



Τα φυτά ως πηγή φαρμακευτικών και θεραπευτικών ενώσεων



Εργασία εξαμήνου
της φοιτήτριας Αντωνίας Ντζουροπάνου
στο μάθημα της Περιβαλλοντικής Βιοτεχνολογίας

ΠΜΣ Οικολογία και Διαχείριση Βιοποικιλότητας
Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ

2025

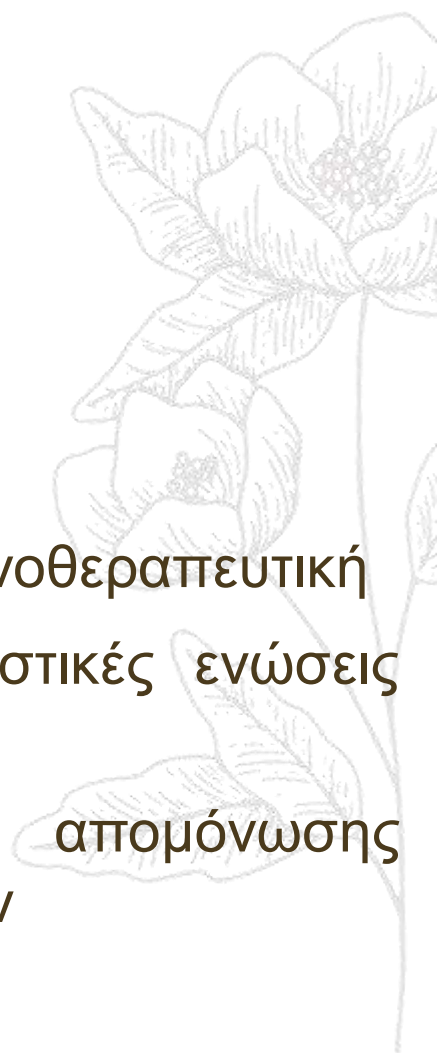




Περιεχόμενα



- I. Εισαγωγή
- II. Ιστορική αναδρομή στη βοτανοθεραπευτική
- III. Οι σημαντικότερες βιοδραστικές ενώσεις φυτικής προέλευσης
- IV. Βιοτεχνολογικές μέθοδοι απομόνωσης φυτικών βιοδραστικών ενώσεων
- V. Συζήτηση-Συμπεράσματα
- VI. Βιβλιογραφία



Εισαγωγή ή



CAROLI LINNÆI
*Acad. Reg. & Med. ac Botan. Prof. Upsal.
Naturæ Curiosorum DIOSCORIDIS secundii,*
**MATERIA
MEDICA,**
LIBER I. DE PLANTIS.

Secundum
Genera, Differentias, Synonyma,
Loca, Durations, Culturas,
Nomina, Simplicia, Præparata,
Qualitates, Modos, Potentias,
Vires, Usus, Composita,
Digestus.

Est Privilegio S. R. Maje. Sac. & S. R. Maje. Polon. ac Electori Saxon.



HOLMIE,
Typis ac sumptibus LAURENTII SALVII,
Anno 1749.

- Αμερικανικό Ινστιτούτο Καρκίνου (NIH): ορίζει την **βοτανοθεραπεία** (herbal medicine/therapy) ως «ένα είδος ιατρικής πρακτικής το οποίο χρησιμοποιεί τις ρίζες, τους βλαστούς, τα φύλλα τα άνθη και τα σπέρματα των φυτών ώστε να βελτιώσει την υγεία, να αποτρέψει από νόσους και να θεραπεύσει ασθένειες».

- Ανθρώπινες κοινωνίες: από τις απαρχές της δημιουργίας τους αναζητούσαν στην **τοπική χλωρίδα** φυτά για διατροφικούς, φαρμακευτικούς, θρησκευτικούς, ενδυματολογικούς και κατασκευαστικούς σκοπούς (πεδίο μελέτης της **εθνοβοτανικής**).



- Το **25%** των συνταγογραφούμενων και το **60%** των αντικαρκινικών και αντιβιοτικών φαρμάκων παγκοσμίως προέρχεται από **φυτά**.

- WHO: από τα **252** απαραίτητα φάρμακα, το **11%** είναι **αποκλειστικά** φυτικής προέλευσης.

- Εμπορική ανάλυση 2024: το μέγεθος της αγοράς των φαρμάκων φυτικής προέλευσης αναμένεται να φτάσει τα **18**

Τα φυτά ως πηγή φαρμακευτικών και θεραπευτικών ενώσεων





Center for Biological Diversity, 2008



*«Περί τα **50.000-80.000** των ανθοφόρων φυτών χρησιμοποιούνται για φαρμακευτικούς σκοπούς σε παγκόσμιο επίπεδο, εκ των οποίων τουλάχιστον τα **15.000** απειλούνται με εξαφάνιση λόγω υπερεκμετάλλευσης και απώλειας ενδιαιτήματος. Έτσι, με τους δεδομένους ρυθμούς εξαφάνισης, εκτιμάται πως **κάθε δύο χρόνια χάνεται ένα δυνητικά σημαντικό φάρμακο**»*



ازواج او وطين
و من الايام من سماها رخص
و يربك و من ايضا شيب و من
ظومس الا ان اكثر و غيرها
واشر الشرازة و اقل من جاني

و ساون نحو طوبول و كى شيبه بالكثون القطن العيب و اقل هذا الشجرات و حة اذ
كثيرا بالمشاب و انا ميسط كيهضه و اقليم مسك الخ الا سحر و اذ اصب على حنة
الطيار و حتى يمشى الى اللطاف و حتى يمشى مع غيره و يمشى مع اللطاف الى اللطاف

و عني البول او حطون



و من الناس من يسميه ورو سوس
و منهم من يسميه ورو سوس هو
بيات له ورو شيبه و قد يقع الالام
التي منه و اضلب و اقرب الى السور
و عليه رخص و ليس له مذاق و له اصل كثير ايدى اذ انش



و يجمع و يجمع الى اللطاف و يجمع الى اللطاف
من اللطاف و قد يقع من اللطاف الى اللطاف
و الاكل مسطوح و هو يمشى الى اللطاف
منه و يجمع الى اللطاف و يجمع الى اللطاف

Ιστορική αναδρομή στην βοτανοθεραπευτική



AN ANCIENT MESOPOTAMIAN HERBAL

BARBARA BÖCK, SHAHINA A. GHAZANFAR & MARK NESBITT



- Έρευνα 2017: η ανάλυση πλάκας δοντιών τεσσάρων ανθρώπων του Νεότερου Νεολιθικού ηλικίας **50.000** χρόνων αποκάλυψε **υπολείμματα φλοιού λεύκας** (*Populus spp.*) στα δόντια ενός άρρωστου εξ' αυτών γνώση της αναλγητικής δράσης του σαλικυλικού οξέος ήδη από την **Ανώτερη Παλαιολιθική Εποχή** ;
- Πρώτη **γραπτή** μαρτυρία χρήσης Φ.Φ.: **σουμεριακή** πήλινη πλάκα **5.000** ετών (12 φαρμακευτικές συνταγές από 250 φυτά).
- **2.500 π.Χ.:** κινεζικό βιβλίο «Pen T'Sao» («*roots and herbs*»): 365 φάρμακα φυτικής προέλευσης.
- Ινδικό θεραπευτικό σύστημα **Ayurveda** και κινεζική ιατρική: τα αρχαιότερα **ολιστικά** συστήματα παραδοσιακής ιατρικής.
- **1.500 π.Χ.:** Ebers Papyrus (πάνω από 800 ιατρικές συνταγές, οι οποίες αντιστοιχούν σε 700 φυτικά είδη).



