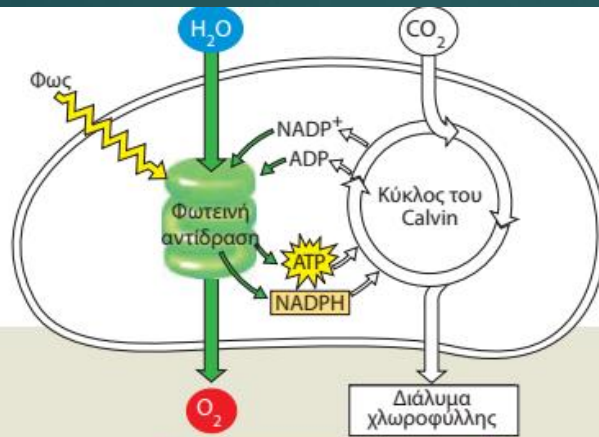
$6\text{H}_2\text{O}$
Water

Light

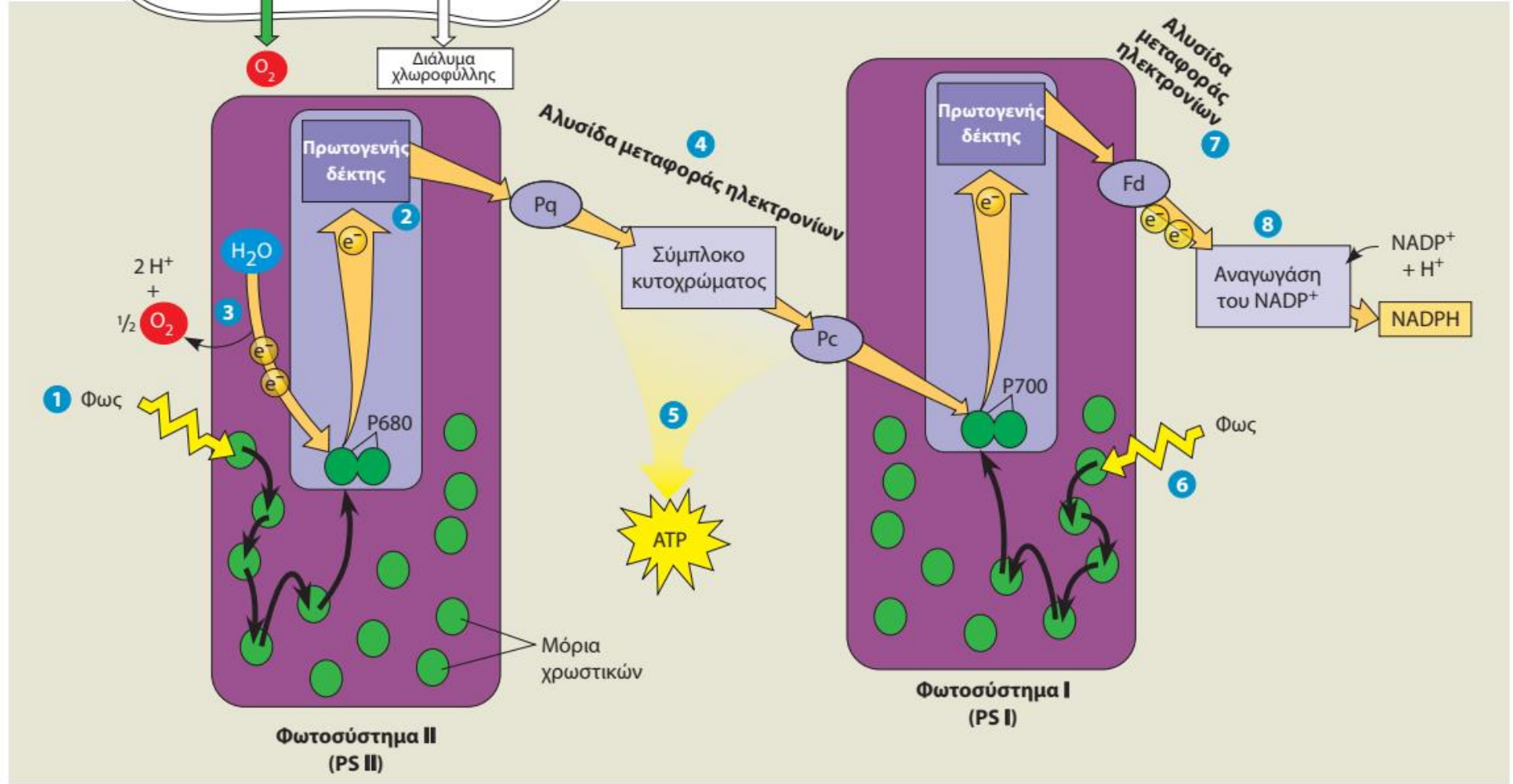
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
Sugar

