

Molnár V. Attila

# A SZERETETRE MÉLTÓ TUDOMÁNY TÖRTÉNETE

## A botanika 100 jelentős eseménye

Kézirat



Készült a „Növénytan – A szeretetre méltó tudomány jelentősége és eredményei” című projekt keretében, az NKFIH MEC N 24 148930 pályázat támogatásával.

Debrecen, 2026

## A botanika történetének fontos eseményei – Bevezetés



„*Scientia amabilis*”, azaz kedves, szeretetre méltó tudomány – így nevezte a növénytant 1767-ben a nagy hatású és sokoldalú svéd természettudós, Carl Linné. A kifejezést ezután büszkén és sokáig használták a botanikusok tudományuk megnevezésére. A botanika története nem csupán tudományos eredmények egymásutánja, hanem az emberi kíváncsiság, megfigyelőképesség, tévedés, kétely és felismerés hosszú története. A növények mindig ott voltak az ember körül: táplálták, gyógyították, mérgezték, díszítették, gazdaságát és kultúráját formálták. Mégis hosszú évszázadok kellettek ahhoz, hogy a róluk szóló tudás a gyakorlati tapasztalat, a mítosz, a gyógynövénytan és a tekintélytisztelt világából

fokozatosan önálló, megfigyelésen, összehasonlításra, kísérletre és rendszerezésen alapuló tudománnyá váljon.

Ez az összeállítás a botanika történetének 100 jelentős pillanatát idézi fel. Nem teljes tudománytörténeti enciklopédia kíván lenni, hanem válogatott időutazás: olyan állomások sorozata, amelyek megmutatják, hogyan változott a növényekről alkotott emberi tudás Theophrasztosztól a reneszánsz fűvészkönyveken, a herbáriumok és botanikus kertek születésén, Linné rendszertani forradalmán, Darwin evolúciós magyarázatain, a növényélettani és genetikai kísérleteken át a modern ökológiai, molekuláris és természetvédelmi szemléletig. A történet főszereplői nemcsak nagy nevek, hanem módszerek is: a terepi megfigyelés, a préselt növénypéldány, a pontos rajz, a mikroszkóp, a kísérleti edény, a növénykeresztkezés, a fajleírás, a herbáriumi lap, a térkép, a statisztika és végül a digitális adatbázis.

A füzet különlegessége, hogy a szöveges ismeretterjesztést mesterséges intelligenciával létrehozott képek egészítik ki. Ezek nem történeti dokumentumok, nem korabeli ábrázolások és nem is szó szerinti rekonstrukciók. Inkább vizuális értelmezések: olyan képi kapuk, amelyek segítenek a mai olvasónak közelebb kerülni régi korok tudósaihoz, műhelyeihez, terepi gyűjtéseihez, laboratóriumaihoz és gondolkodásmódjához. A cél nem az, hogy a múltat hamis pontossággal „lefényképezzük”, hanem hogy elképzelhetőbbé, szemléletesebbé és emberközelibbé tegyük. A mesterséges intelligencia ebben az értelemben nem helyettesíti a történeti forráskritikát, hanem az ismeretterjesztés egyik új eszközeként működik: képeket ad ahhoz, amit a szakirodalom, a múzeumi tárgyak, a herbáriumi példányok és a régi könyvek gyakran csak töredékesen engednek látni.

A tudományos ismeretterjesztésnek ma különösen nagy jelentősége van. A természettudományos tudás soha nem volt ennyire bőségesen hozzáférhető, ugyanakkor talán soha nem volt ennyire sérülékeny sem: a felszínes információ, a félreértés, a történeti összefüggések hiánya és a tudományellenes leegyszerűsítés könnyen eltorzíthatja a múlt és a jelen eredményeit. A jó ismeretterjesztés ezért nem pusztán „egyszerűsítés”, hanem fordítás két világ között: a szakmai pontosságot úgy kell közvetítenie, hogy az ne veszítse el lényegét, mégis befogadhatóvá váljon azok számára is, akik nem hivatásos kutatók. A botanika története különösen alkalmas erre, mert a növények mindenki számára ismerősek, ugyanakkor történetükön keresztül a tudomány működésének alapelvei is bemutatathatók:

hogyan lesz a megfigyelésből kérdés, a kérdésből módszer, a módszerből bizonyíték, a bizonyítékból új szemlélet.

A növénytan fejlődése jól példázza Newton híres gondolatát is: „*Ha messzebbre láttam, azért volt, mert óriások vállán álltam.*” A mondat nemcsak a fizika történetére igaz. Minden botanikus, aki új növényt írt le, rendszert alkotott, kísérletet végzett vagy új összefüggést ismert fel, elődei munkájára támaszkodott — még akkor is, ha vitatta, javította vagy meghaladta őket. Theophrasztoz, Dioszkoridész, Ghini, Fuchs, Gessner, Clusius, Linné, Darwin, Mendel, Paál Árpád és sokan mások nem elszigetelt zsenik voltak, hanem egy hosszú, soknyelvű, soknemzetiségű, nemzedékeken átívelő tudományos párbeszéd résztvevői. A tudomány története éppen ezért nem halott nevek és évszámok gyűjteménye, hanem eleven emlékezet: annak tudatosítása, hogy mai tudásunk korábbi megfigyelések, viták, hibák és felismerések rétegeire épül.

Ez az időutazás tehát nem nosztalgia. Inkább emlékeztető arra, hogy a tudomány emberi vállalkozás: lassú, töredékes, gyakran bizonytalan, de rendkívül termékeny út a világ pontosabb megértése felé. A növénytan története különösen szép példája annak, hogyan válhat a figyelmes nézésből tudomány. Egy levél alakja, egy virág szerkezete, egy mag csírázása, egy herbáriumi példány, egy terepi jegyzet vagy egy laboratóriumi kísérlet mind-mind hozzájárult ahhoz, hogy a növények világa ma már ne csupán hasznos vagy szép háttér legyen az ember számára, hanem önálló, gazdag, törvényszerűségekkel teli élő rendszerként táruljon fel előttünk.

#### AJÁNLOTT IRODALOM

##### ***Általános botanikatörténeti és tudománytörténeti munkák***

- Arber, A. 1938. *Herbals: Their Origin and Evolution. A Chapter in the History of Botany, 1470–1670*. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Baldini, R. M., Nepi, C. & Jarvis, C. E. (2022): The extant herbaria from the sixteenth century: a synopsis. *Webbia* 77(1): 23–33. <https://doi.org/10.36253/jopt-13038>
- Greene, E. L. (1909): *Landmarks of Botanical History. Part I*. Smithsonian Institution, Washington.
- Isely, D. (1994): *One Hundred and One Botanists*. Iowa State University Press, Ames.
- Molnár V. A. (2023): *Növények és emberek. A szeretetre méltó tudomány története*. Debreceni Egyetem TTK Növénytani Tanszék, Debrecen. 216 pp. ISBN 978-963-490-491-5.
- Morton, A. G. (1981): *History of Botanical Science: An Account of the Development of Botany from Ancient Times to the Present Day*. Academic Press, London – New York.
- Ogilvie, B. W. (2006): *The Science of Describing: Natural History in Renaissance Europe*. University of Chicago Press, Chicago.
- Pavord, A. (2005): *The Naming of Names: The Search for Order in the World of Plants*. Bloomsbury, London.
- Sachs, J. von (1890): *History of Botany, 1530–1860*. Clarendon Press, Oxford.
- Stearn, W. T. (1992): *Botanical Latin: History, Grammar, Syntax, Terminology and Vocabulary*. 4th ed. David & Charles, Newton Abbot.

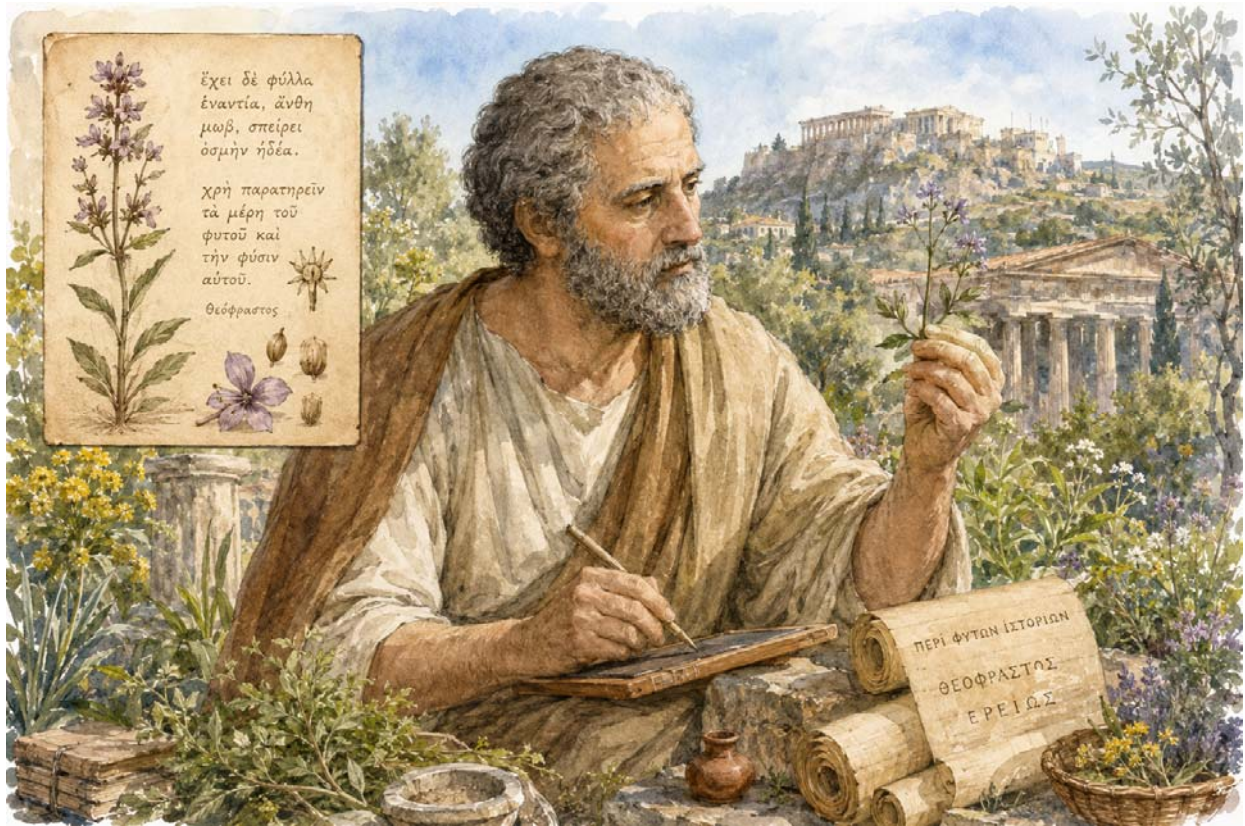
##### ***Egyes kutatókhoz, korszakokhoz és témákhoz kapcsolódó monográfiák***

- Blunt, W. (2001): *Linnaeus: The Compleat Naturalist*. Princeton University Press, Princeton.

- Browne, J. (1995): Charles Darwin: Voyaging. Princeton University Press, Princeton.
- Browne, J. (2002): Charles Darwin: The Power of Place. Princeton University Press, Princeton.
- Jahn, I. (ed.) (2000): Geschichte der Biologie: Theorien, Methoden, Institutionen, Kurzbiographien. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg – Berlin.
- Kusukawa, S. (2012): Picturing the Book of Nature: Image, Text, and Argument in Sixteenth-Century Human Anatomy and Medical Botany. University of Chicago Press, Chicago.
- Leu, U. B. & Opitz, P. (eds.) (2016): Conrad Gessner (1516–1565): Die Renaissance der Wissenschaften / The Renaissance of Learning. De Gruyter, Berlin – Boston. <https://doi.org/10.1515/9783110499056>
- Molnár V., A. (2015): Kitaibel. Egy magyar tudós élete. Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar Növénytani Tanszék, Debrecen. ISBN 978-963-473-890-9.
- Müller-Wille, S. (1999): Botanik und weltweiter Handel: Zur Begründung eines natürlichen Systems der Pflanzen durch Carl von Linné. Verlag für Wissenschaft und Bildung, Berlin.
- Stafleu, F. A. (1971): Linnaeus and the Linnaeans: The Spreading of Their Ideas in Systematic Botany, 1735–1789. International Association for Plant Taxonomy, Utrecht.