- **8^{ος}-7^{ος} αιώνα π.Χ.:** στα έπη «**Ιλιάδα**» και «**Οδύσσεια**» αναφέρονται 63 φαρμακευτικά φυτά.
- **490-370 π.Χ.:** ο **Ιπποκράτης** ταξινομεί περί τα 300 Φ.Φ. ανάλογα με τις θεραπευτικές δράσεις τους στον άνθρωπο.
- **371-287 π.Χ.:** «Περί φυτών ιστορία», «Περί φυτών αιτιών» του **Θεόφραστου** (πάνω από 500 φαρμακευτικά φυτά).
- **50-70 μ.Χ.:** το «Περί ύλης ιατρικής» του **Διοσκουρίδη** αποτελεί το πρώτο έργο **συστηματικής φαρμακογνωσίας** και το βασικότερο συμβουλευτικό εγχειρίδιο φαρμακευτικής μέχρι και την Αναγέννηση (944 φαρμακευτικές συνταγές).
- **131-200 μ.Χ.:** ο **Γαληνός**, συνέταξε την πρώτη λίστα φαρμάκων με κοινές ή παρόμοιες δράσεις («**εναλλάξιμα/παράλληλα φάρμακα**»).



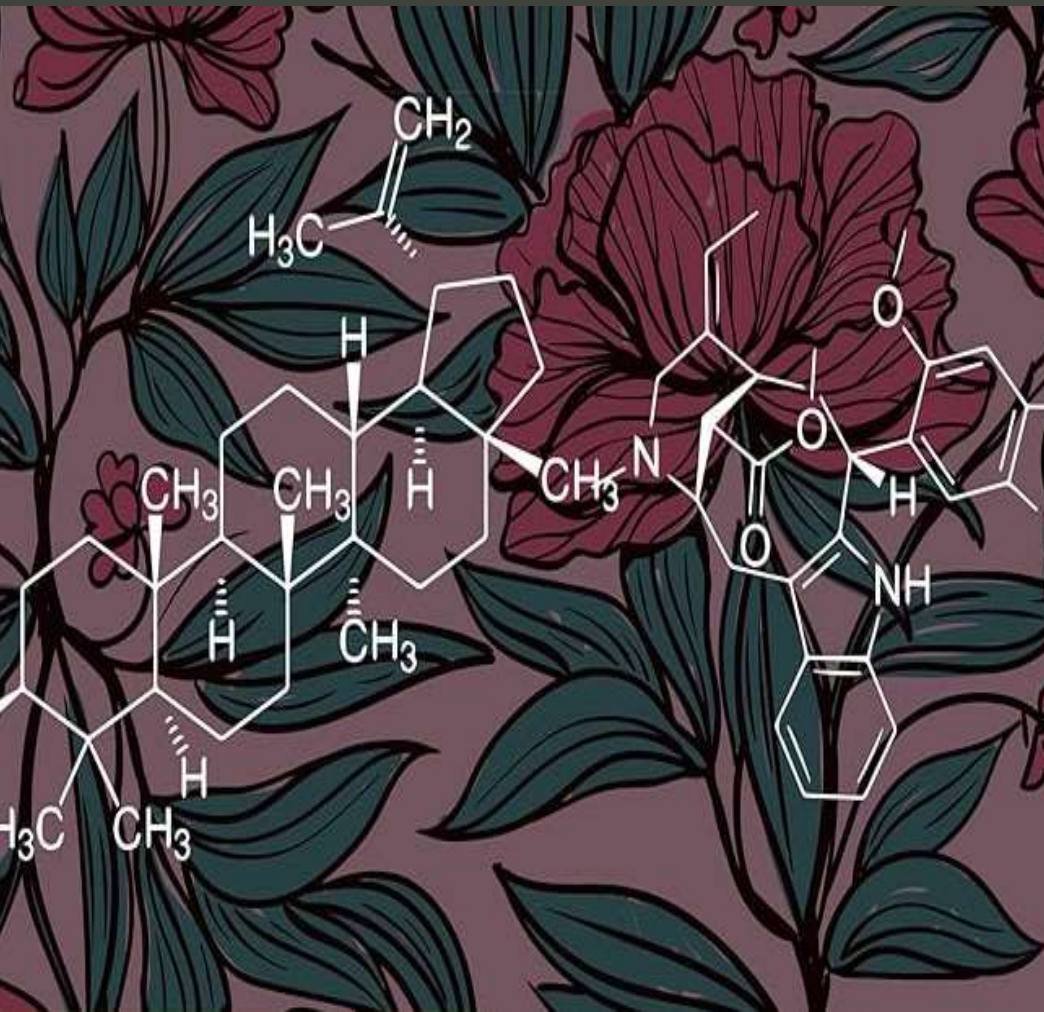
THE PAPYRUS EBERS ANCIENT EGYPTIAN MEDICINE

TRANSLATED BY CYRIL P. BRYAN



- Οι **Άραβες**, έχοντας εμπορικές σχέσεις με την Ινδία, συνέβαλαν στην διεύρυνση της δυτικής φαρμακοθεραπείας, εισάγοντας πολυάριθμα Φ.Φ. στην Ευρώπη.
- Εποχή των Ανακαλύψεων (**15ος-18ος αιώνας**), ανακάλυψη της Αμερικής (**1492**): εμπλουτισμός της δυτικής φαρμακευτικής με πληθώρα φυτών.
- **1493-1541**: Ο **Παράκελσος** εξήγαγε βιοδραστικές ενώσεις από χλωρούς φυτικούς ιστούς και παρήγαγε συνθετικά φάρμακα με την προσθήκη ανόργανων αλάτων.
- **1647-1717**: βιβλίο «Metamorphosis Insectorum Surinamensium». Η Γερμανίδα φυσιολόγος **Maria Sibylla Merian** προσδιορίζει 54 φυτά εκ των οποίων 26 διατροφικά, 4 αρωματικά, 8 φαρμακευτικά και 4 τοξικά.
- **Βιομηχανική Επανάσταση**: απομόνωση σημαντικών φυτικών αλκαλοειδών, μαζική παραγωγή χημικώς συντιθέμενων φαρμάκων, παραγνώριση της παραδοσιακής χρήσης των Φ.Φ.

Οι σημαντικότερες βιοδραστικές ενώσεις φυτικής προέλευσης



- Φυτικές βιοδραστικές ενώσεις: **δευτερογενείς μεταβολίτες** δηλαδή οργανικές ενώσεις του δευτερογενούς μεταβολισμού των φυτών, οι οποίες **δεν** φαίνεται να έχουν άμεσο ρόλο στην αύξηση και την ανάπτυξη αυτών 3 ομάδες: **τερπένια**, **φαινολικές** ουσίες και **αζωτούχες** ενώσεις.
- Συμβάλουν στην **προστασία** των φυτών έναντι φυτοφάγων οργανισμών και παθογόνων μικροοργανισμών, στην προσέλκυση **επικονιαστών**, στον **ανταγωνισμό** μεταξύ των φυτών και στις **συμβιωτικές** σχέσεις μεταξύ φυτών και μικροοργανισμών.
- Η σημασία των δευτερογενών μεταβολιτών ως **φάρμακα**, **δηλητήρια**, **αρωματικές** ουσίες και **βιομηχανικές** πρώτες ύλες, είχε ως αποτέλεσμα την έντονη έρευνα της δράσης

τους, εκ μέρους των χημικών του 19ου και 20ου αιώνα. 10
Τα φυτά ως πηγή φαρμακευτικών και βιομηχανικών ενώσεων

Atropine



- ✓ Νευροτοξικό **αλκαλοειδές**-ανασταλτικός παράγοντας του νευροδιαβιβαστή ακετυλοχολίνη.
- ✓ Αποξηραμένα φύλλα ***Atropa belladonna*** (Solanaceae).
- ✓ Μείωση: ακούσιας μυϊκής κίνησης, έκκρισης βλέννας και σάλιου.
- ✓ Μυοχαλαρωτικό κατά την εγχείρηση.
- ✓ Πρώτη γραμμή θεραπείας για την βραδυκαρδία.
- ✓ 16^{ος} αιώνας: οφθαλμική ενστάλαξη σταγόνων *A. belladonna* αύξηση μεγέθους κόρης.