6O_2
Oxygen

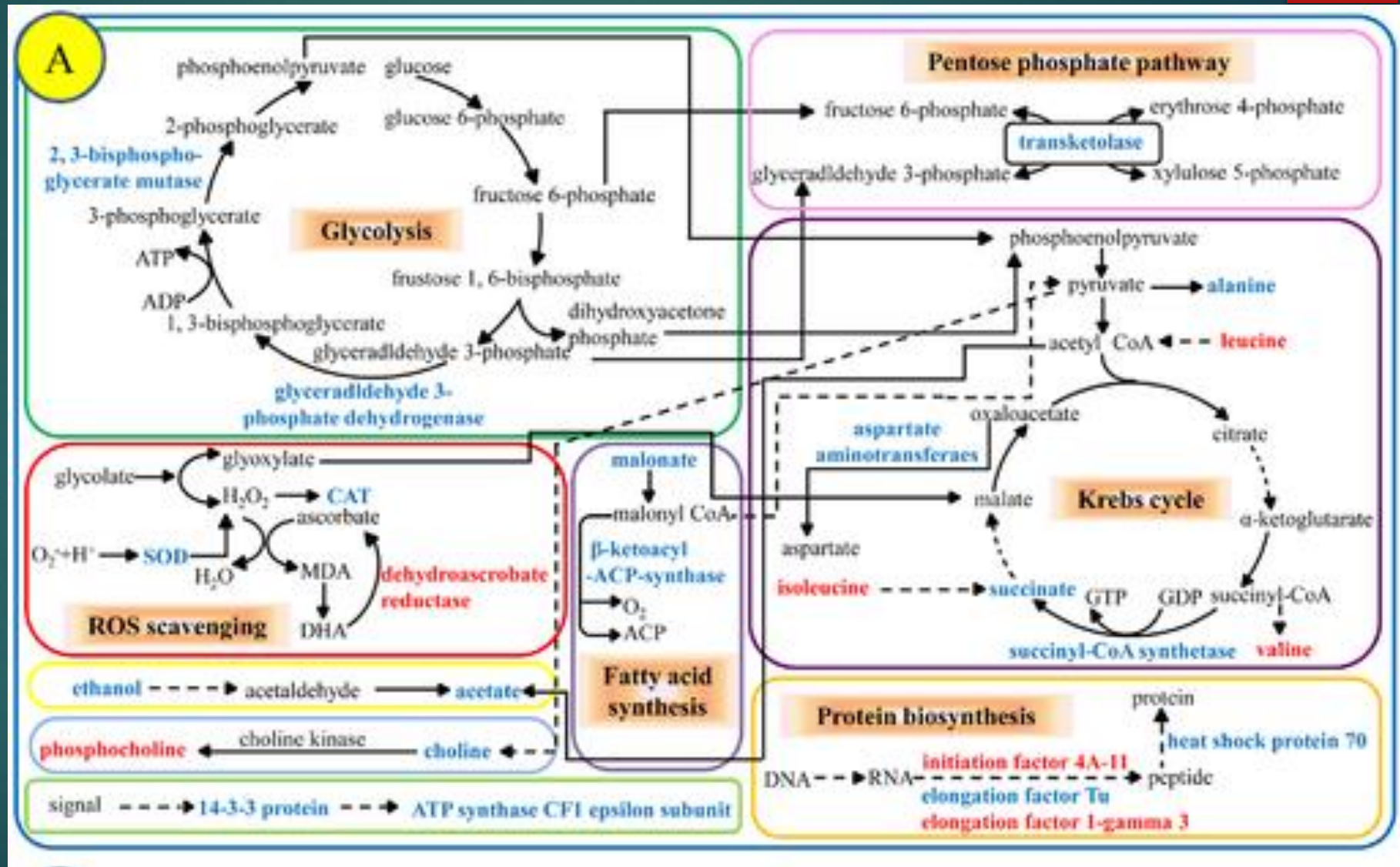
Φωτοσυνθετική συσκευή



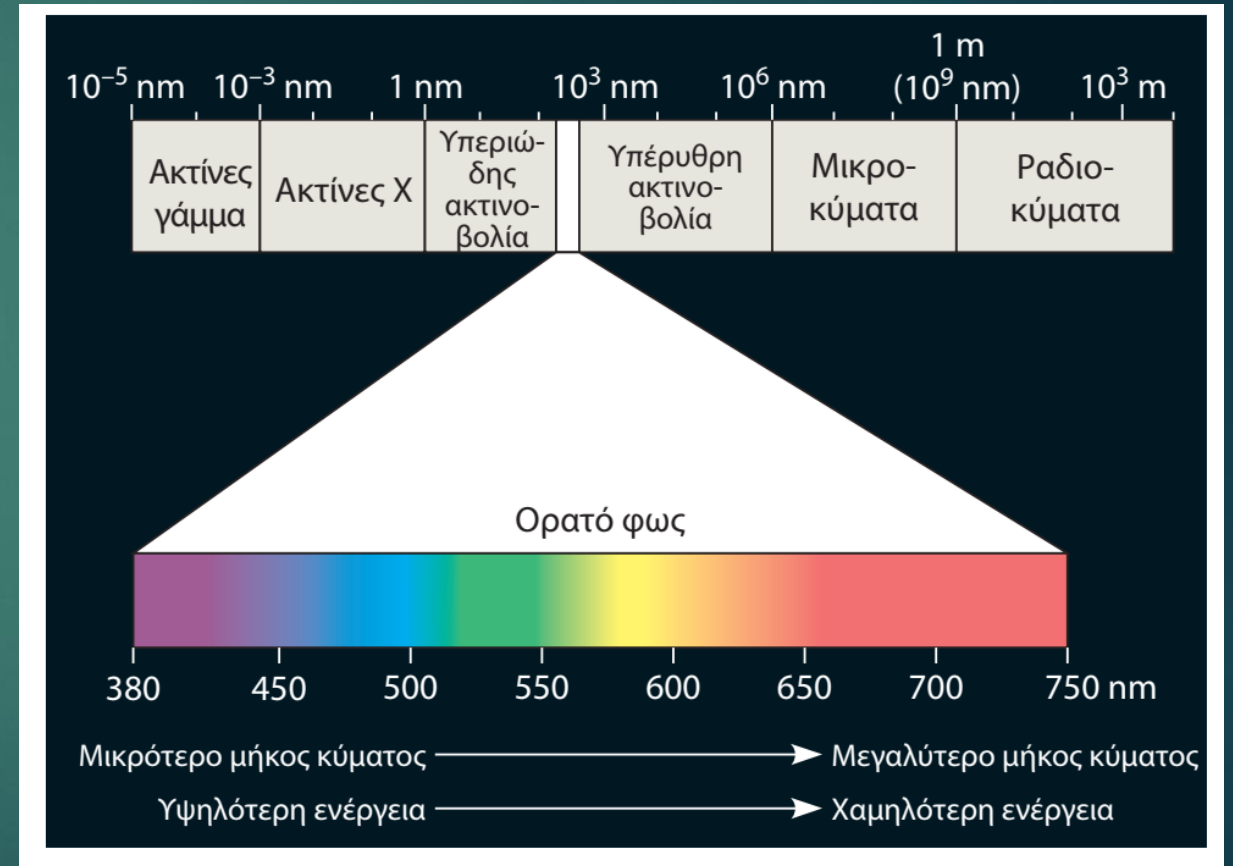
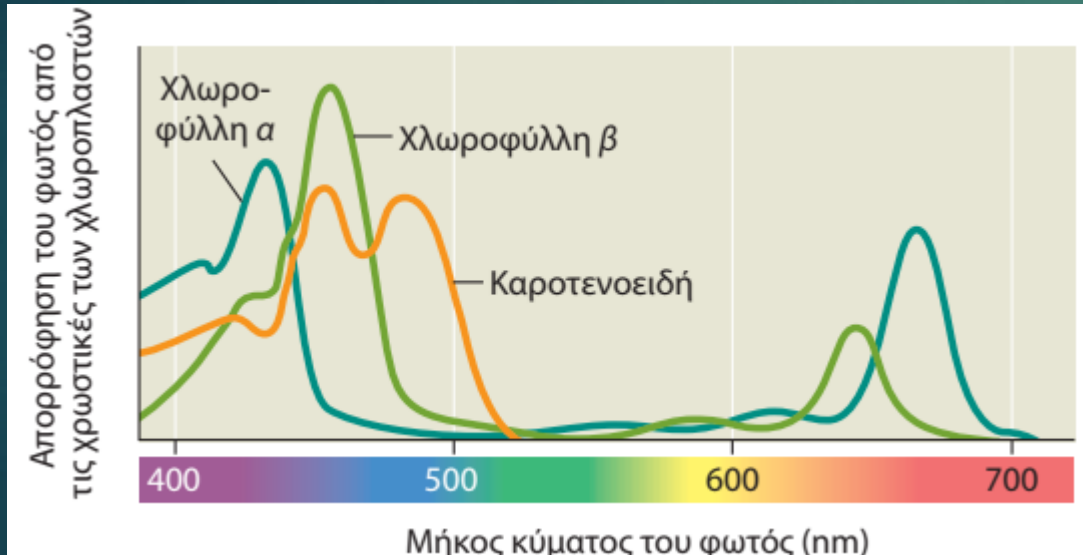
▼ **Εικόνα 10.13** Παραγωγή ATP και NADPH από τη γραμμική ροή ηλεκτρονίων κατά τις φωτεινές αντιδράσεις. Τα κίτρινα βέλη δείχνουν τη φωτοεπαγόμενη ροή ηλεκτρονίων από το νερό στο NADPH.



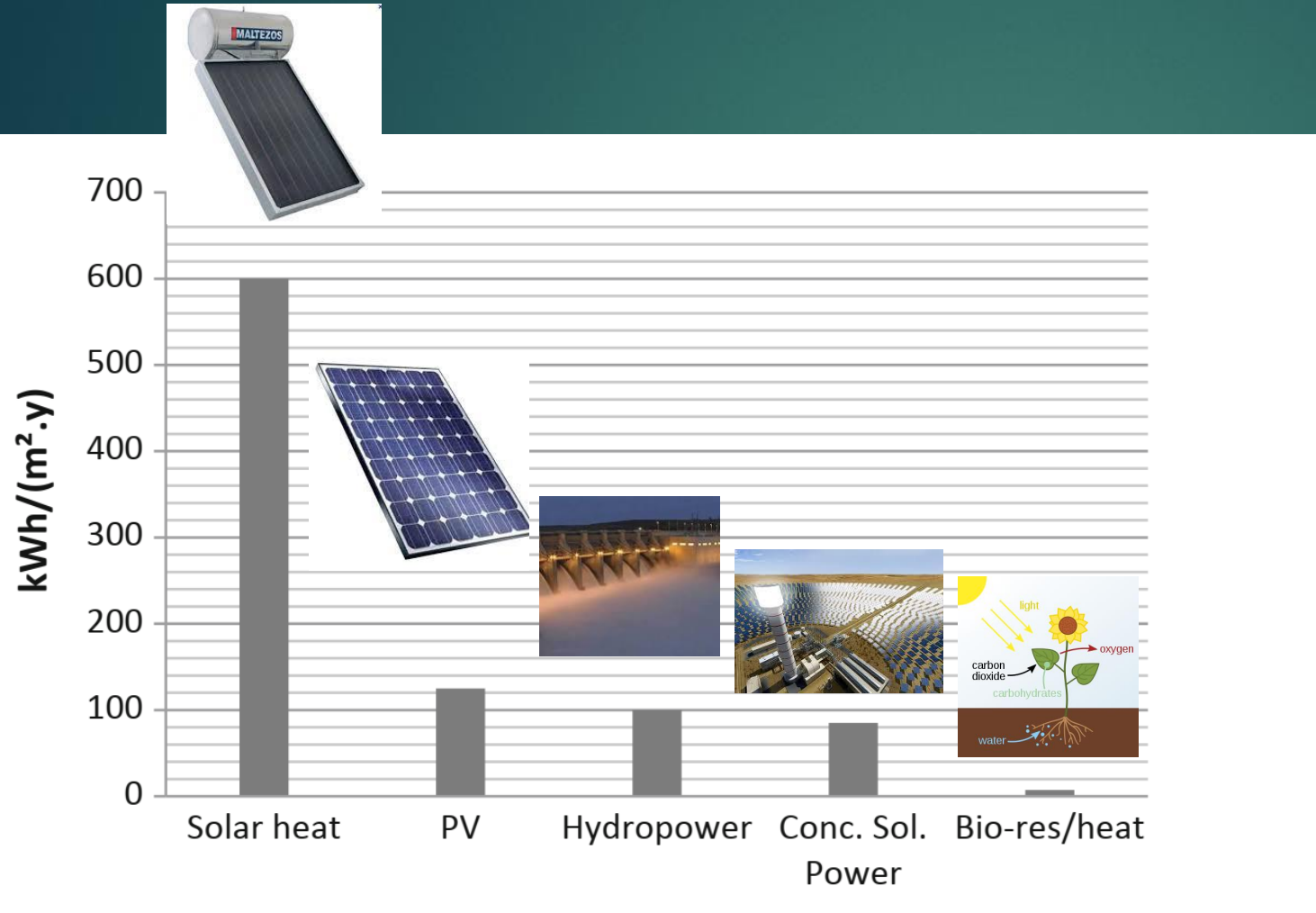
Μεταβολικά μονοπάτια



Φωτοσύνθεση



Ενεργειακή απόδοση ηλιακών συστημάτων



Η φωτοσύνθεση έχει την μικρότερη απόδοση (θεωρητικά περίπου 11%, πρακτικά 2-3%).

Απορρόφηση μόνο στο ορατό φάσμα

Αστάθεια των βιολογικών συστημάτων (διακύμανση θερμοκρασιών, ηλιακής έντασης, εχθροί και ασθένειες, διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων και νερού κλπ.).