## A botanika történetének fontos eseményei 1.



i. e. 300 körül Theophrasztosz megírta alapvető növénytani műveit, elsősorban a *Historia Plantarum* ("A növények története") és a *De causis plantarum* ("A növények okairól") című munkákat. Ezekben nem csupán gyógynövényeket sorolt fel, hanem a növények alakját, élettartamát, szaporodását, termőhelyét és hasznosítását is összehasonlította. Jelentősége abban áll, hogy a növények vizsgálatát az ókori természetfilozófiából önállóbb, megfigyelésen és leírásen alapuló tudományos irányba mozdította el.

## A botanika történetének fontos eseményei 2.



i. sz. 65 körül Lucius Iunius Moderatus Columella megírta *De re rustica* ("A mezőgazdaságról") című mezőgazdasági munkáját. A műben mintegy négyszáz termesztett és hasznosított növény szerepel, különösen a szőlő, gyümölcsfák, gabonák, hüvelyesek és konyhakerti növények termesztési gyakorlataival. Botanikatörténeti jelentősége az, hogy a római agronómiai tudást részletes, gyakorlati növényismerettel kapcsolta össze.

### A botanika történetének fontos eseményei 3.



i. sz. 77-ben megjelent Gaius Plinius Secundus *Maiores Naturalis Historia* ("Természetrész") című enciklopédikus műve. A mű számos növényt, gyógyászati felhasználást, természeti megfigyelést és népi ismereteket őrzött meg a görög-római világból. Bár Plinius gyakran kritikátlanul vett át adatokat, munkája évszázadokon át a növényekről szóló európai tudás egyik legfontosabb forrása maradt.

## A botanika történetének fontos eseményei 4.



i. sz. 100 körül Pedaniosz Dioszkoridész megírta *De Materia Medica* ("A gyógyító anyagokról") című művét, amely körülbelül ötszáz növényi eredetű gyógyszert és drogot ismertetett. A leírások a növények felismerésére, gyűjtésére, hatóanyagaira és gyógyászati alkalmazására összpontosítottak. A munka több mint másfél évezreden át a gyógynövénytan és az orvosi botanika alapvető kézikönyve volt.

## A botanika történetének fontos eseményei 5.



i. sz. 860 körül Al-Dinawari a korai arab-iszlám botanika egyik legjelentősebb alakjaként mintegy 640 növényfajt ismert és tárgyalt. Megfigyelései a növények növekedésére, virágzására, termésképzésére, termőhelyére és gyakorlati hasznára is kiterjedtek. Munkája azért fontos, mert a klasszikus antik hagyományt önálló megfigyelésekkel és a közel-keleti növényvilág ismeretével bővítette.

## A botanika történetének fontos eseményei 6.



1020 körül Abdullah Ibn Szína, latin nevén Avicenna, összeállította *al-Kánún fí Tíb* ("Az orvostudomány kánonja") című orvosi enciklopédiáját. A *Canon Medicinae* ("Az orvostudomány kánonja") számos növényi eredetű gyógyszert tárgyalt, és rendszerezte azok orvosi alkalmazását, hatásait és adagolását. A mű a középkori latin Európában is alapvető orvosi tankönyv lett, így a gyógynövényismeret továbbadásában közvetítő szerepet játszott.

## A botanika történetének fontos eseményei 7.



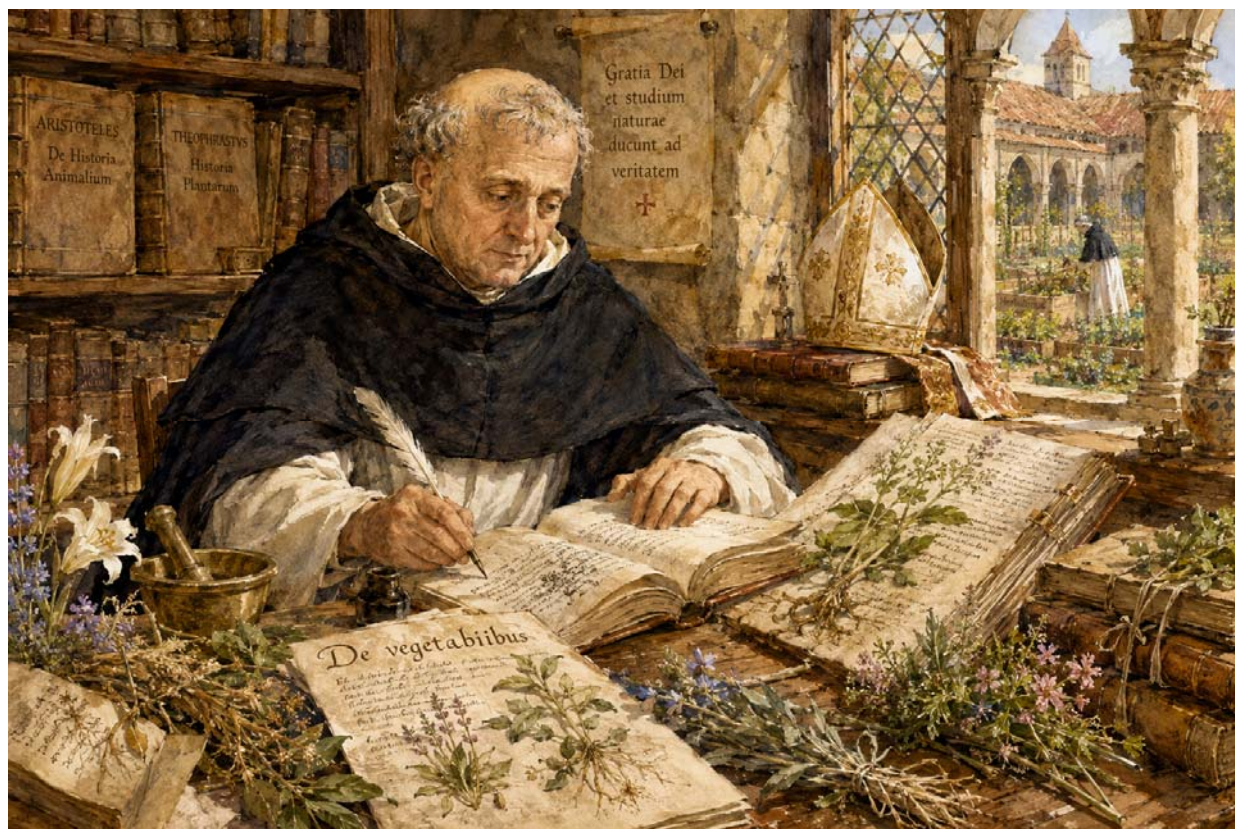
1130 körül Hildegard von Bingen bencés apátnő, német természettudós, polihisztor, zeneszerző kézirataiban mintegy háromszáz gyógyhatású növényről számolt be. Leírásai a kolostori gyógyászat, a népi növényismeret és a középkori természetfelfogás határán állnak. Jelentősége abban áll, hogy a latin tudományosságon belül női szerzőként őrzött meg és rendszerezett jelentős mennyiségű növényi gyógyászati tapasztalatot.

## A botanika történetének fontos eseményei 8.



1240 körül Ibn al-Baitar összeállította *Kitab al-Jami fi al-Adwiya al-Mufrada* ("Az egyszerű gyógyszerek átfogó könyve") című gyógyszerészeti-botanikai művét. A munka mintegy 1400 egyszerű gyógyszert, köztük igen sok növényi eredetű anyagot ismertetett, és számos adatot saját gyűjtésekre, utazásokra és megfigyelésekre alapozott. A mű az arab gyógynövénytan egyik legnagyobb összegzése, amely a mediterrán és közel-keleti növényismeretet közvetítette Európa felé is.

## A botanika történetének fontos eseményei 9.



1254 körül Albertus Magnus elkészítette *De vegetabilibus libri* ("Könyvek a növényekről") című művét. A könyv Arisztotelész és Theophrasztosz hagyományát keresztény középkori természetfilozófiával kapcsolta össze, de számos saját megfigyelést is tartalmazott. Különösen fontos, hogy benne Közép-Európa flórájára vonatkozó konkrét adatok is megjelentek, így nem pusztán könyvhagyományt, hanem helyi növényismeretet is közvetített.

## A botanika történetének fontos eseményei 10.



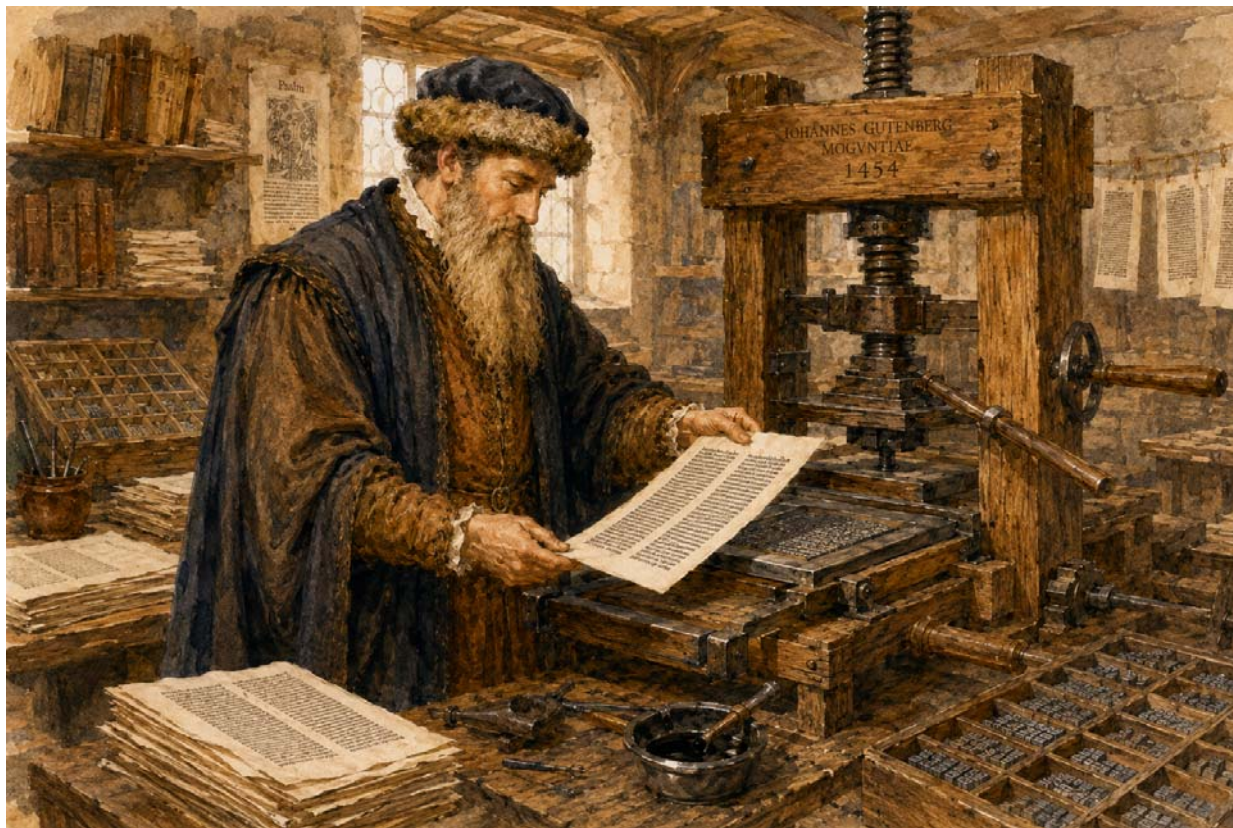
1340-ben Fabrianóban működni kezdett az első jelentős európai papírmalmok egyike. A papír olcsóbbá és hozzáférhetőbbé tette a kéziratok, jegyzetek, herbáriumi cédulák és később a nyomtatott könyvek előállítását. Közvetett botanikatörténeti jelentősége abban áll, hogy technikai feltételt teremtett a növényismeret gyorsabb másolásához és terjesztéséhez.

## A botanika történetének fontos eseményei 11.



1450-ben Nikolaus Cusanus felvetette, hogy a növények a víz felvételével asszimilálnak. Elgondolása még nem volt modern értelemben vett fotoszintézis-elmélet, de arra irányította a figyelmet, hogy a növényi test gyarapodását anyagfelvételi folyamatokkal kell magyarázni. Ez a kérdés később Van Helmont, Hales, Priestley és Ingenhousz kísérleteiben vált valódi kísérleti növényélettani problémává.

## A botanika történetének fontos eseményei 12.



1454-ben Johannes Gutenberg számos technikai újítása nyomán a könyvnyomtatás nagyobb példányszámú és olcsóbb könyvterjesztést tett lehetővé. A botanika szempontjából ez azért volt döntő, mert a fűvészkönyvek, illusztrált flóraművek és klasszikus szövegkiadások immár szélesebb közönséghez juthattak el. A nyomtatás nélkül a 16. századi botanika gyors európai kibontakozása elképzelhetetlen lett volna.