Colchicum autumnale

Colchicine

Colchicine

- ✓ Αλκαλοειδές.
- ✓ Σπέρματα *Colchicum autumnale* (Colchicaceae).
- ✓ Αντιφλεγμονώδης δράση.
- ✓ Χρήση έναντι των οίδημάτων και της ουρικής αρθρίτιδας.
- ✓ Βελτίωση και αναπαραγωγή φυτών παραγωγή πολυπλειδών ατόμων.

Τα φυτά ως πηγή φαρμακευτικών και θεραπευτικών ενώσεων

Digoxin



- ✓ Καρδιακός γλυκοζίτης.
- ✓ *Digitalis lanata* (Scrophulariaceae).
- ✓ Δράση στην καρδιακή συστολή και την κολποκοιλιακή αγωγιμότητα.
- ✓ Αύξηση της συσταλτικότητας του μυοκαρδίου.
- ✓ Θεραπεία για την μειωμένη καρδιακή συσταλτικότητα.
- ✓ Καρδιακοί γλυκοζίτες φαρμακευτικού ενδιαφέροντος: Liliaceae (*Drimia*), Ranunculaceae (*Adonis*), Apocynaceae (*Strophanthus*, *Thevetia*) και Scrophulariaceae (*Digitalis*).





Galantamine

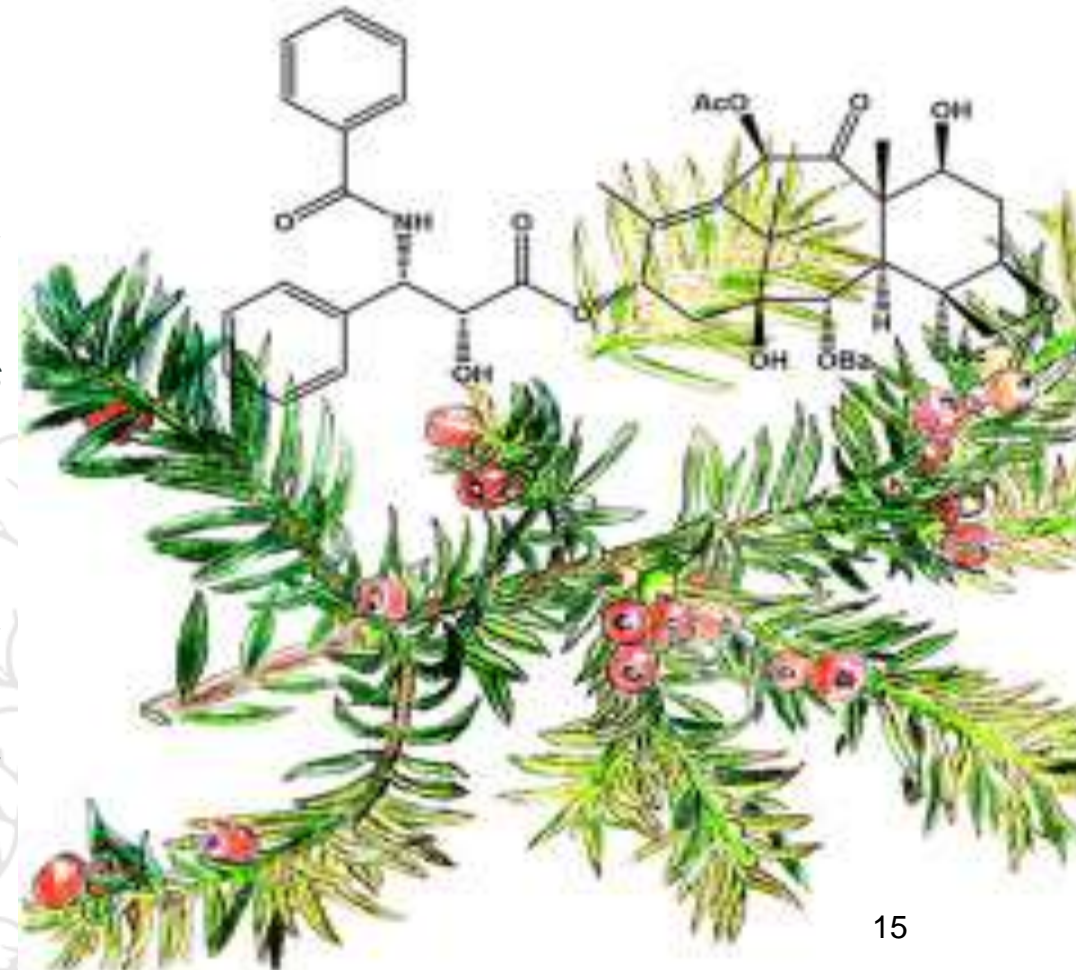


- ✓ **Αλκαλοειδές.**
- ✓ Βολβοί ***Galanthus nivalis*** (Amaryllidaceae).
- ✓ Δράση στο νευρικό σύστημα.
- ✓ Θεραπεία της άνοιας τύπου Alzheimer.

Paclitaxel (taxol)



- ✓ **Διτερπένιο.**
- ✓ Αντινεοπλασματικοί-αντικαρκινικοί παράγοντες (ταξάνες).
- ✓ 1960: κορμός αμερικανικού κωνοφόρου δέντρου *Taxus brevifolia* (Taxaceae).
- ✓ 1990: εργαστηριακή της σύνθεση, απομόνωση και από τον κορμό του ευρωπαϊκού είδους *Taxus baccata*.
- ✓ Σημαντικότερο αντικαρκινικό φάρμακο για ποικίλες μορφές καρκίνου.
- ✓ Θεραπεία πρώτης γραμμής για τον καρκίνο των ωοθηκών.



Quinine, quinidine



- ✓ Αλκαλοειδή
- ✓ Φλοιός των δέντρων του γένους **Cinchona** (Rubiaceae): 25 αλκαλοειδή.
- ✓ Κινίνη: θεραπεία της ελονοσίας.
- ✓ Κινιδίνη: θεραπεία της καρδιακής αρρυθμίας.
- ✓ *Cinchona pubescens*, *Cinchona ledgeriana*.