Κύριες ομάδες οργανικών ουσιών των φωτοσυνθετικών οργανισμών

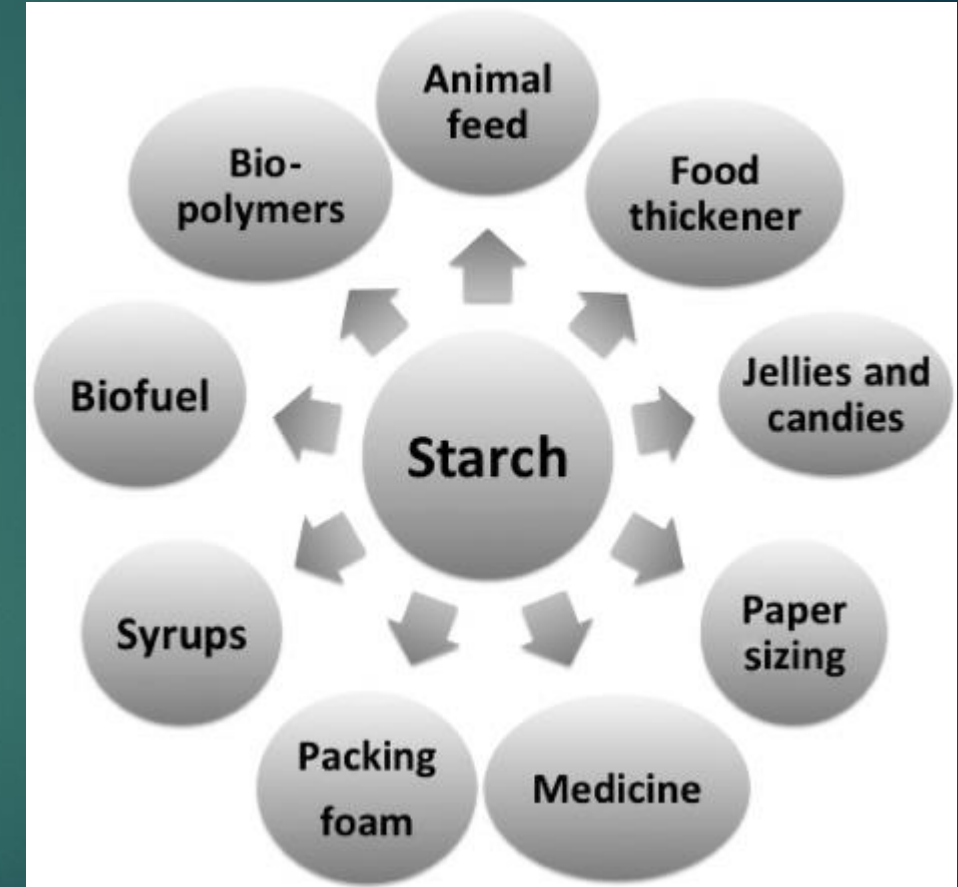
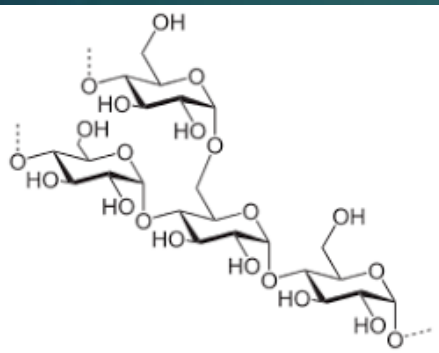
Άμυλο
Κυτταρίνη
Ημικυτταρίνη
Λιγνίνη
Πρωτεΐνες
Λιπίδια

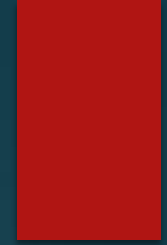
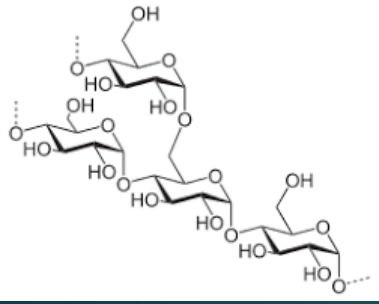


Άμυλο

Το άμυλο είναι ένας από τους σημαντικότερους πολυσακχαρίτες. Είναι πολυμερές γλυκόζης. Αποτελεί αποταμιευτικό πολυσακχαρίτη των φυτών.

Υδρολύεται σχετικά εύκολα για την παραλαβή σακχάρων και είναι πρώτη ύλη για πολλές διεργασίες και την παραγωγή πολλών (βιο)-προϊόντων.





Κυτταρίνη Ημικυτταρίνη Λιγνίνη

Η κυτταρίνη είναι η πιο άφθονη οργανική ουσία. Είναι δομικό στοιχείο των φυτικών κυττάρων και αποτελεί το 50% της φυτικής βιομάζας. Είναι πολυσακχαρίτης γλυκόζης με χαρακτηριστικό τον β-γλυκοζιτικό δεσμό.

Το σύμπλοκο μεταξύ κυτταρίνης, ημικυτταρίνης και λιγνίνης προσδίδει στους φυτικούς ιστούς μηχανικές ιδιότητες για να βαστάζουν το υπέργειο τμήμα τους και να είναι ανθεκτικοί στην επίδραση μηχανικών δυνάμεων του περιβάλλοντος.

Η λιγνίνη (=ξύλο) είναι πολύ ανθεκτική και δυσχεραίνει τις υδρολύσεις για την παραλαβή σακχάρων από λιγνοκυτταρινούχα φυτά.

Το ποσοστό της λιγνίνης εξαρτάται από το φυτό (δέντρα 15-35%, ποώδη και μη ξηλώδη φυτά 1-15%, φύκη και μικροφύκη 0%).



Πρωτεΐνες

Είναι πολυμερή αμινοξέων με σημαντική βιολογική σημασία.

20 βασικά αμινοξέα – αναγκαία η πρόσληψή τους μέσω της τροφής.

Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες: 20-40% (σόγια, λούπινο, το μπιζέλι, το ρεβίθι, τα κουκιά)

Μικροβιακή πρωτεΐνη (45-70%)

Η Ευρώπη έχει έλλειμα (περίπου 80%) σε πρωτεΐνες

Ελληνική ονομασία

Αλανίνη

Αργινίνη

Ασπαραγίνη

Ασπαραγινικό οξύ

Βαλίνη*

Γλουταμινικό οξύ

Γλουταμίνη

Γλυκίνη

Θρεονίνη*

Ισολευκίνη*

Διεθνής σύντμηση

Ala

Arg

Asn

Asp

Val

Glu

Gln

Gly

Thr

Ile

Ελληνική ονομασία

Ιστιδίνη

Κυστεΐνη

Λευκίνη*

Λυσίνη*

Μεθειονίνη*

Προλίνη

Σερίνη

Τρυπτοφάνη*

Τυροσίνη

Φαινυλαλανίνη*

Διεθνής σύντμηση

His

Cys

Leu

Lys

Met

Pro

Ser

Trp

Tyr

Phe

Λιπίδια

Είναι ενώσεις γλυκερόλης και λιπαρών οξέων.
Έχουν σημαντική βιολογική λειτουργία (ενέργεια, δομικά στοιχεία μεμβρανών και ιστών, συμμετοχή σε ορμόνες και βιταμίνες κλπ.).

Μεγάλη σημασία έχουν τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.

Είναι πρώτη ύλη για τρόφιμα, βιομηχανικά υλικά και βιοκαύσιμα.

Ελαιούχα φυτά: ελαιοκράμβη, ηλιανθος, αραβόσιτος κλπ).

Περιεκτικότητα 20-40%

Μικροβιακό λίπος (ζύμες, βακτήρια, μικροφύκη). Περιεκτικότητα 30-70%

Πρωτογενείς βιολογικοί πόροι: Πρωτογενής παραγωγή βιομάζας για συγκεκριμένη χρήση (αγροτικές δραστηριότητες για την παραγωγή τροφίμων/ζωοτροφών, βιοπροϊόντων ή βιοενέργειας).

Παραδείγματα : δημητριακά, πατάτες, δασική βιομάζα, ενεργειακές καλλιέργειες κλπ.

Δευτερογενείς βιολογικοί πόροι: Παραπροϊόντα, υπολείμματα ή απόβλητα κατά την επεξεργασία πρωτογενών βιολογικών πόρων. Παράγονται από τους πρωτογενείς βιολογικούς πόρους μετά από μηχανική, χημική, φυσική ή βιολογική επεξεργασία. Χαρακτηριστικό τους είναι οι μεγάλες ποσότητές τους. Παραδείγματα: άχυρο, φλοιοί φρούτων και καρπών, κλαδέματα κλπ.

Τριτογενείς βιολογικοί πόροι: υπολείμματα ή απόβλητα κατά την επεξεργασία πρωτογενών βιολογικών πόρων. Χαρακτηριστικό τους είναι οι μικρές ποσότητές τους ή χαμηλή τους ποιότητα. Παραδείγματα: υπολείμματα εστιατορίων, υπολείμματα από εργασίας πρασίνου (φύλλα, γκαζόν κλπ).

Τεταρτογενείς βιολογικοί πόροι: βιολογικά προϊόντα που έχουν χρησιμοποιηθεί.
Παραδείγματα: έπιπλα, χαρτόκουτα, ζωικές κοπριές κλπ.