### A botanika történetének fontos eseményei 13.



1460 körül Theodorus Gaza latinra fordította Theophrasztosz *Historia plantarum* ("A növények története") című művét. A fordítás az antik görög növénytani hagyományt a latinul olvasó reneszánsz tudósok számára is hozzáférhetővé tette. Ez erősítette a klasszikus források kritikai újraolvasását, és hozzájárult ahhoz, hogy a reneszánsz botanikusok saját megfigyeléseikkel vessék össze az ókori leírásokat.

## A botanika történetének fontos eseményei 14.



1485 körül megjelent Johann Wonnecke von Kaub *Ortus Sanitatis, auf teutsch ein Gart der Gesuntheit* ("Az egészség kertje") című munkája. A könyv az első német nyelvű nyomtatott fűvészkönyvek közé tartozott, és a gyógyító célú növényismeretet szélesebb olvasóközönséghez juttatta el. Jelentősége főként abban áll, hogy a növényekről szóló tudást a latin orvosi elit körén kívül is terjesztette.

## A botanika történetének fontos eseményei 15.



1490-ben Niccolo Leoniceno több fordítási és azonosítási hibát mutatott ki Plinius és Avicenna műveiben. Kritikája arra figyelmeztetett, hogy a klasszikus tekintélyek szövegeit nem elég ismételni, hanem filológiai és természettudományos ellenőrzésnek kell alávetni. Ez a reneszánsz botanikában a forráskritika és a közvetlen növénymegfigyelés felértékelődéséhez járult hozzá.

## A botanika történetének fontos eseményei 16.



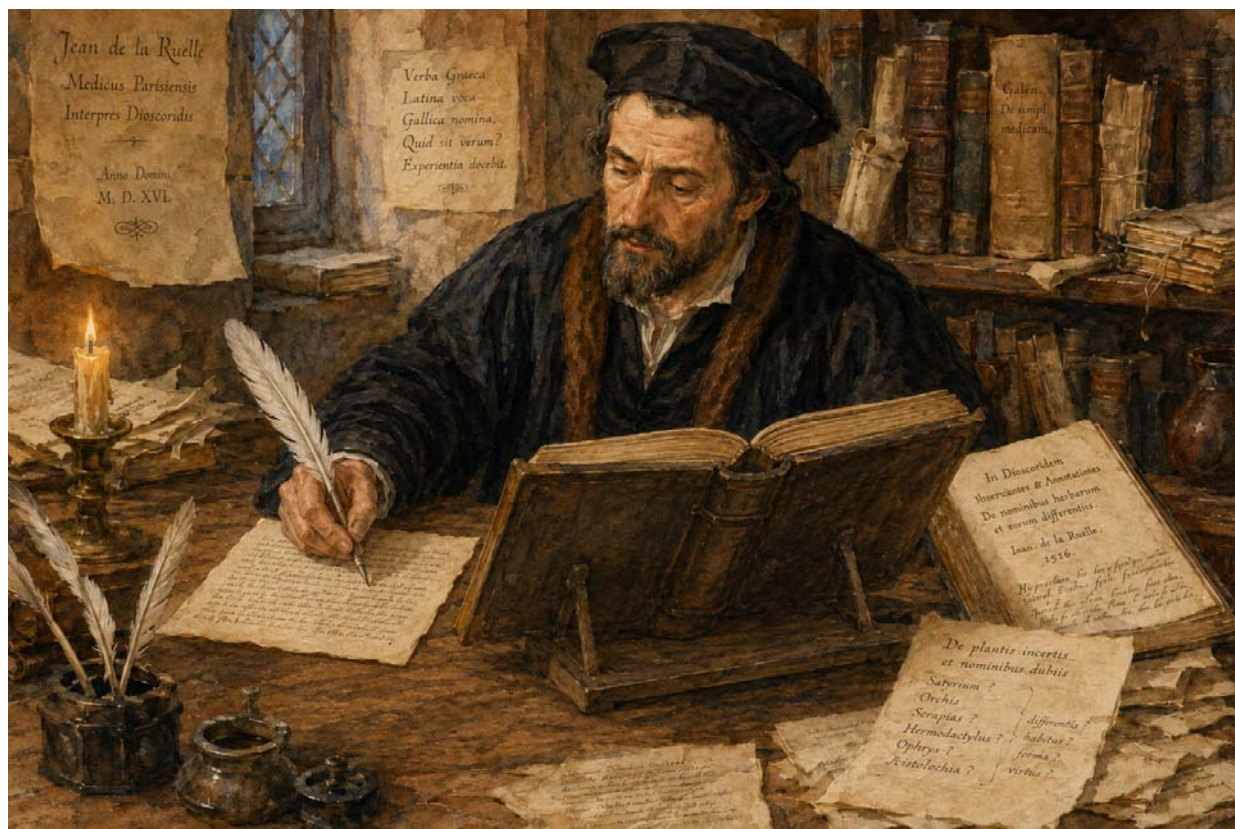
1492-ben Cristoforo Colombo itáliai származású tengersziszt és felfedező amerikai útja megnyitotta az európaiak számára az Újvilág növényvilágának közvetlenebb megismerését. A következő évtizedekben Európába kerültek olyan növények és termények, mint a kukorica, burgonya, paradicsom, dohány, paprika és kakaó. Ez nemcsak a gazdasági növényhasználatot, hanem a botanikai leírások, kertek és növénycserék világát is alapvetően átalakította.

## A botanika történetének fontos eseményei 17.



1493-ban a pápai döntés, majd a tordesillasi egyezmény nyomán Spanyolország és Portugália befolyási övezetekre osztotta az Újvilágot. A politikai felosztás meghatározta, hogy mely európai hatalmakon keresztül áramlottak be az amerikai, afrikai és ázsiai növények, magvak, drogok és termesztési ismeretek Európába. A botanika történetében ez a gyarmati növénycsere és a globális gazdasági növények korszakának egyik háttere volt.

## A botanika történetének fontos eseményei 18.



1516-ban Jean de la Ruelle latin fordításában és kommentárjaival megjelent Dioszkoridész *De Materia Medica* ("A gyógyító anyagokról") című műve. A kiadás a klasszikus gyógynövénytan reneszánsz újraértelmezésének fontos állomása volt. A kommentárok segítettek a régi növénynevek, latin fordítások és korabeli növényazonosítások összevetésében, bár sok bizonytalanság még tovább élt.

## A botanika történetének fontos eseményei 19.



1520 körül Heinrich Ritzel, humanista néven Euricius Cordus felismerte, hogy hazája növényei nem mindig feleltethetők meg Dioszkoridész és Galenosz mediterrán növényeinek. Ez a felismerés a helyi flórák önálló tanulmányozása felé terelte a botanikát. Jelentősége abban áll, hogy a könyvből örökölt tekintélyt fokozatosan felváltotta a terepi megfigyelés és a regionális növényismeret.

## A botanika történetének fontos eseményei 20.



1530 körül Luca Ghini kifejlesztette a növények szárítással és préseléssel történő tartósítását, a *hortus siccus* módszerét. A szárított növénypéldányok lehetővé tették, hogy a kutatók azonosítható, összehasonlítható és hosszú ideig megőrizhető bizonyító anyaggal dolgozzanak. Ezzel a herbárium a taxonómia, florisztika és növényföldrajz egyik alapintézményévé vált.

## A botanika történetének fontos eseményei 21.



1539-ben Hieronymus Bock, más néven Tragus kiadta *Das Kreütter Buch* ("A fűvészkönyv") című fűvészkönyvét. A mű különlegessége, hogy nem pusztán a klasszikus szerzők alapján ismertette a növényeket, hanem a német területek élő növényeire és megfigyelhető bélyegeire is támaszkodott. Leírásai gyakran ökológiai és morfológiai részleteket is tartalmaztak, ezért a reneszánsz terepi botanika fontos dokumentuma.

## A botanika történetének fontos eseményei 22.



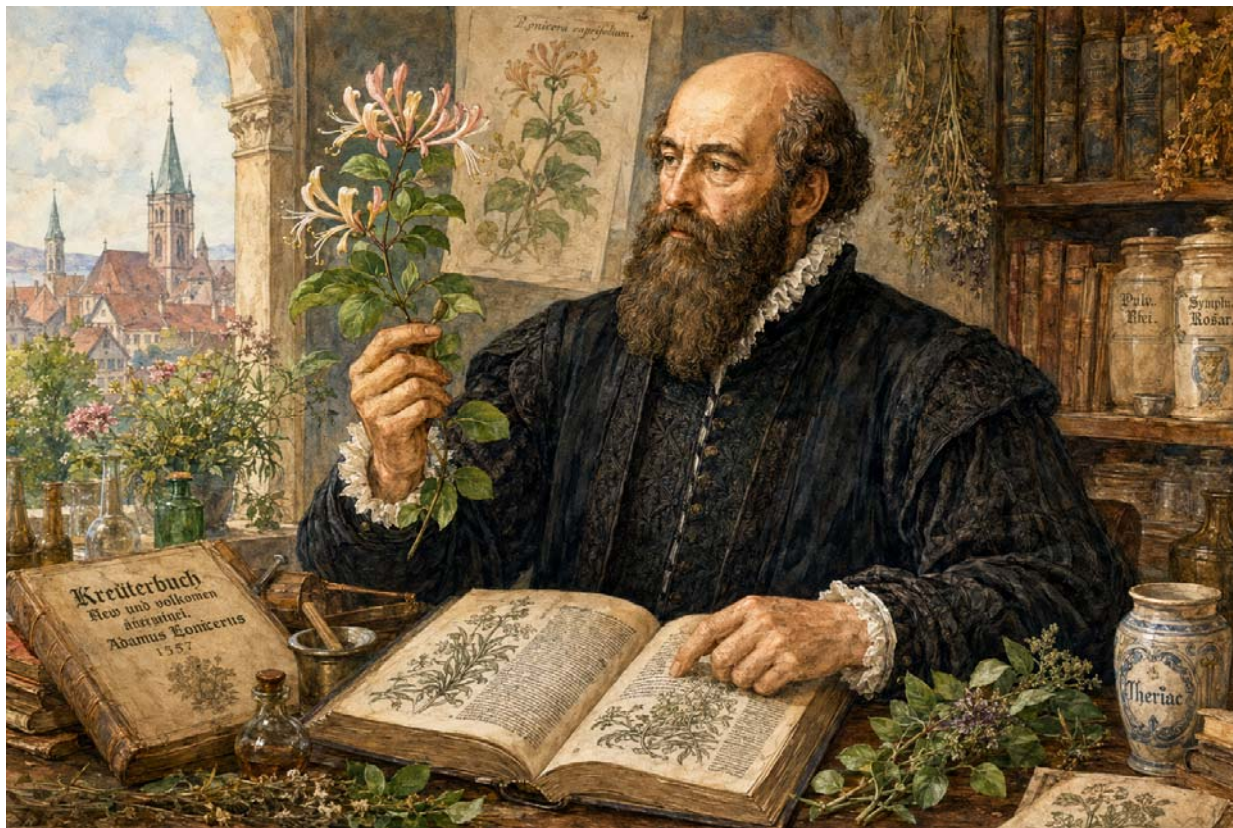
1542-ben megjelent Leonhart Fuchs *De historia stirpium commentarii* ("Kommentárok a növények történetéről") című műve. A könyv kiváló fametszetes illusztrációi és részletes növényleírásai a 16. századi botanikai könyvkultúra kiemelkedő teljesítményét jelentették. Fuchs munkája különösen fontos volt abban, hogy a növényábrázolás a felismerhetőség és a morfológiai pontosság szolgálatába állt.

## A botanika történetének fontos eseményei 23.



1545-ben megalapították a Padovai Egyetem botanikus kertjét, amely a világ legrégebbi, eredeti helyén fennmaradt egyetemi botanikus kertje. A kert eredetileg gyógynövények oktatására szolgált, de hamarosan az élő növénygyűjtemények, akklimatizációs kísérletek és növénycsere központjává vált. A botanikus kertek a herbáriumok mellett a korai modern botanika alapvető kutatási és oktatási intézményei lettek.

## A botanika történetének fontos eseményei 24.



1551-ben megjelent Adam Lonitzer *Kräuterbuch* ("Füvészkönyv") című munkája, amely több száz növényt, köztük sok gyógynövényt ismertetett. A könyv német nyelven tette hozzáférhetővé a gyógynövényekről, fűszernövényekről és termesztett növényekről szóló ismereteket. Jelentősége főként a gyakorlati növényismeret, a gyógyszerészet és a korai népszerűsítő botanika összekapcsolásában áll.