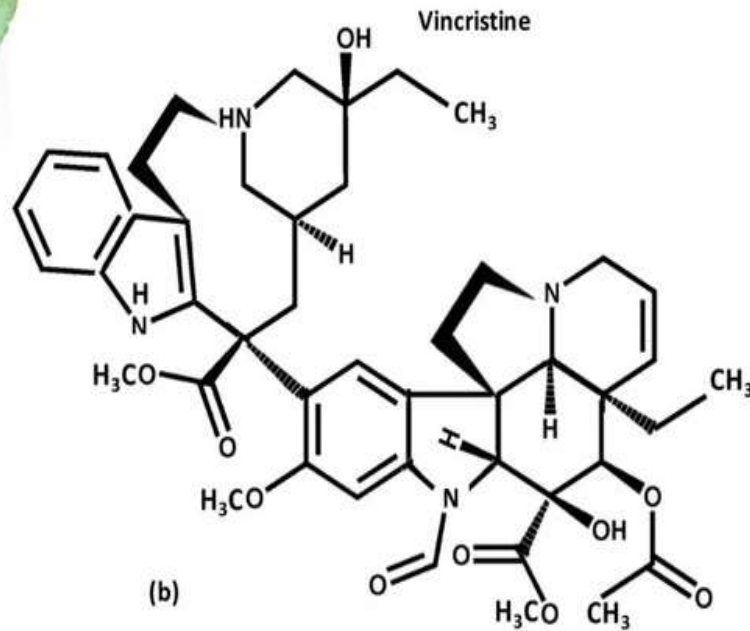
Salicin, acetylsalicylic acid

- ✓ Σαλικίνη, γλυκοζίτης του σαλικυλικού οξέος.
- ✓ 19^{ου} αιώνας: φλοιός του είδους *Salix alba* (Salicaceae).
- ✓ Σαλικυλικό οξύ: εξαιρετική αναλγητική και αντιπυρετική δράση.
- ✓ Αλλά: κοιλιακό άλγος.
- ✓ Τέλη 19^{ου} αιώνα: προσθήκη ενός ακετυλίου στο μόριο του σαλικυλικού οξέος για την μείωση των παρενεργειών του τελευταίου.
- ✓ Ακετυλοσαλικυλικό οξύ (ασπιρίνη): πηγή σαλικυλικού οξέος το γένος *Spiraea* (Rosaceae).



Salix alba

Vincristine, vinblastine



- ✓ **Αλκαλοειδή.**
- ✓ Υπέργεια τμήματα *Catharanthus roseus* (Apocynaceae).
- ✓ Αντικαρκινική δράση, θεμελιώδεις ενώσεις στην παραγωγή αντικαρκινικών φαρμάκων.
- ✓ Βινβλαστίνη: έναντι της νόσου Hodgkin.
- ✓ Βινκριστίνη: έναντι της παιδικής λευχαιμίας.

Οπιούχα αλκαλοειδή

- ✓ Όπιο: αποξηραμένο γαλακτώδες κόμμα → χάραξη ανώριμης ταξικαρπίας του *Papaver somniferum* (Papaveraceae).
- ✓ **Papaverine**: αντισπασμωδική ιδιότητα.
- ✓ **Morphine**: το κύριο αλκαλοειδές του οπίου, ισχυρό αναλγητικό, έντονο αίσθημα ευφορίας, μεγάλος κίνδυνος εθισμού.
- ✓ **Codeine**: αναλγητικές ιδιότητες, αντιβηχική δράση, μικρότερος κίνδυνος εθισμού.
- ✓ **Noscapine**: θεραπεία βηχικού σπασμού.

Τα φυτά ως πηγή φαρμακευτικών και θεραπευτικών ενώσεων

Βιοτεχνολογικές μέθοδοι απομόνωσης φυτικών βιοδραστικών ενώσεων



- Βιοτεχνολογία: αξιοποίηση **βιολογικών διεργασιών** και προϊόντων τους (ένζυμα, δευτερογενείς μεταβολίτες, αντισώματα κ.α.), με σκοπό την παραγωγή χρήσιμων, ως προς τον άνθρωπο, προϊόντων, τεχνολογιών και υπηρεσιών.
- Θεμελιώδη **εμπόδια** στην μαζική παραγωγή φυτικών φαρμάκων: λανθασμένη αναγνώριση των φυτών, περιορισμένες ποσότητες χημικώς συντιθέμενων φυτικών βιοδραστικών ενώσεων, ετερογένεια και ποικιλία των παραδοσιακών τεχνικών παραλαβής φυτικών μεταβολιτών, **αμφιβολίες** σχετικά με την ασφάλεια, την τυποποίηση, την αποτελεσματικότητα, την ποιότητα, την διαθεσιμότητα, την συντήρηση των φυτικών φαρμακευτικών προϊόντων και την καλλιέργεια των φαρμακευτικών φυτών.

Η συμβολή της βιοτεχνολογίας καθίσταται κρίσιμης σημασίας στην μελέτη και σύνθεση φαρμάκων φυτικής προέλευσης.

Μοριακή γονοτύπηση

- ✓ Χρήση **μοριακών τεχνικών** ώστε να προσδιοριστεί το **γενετικό** υπόβαθρο ενός οργανισμού και να ανιχνευτούν εντοπισμένες **γενετικές θέσεις**.
- ✓ PCR, αλληλούχιση DNA, μοριακοί δείκτες.



- ✓ Η μοριακή γονοτύπηση μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στον προσδιορισμό και την ταξινόμηση των Φ.Φ., ταυτόχρονα με την ανάλυση των μορφολογικών γνωρισμάτων τους.



Μικροπολλαπλασιασμός

- ✓ Λήψη μικρών τμημάτων φυτικών ιστών ή/και φυτικών οργάνων και in vitro καλλιέργειά των υπό συγκεκριμένες, εργαστηριακές συνθήκες **αναγέννηση** νέων, γενετικώς καθαρών φυτών.
- ✓ *Atropa belladonna*, *Annona foetida* και *Picrorhiza kurroa*: παραγωγή βιοδραστικών μεταβολιτών σε σημαντικά **μεγάλη ποσότητα**.
- ✓ **Πλεονεκτήματά:** αύξηση ρυθμού πολλαπλασιασμού των Φ.Φ., παραγωγή μεγάλων αριθμών φυτικών **κλώνων** απαλλαγμένων από παθογόνους μικροοργανισμούς, πολλαπλασιασμός Φ.Φ., τα οποία, για διάφορους λόγους, αδυνατούν να αναπαραχθούν εγγενώς και να παράγουν σπέρματα, **βελτίωση** Φ.Φ. Τα φυτά ως πηγή φαρμακευτικών και θεραπευτικών ενώσεων