Πρωτογενείς βιολογικοί πόροι

Δασική δενδρώδης βιομάζα



Γεωργική φυτική βιομάζα



Υδρόβια βιομάζα



Δασική βιομάζα



Δάσος ονομάζεται ένα πολύπλοκο οικοσύστημα αποτελούμενο κυρίως από **φυτά με ξυλώδη κορμό** σε σχετικά μεγάλη πυκνότητα.

Τα δάση καλύπτουν περίπου το 30% της επιφάνειας του εδάφους της γης.

Δασική βιομάζα



Οικονομικά δάση - προσπορίζουν οικονομικά οφέλη στον άνθρωπο, όπως είναι η ξυλεία (τεχνική, καύσιμη), οι ξυλάνθρακες (κάρβουνα), οι καρποί των δασικών δέντρων, οι φλοιοί, που εκχυλίζονται και δίνουν δεψικές, φαρμακευτικές και αρωματικές ύλες, το ρετσίνι, που δίνει με κατεργασία το κολοφώνιο και το τερεβινθέλαιο (νέφτι) κλπ.

Προστατευτικά δάση - έχουν δημιουργηθεί πάνω από χωριά, πολιτείες ή πολύτιμες γαίες και έχουν σαν σκοπό την προστασία τους από τους χειμάρρους (κατεβασιές).

Κυνηγετικά και εξωραϊστικά δάση / πάρκα και εθνικοί δρυμοί - ικανοποιούν ψυχικές και πνευματικές ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου. Στην τελευταία κατηγορία ανήκουν τα εθνικά πάρκα και εθνικοί δρυμοί

Δρυς ή βελανιδιά (Oak)



Ζωοτροφές (καρπός)
Βυρσοδεψία (καρπός).

Υλικό στην οικοδομική,
ναυπήγησή, επιπλοποιία.
Βαρύ και σκληρό ξύλο.

Ξυλάνθρακες (biochar).

Οξιά (Fagus)



Ζωοτροφές (καρπός)

Υλικό στην επιπλοποιία.

Ξυλάνθρακες (biochar).

Έλατο (Abies)



Υλικά στην οικοδομική ή
επιπλοποιία εσωτερικών μόνο
χώρων

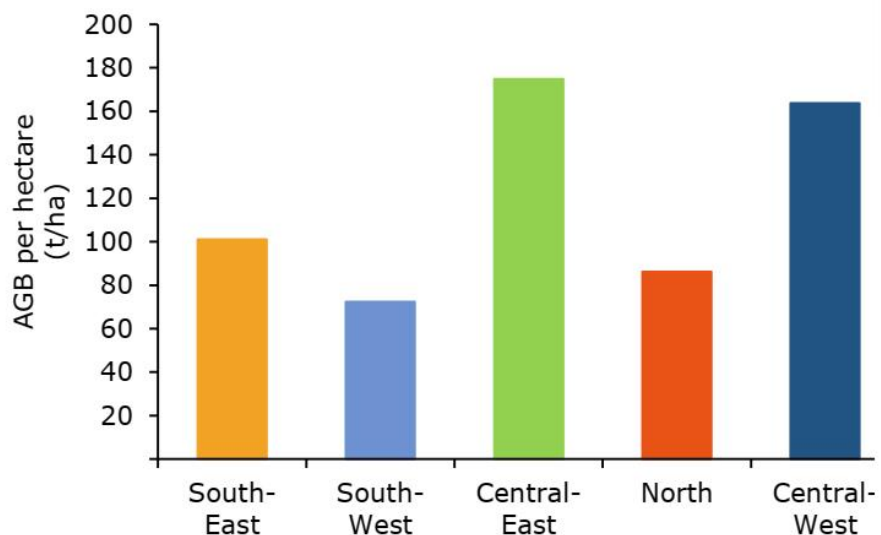
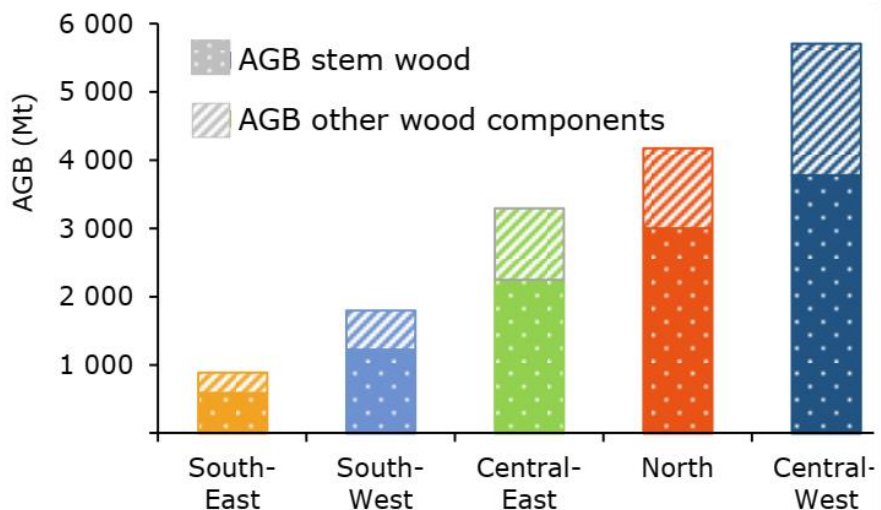
Πεύκο (Pinus)



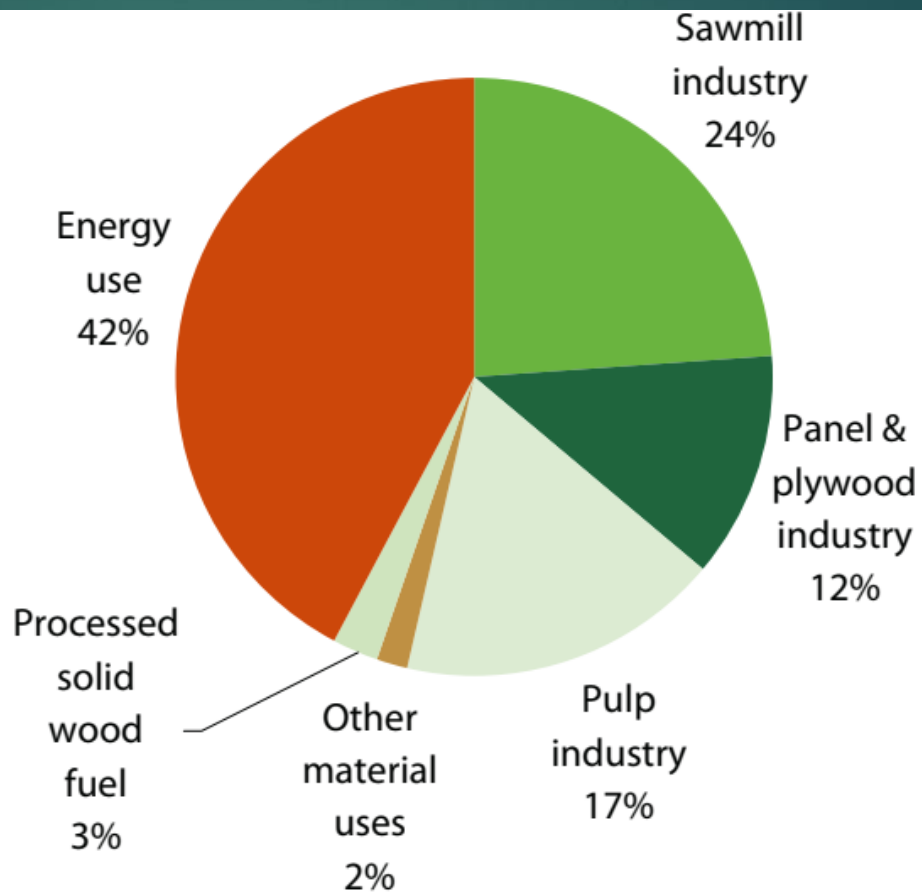


- Η έκταση με δασική κάλυψη ανήλθε για το 2015 σε 161 Μha, δηλαδή στο 38% με ρυθμό ανάπτυξης 0,26%. Από την έκταση αυτή το 84% είναι διαθέσιμο για ξυλεία.
- Η συνολική δασική δενδρώδης βιομάζα στην Ευρώπη είναι περίπου 18000 Mt.
- Η μέση ετήσια συλλογή ξυλείας ανέρχεται περίπου στα 225 Mt (περίπου 60% του ετήσιου δυναμικού)





Η Ελλάδα είναι φτωχή σε δάση, όπως άλλωστε και οι άλλες μεσογειακές χώρες Ιταλία και Ισπανία. Η Ελλάδα είναι καλυμμένη κατά 20% με δάση. Η δασική όμως παραγωγική επιφάνεια είναι ακόμη μικρότερη και μόλις φτάνει το 15% του συνόλου.



Source: EUwood, 2010



Χαρακτηριστικά της δασικής βιομάζας

Κυτταρίνη 40-50%

Ημικυτταρίνη 15-25%

Λιγνίνη 15-30%

Ανόργανα στοιχεία <2% (N, K, Mg, P, κλπ.)