## A botanika történetének fontos eseményei 25.



1551-ben Konrad Gessner behatóan foglalkozott a virágok szerkezetével. Figyelme a virág részeire, azok alakjára és rendszertani használhatóságára irányult, ami a későbbi osztályozási rendszerek számára is fontos lett. Jelentősége abban áll, hogy a növények rendszerezésében egyre nagyobb szerepet kapott a reproduktív szervek pontos morfológiai vizsgálata.

## A botanika történetének fontos eseményei 26.



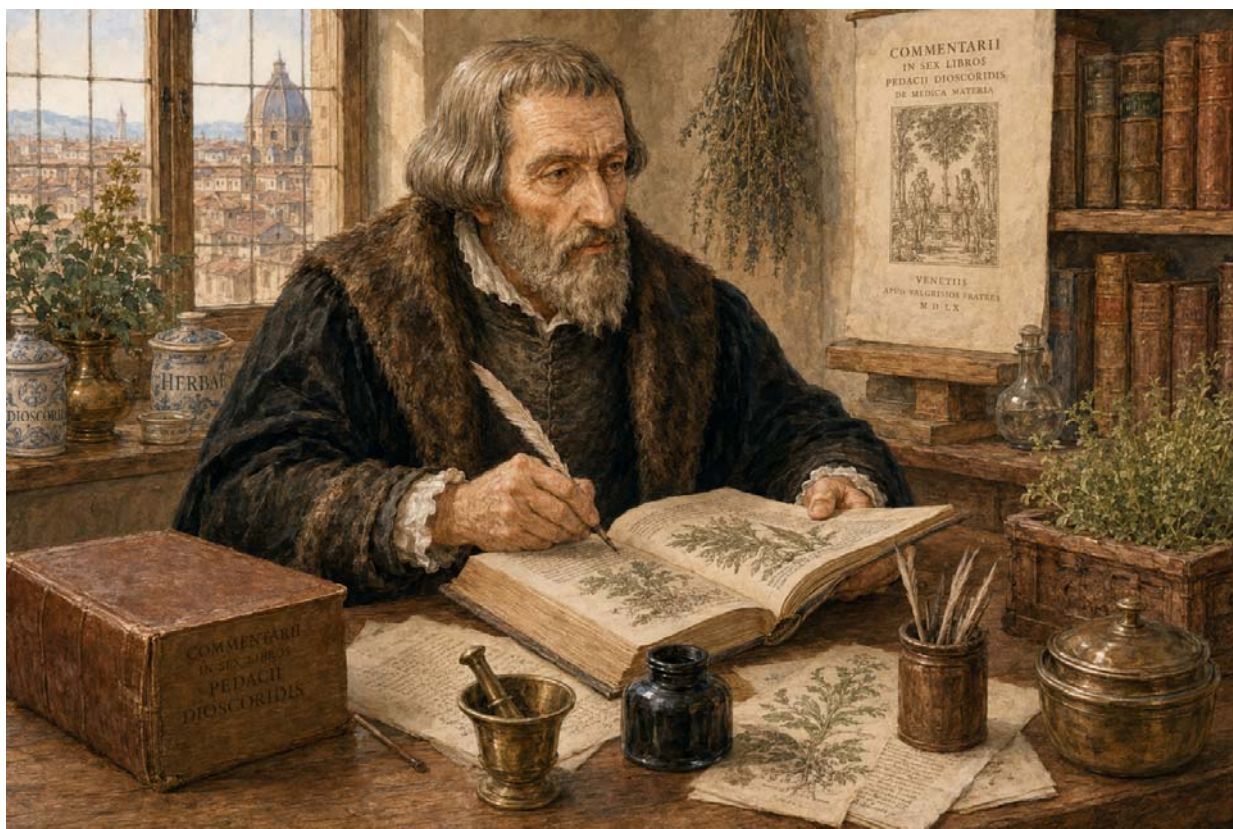
1555 körül Konrad Gessner felismerte, hogy a hegyvidékek növényzete magasság szerint övezetekre tagolódik. Ez a megfigyelés a növényföldrajz és az ökológiai gondolkodás korai előzménye, mert a növények elterjedését nem pusztán névjegyzékként, hanem környezeti gradienshez kötve értelmezte. Később Tournefort és Humboldt hasonló felismerései tették ezt a szemléletet a növényföldrajz központi elemévé.

## A botanika történetének fontos eseményei 27.



1557-ben Ulisse Aldrovandi a Sibylline-hegységbe tett gyűjtőutat, amelynek kifejezett célja egy meghatározott terület flórájának kutatása volt. Ez a vállalkozás a botanika történetében a célzott florisztikai terepmunka korai példája. Jelentősége abban áll, hogy a növénygyűjtés tudományos módszerré vált, nem csupán gyógynövények vagy ritkaságok alkalmi keresésévé.

## A botanika történetének fontos eseményei 28.



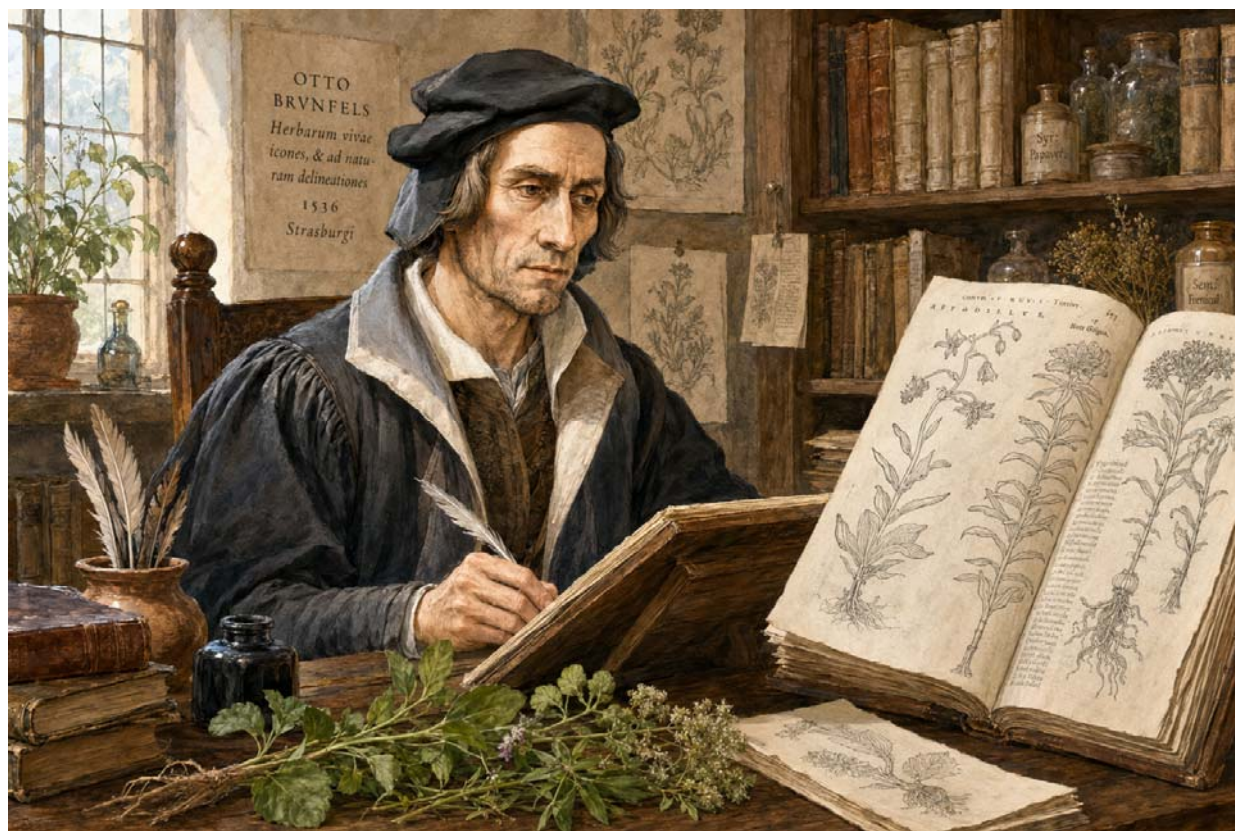
1560-ban Pietro Andrea Mattioli *Commentarii in sex libros Pedacii Dioscoridis* ("Kommentárok Pedaniosz Dioszkoridész hat könyvéhez") című műve tovább bővítette Dioszkoridész hatását. A kommentárok új növényadatokat, megfigyeléseket és illusztrációkat kapcsoltak a klasszikus gyógynövénytani hagyományhoz. Mattioli munkája sok kiadásban terjedt, és a 16. századi európai gyógynövényismeret egyik legnépszerűbb forrása lett.

## A botanika történetének fontos eseményei 29.



1561 körül megjelent Valerius Cordus *Historia stirpium* ("A növények története") című műve. Cordus a növények külső bélyegeit, termőhelyét és gyógyászati használatát gyakran nagy pontossággal rögzítette. Jelentősége abban áll, hogy a korai fűvészkönyvek leíró hagyományát pontosabb morfológiai megfigyelésekkel gazdagította.

## A botanika történetének fontos eseményei 30.



1530 és 1536 között Otto Brunfels kiadta *Herbarum vivae icones ad naturae imitationem* ("A növények élő képmásai a természet utánzására") című művét. A könyv élethű növényábrái a korábbi sematikus képekkel szemben a tényleges növények megjelenését igyekeztek visszaadni. Brunfels ezért a német reneszánsz botanika egyik alapfigurája, és munkája fontos lépés volt a megfigyelésen alapuló növényábrázolás felé.

## A botanika történetének fontos eseményei 31.



1576-ban Carolus Clusius megjelentette a Spanyolországban megfigyelt ritka növényekről szóló művét. Clusius európai utazásai és kiterjedt levelezése révén új fajokat, termesztett növényeket és egzotikus dísnövényeket vezetett be a tudományos köztudatba. Munkássága a regionális flórakutatás és az európai növénycsere egyik legfontosabb 16. századi motorja volt.

## A botanika történetének fontos eseményei 32.



1576-ban Christoffel Plantin antwerpeni nyomdája a botanikai könyvkiadás egyik fontos központjává vált. Itt és a Plantin-körhöz kapcsolódva jelentek meg több flamand és vallon szerző, köztük Lobelius, Clusius és Dodonaeus művei. A magas színvonalú nyomtatás és illusztráció döntően hozzájárult ahhoz, hogy a növényismeret gyorsan és viszonylag egységes formában terjedjen Európában.

### A botanika történetének fontos eseményei 33.



1576-ban Leonhard Rauwolf közel-keleti útjainak növényanyagát is feldolgozó botanikai munkája jelent meg. Rauwolf Szíria, Mezopotámia és a Levante növényeit figyelte meg, és több olyan kultúrnövényről, drogokról és keleti növénytermékről számolt be, amelyek Nyugat-Európában kevéssé voltak ismertek. Leírásai a terepi utazóbotanika és az Európán kívüli flórák megismerésének korai példái.

## A botanika történetének fontos eseményei 34.



1576-ban Matthias de L'Obel *Plantarum seu Stirpium Historia* ("A növények, avagy sarjak története") című műve megjelent. Lobelius a növényeket külső hasonlóságuk és morfológiai rokonságuk alapján igyekezett csoportosítani, nem pusztán gyógyászati használat szerint. Ezzel a növényrendszertan természetesebb szemlélete felé tett fontos lépést.

## A botanika történetének fontos eseményei 35.



1582-ben Rembert Dodoens *Cruydtboek* ("Füvészkönyv") című műve a németalföldi botanikai könyvkiadás egyik jelentős darabjaként terjedt el. A munka sok növényt ismertetett közérthető nyelven, és a gyógyászati adatok mellett a növények felismerését is segítette. Dodoens könyvei hosszú ideig a nyugat-európai füvészkönyv-hagyomány meghatározó forrásai voltak.

## A botanika történetének fontos eseményei 36.



1583-ban Andrea Cesalpino *De Plantis libri XVI* ("Tizenhat könyv a növényekről") című művében mintegy 1500 növényt saját rendszerben tárgyalt. Osztályozása főként a termés és a mag jellemzőire támaszkodott, ezért túlmutatott a pusztán gyógyászati vagy betűrendes elrendezésen. Cesalpinót emiatt gyakran a természetesebb növényrendszerezés egyik korai előfutárának tekintik.