Καλλιέργεια κάλλων

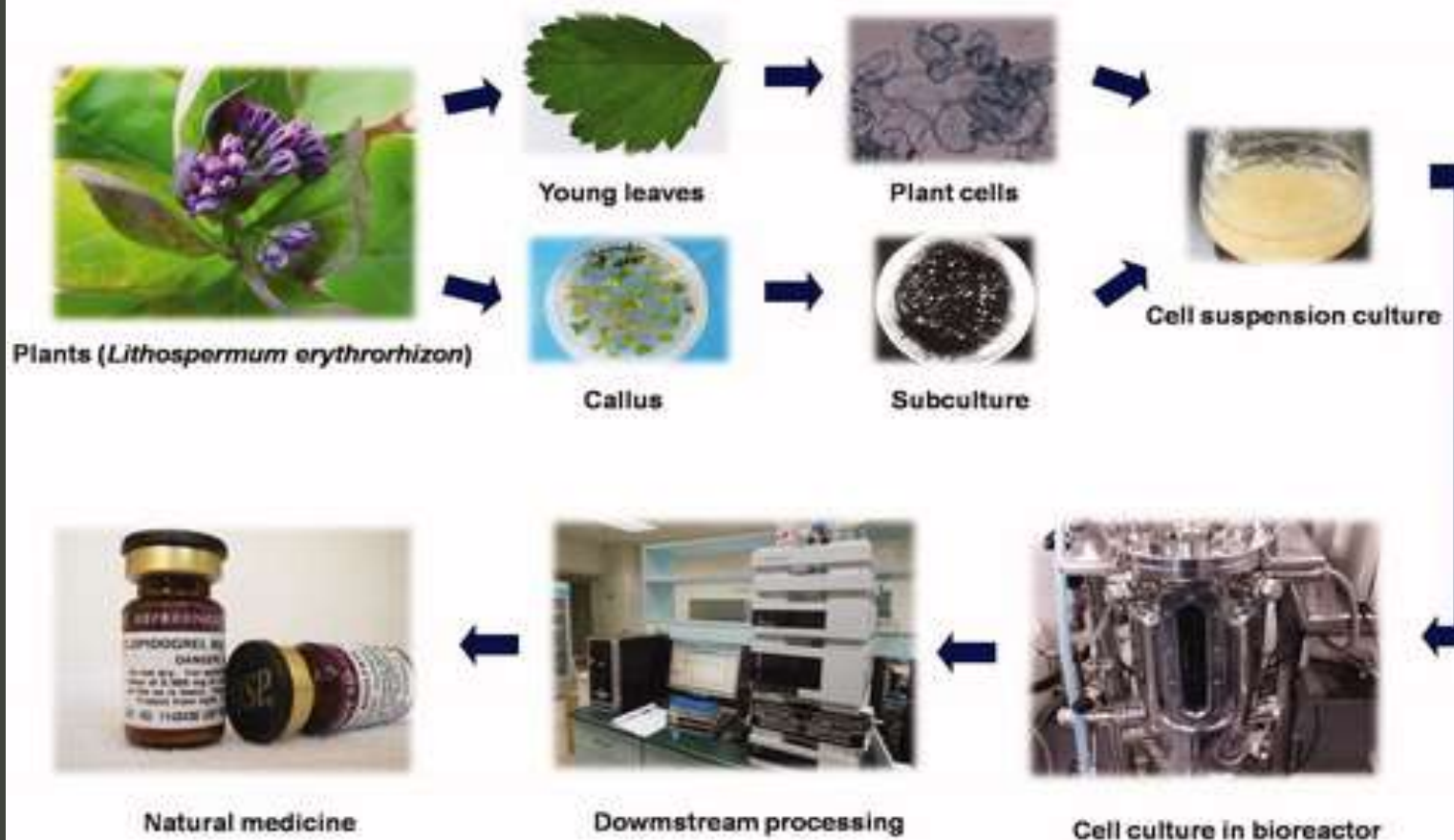


- ✓ **Κάλλος:** μάζα αδιαφοροποίητων κυττάρων, παράγεται ως απόκριση των φυτών στον μηχανικό τραυματισμό των ιστών ή στην μόλυνση των φυτικών ιστών από παθογόνα.
- ✓ Καλλιέργεια κάλλων: *in vitro* καλλιέργεια **αδιαφοροποίητων** φυτικών κυττάρων, λαμβανόμενων από **έκφυτα** (μικρά τμήματα ζωντανού ιστού), σε **θρεπτικά** υποστρώματα (αυξίνης, μείγματος αυξίνης-κυτοκινίνης).
- ✓ Φυτικοί ιστοί που περιέχουν ωφέλιμους δευτερογενείς μεταβολίτες: καλλιέργεια με την εν λόγω τεχνική.
- ✓ **Υγρή χρωματογραφία** και άλλες μέθοδοι: **ανίχνευση** και **ποσοτικοποίηση** βιοδραστικών ενώσεων.
- ✓ **Καλλιέργεια κυτταρικού αιωρήματος:** παραλλαγή της παραπάνω τεχνικής, εμβολιασμός των κάλλων σε υγρό θρεπτικό μέσο.

Καλλιέργεια κάλλων

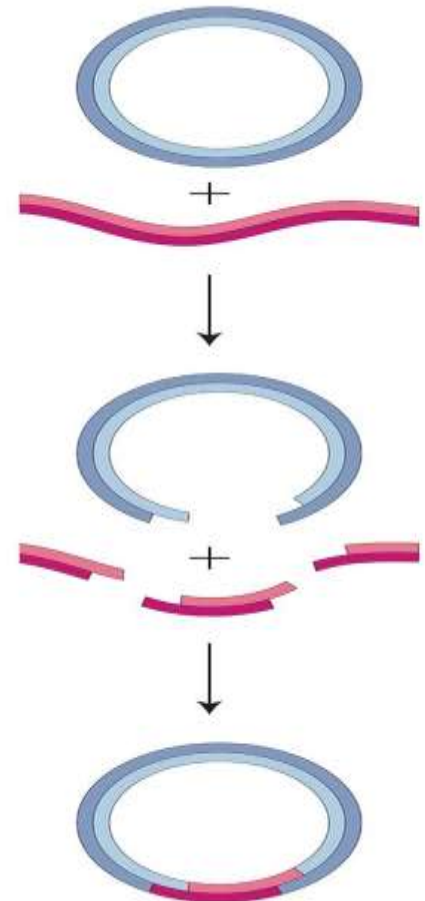
✓ Καλλιέργεια φυτικών κυττάρων, ιστών και οργάνων: η **περισσότερο οικονομικά συμφέρουσα** μέθοδος παραλαβής των δευτερογενών μεταβολιτών.

✓ **Μαζική** παραγωγή σημαντικών φυτικών φαρμακευτικών μεταβολιτών: paclitaxel, shikonin, galantamine, camptothecin, artemisinin.