Παγκόσμιοι στόχοι των Ηνωμένων Εθνών για τα δάση:

- **Πρώτος στόχος:** ανακοπή και αντιστροφή της τάσης απώλειας δασικών περιοχών σε παγκόσμιο επίπεδο μέσω της ανάπτυξης της βιώσιμης διαχείρισης δασών περιλαμβάνοντας την προστασία, την αποκατάσταση την εκδάσωση και αναδάσωση.
- **Δεύτερος Στόχος:** Ενδυνάμωση της βιοοικονομίας που βασίζεται στους δασικούς πόρους
- **Τρίτος στόχος:** Αύξηση των προστατευόμενων δασικών περιοχών και άλλων περιοχών με βιώσιμη διαχείριση, και αύξηση του ποσοστού χρήσης ξυλείας από περιοχές με βιώσιμη διαχείριση
- **Τέταρτος στόχος:** κινητοποίηση οικονομικών πόρων για την υλοποίηση της βιώσιμης διαχείρισης των δασών



Γεωργική φυτική βιομάζα

Κύρια αγροτικά προϊόντα:

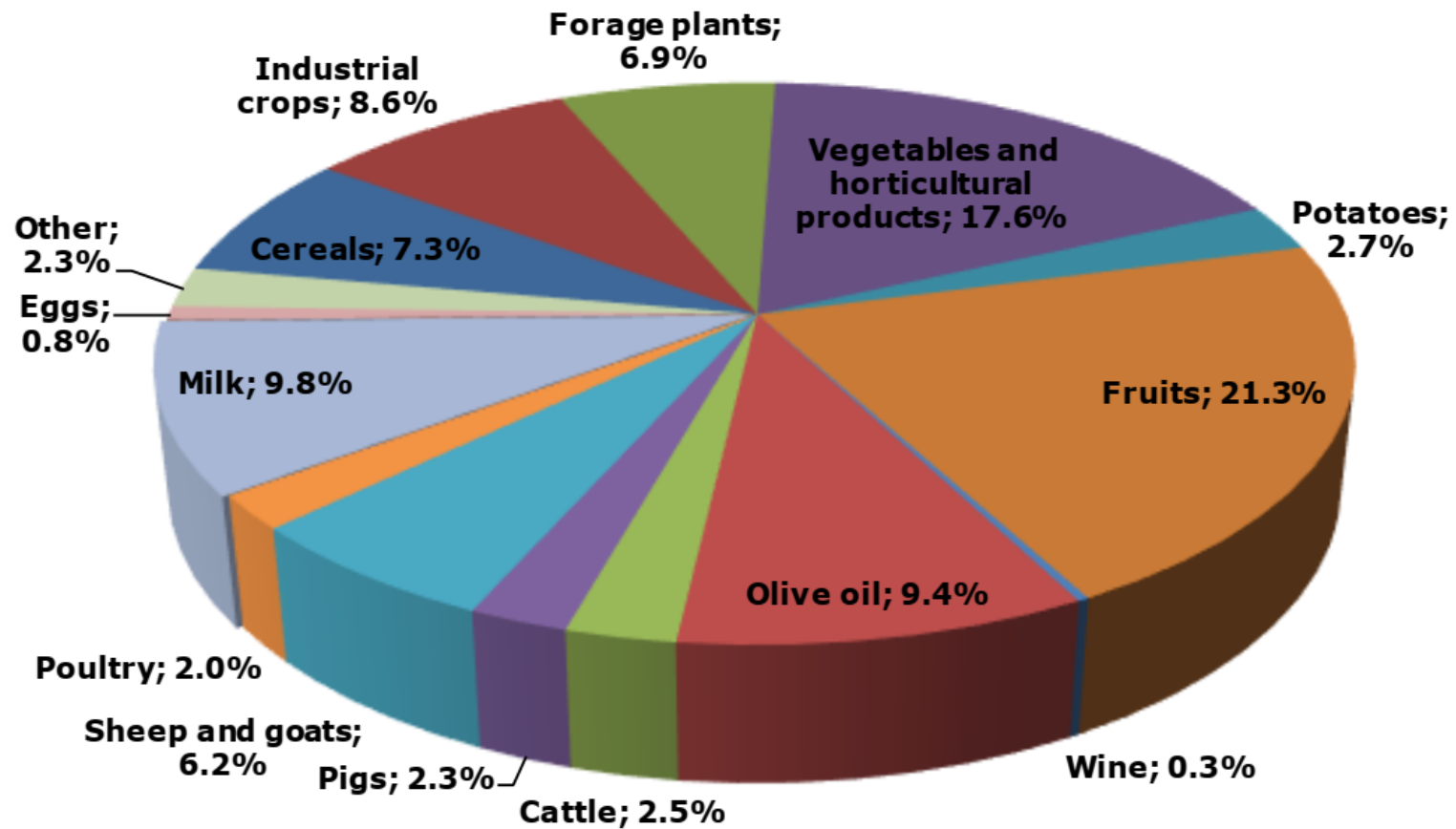
- **Προϊόντα διατροφής:** Σιτηρά, Φρούτα, Όσπρια, Λαχανικά
- **Προϊόντα κτηνοτροφικής χρήσης:** Σιτηρά, Ψυχανθή
- **Προϊόντα βιομηχανικής χρήσης:** Κλωστικά και Ινώδη (Βαμβάκι, Λινάρι κλπ.) Ελαιούχα (Ηλίανθος, Αραβόσιτος κλπ.), καπνός κλπ.
- **Καλλωπιστικά φυτά**

Agricultural output

Output components (constant prices)	2016	2017	2018		
	Million EUR		Million EUR	% of total	% of EU-28
Cereals:	860	758	666	6.4%	1.5%
Wheat and spelt	362	303	260	2%	1%
Rye and meslin	8	6	5	0%	1%
Barley	66	70	64	1%	1%
Oats and summer cereal mixtures	18	11	10	0%	1%
Grain maize	307	279	240	2%	2%
Rice	101	89	87	1%	13%
Other cereals	0	0	0	0%	0%
Industrial crops:	862	936	916	8.8%	5.1%
Oil seeds and oleaginous fruits	95	102	101	1%	1%
Protein crops	19	22	21	0%	2%
Raw tobacco	85	88	74	1%	17%
Sugar beet	33	36	6	0%	0%
Other industrial crops	630	687	715	7%	21%
Forage plants	682.5	708.1	790.3	7.6%	4.0%
Vegetables and horticultural products	1837.5	1837.0	1883.5	18.1%	3.6%
Potatoes	290.7	273.0	278.6	2.7%	2.5%
Fruits	2075.4	2309.1	2315.7	22.2%	8.4%
Wine	29	27	23	0%	0%
Olive oil	840	1247	889	9%	21%
Other crop products	59	59	56	1%	2%
Crop output	7536.6	8153.9	7818.7	75.0%	3.8%

Πηγή: Eurostat

Output components (2016-2018 average)



Μη-τροφικές καλλιέργειες (Non-Food Crops)

Δεν εισέρχονται και δεν ανταγωνίζονται τις αλυσίδες παραγωγής τροφίμων και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενός ευρέος φάσματος βιο-προϊόντων (πολυμερών, λιπαντικών, δομικών υλικών, φαρμακευτικών προϊόντων, καθώς και της βιοενέργειας και των καυσίμων).

Αναγκαία χαρακτηριστικά Μη-τροφικών καλλιεργειών

- Υψηλές στρεμματικές αποδόσεις (σε βιομάζα και προϊόντα στόχους όπως λάδι, σάκχαρα, πρωτεΐνες κλπ.).
- Ανάπτυξη σε μη-γόνιμα εδάφη ή μειωμένης γονιμότητας ή υποβαθμισμένα κλπ.
- Χαμηλό κόστος καλλιέργειας (μειωμένη εισροή αγροχημικών, νερού και ενέργειας)
- Καλλιέργεια με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο
- Απουσία ανταγωνισμού με καλλιέργειες παραγωγής τροφής

• Ελαιούχα φυτά:

Ηλιανθος
900-950 l/ha



Αγριαγκινάρα
400-500 l/ha



Καμελίνα
600-700 l/ha



Κάρθαμος
400-500 l/ha



Ελαιοκράμβη
600-700 l/ha



Φοινικόδεντρο
6000 l/ha



Κράμβη
400-500 l/ha



Ρετινολαδιά (ρίκινος)
1200-1500 l/ha



- **Χρήσεις:**

- Έλαια για τροφές (με έμφαση στα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα – ποικιλίες με υψηλή περιεκτικότητα σε λινολενικό οξύ)
- Καλλυντικά και σαπούνια
- Βιοκαύσιμα (Βιοντίζελ)
- Λεκιθίνες – αντιοξειδωτικές λιπαρές ουσίες για την παραγωγή μαργαρινών και σοκολάτας

- **Ινώδη φυτά**

Κενάφ
1-2 t/ha



Λινάρι
5 t/ha



Ινώδες σόργο
10 t/ha

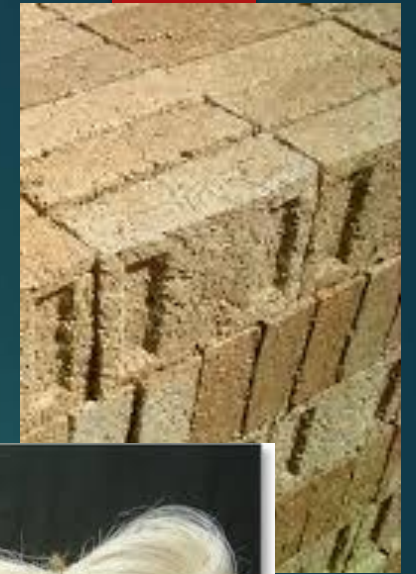


Κάναβη
10-12 t/ha



Χρήσεις φυτικών ινών:

- Παραγωγή ινών (φύλλα, στελέχη, καρπούς)
- Κλωστικές ίνες – υφάσματα ρουχισμού, βιομηχανικά υφάσματα
- Στρώματα (κοκοφοίνικας κλπ.).
- Παραγωγή χρτοπολτού
- Δομικά και μονωτικά υλικά
- Ενίσχυση με άλλα υλικά (κεραμικά. Μέταλλα κλπ.) και παραγωγή βιομηχανικών υλικών



- **Λιγνοκυτταρινούχα φυτά:**

Καλάμι
20-30 t/ha



Μίσχανθος
10-30 t/ha



Switchgrass
15-25 t/ha



- **Λιγνοκυτταρινούχα φυτά: κατά βάση για ενεργειακούς σκοπούς**
- Βιοαιθανόλη
- Πέλλετς – απευθείας καύση
- Πυρολυτικό έλαιο κλπ.