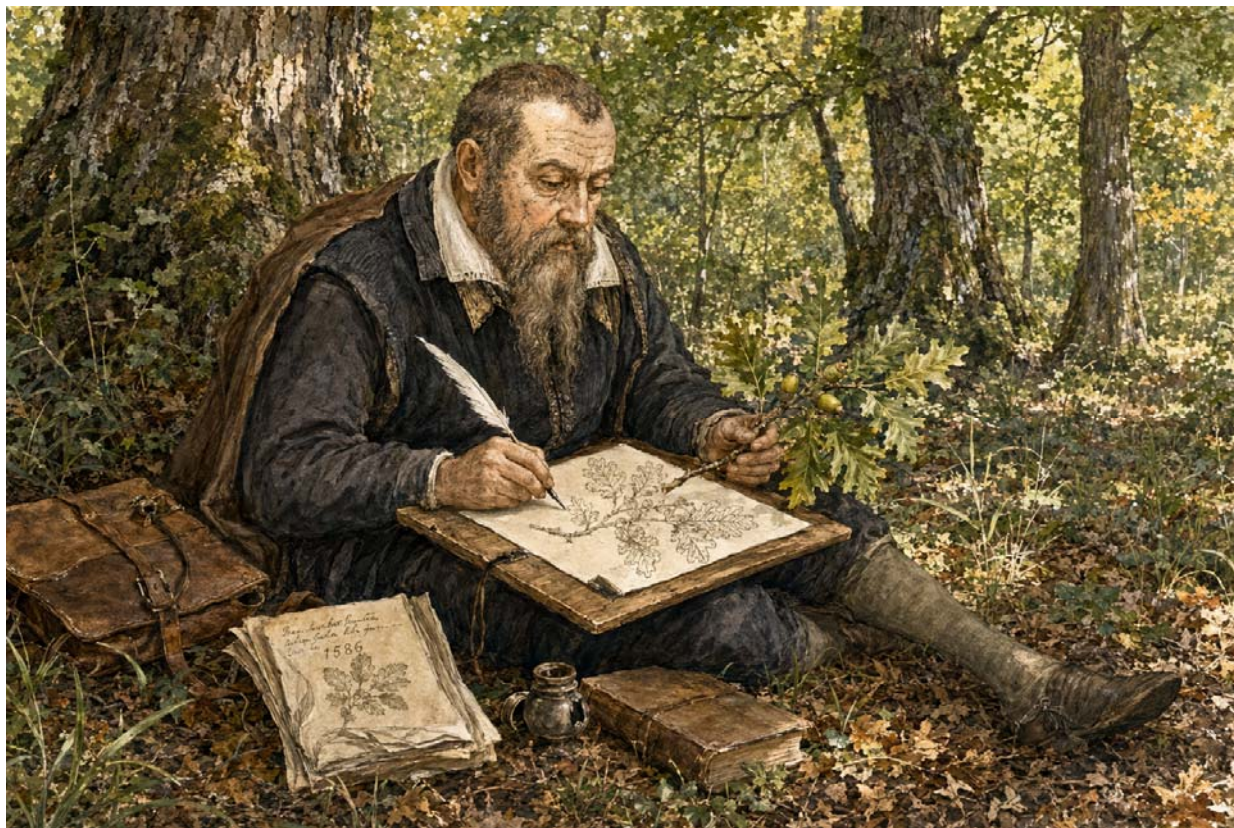
## A botanika történetének fontos eseményei 37.



1583-ban Carolus Clusius *Rariorum stirpium per Pannonias observatorum Historiae* ("A Pannóniában megfigyelt ritkább növények története") című műve Pannónia és a magyarországi tájak növényeinek korai tudományos feldolgozását adta. A műben több közép-európai, illetve kárpát-medencei növényadat került be a nyugat-európai tudományos vérkeringésbe. Jelentősége különösen nagy a magyar flórakutatás korai története szempontjából.

A protestánsüldözés elől menekülő Clusius 1579–1580-ban a tudománypártoló és törökveő, humanista magyar főúr, Batthyány Boldizsár németújvári (ma: Güssing, Ausztria) birtokán talált menedéket. A környéken folytatott botanizálásai során, a Pónici-réten fedezte fel először a vadon élő sárga sásliliomot (*Hemerocallis lilio-asphodelus*), amelyet azelőtt Európában nem ismerték vadon. Clusiusnak szerepe volt a növény kertészeti „felkarolásában”, majd a faj néhány száz év múlva Nyugat-Európából már mint dísznövényt tért vissza hozzánk. Clusius és a neves magyar protestáns prédikátor-botanikus, Beythe István közös munkájában, az 1583-as *Stirpium Nomenclator Pannonicus*-ban a növényt „zöld liliom” (vagyis zöld liliom) magyar néven jegyezték fel.

## A botanika történetének fontos eseményei 38.



1586-ban Jacques Daléchamps *Histoire générale des plantes* ("A növények általános története") című nagy összefoglalása mintegy háromezer növényt ismertetett. A mű a reneszánsz fűvészkönyvek enciklopédikus törekvését képviselte: a klasszikus forrásokat, korábbi szerzőket és újabb növényadatokat igyekezett egyesíteni. Jelentősége főként a korabeli növényismeret nagyarányú összegzésében áll.

### A botanika történetének fontos eseményei 39.



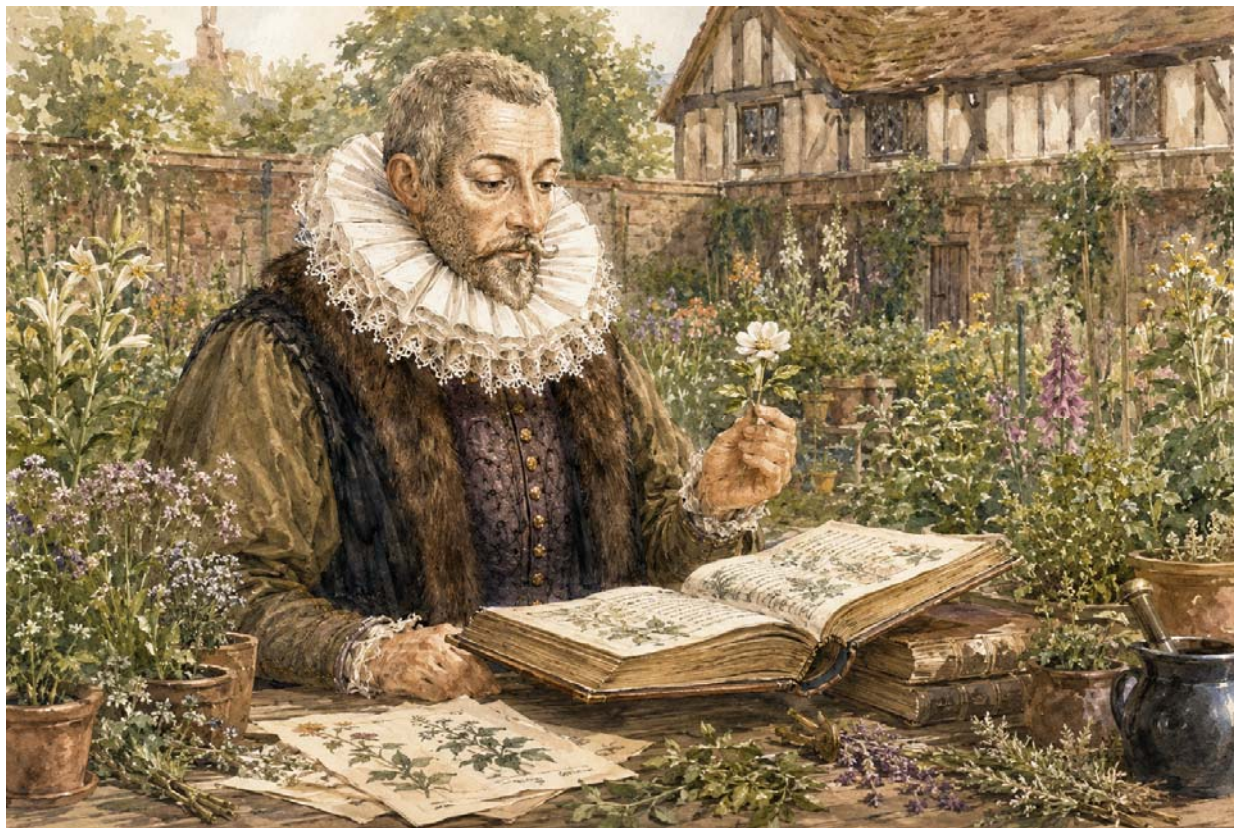
1592-ben megjelent Prospero Alpini velencei orvos *De plantis Aegypti liber* ("Könyv Egyiptom növényeiről") című műve, amely az első jelentős európai, Európán kívüli flóraművek közé tartozott. Alpini Egyiptomban figyelte meg a helyi növényeket, köztük a datolyapálmát, kávét és más, Európában ritkán látott fajokat. Munkája a mediterránon túli flórák empirikus tanulmányozásának fontos korai példája.

## A botanika történetének fontos eseményei 40.



1596-ban Caspar Bauhin a növényfajok megnevezésében rendszeresen használt kéttagú, a nemzetséghez és fajhoz kötött elnevezéseket. Ez még nem volt azonos a Linné-féle következetes binomiális nomenklatúrával, de fontos előzményét jelentette. Bauhin névhasználata hozzájárult ahhoz, hogy a növénynevek rövidebbek, áttekinthetőbbek és összehasonlíthatóbbak legyenek.

## A botanika történetének fontos eseményei 41.



1597-ben John Gerard angol sebész és botanikus *The Herball or Generall Historie of Plantes* ("Füvészkönyv, avagy a növények általános története") című műve Angliában széles körben használt füvészkönyvvé vált. A könyv sok korábbi kontinentális forrásra, különösen Dodoens és más szerzők munkáira támaszkodott, de az angol olvasók számára fontos növényismereti kézikönyv lett. Jelentősége inkább a botanikai tudás terjesztésében, mint az eredeti rendszertani újításokban áll.

## A botanika történetének fontos eseményei 42.



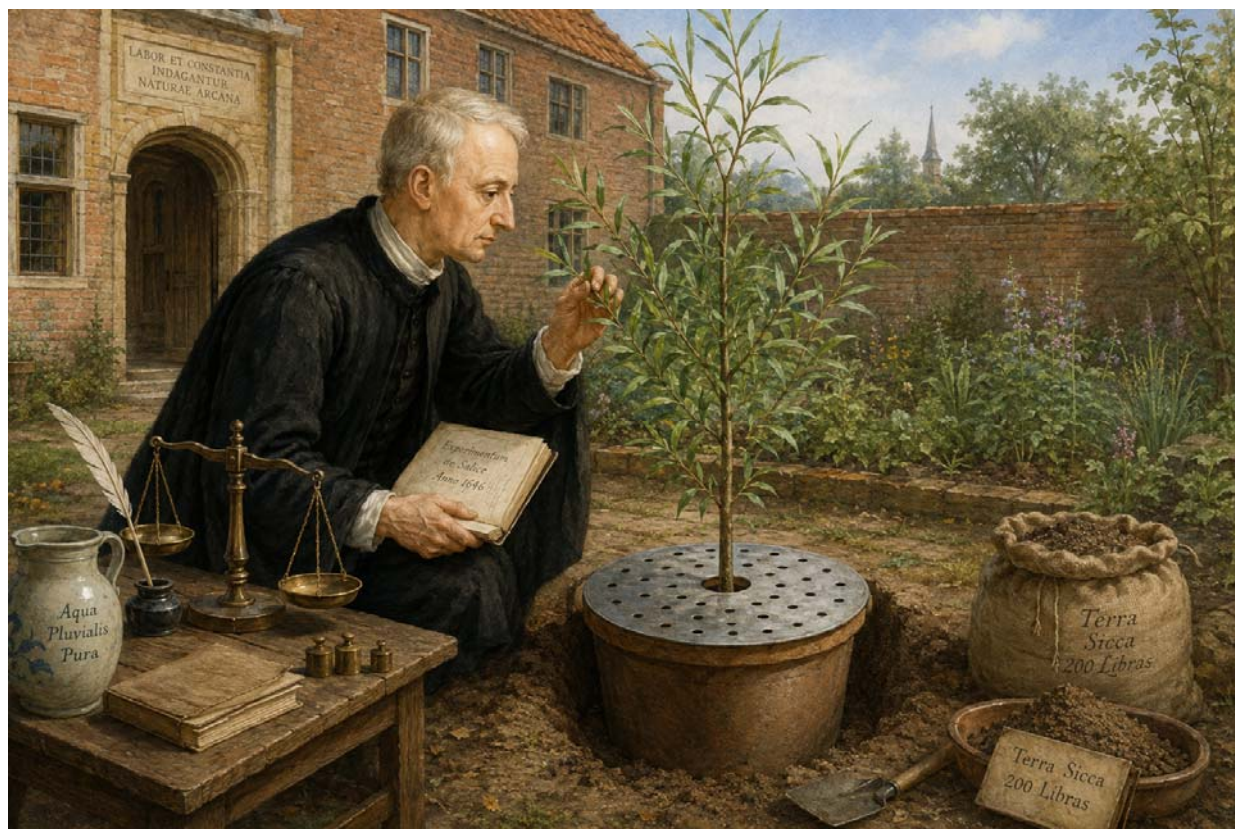
1623-ban Caspar Bauhin *Pinax theatri botanici* ("A botanikai színház jegyzéke") című műve mintegy hatezer növényt sorolt fel és igyekezett a sokféle korábbi növénynevet szinonimaként rendezni. A Pinax a botanikai névanyag rendbetételének egyik nagy kora újkori teljesítménye volt. Linné későbbi munkájához is fontos előzményt jelentett, mert a fajok azonosítását és a névhasználat stabilizálását segítette.