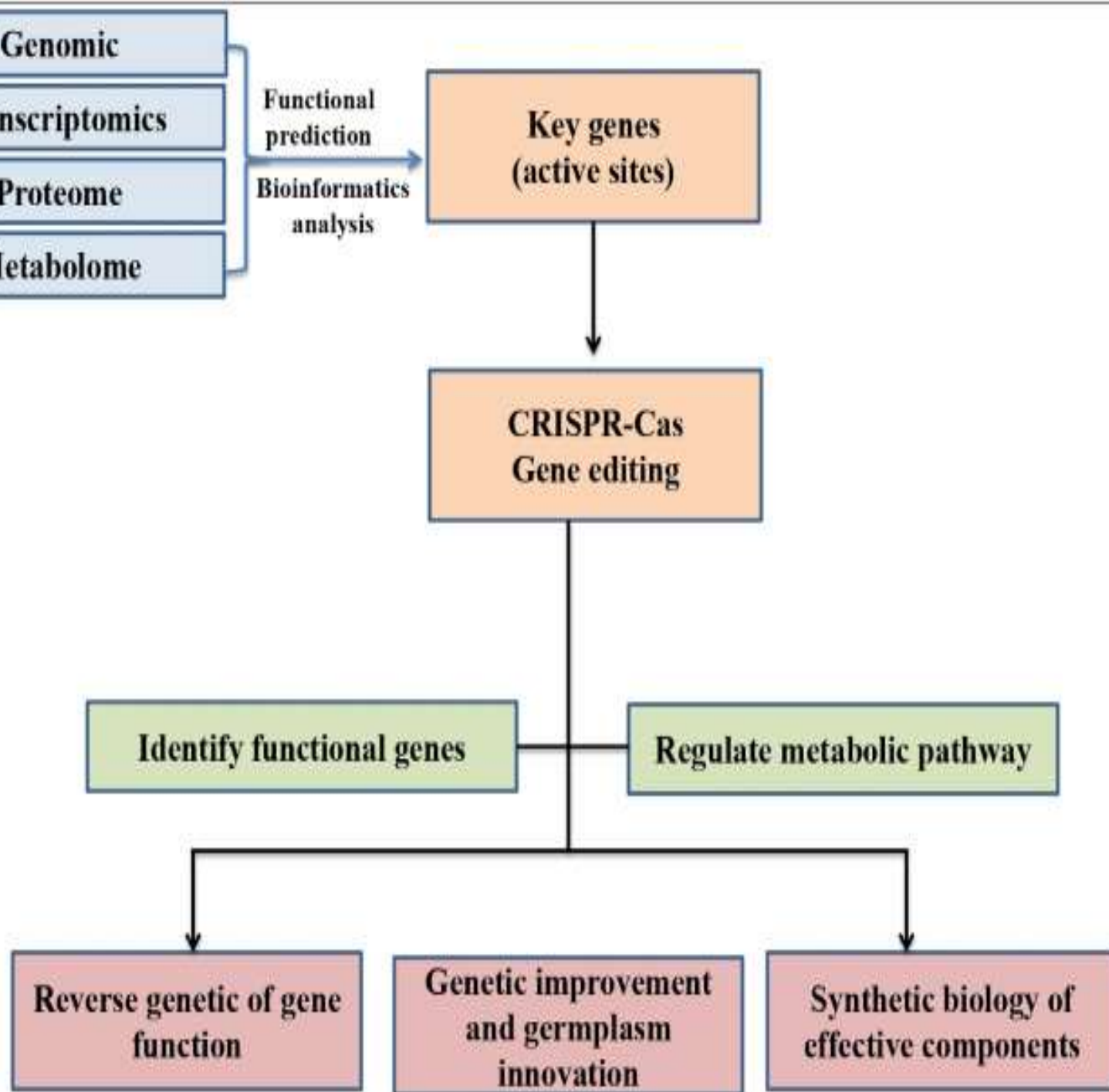
Τεχνολογία ανασυνδιασμένου DNA

- ✓ Ενζυμική απομόνωση τμημάτων DNA με γονίδια ενδιαφέροντος, ενσωμάτωσή των σε πλασμίδιο ή DNA βακτηριοφάγου, εισαγωγή του δημιουργηθέντος ανασυνδιασμένου DNA σε βακτηριακά κύτταρα, με σκοπό την αντιγραφή του. Πρωτεΐνες που εκφράζονται από τα **επιθυμητά γονίδια** του οργανισμού δότη: μπορούν τελικά να απομονωθούν.
- ✓ Φαρμακευτικές πρωτεΐνες και δευτερογενείς μεταβολίτες Φ.Φ.: παραγωγή σε **εξαιρετικά μεγάλες ποσότητες**.
- ✓ *Artemisia annua*, *Pueraria phaseoloides*, *Papaver somniferum*.



CRISPR/Cas

- ✓ Τεχνολογία **9** γονιδιωματικής τροποποίησης: **τροποποίηση** συγκεκριμένων γενετικών τόπων-στόχων το γονιδίωμα, με σκοπό την διαγραφή, εισαγωγή ή αντικατάστασή των.
- ✓ Φ.Φ.: **ταυτοποίηση γονιδίων** που σχετίζονται με τους ωφέλιμους δευτερογενείς μεταβολίτες, κατάλληλη τροποποίησή των.
- ✓ **Μεγιστοποίηση παραγωγής** ωφέλιμων βιοδραστικών ενώσεων.
- ✓ *Salvia miltiorrhiza*, *Dendrobium officinale*, *Cannabis sativa*, *Opium poppy*.



Βιοπληροφορική



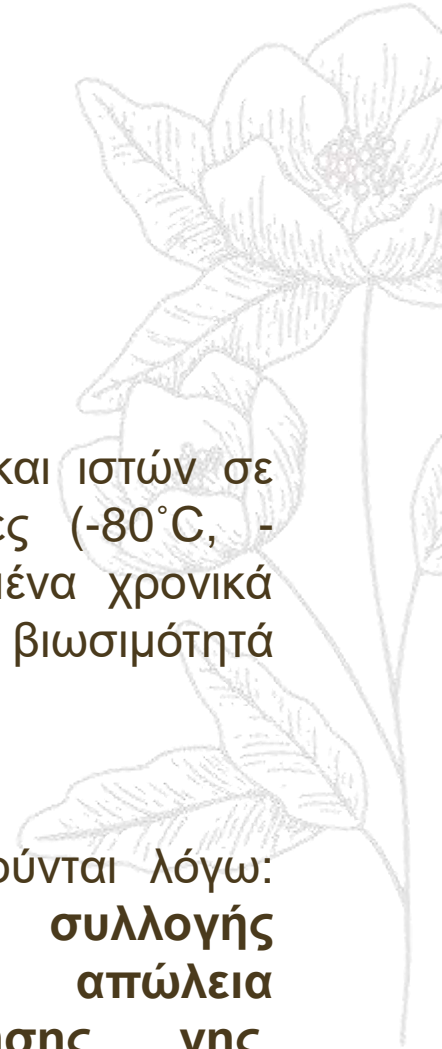
- ✓ Χρήση υπολογιστών και υπολογιστικών εργαλείων, με σκοπό την συλλογή, αποθήκευση και ανάλυση βιολογικών δεδομένων.
- ✓ Βιολογικά δεδομένα: DNA ή πρωτεϊνικές, αλληλουχίες προερχόμενες από γενετικές, γενωμικές και μοριακές έρευνες → οργάνωση σε βάσεις δεδομένων.
↓
- ✓ Ανίχνευση και ταυτοποίηση γονιδίων και μεταβολικών μονοπατιών που εμπλέκονται στην έκφραση των δευτερογενών μεταβολιτών
- ✓ The International Ethnobotany Database (ebDB), NAPALERT, Dr Duke's Phytochemical and Ethnobotanical Database



Κρυοδιατήρησ η



- ✓ **Αποθήκευση** φυτικών κυττάρων και ιστών σε εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες (-80°C , -196°C): διατήρηση για παρατεταμένα χρονικά διαστήματα, **χωρίς** να χάσουν την βιωσιμότητά τους.
- ✓ Διατήρηση Φ.Φ. τα οποία απειλούνται λόγω: **υπερεκμετάλλευσης, αλόγιστης συλλογής** από το φυσικό περιβάλλον, **απώλεια ενδιαιτήματος, αλλαγή χρήσης γης, κλιματικής αλλαγής.**



Συζήτηση-Συμπεράσματα



- «Η θεραπεία με την χρήση φαρμακευτικών φυτών είναι τόσο παλιά όσο και η ίδια η ανθρωπότητα» (B. B. Petrovska, 2012).
- **Τεχνολογική και επιστημονική πρόοδος:** ανακάλυψη εξαιρετικά σημαντικών φαρμακευτικών σκευασμάτων από Φ.Φ.
- **Βιοτεχνολογική πρόοδος:** δυναμική ένταξη Φ.Φ. στο σύγχρονο ιατροφαρμακευτικό σύστημα.
- Καινοτόμες λύσεις ακριβείας: **βιοσύνθεση** φυτικών δευτερογενών μεταβολιτών, αύξηση **παραγωγής** και της **αποτελεσματικότητας** των, **ελαχιστοποίηση παρενεργειών** των, **προστασία απειλούμενων Φ.Φ.**

Τα φυτά ως πηγή φαρμακευτικών και θεραπευτικών ενώσεων





Προκλήσεις

- **Αειφορική καλλιέργεια Φ.Φ.**
- **Βιώσιμη εκμετάλλευση Φ.Φ.**
- **Βιοηθική.**
- **Γενετική τροποποίηση.**
- **Βιοπειρατεία παραδοσιακής γνώσης.**
- **Πατεντάρηση φυτικών σκευασμάτων.**