- Ξυλώδη φυτά:

Ευκάλυπτος
30-35 t/ha



Λεύκη
25-35 t/ha



Ψευδακακία
6-17 t/ha



Ξυλώδη φυτά χρήσεις:

- Πέλλετ
- Μπρικέτες
- Τσιπς
- Μοριοσανίδες
- Βιοκαύσιμα



- Σακχαρούχα και αμυλουχα φυτά:

Ζαχαρότευτλα
8-8.5 t/ha



Κυρίως για την παραγωγή βιοκαυσίμων

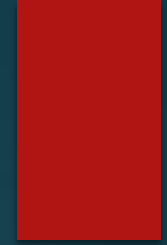
- Βιο-αιθανόλης
- Βιοαερίου

τριτικάλε
5-6 (καρπός) t/ha



γλυκό σόργο
30-35 t/ha





CAM φυτά (κάκτοι)

Τα φυτά που ακολουθούν τον κύκλο Crassulacean acid metabolism (CAM), διατηρούν, κατά τη διάρκεια της νύκτας, τα στόματα ανοικτά όπου προσροφάται το CO₂ και ανάγεται σε μαλικό οξύ. Την ημέρα, όταν τα στόματα είναι κλειστά, το μαλικό οξύ εισέρχεται στον γνωστό κύκλο των Calvin - Benson για την παραγωγή υδατανθράκων. Έχουμε μείωση της απώλειας νερού, γεγονός το οποίο αποτελεί προσαρμογή των φυτών στις συνθήκες ξηρού κλίματος

Σημαντικό CAM φυτό είναι η φραγκοσυκιά που μπορεί να δώσει στρεμματικές αποδόσεις σε βιομάζα ίση και μεγαλύτερη με παροδοσιακά φυτά αλλά με το 1/5 των εισροών σε νερό και αγροχημικά.

Χρήσεις:

Βιοκαύσιμα (βιο-αιθανόλη, βιοαέριο)

Παραγωγή βιοτεχνολογικών προϊόντων μέσω ζύμωσης

Καλλυντικά

Φαρμακευτικά

Είδη τροφίμων και αλκοολούχων ποτών



- Μονοετή φυτά
- Πολυετείς πόες και μη ξυλώδη φυτά
- Πολυετή ξυλώδη φυτά (μικρού περιόδου χρόνου)

Παραγωγή σπόρων

Παραγωγή προϊόντων



Αποθήκευση



Επεξεργασία



Συγκομιδή



Προστασία φυτών



Προετοιμασία εδάφους



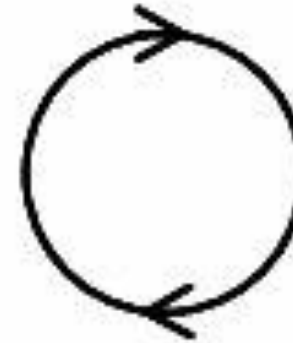
Σπορά και φύτευμα

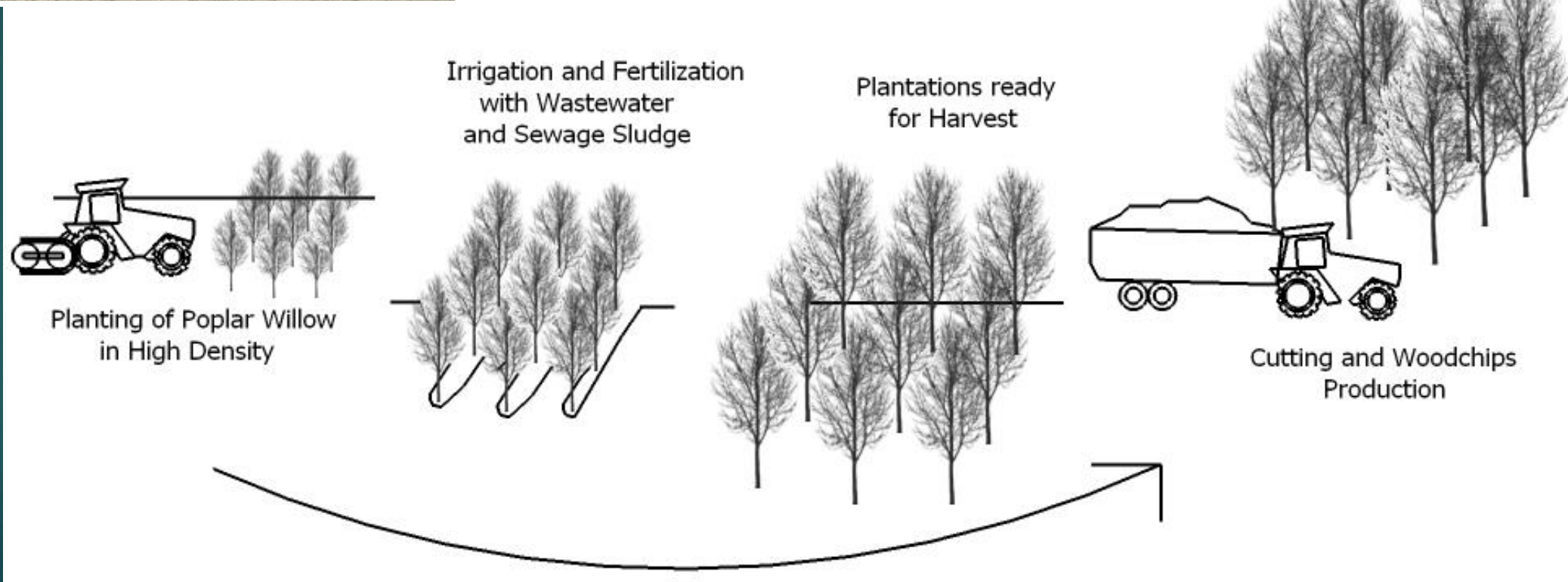


Άρδευση φυτών



Λίπανση φυτών





Πλεονεκτήματα πολυετών καλλιεργειών:

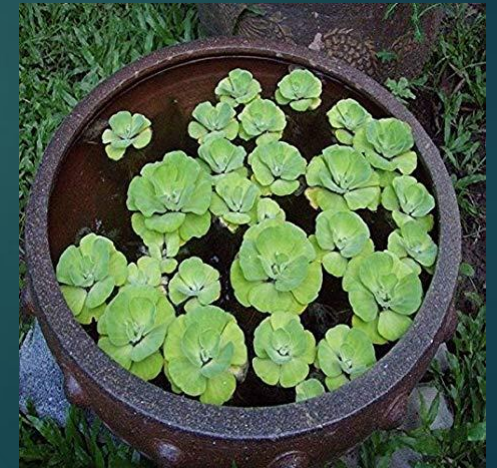
- Καλύτερη αξιοποίηση των ετήσιων βροχών
- Μειώνουν την διάβρωση και πάκτωση των εδαφών
- Αυξάνουν τον οργανικό άνθρακα και την γονιμότητα των εδαφών
- Δεν χρειάζονται πλήρεις ετήσιες καλλιεργητικές φροντίδες
- Μειώνουν την ανάγκη σε αγροχημικά
- Βοηθούν σε περιοχές εντατικής γεωργίας
- Κατάλληλες για την αποκατάσταση εδαφών σε περιοχές για προστασία των υδάτων
- Ενισχύουν τη βιοποικιλότητα και παρέχουν ενδιαιτήματα για διάφορα είδη ζώων και πτηνών

Υδρόβια βιομάζα

Υδρόβια και υδροχαρή φυτά
Υδρόβια φύκη
Υδρόβια φωτοσυνθετικά βακτήρια
Υδρόβια μικροφύκη και κυανοβακτήρια

Υδρόβια και υδροχαρή φυτά

- Azolla
- Υάκινθος του νερού
- Νεροφακές (Wolfia, Lemna κλπ.)
- Water-lettuce



Πλούσια σε κυτταρίνη
Υψηλή στρεμματική απόδοση
Αγενή πολλαπλασιασμό
Δεν έχουν εχθρούς και ασθένειες
Μπορούν να συνδυαστούν με την διαχείριση απόβερων
για την μείωση ρυπαντικού φορτίου (N, P, βαρέα μέταλλα
κλπ.).