### A botanika történetének fontos eseményei 43.



1635-ben megalakult az *Académie française*, amely ugyan nem botanikai intézmény volt, mégis fontos szerepet játszott a tudományos és irodalmi nyelv normáinak formálásában. A kora újkorban a tudományos társaságok, akadémiák és nyelvi szabványosító intézmények egyaránt hozzájárultak a szakkifejezések pontosításához. Botanikai szempontból mindez közvetett módon a növénynevek, a leíró terminológia és a tudományos közlés egységesedésének tágabb történeti háttéréhez tartozik. A korszak francia botanikájában különösen Guy de La Brosse, a Jardin royal des plantes médicinales kezdeményezője, valamint Jacques-Philippe Cornut, az észak-amerikai növények egyik korai leírója emelhető ki. Mellettük Jean Robin (az akác európai meghonosítója és „névadója”) királyi kertészek tevékenysége is jelentős volt, mivel hozzájárultak az élő növénygyűjtemények, az egzotikus fajok termesztése és a botanikai ismeretek párizsi központú fejlődéséhez.

## A botanika történetének fontos eseményei 44.



1648-ban Jan Baptist van Helmont flamand orvos, kémikus feltételezte, hogy a növények vízben oldott állapotban vesznek fel tápanyagokat. Híres fűzfakísérlete azt mutatta számára, hogy a növényi tömeg gyarapodása nem magyarázható egyszerűen a talaj tömegvesztésével. Bár következtetései még hiányosak voltak, kísérlete a növényélettan történetében azért fontos, mert mennyiségi mérésre és anyagmérlegre épített. 1650 körül Van Helmont kísérletei nyomán egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a növényi növekedéshez a víz mellett más tényezők is szükségesek. A levegő, fény és talajból származó anyagok szerepének kérdése később a fotoszintézis és ásványi táplálkozás kutatásának központi problémája lett. Jelentősége abban áll, hogy a növekedést már nem misztikus vegetatív erőkkel, hanem vizsgálható anyagi folyamatokkal próbálták magyarázni.

## A botanika történetének fontos eseményei 45.



1661-ben John Ray (1627-1705) angol természettudós a növények rendszerezésében különös figyelmet fordított a virágalkotókra. Ray felismerte, hogy a reprodukív szervek megbízhatóbb bélyegeket adhatnak, mint a változékony habitus vagy felhasználás. Munkássága a természetesebb rendszerek és a biológiai fajfogalom kialakulásának egyik fontos előzménye.

## A botanika történetének fontos eseményei 46.



1665-ben Robert Hooke (1635–1703) angol polihisztor *Micrographia* című művében parafa metszetén leírta a sejtekre emlékeztető üregeket, és megalkotta a cell, vagyis sejt fogalmát. A könyv mikroszkópos rajzai megmutatták, hogy a növények és más élő anyagok a szabad szemmel nem látható szerkezeti részletek gazdag világát hordozzák. Ezzel a növényanatómia és a sejttani szemlélet egyik alapvető kiindulópontját adta.

## A botanika történetének fontos eseményei 47.



1670-ben Nehemiah Grew (1641–1712) angol növényanatómus felismerte, hogy a virágpor szükséges a termésképzéshez. Ez a felismerés a növényi szaporodás megértésében döntő lépés volt, mert a pollent nem pusztán porszerű anyagnak, hanem funkcionális szaporító elemnek tekintette. Grew munkája előkészítette a növényi szexualitás későbbi bizonyítását Camerarius és mások kutatásaiban. 1676-ban Grew már úgy értelmezte, hogy a pollen és a petesejt a növényi szaporodásban egymással összefüggő szerepet játszanak. Ez még nem jelentette a megtermékenyítés modern sejtteni magyarázatát, de fontos lépés volt a növényi ivarosság felismerése felé. A virágot így nem díszítő vagy illatos szervként, hanem a szaporodás szervezett rendszerének részeként kezdte értelmezni.

## A botanika történetének fontos eseményei 48.



1675-ben Marcello Malpighi *Anatome Plantarum* című munkája a növényi mikroszkópos anatómia egyik alapműve lett. Malpighi részletesen vizsgálta a gyökerek, szárak, levelek és magvak szerkezetét, valamint a pázsitfűvek csírázását. Jelentősége abban áll, hogy a növények belső felépítését önálló kutatási tárggyá tette, és számos morfológiai-anatómiai fogalom előzményét megteremtette.

## A botanika történetének fontos eseményei 49.



1679-ben Edme Mariotte francia pap és fizikus felismerte, hogy a növények jóval több anyagot állítanak elő, mint amennyit közvetlenül a talajból felvesznek. Ez a megfigyelés a növényi anyaggyarapodás forrásának problémájára irányította a figyelmet. Később a levegőből származó szén-dioxid szerepének felismerése és a fotoszintézis értelmezése adta meg a kérdés valódi megoldását.

## A botanika történetének fontos eseményei 50.



1680 körül Claude Perrault (1613-1688) orvos, természettudós és építész kísérletei és megfigyelései arra utaltak, hogy a növényekben nedvek mozognak. A növényi testet így nem statikus szerkezetnek, hanem anyagokat szállító és elosztó rendszernek lehetett tekinteni. Ez a szemlélet a későbbi transzspirációs, gyökérnyomási és szállítószöveti kutatások előzményének tekinthető.

## A botanika történetének fontos eseményei 51.



1680 körül John Woodward (1665 – 1728) angol geológus-természettudós vízkultúrás kísérleteivel kimutatta, hogy a növények sokkal több vizet vesznek fel, mint amennyit testükben tárolnak. Ezzel a vízfelvétel, párologtatás és ásványianyag-felvétel kapcsolata vált vizsgálható kérdéssé. Kísérletei a növényélettani vízháztartás és növénytáplálkozás korai, mennyiségi megközelítését képviselték.

## A botanika történetének fontos eseményei 52.



1682-ben John Ray *Methodus plantarum* című művében világosabban elkülönítette az egy- és kétszikű növényeket, és a faj fogalmát is biológiai szempontból közelítette meg. Rendszere nem pusztán egyetlen bélyegre épült, hanem több morfológiai tulajdonság összevetésére. Ezzel Ray a modern rendszertan és a természetesebb növénycsoportosítás egyik kulcsszereplője lett. 1686 és 1704 között John Ray *Historia Plantarum* ("A növények története") című háromkötetes műve a kor egyik legnagyobb növénytani összegzése lett. Ray több ezer növényt tárgyalt, szinonimákat, leírásokat és rendszertani megfontolásokat kapcsolva össze. Jelentősége abban áll, hogy a fajok felismerését, összehasonlítását és természetesebb csoportosítását a korábbi fűvészkönyveknél módszeresebben kezelte.

### A botanika történetének fontos eseményei 53.



1682-ben Nehemiah Grew *Anatomy of Plants* című műve összefoglalta növényanatómiai és szaporodásbiológiai megfigyeléseit. A porzókat hím jellegű szerveknek tekintette, és mikroszkóppal vizsgálta a virágpor szerkezetét. A könyv a növényi mikroszkópia, anatómia és szaporodáskutatás egyik korai nagy szintézise volt.

## A botanika történetének fontos eseményei 54.



1690-ben August Quirinus Rivinus a fajok kétszavas megnevezését javasolta. Elgondolása a hosszú, leíró növénynevek rövidítését és áttekinthetőbbé tételét szolgálta. Bár a modern binomiális nevezéktan végül Linné munkájához kötődik, Rivinus fontos előzményt jelentett a névhasználat egyszerűsítésében.

## A botanika történetének fontos eseményei 55.



1691-ben Rudolf Jacob Camerer (1665–1721) *De Sexu Plantarum Epistola* című írásában kísérleti bizonyítékokat adott a növényi ivarosságra. Kimutatta, hogy bizonyos növények termés- és magképzéséhez a porzós virágok, illetve a pollen jelenléte szükséges. Ez alapvető fordulatot jelentett: a növények szaporodását a hím és női funkciók összjátékaként lehetett értelmezni.

## A botanika történetének fontos eseményei 56.



1694-ben Joseph Pitton de Tournefort (1656–1708) pontosabban meghatározta a nemzetség fogalmát, és a herbárium szót a szárított növénygyűjteményre használta. A nemzetség mint rendszertani egység a fajok közötti hasonlóságok szervezett kezelését tette lehetővé. Az *Éléments de botanique* ("A botanika elemei") című művében a virágalkotókat használta elsődleges osztályozási bélyegként. Rendszere mesterséges volt, de világos, tanítható és sokáig hatásos keretet adott a növények felismeréséhez. Jelentősége abban áll, hogy a virág morfológiáját a rendszerezés központi eszközévé tette. Ez a munka a taxonómiai hierarchia és a herbáriumi dokumentáció fejlődésében is fontos állomás.

## A botanika történetének fontos eseményei 57.



1700 körül Tournefort az Ararát-hegységben tett megfigyelései alapján felismerte, hogy a hegyvidéki növényzeti övek párhuzamba állíthatók a szélességi növényzeti övekkel. Ez a gondolat a növényföldrajz egyik korai kulcsfelismerése: a hőmérséklet és klíma változása magassági és földrajzi irányban hasonló mintázatokat eredményezhet. Humboldt később ezt a szemléletet fejlesztette klasszikus növényföldrajzi elméletté.

## A botanika történetének fontos eseményei 58.



1714-ben Luigi Ferdinando Marsigli megjelentette a gombák eredetéről, növekedéséről és felépítéséről szóló értekezését. A munka terepi megfigyelésekre, boncolásokra és mikroszkópos vizsgálatokra támaszkodva próbálta magyarázni a gombák keletkezését, különösen a talajhoz, fához, trágyához és bomló növényi anyagokhoz kötődő fejlődésüket. Bár Marsigli még nem ismerte fel helyesen a spórás szaporodás szerepét, vizsgálatai a gombákat a természetrajzi és botanikai kutatás önálló tárgyaivá tették. Jelentősége abban áll, hogy a mikológia korai történetében a pusztá hagyományos magyarázatok helyett megfigyelésen és vizsgálaton alapuló értelmezés felé tett fontos lépést.

## A botanika történetének fontos eseményei 59.



1719-ben Thomas Fairchild (1667–1729) angol kertész tudatosan keresztezte a *Dianthus caryophyllus* és a *Dianthus barbatus* fajokat. Az így létrehozott kerti hibrid, a Fairchild's mule, a növényhibridizáció egyik első dokumentált, szándékos példája. A kísérlet előrevetítette a későbbi nemesítési, hibridizációs és örökléstani vizsgálatokat.

## A botanika történetének fontos eseményei 60.



1727-ben Stephen Hales (1677–1761) *Vegetable Staticks* című munkája a növényi vízforgalom és gázcsere első nagy kísérletes feldolgozásai közé tartozott. Hales mérte a transzspirációt, a gyökérnyomást és a növények levegővel való kapcsolatát. Munkája a növényélettant mennyiségi, kísérleti tudománnyá formálta.

## A botanika történetének fontos eseményei 61.



1729-ben Pier Antonio Micheli *Nova plantarum genera* ("A növények új nemzetségei") című művében számos gombát, mohát és más kevésbé ismert növénycsoportot írt le. Különösen fontosak voltak a gombák szaporodására vonatkozó megfigyelései, amelyekben a spórák szerepét hangsúlyozta. Emiatt Michelit gyakran a mikológia egyik alapító alakjaként tartják számon.