Βιβλιογραφία

- Choudhary, Mahendar Singh Bhinda, Genetic improvement of medicinal and aromatic plant species: Breeding techniques, conservative practices and future prospects, *Crop Design*, Volume 3, Issue 4, 2024, 100080, ISSN 2772-8994, <https://doi.org/10.1016/j.crope.2024.100080>.
- Γκόνου-Ζάγκου, Ζ. (2025), Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Βιοτεχνολογίας Περιβάλλοντος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Οικολογίας και Ταξινόμησης, eclass UoA, <https://eclass.uoa.gr/modules/document/index.php?course=BIOL327&openDir=/68178e35eh9Q>
- Dasgeb, B., Kornreich, D., McGuinn, K., Okon, L., Brownell, I., & Sackett, D. L. (2018). Colchicine: an ancient drug with novel applications. *The British journal of dermatology*, 178(2), 350–356. <https://doi.org/10.1111/bjd.15896>Fierascu, R. C., Fierascu, I., Ortan, A., Georgiev, M. I., & Sieniawska, E. (2020). Innovative approaches for recovery of phytoconstituents from medicinal/aromatic plants and biotechnological production. *Molecules*, 25(2), 309. <https://doi.org/10.3390/molecules25020309>
- Goble, S., Bear, H., D., Emerging role of taxanes in adjuvant and neoadjuvant therapy for breast cancer: The potential and the questions, *Surgical Clinics of North America*, Volume 83, Issue 4, 2003, Pages 943-971, ISSN 0039-6109, [https://doi.org/10.1016/S0039-6109\(03\)00071-9](https://doi.org/10.1016/S0039-6109(03)00071-9)
- Kinghorn, A. D. (2001). Plants as source of drugs. *Planta Medica*, 57(3), 1–8. [https://doi.org/10.1016/S0041-0101\(00\)00154-9](https://doi.org/10.1016/S0041-0101(00)00154-9)Lincoln, T., Zeiger, E., Møller, I., M., Murphy, A., (2015). Φυσιολογία και Ανάπτυξη Φυτών. Επιμέλεια: Κωνσταντίνος Θάνος, Εκδόσεις Utopia
- Li, D. (2024). Biotechnology in Medicinal Plants: Enhancing Therapeutic Potential and Conservation through Innovation. *Medicinal and Aromatic Plants*, Volume 13, Issue 3. Μανέτας, Γ. (2018). Περί φυτών αφηγήματα – Μικρές ιστορίες για φυτά που άλλαξαν τον κόσμο. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- McLendon K, Preuss CV. Atropine. (2025), Treasure Island (FL): *StatPearls*, Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470551/>



Βιβλιογραφία

- Μπεμπέλη Π., Τάνη, Ε., Παπασωτηρόπουλος, Β., (2021), Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Βιοτεχνολογίας και Βελτίωσης Φυτών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, AUA Open eClass, <https://oeclass.aua.gr/eclass/modules/document/?course=EFP178>
- Nazarul Hasan, Rafiul Amin Laskar, Shahabab Ahmad Farooqui, Neha Naaz, Nidhi Sharma, Megha Budakoti, Dinesh Chandra Joshi, Sana Choudhary, Mahendar Singh Bhinda, Genetic improvement of medicinal and aromatic plant species: Breeding techniques, conservative practices and future prospects, *Crop Design*, Volume 3, Issue 4, 2024, 100080, ISSN 2772-8994, <https://doi.org/10.1016/j.cropl.2024.100080>.
- Nisansala Chandimali, Eun Hyun Park, Seon-Gyeong Bak, Hyung-Jin Lim, Yeong-Seon Won, Seung-Jae Lee, Seaweed callus culture: A comprehensive review of current circumstances and future perspectives, *Algal Research*, Volume 77, 2024, 103376, ISSN 2211-9264, <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103376>.
- O'Brien, R.D. (1974). Atropine. In: Simpson, L.L., Curtis, D.R. (eds) *Poisons of Plant Origin*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-2943-5_4
- Ogidí, O.I., Emaikwu, N.G. (2024). Adoption and Application of Biotechnology in Herbal Medicine Practices. In: Izah, S.C., Ogwu, M.C., Akram, M. (eds) *Herbal Medicine Phytochemistry*. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43199-9_10
- O. Karnieli, Chapter 6 - Bioreactors and Downstream Processing for Stem Cell Manufacturing, Editor(s): Joaquim M.S. Cabral, Cláudia Lobato de Silva, Lucas G. Chase, Maria Margarida Diogo, *Stem Cell Manufacturing*, Elsevier, 2016, Pages 141-160, ISBN 9780444632654, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63265-4.00006-6>.
- Petrovska B. B. (2012). Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy reviews*, 6(11), 1–5. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.95849>



Βιβλιογραφία



- Samuelsson, G. (2015). Φαρμακευτικά προϊόντα φυσικής προελεύσεως, Εγχειρίδιον Φαρμακογνωσίας. Μετάφραση: Κορδοπάτης Παύλος, Μάνεση-Ζούπα Έβη, Πάϊρας Γιώργος. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Sharma, V., & Sarkar, I. N. (2013). Bioinformatics opportunities for identification and study of medicinal plants. *Briefings in bioinformatics*, 14(2), 238–250. <https://doi.org/10.1093/bib/bbs021>
- S.M.K. Rates, Plants as source of drugs, *Toxicon*, Volume 39, Issue 5, 2001, Pages 603-613, ISSN 0041-0101, [https://doi.org/10.1016/S0041-0101\(00\)00154-9](https://doi.org/10.1016/S0041-0101(00)00154-9).
- Titanji, Vincent & Amambua-Ngwa, Alfred & Ngemenya, Moses. (2007). Applications of biotechnology techniques to the study of medicinal plants. *African journal of medicine and medical sciences*. 36 Suppl. 23-9. https://www.researchgate.net/publication/6135355_Applications_of_biotechnology_techniques_to_the_study_of_medicinal_plants
- Wachtel-Galor, S., & Benzie, I. F. F. (2011). Herbal medicine: An introduction to its history, usage, regulation, current trends, and research needs. In I. F. F. Benzie & S. Wachtel-Galor (Eds.), *Herbal medicine: Biomolecular and clinical aspects* (2nd ed., Chapter 1). CRC Press/Taylor & Francis. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92773/>
- Weyrich, L., Duchene, S., Soubrier, J. *et al.* Neanderthal behaviour, diet, and disease inferred from ancient DNA in dental calculus. *Nature* **544**, 357–361 (2017). <https://doi.org/10.1038/nature21674>
- Yu Shi, Chao Zhang, Xiaodong Li, Traditional medicine in India, *Journal of Traditional Chinese Medical Sciences*, Volume 8, Supplement 1, 2021, Pages S51-S55, ISSN 2095-7548, <https://doi.org/10.1016/j.jtcms.2020.06.007>.