Υδρόβια και υδροχαρή φυτά

- Azolla
- Νεροφακές (Wolfia, Lemna κλπ.)

Έχουν ενδιαφέρον ως πηγή πρωτεϊνών (25-35%)

Έχουν σχεδόν 5πλάσια στρεμματική απόδοση σε πρωτεΐνη σε σχέση με την σόγια

Η Αζόλλα έχει συμβιωτικά αζωτοδεσμευτικά βακτήρια κι έτσι μπορεί να αναπτυχθεί σχεδόν χωρίς την παροχή αζωτούχων λιπασμάτων



Μακροφύκη

- *Ulva lactuca*
- *Enteromorpha compressa*
- *Laminaria saccharina*
- *Alaria sculenta*
- *Porphyra tenera*
- *Gigartina stellata*



Μακροφύκη

- πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λιπίδια, βιταμίνες (Α, Β, C και Ε)
- Ζωοτροφή και ιχθυοτροφή
- Λιπάσματα (καφέ και κόκκινα φύκη και σαν εδαφοβελτιωτικό) –υδατικά εκχυλίσματα ως υγρά λιπάσματα
- Άγαρ-άγαρ, καραγενάνη, αλγινικά άλατα – χρήση στην βιομηχανία τροφίμων - γαλακτωματοποιητές, σταθεροποιητές, πυκνωτικά υλικά
- Λαμναρινικό άλας – αντιπηκτικό αίματος



Φωτοσυνθετικά βακτήρια

Rhodospirillales

Rhodospirillaceae

e.g. Rhodospirillum

Acetobacteraceae

e.g. Rhodopila

Rhizobiales

Bradyrhizobiaceae

e.g.
Rhodopseudomonas
palustris

Hyphomicrobiaceae

e.g. Rhodomicrobium

e

Rhodobiaceae

e.g. Rhodobium

Other families

Rhodobacteraceae

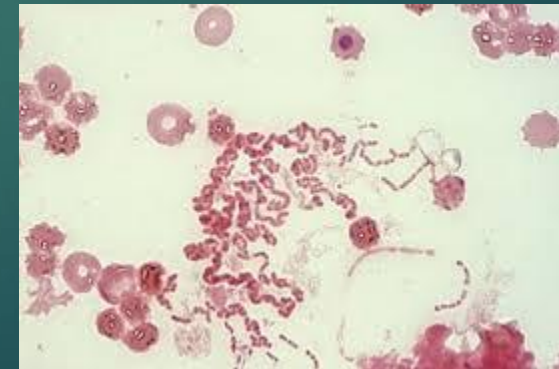
e.g. Rhodobacter

Rhodocyclaceae

e.g. Rhodocyclus

Comamonadaceae

e.g. Rhodoferax

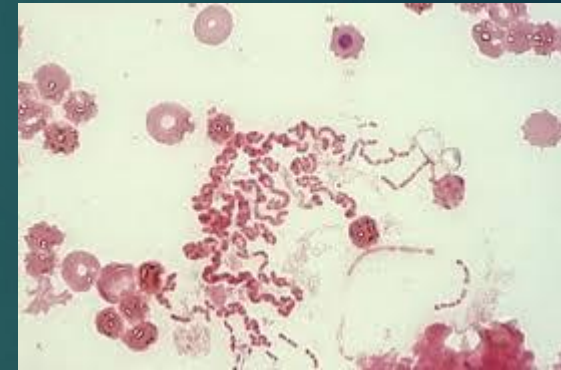


Φωτοσυνθετικά βακτήρια

Αναπτύσσονται κάτω από πολλές και διαφορετικές συνθήκες όπως αναερόβια ή αερόβια, φωτοσυνθέτοντας ή ζυμώνοντας οργανικές ουσίες. Επίσης μπορούν να αναπτυχθούν κάτω από μικτότροφες συνθήκες.

Οι χρωστικές τους είναι οι βακτηριοχλωροφύλλες α και β και καροτενοειδή με χρωματισμό μεταξύ καφέ, κόκκινο και πορτοκαλί. They can grow under many different types of conditions including aerobic or anaerobic environments. Anaerobically, the bacterium uses fermentation or photosynthesis in order to produce energy as well as photoautotrophic growth (DOE)

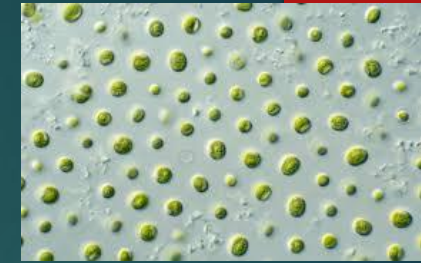
- Παραγωγή υδρογόνου
- Μικροβιακή πρωτεΐνη (ως και 70%)
- Polyhydroxyalkanoates (PHA) για παραγωγή βιοπλαστικών
- *R. sulfidophilum* είναι καλό υποψήφιο είδος για την έκφραση ξένου RNA (γενετική τροποποίηση) γιατί δεν περιέχει RNAάσες



Μικροφύκη και κυανοβακτήρια

- Μονοκύτταροι ή πολυκύτταροι μικροοργανισμοί
- Μεγάλη βιοποικιλότητα και άρα πολλές ευκαιρίες για εύρεση ειδών με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά
- Υψηλή διατροφική αξία
- Πολλές χρήσεις (βιοκαύσιμα, φαρμακευτικά και χημικά προϊόντα, τροφή/διατροφή)

Μεγάλο ενδιαφέρον σε παγκόσμιο επίπεδο ως εναλλακτική ανανεώσιμος βιολογικός πόρος για την ανάπτυξη της βιοοικονομίας



Μικροφύκη και κυανοβακτήρια

Αγρονομικά χαρακτηριστικά:

- Υψηλή παραγωγικότητα βιομάζας και μεταβολιτών
- Χρήση υφάλμυρου ή νερού θαλάσσης
- Αναπτύσσονται και με απόβλητα
- Συγκομίζονται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου
- Έχουν μικρό κύκλο ανάπτυξης (5-15 μέρες)
- Καλλιεργούνται σε άγονες εκτάσεις ή αστικά περιβάλλοντα
- Αξιοποίηση CO₂ από καυσαέρια



Μικροφύκη και κυανοβακτήρια

Είδος	Πρωτεΐνες (%)	Λιπίδια (%)	Υδατάνθρακες (%)
<i>Euglena gracilis</i>	39–61	14–20	14–18
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	48	21	17
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	57	2	26
<i>Chlorella vulgaris</i>	51–58	14–22	12–17
<i>Dunaliella salina</i>	57	6	32
<i>Arthrospira (Spirulina) maxima</i>	60–71	6–7	13–16
<i>Arthrospira (Spirulina) platensis</i>	46–63	4–9	8–14
<i>Scenedesmus obliquus</i>	50–56	12–14	10–17

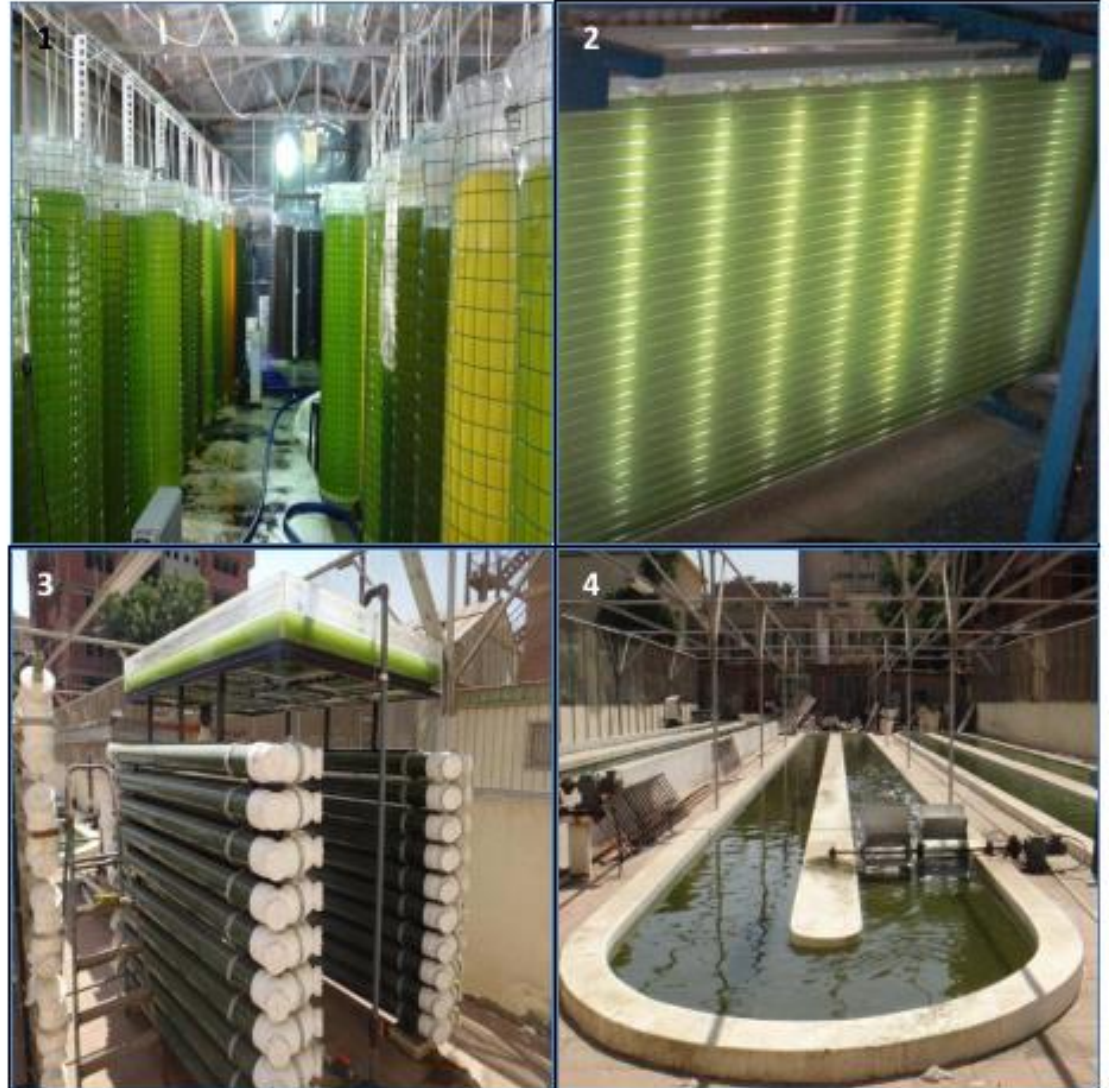
- Βιταμίνες Α, Β, D, Ε
- Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (εικοσαπενταενοϊκού οξέος-ΕΡΑ, δοκοσαεξαενοϊκού οξέως-DHA, γ-λινολενικού οξέος-GLA κλπ)
- Πηγή για Mg, Fe και άλλων ιχνοστοιχείων
- Αντιοξειδωτικά
- Ιοστατική δράση
- Αντιμικροβιακή δράση
- Ενίσχυση ανοσοποιητικού συστήματος