## A botanika történetének fontos eseményei 62.



1735-ben Carolus Linnaeus azaz Carl Linné (1707–1778) svéd természettudós *Bibliotheca Botanica* ("Botanikai könyvtár") című munkája a botanikai irodalmat osztályozta és rendszerezte. A mű megmutatta, hogy Linné nemcsak a növényeket, hanem a növényekről szóló tudást is rendezni akarta. Ez a tudománytörténeti és bibliográfiai szemlélet segítette a botanikai szakirodalom áttekinthetőségét. Ugyanebben az évben *Fundamenta Botanica* ("A botanika alapjai") című művében rövid aforizmákban fogalmazta meg botanikai rendszerének alapelveit. A munka a terminológia, rendszertani kategóriák és névadási elvek tisztázására törekedett. Jelentősége abban áll, hogy a botanika művelését szabályokhoz és egységes módszerhez kötötte. A *Systema Naturae* ("A természet rendszere") című mű első (rövid) kiadásában jelent meg a természet három országának - állatok, növények, ásványok - rendszerezésének igénye, programja. A mű későbbi kiadásai a linnéi taxonómia alapvető referenciáivá váltak. Az 1737-es *Critica Botanica* ("Botanikai kritika") című mű a botanikai névadás szabályait és hibáit tárgyalta. A növénynevek rövidségét, következetességét és használhatóságát hangsúlyozta. A mű fontos lépés volt a modern nomenklatúra szabályozott szemlélete felé. 1737-ben Linné *Genera Plantarum* ("A növények nemzetségei") című műve a növénynemzetségek rendszeres leírását adta. A nemzetségeket főként a virág és termés szerkezete alapján határozta meg. Ez a munka a későbbi fajleírások és a *Species Plantarum* ("A növényfajok") rendszertani keretének egyik alapja lett. 1738-ban *Classes Plantarum* ("A növények osztályai") című művében különböző korábbi növényrendszereket hasonlított össze. A könyv a mesterséges és természetes rendszerek viszonyát is érzékeltette, miközben Linnaeus saját ivari rendszerét is elhelyezte a történeti mezőben. Jelentősége abban áll, hogy tudatosította: a rendszerezés nem pusztán névsor, hanem módszertani választás. A szintén 1738-as *Hortus Cliffortianus* ("Clifford kertje") című műben George Clifford haarlemi kertjének növényeit dolgozta fel. A munka élő növénygyűjteményre, herbáriumi anyagra és egzotikus fajokra támaszkodott, kiváló illusztrációkkal. Ez a könyv jól mutatja, hogy a botanikus kertek és magángyűjtemények milyen fontos szerepet játszottak a 18. századi taxonómiában.

## A botanika történetének fontos eseményei 63.



1751-ben Carolus Linnaeus azaz Carl Linné (1707–1778) svéd természettudós a *Philosophia Botanica* ("Botanikai filozófia") című műben összefoglalta botanikai módszertanát, terminológiáját és rendszertani alapelveit. A könyv a növénytan tanításának és gyakorlásának szabálykönyveként is működött. Jelentősége abban áll, hogy a fajleírás, névadás és morfológiai terminológia egységesítését szolgálta.

1753-ban a *Species Plantarum* ("A növényfajok") című könyv következetesen alkalmazta a kétszavas fajneveket a növényekre. A művet a modern botanikai nevezéktan kiindulópontjának tekintik, mert a fajnevek stabil, hivatkozható rendszerét teremtette meg. Jelentősége felmérhetetlen: a növények tudományos megnevezése ettől kezdve sokkal egységesebbé és nemzetközibbé vált.

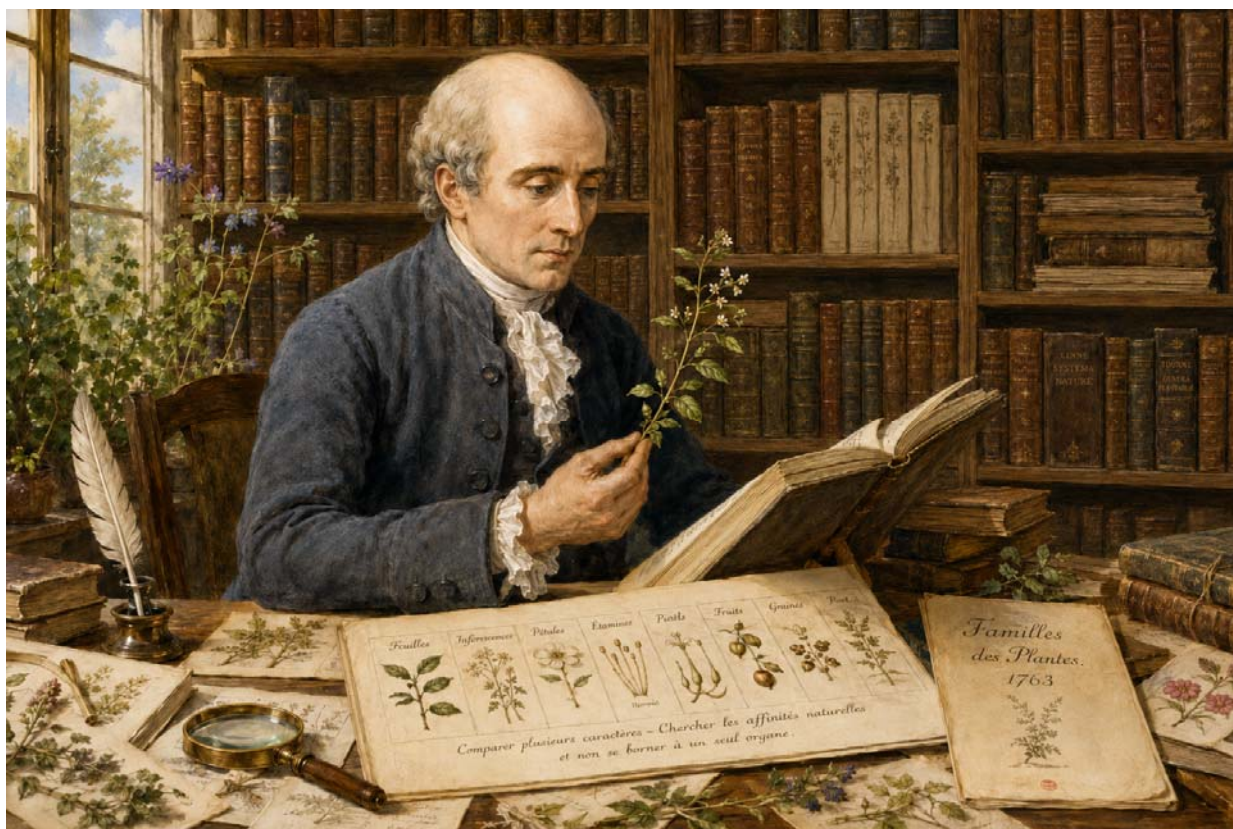
1758-ban jelentette meg a *Systema Naturae* ("A természet rendszere") tizedik kiadását, amely az állattani nevezéktanban vált különösen alapvetővé, de a linnéi rendszer egészének tekintélyét is megerősítette. A mű a természet rendszerezésének egységes programját terjesztette tovább. Botanikai szempontból a linnéi taxonómiai szemlélet nemzetközi elfogadását és oktatási súlyát növelte.

## A botanika történetének fontos eseményei 64.



1760-ban Josef Gottlieb Kölreuter (1733–1806) német botanikus tudományos igényű keresztezést végzett a *Nicotiana rustica* és a *Nicotiana paniculata* között. Kísérletei azt mutatták, hogy a növényi hibridek tulajdonságai mindkét szülőtől származnak, és a pollen közvetlenül részt vesz az öröklésben. Ez a munka a kísérletes növénynevelés és genetika előtörténetének egyik fontos állomása. 1761 és 1766 között Kölreuter 136 hibridizációs kísérlet eredményét tette közzé. A vizsgálatok a megporzás, hibridtermékenység, visszakeresztezés és öröklődő bélyegek kérdéseit érintették. Jelentősége abban áll, hogy a növények keresztezését kontrollált kísérleti módszerré tette.

## A botanika történetének fontos eseményei 65.



1763-ban Michel Adanson (1727–1806) francia természettudós *Familles des plantes* ("A növénycsaládok") című művében több bélyegen alapuló, természetesebb osztályozást javasolt. Adanson nem fogadta el, hogy egyetlen szervcsoport, például a porzók száma, önmagában elegendő a növények rendszeréhez. Szemlélete a természetes rendszerek és a sokbélyeges taxonómiai gondolkodás fontos előzménye lett.

## A botanika történetének fontos eseményei 66.



1770 körül Antoine Laurent de Jussieu (1748–1836) francia botanikus elsőként jellemezte részletesebben a növények családjait. A család mint rendszertani egység a nemzetségeknél tágabb, de még természetes rokonságot kifejező csoportot jelentett. Jussieu munkája előkészítette a természetes növényrendszerek 18. század végi áttörését. 1789-ben megjelent *Genera Plantarum* ("A növények nemzetségei") című műve a természetes növényrendszerezés egyik alpműve lett. A növényeket több bélyeg együttes figyelembevételével, családokba és természetesebb csoportokba rendezte. Ez a szemlélet hosszú időre meghatározta a linnéi mesterséges rendszer alternatíváját.

## A botanika történetének fontos eseményei 67.



1771-ben Joseph Priestley (1733–1804) angol kémikus, teológus, nyelvész kimutatta, hogy zárt légtérben az állatok tovább életben maradnak, ha növények is vannak jelen. Ezzel kísérletesen jelezte, hogy a növények képesek a levegő állapotát az állati légzés számára kedvezőbbé tenni. A felfedezés közvetlen előzménye volt a fotoszintézis oxigéntermelő szerepének felismeréséhez.

## A botanika történetének fontos eseményei 68.



1774-ben Johannes Hedwig (1730–1799) németajkú, Erdélyben (Brassóban) született orvosbotanikus felfedezte és leírta a lombosmohák ivaros szaporodását. Kimutatta a hím és női szervek szerepét, és tisztázta a mohák életciklusának több alapvető elemét. Munkája a mohakutatás (bryológia) és a spórás növények szaporodásbiológiájának klasszikus alapja lett.

## A botanika történetének fontos eseményei 69.



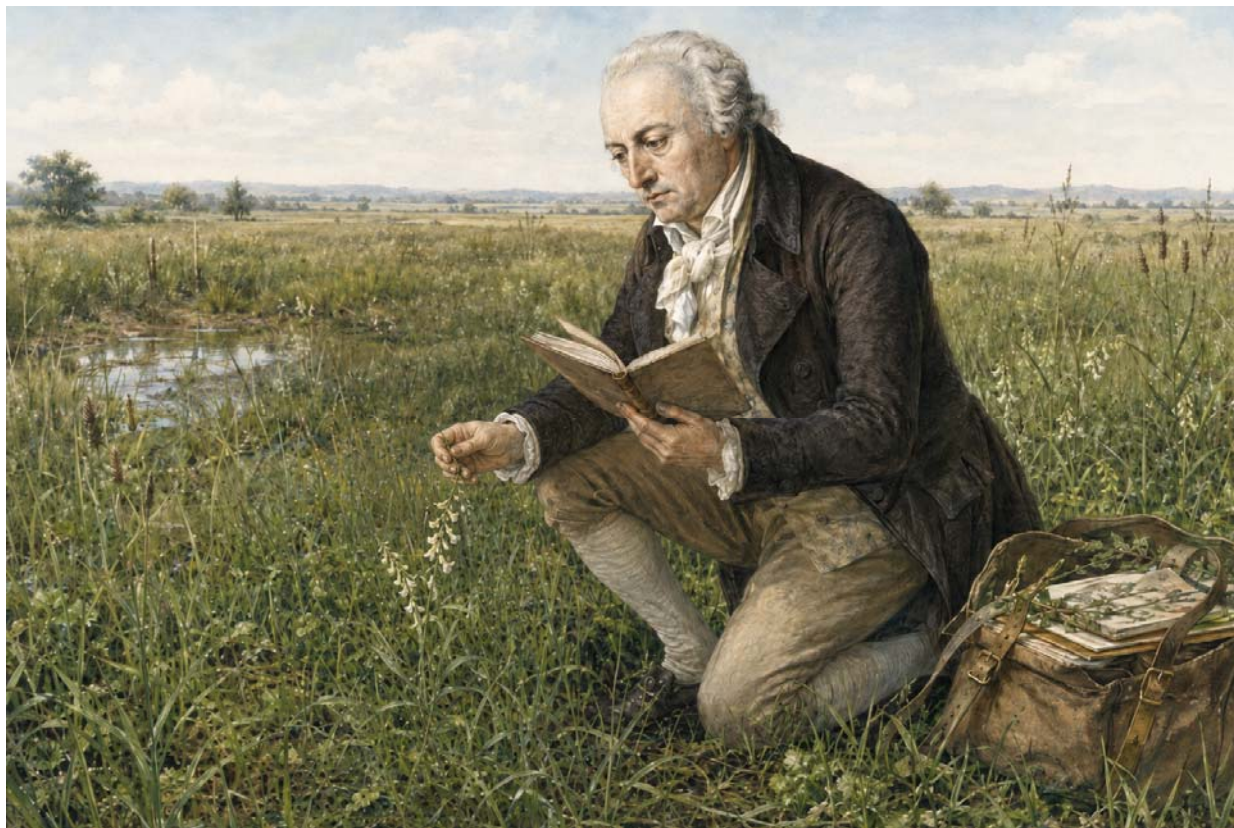
1775-ben Antoine Laurent de Lavoisier (1743–1794) francia természettudós felismerte, hogy Priestley új gázát, az oxigént, az égés és a légzés folyamataihoz kell kapcsolni. Az oxigén fogalmának tisztázása nélkül a növények gázcseréjének és a fotoszintézisnek a megértése nem lehetett volna pontos. A kémiai forradalom ezért közvetlenül hozzájárult a modern növényélettan kialakulásához.