Βιβλιογραφία

- Atropine. (n.d.). In *Galinos.gr*. Retrieved June 14, 2025, from <https://www.galinos.gr/web/drugs/main/drugs/atropine>
- Digoxin, (n.d.). In *Galinos.gr*. Retrieved June 14, 2025, from <https://www.galinos.gr/web/drugs/main/drugs/digoxin>
- National Cancer Institute. (n.d.). *Herbal medicine*. In NCI Dictionary of Cancer Terms. Retrieved May 31, 2025, from <https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/herbal-medicine>
- National Cancer Institute. (n.d.). *Lead compound*. In NCI Dictionary of Cancer Terms. Retrieved May 31, 2025, from <https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/lead-compound>
- National Human Genome Research Institute. (n.d.). Recombinant DNA technology. Genome.gov. Retrieved June 9, 2025, from <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Recombinant-DNA-Technology>
- Paclitaxel, (n.d.). In *Galinos.gr*. Retrieved June 14, 2025, from <https://www.galinos.gr/web/drugs/main/drugs/paclitaxel>
- Technavio. (2024, December). *Botanical and plant-derived drugs market analysis, size, and forecast 2025–2029*. Retrieved from <https://www.technavio.com/report/botanical-and-plant-derived-drugs-market-industry-analysis>
- World Health Organization. (2023). Traditional medicine. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/traditional-medicine>

Φωτογραφικό υλικό



- **Εικόνα 1, σελ. 2:** Dioscorides. (6th century). *Blackberry plant* (Folio from the *Vienna Dioscurides*) [Manuscript illustration]. Österreichische Nationalbibliothek, Vienna. Retrieved from Smarthistory: <https://smarthistory.org/the-vienna-dioscurides/>
- **Εικόνα 2, σελ. 3:** Leonti, M., & Baker, J. L. A. (2023). *Modern insights into ancient drugs* [Illustration]. *eLife Science Digests*. Retrieved June 18, 2025, from *eLife* website: <https://elifesciences.org/digests/90070/modern-insights-into-ancient-drugs>
- **Εικόνα 3, σελ. 4:** Heidolph Scientific Products GmbH. *Extraction of medicinal plants for analysis*. February 2022, Heidolph Knowledge Base. Photograph. Heidolph, <https://heidolph.com/asia/en/Knowledge/Extraction%20of%20medicinal%20plants%20for%20analysis-kb1542>. Accessed 18 June 2025.
- **Εικόνα 4, σελ. 5:** Center for Biological Diversity. (n.d.). *Logo* [Trademark image]. In *Wikipedia*. Retrieved June 18, 2025, from https://en.wikipedia.org/wiki/Center_for_Biological_Diversity
- **Εικόνα 5, σελ. 6:** Science Photo Library. (n.d.). Science Photo Library. Retrieved June 18, 2025, from <https://www.sciencephoto.com/media/151340/view>
- **Εικόνα 6, σελ. 7:** Boeck, Barbara & Ghazanfar, Shahina & Nesbitt, Mark. (2023). An ancient Mesopotamian herbal., https://www.researchgate.net/publication/377075644_An_ancient_Mesopotamian_herbal
- **Εικόνα 7, σελ. 8:** Behold a 15th-Century Italian Manuscript Featuring Medicinal Plants with Fantastical Human Faces in Art, Books, Health, History, December 12th, 2022, <https://www.openculture.com/2022/12/behold-a-15th-century-italian-manuscript-featuring-medicinal-plants-with-fantastical-human-faces.html>
- **Εικόνα 8, σελ. 9:** Bryan, Cyril P., translator. *The Papyrus Ebers: Ancient Egyptian Medicine*. Martino Fine Books, 2021. ISBN 978-1684225224,

Φωτογραφικό υλικό



- **Εικόνα 17, σελ. 18:** osseini, Samira & Rodriguez-Garcia, Aida & Martinez-Chapa, Sergio O. & Cordell, Geoffrey. (2017). Multi-target Activities of Selected Alkaloids and Terpenoids. Mini-Reviews in Organic Chemistry., Fig. 3, [10.2174/1570193X14666170518151027](https://doi.org/10.2174/1570193X14666170518151027)
- **Εικόνα 18, σελ. 19:** *Papaver somniferum*, Opium poppy, Royal Botanic Gardens, Kew, Plants of the World Online, <https://www.kew.org/plants/opium-poppy>
- **Εικόνα 19, σελ. 20:** [Holly Philips](https://www.amazon.com.au/Medicinal-Plants-Phytochemistry-Holly-Philips/dp/1682862453#detailBullets_feature_div), Medicinal Plants: Biotechnology and Phytochemistry, 28 May 2016, https://www.amazon.com.au/Medicinal-Plants-Phytochemistry-Holly-Philips/dp/1682862453#detailBullets_feature_div
- **Εικόνα 20, σελ. 21:** 2d render of dna structure, abstract background by jijomathai, Adobe Stock, https://stock.adobe.com/gr_en/images/2d-render-of-dna-structure-abstract-background/281773640?prev_url=detail
- **Εικόνα 21, σελ. 22:** Micropropagation, Rising Roots, Agriculture Consultants, <https://www.risingroots.in/details/micropropagation>
- **Εικόνα 22, σελ. 23:** InnCoCells, VTT, callus cultures, <https://www.innocells.org/our-technology/>
- **Εικόνα 23, σελ. 24:** Nandhini, S. & Ashokkumar, G. & Chandrasekaran, Indu & Boominathan, P. & Gurusamy, K. & Sundar, S.. (2025). Floral phytochemistry: exploring the extraction and utilization of volatile organic compounds. Taxol, a phytoconstituent from *Taxus baccata* flowers commercial exploitation and mechanism of anticancer agent, Discover Applied Sciences. 7. 10.1007/s42452-025-06896-4., https://www.researchgate.net/figure/Taxol-a-phytoconstituent-from-Taxus-baccata-flowers-commercial-exploitation-and_fig4_391400605

Φωτογραφικό υλικό



- **Εικόνα 24, σελ. 25:** ISTOCK.COM, [FANCYTAPIS](#); EDWARD MERTZ, A STICKY SITUATION: RECOMBINANT DNA TECHNOLOGY, TS DIGEST ,[HTTPS://WWW.THE-SCIENTIST.COM/A-STICKY-SITUATION-RECOMBINANT-DNA-TECHNOLOGY-71083](https://www.the-scientist.com/A-STICKY-SITUATION-RECOMBINANT-DNA-TECHNOLOGY-71083)
- **Εικόνα 25, σελ. 26:** Nazarul Hasan, Rafiul Amin Laskar, Shahabab Ahmad Farooqui, Neha Naaz, Nidhi Sharma, Megha Budakoti, Dinesh Chandra Joshi, Sana Choudhary, Mahendar Singh Bhinda, Genetic improvement of medicinal and aromatic plant species: Breeding techniques, conservative practices and future prospects, Crop Design, Volume 3, Issue 4, 2024, 100080, ISSN 2772-8994, <https://doi.org/10.1016/j.crope.2024.100080>.
- **Εικόνα 26, σελ. 27:** Bioinformatics data reduction techniques must be used with caution by Mariah Chuprinski, Pennsylvania State University, July 5, 2022, Pixabay/CC0 Public Domain
- **Εικόνα 27, σελ. 28:** Brian Hawkins, Cryopreservation, December 15, 2023, pluristyx, <https://pluristyx.com/cryopreservation-blog/>
- **Εικόνα 28, σελ. 29:** achstv, HERB 521 - Principles of Pharmacognosy and Phytochemistry Course Introduction, https://www.youtube.com/watch?v=XefWwyIKVp8&ab_channel=achstv
- **Εικόνα 29, σελ. 30:** Geneviève Bourdy, Catherine Aubertin, Valérie Jullian, Eric Deharo, Quassia “biopiracy” case and the Nagoya Protocol: A researcher's perspective, Journal of Ethnopharmacology, Volume 206, 2017, Pages 290-297, ISSN 0378-8741, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.05.030>.

Εικόνα εξωφύλλου: Blackwell, E. (n.d.). Plate 145, from "A Curious Herbal" [Engraving]. MeisterDrucke. <https://www.meisterdrucke.us/fine-art-prints/Elizabeth-Blackwell/1352924/Plate-145.-from-%27A-Curious-Herbal%27.html>

Ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας !!

Είμαι στην διάθεσή σας για
διευκρινίσεις και ερωτήσεις.