Μικροφύκη και κυανοβακτήρια

- 1) Φωτοαυτότροφος: στον τύπο αυτό τα μικροφύκη αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας ως πηγή ενέργειας τον ήλιο και ως πηγή άνθρακα το CO₂ ή άλλες ανόργανες μορφές,
- 2) Ετερότροφος: Στον τύπο αυτό τα μικροφύκη χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας και πηγή άνθρακα διάφορες οργανικές ουσίες όπως γλυκόζη, οξικό οξύ, γλυκερίνη κλπ,
- 3) Μικτότροφος: τα μικροφύκη στον τύπο αυτό είναι σε θέση να αυξάνονται/πολλαπλασιάζονται είτε αξιοποιώντας τον ήλιο ως πηγή ενέργειας είτε αξιοποιώντας διάφορες οργανικές ουσίες και ως πηγή άνθρακα είτε το CO₂ είτε τις οργανικές ουσίες και
- 4) Φωτοετερότροφος: στον τύπο αυτό τα μικροφύκη χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας τον ήλιο και σαν πηγή άνθρακα τις οργανικές ενώσεις
- 5) Κάποια κυανοβακτήρια είναι αζωτοδεσμευτικά – χρησιμοποίηση μοριακού αζώτου (N₂) ως πηγή αζώτου

Μικροφύκη και κυανοβακτήρια

Ανοιχτά και κλειστά συστήματα



Μικροφύκη και κυανοβακτήρια

Ανοιχτά συστήματα (υπαιθρία ή στεγασμένα)

Οι ανοικτού τύπου καλλιέργειες έχουν το πλεονέκτημα ότι έχουν σχετικά μικρότερο κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας από τις κλειστού τύπου και έχουν σχετικά καλή δυνατότητα μαζικής καλλιέργειας μικροφυκών .

Είναι εκτεθειμένες στους περιβαλλοντικούς παράγοντες και συνήθως επιμολύνονται

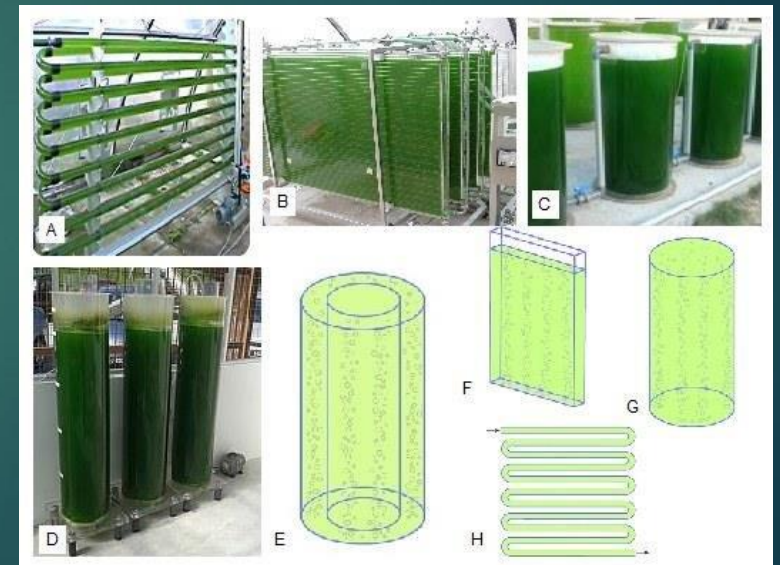
Εξάτμιση νερού που έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια σημαντικών ποσοτήτων νερού και την αύξηση της συγκέντρωσης αλάτων



Μικροφύκη και κυανοβακτήρια

Κλειστά συστήματα (φωτοβιοαντιδραστήρες)

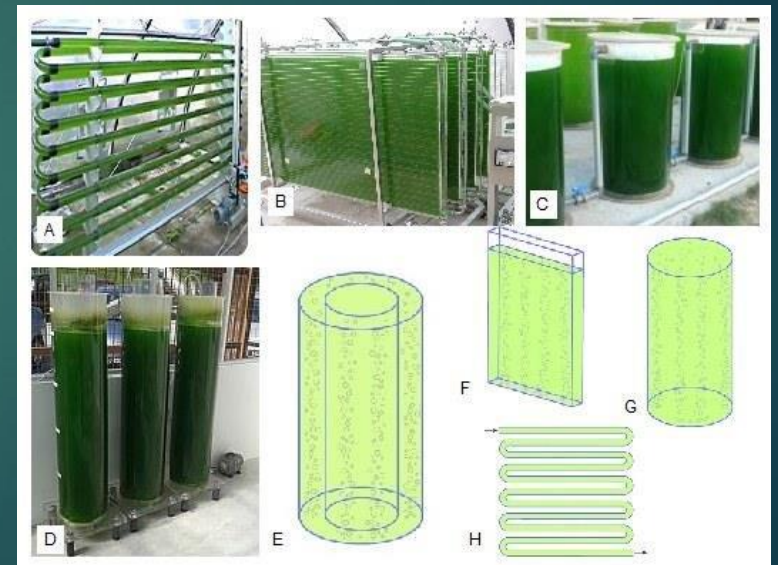
- 1) καλύτερος έλεγχος των συνθηκών καλλιέργειας,
- 2) μεγαλύτερος λόγος επιφάνειας/όγκου,
- 3) σε ορισμένους τύπους φωτοβιοαντιδραστήρων καλύτερος έλεγχος της παροχέτευσης και της κίνησης των αερίων (πχ CO₂),
- 4) περιορισμός της εξάτμισης νερού από το υπόστρωμα καλλιέργειας,
- 5) καλύτερη θερμική κατανομή στο υπόστρωμα καλλιέργειας,
- 6) προστασία από επιμολύνσεις από διάφορους μικροοργανισμούς
- 7) σχετικά υψηλές αποδόσεις σε σχέση με τις ανοικτές δεξαμενές και
- 8) η δυνατότητα καλλιέργειας σε τύπο μιξοτροφίας ή ετεροτροφίας χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα επιμόλυνσης



Μικροφύκη και κυανοβακτήρια

Κλειστά συστήματα

- 1) Μεγάλο κόστος εγκατάστασης – προϊόντα πολύ μεγάλης αξίας
- 2) Απαιτητικός σχεδιασμός – πολύπλοκος εξοπλισμός
- 3) Δυσκολία στην εφαρμογή σε μεγάλη κλίμακα (συσσώρευση διαλυμένου οξυγόνου)



Μικροφύκη και κυανοβακτήρια

Προβλήματα

Τα συστήματα είναι πολύπλοκα και το κόστος παραγωγής βιομάζας είναι μεγάλο. Τα κυριότερα υποσυστήματα που συμβάλουν ιδιαίτερα στο αυξημένο κόστος παραγωγής είναι: 1) τρόπος αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας, 2) σύστημα ανάδευσης, 3) συγκομιδή βιομάζας και 4) η χρήση θρεπτικών στοιχείων.

Διάφορες μελέτες Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (Life cycle analysis-LCA) και Κόστος Κύκλου Ζωής (Life cycle cost-LCC) δείχνουν ότι με την παρούσα τεχνολογία οι εισροές ενέργειας είναι μεγαλύτερες από τις εκροές, που σημαίνει ότι το ενεργειακό ισοζύγιο είναι αρνητικό.

Υπάρχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης και στο άμεσο μέλλον η καλλιέργεια μικροφυκών φαίνεται να είναι βιώσιμη ειδικά με την χρήση αποβλήτων ρευμάτων για την κάλυψη των αναγκών σε θρεπτικά στοιχεία (C, N, P κλπ) για την ανάπτυξη της βιομάζας