## A botanika történetének fontos eseményei 70.



1779-ben Jan Ingenhousz (1730–1799) holland fiziológus kimutatta, hogy a növények fényben oxigént termelnek, sötétben viszont szén-dioxidot bocsátanak ki. Azt is felismerte, hogy a folyamatban főként a zöld növényi részek aktívak. Ezzel a fotoszintézis kutatása döntő fordulóponthoz érkezett: a növények és a fény kapcsolata kísérletileg bizonyított élettani jelenséggé vált.

## A botanika történetének fontos eseményei 71.



1781 és 1793 között Joseph Nicolaus Jacquin (1727–1817) németalföldi származású osztrák természettudós, orvos-kémikus-botanikus. Az *Icones Plantarum Rariorum* ("Ritka növények képei") című műve ritka növényeket mutatott be kiváló illusztrációkkal. Jacquin különösen a bécsi császári kertek és az ausztriai expedíciók révén megismert növényanyag feldolgozásában játszott fontos szerepet. A mű az illusztrált taxonómiai leírás és az élő gyűjteményekre épülő botanika szép példája.

## A botanika történetének fontos eseményei 72.



1790-ben Johann Wolfgang Goethe (1749–1832) német író, költő, grafikus, természettudós, jogász és politikus *Die Metamorphose der Pflanzen* ("A növények metamorfózisa") című munkája a növényi szervek átalakulásának eszméjét fejtette ki. Goethe szerint a levél különböző módosulásai magyarázhatják a csésze-, szírom-, porzó- és termőlevelek kapcsolatát. Bár műve nem kísérletes fiziológiai munka, a növénymorfológia és fejlődési szemlélet történetében fontos gondolatot fogalmazott meg.

### A botanika történetének fontos eseményei 73.



1792-ben Carl Ludwig Willdenow (1765–1812) *Grundriss der Kräuterkunde* ("A növénytan vázlata") című művében a növényföldrajz korai vázlatát adta. A növények elterjedését éghajlati, földrajzi és történeti tényezőkkel hozta összefüggésbe. Munkája Humboldt későbbi növényföldrajzi szintézisének egyik fontos előzménye volt.

## A botanika történetének fontos eseményei 74.



1793-ban Christian Konrad Sprengel (1750–1816) német természettudós, teológus és tanár *Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen* ("A természet felfedezett titka a virágok szerkezetében és megtermékenyítésében") című műve megalapozta a virágökológiát. Sprengel részletesen bemutatta, hogy a virágok színei, illatai, nektárjai és szerkezetei a rovarmegporzással függnek össze. Jelentősége abban áll, hogy a virágot a megporzó állatokkal együtt működő ökológiai rendszerként értelmezte.

## A botanika történetének fontos eseményei 75.



1802 körül Charles-François Brisseau de Mirbel *Traité d'anatomie et de physiologie végétales* ("Értekezés a növények anatómiájáról és élettanáról") című műve a növényi anatómia és fiziológia korai, rendszeres tárgyalását adta. Mirbel a növényi szövetek szerkezetét és működését összekapcsolva vizsgálta. Munkája a mikroszkópos növényanatómia és az élettani értelmezés közötti átmenet fontos példája.

## A botanika történetének fontos eseményei 76.



1802 és 1812 között Franz Adam Waldstein és Kitaibel Pál *Descriptiones et icones plantarum rariorum Hungariae* ("Magyarország ritkább növényeinek leírásai és képei") című műve Magyarország ritka növényeit írta le és ábrázolta. A munka a Kárpát-medence flórakutatásának egyik klasszikus alpműve. Jelentősége abban áll, hogy a magyarországi növényvilág számos adatát magas színvonalú taxonómiai és ikonográfiai formában tette nemzetközileg ismertté.

## A botanika történetének fontos eseményei 77.



1805-ben Alexander von Humboldt megfigyelései megalapozták a növényföldrajz modern tudományát. Humboldt a növények elterjedését a magassággal, éghajlattal, hőmérséklettel és földrajzi szélességgel hozta összefüggésbe. Jelentősége abban áll, hogy a flóralisták helyett a vegetáció globális mintázatait és környezeti okait állította a középpontba. 1807-ben Alexander von Humboldt és Aimé Bonpland *Essai sur la géographie des plantes* ("Értekezés a növények földrajzáról") című műve klasszikus formában fogalmazta meg a növényföldrajz programját. A Chimborazo híres növényzeti metszete szemléletesen mutatta be a növénytársulások magassági övezetességét. A mű jelentősége abban áll, hogy a növények elterjedését klíma, földrajz és fiziognómia összefüggéseként értelmezte.

## A botanika történetének fontos eseményei 78.



1800-ban Alexander von Humboldt és Aimé Bonpland az Orinoco felső vidékén, Esmeralda környékén figyelte meg a curare készítését és használatát. A curare dél-amerikai eredetű, növényi alapú nyílméreg volt, amelyet őslakos közösségek főként vadászatra alkalmaztak. Humboldt leírásaiban a curare nem pusztán egzotikus méregként jelent meg, hanem olyan növényi készítményként, amely mögött kifinomult helyi tudás, gyakorlati tapasztalat és technológiai eljárás állt. Megfigyelte, hogy a mérget növényi részekből, különösen liánok és kérgek kivonatából állították elő: a nyersanyagot főzték, sűrítették, majd sötét, ragacsos pasztává alakították, amelyet nyíl- vagy fúvócső-dárdák hegyére vittek fel. A készítmény sebbe jutva bénító hatást fejtett ki, miközben szájon át nem feltétlenül bizonyult veszélyesnek; Humboldt és Bonpland kis mennyiséget meg is kóstoltak! A curare története azért jelentős, mert Humboldt a növényt, a hatást, a tájat és az őslakos használati tudást együtt írta le. Nem csupán azt vizsgálta, milyen növényből készül a mérge, hanem azt is, hogyan ismerik, készítik, próbálják ki és alkalmazzák azt a helyi közösségek. Ez a szemlélet már túlmutatott a puszta növényleíráson, és közel áll ahhoz, amit később etnobotanikai megközelítésnek neveztek. Humboldt ezért az etnobotanika előfutárának tekinthető.

## A botanika történetének fontos eseményei 79.



1806-ban Louis-Nicolas Vauquelin és Pierre Jean Robiquet a spárgából izolálta az aszparagint. Ez volt az elsőként azonosított aminosavak egyike, és megmutatta, hogy a növények meghatározott, elkülöníthető szerves nitrogénvegyületeket tartalmaznak. A felfedezés a növénykémia és a későbbi biokémiai növényélettan fejlődéséhez járult hozzá.

## A botanika történetének fontos eseményei 80.



1813-ban Augustin Pyramus de Candolle *Théorie élémentaire de la botanique* ("A botanika elemei elmélete") című műve a természetes osztályozás elméletét és a taxonómiai módszert foglalta össze. A taxonómia fogalmának használata és a rendszerezés elvi tisztázása különösen fontossá tette. De Candolle munkája a növényrendszertant a név- és leírásgyűjtésen túl elméleti tudománnyá emelte.

## A botanika történetének fontos eseményei 81.



1815-ben Robert Brown elkülönítette egymástól a nyitvatermőket és a zárvatermőket. Felismerte, hogy a nyitvatermőknél a magkezdemények nincsenek zárt termőbe foglalva, míg a zárvatermők magkezdeményeit termőlevelek veszik körül. Ez a különbségtétel a magvas növények nagy csoportjainak megértésében alapvető rendszertani lépés volt. 1820 és 1830 között Robert Brown ausztráliai növényanyagokon végzett munkái a déli félteke flórájának ismeretét jelentősen bővítették. Brown a Proteaceae, Orchidaceae és más családok vizsgálatával nemcsak új fajokat írt le, hanem fontos rendszertani összefüggéseket is felismerte. Munkái az ausztrál flóra tudományos feltárásának alapját jelentették. 1827-ben Robert Brown pollenrészecskék és más apró szemcsék mikroszkópos vizsgálata közben leírta a később Brown-mozgásnak nevezett jelenséget. Bár a magyarázat fizikai természetűnek bizonyult, a felfedezés botanikai mikroszkópos megfigyelésből indult ki. Jelentősége azt is mutatja, hogy a növényteni vizsgálatok gyakran általános természettudományos felismerésekhez vezettek. 1831-ben Robert Brown a Tradescantia porzószálszőreinek mikroszkópos vizsgálata során felismerte a sejtmagot. A sejtmag leírása a sejttan történetének egyik legfontosabb növényteni eredménye volt. Később a sejtmagot az öröklődés és sejtosztódás központi szerveként ismerték fel.

## A botanika történetének fontos eseményei 82.



1828-ban John Vaughan Thompson (1779–1847) brit katonai orvos, tengerbiológus, zoológus, botanikus a tengeri plankton szervezeteit kezdte rendszeresen gyűjteni és tanulmányozni. Munkája főként zoológiai irányú volt, de a planktonkutatás később az algák, fitoplankton és vízi elsődleges produkció vizsgálata miatt a botanikához is szorosan kapcsolódott. A plankton fogalmának és kutatásának kibontakozása a hidrobiológia és algológia fejlődését készítette elő.

### A botanika történetének fontos eseményei 83.



1830 körül Anselme Payen (1795–1871) francia vegyész kimutatta, hogy a fiatal növényi sejttel főként cellulózból épül fel, majd később más anyagok is lerakódhatnak benne. A cellulóz azonosítása a növényi test kémiai felépítésének egyik alapvető felismerése volt. Ez a felfedezés összekapcsolta a növényanatómiai megfigyelést a szerves kémiával és a növényi sejttel anyagtani értelmezésével.

## A botanika történetének fontos eseményei 84.



1830 körül Theodor Hartig (1805–1880) német erdész-botanikus felfedezte az aleuronszemcséket a növényi magvakban. Ezek a fehérjében gazdag raktározó testek fontos szerepet játszanak a csírázás kezdeti tápanyagellátásában. A felismerés a magélettan és a növényi tartaléktápanyagok mikroszkópos vizsgálatának fejlődéséhez járult hozzá.

### **A botanika történetének fontos eseményei 85.**

1830-ban Giovanni Battista Amici (1786–1863) itáliai csillagász és botanikus megfigyelte, hogy a pollentömlő a bibeszálon keresztül a mikropyle irányába növekszik. Ez döntő lépés volt a zárvatermők megtermékenyítésének megértésében, mert a pollen és a magkezdemény kapcsolatát konkrét szerkezeti folyamattal magyarázta. A pollentömlő növekedése később a növényi fejlődésbiológia és sejttéltan fontos modellfolyamata lett.

## A botanika történetének fontos eseményei 86.



1831 és 1836 között Charles R. Darwin (1809–1882) a *Beagle* fedélzetén világ körüli úton vett részt. Az út során növényeket, állatokat, kőületeket és földtani jelenségeket figyelt meg, különösen Dél-Amerikában és óceáni szigeteken. A tapasztalatok később alapvetően hozzájárultak az evolúciós gondolkodásához és a fajok elterjedésének történeti értelmezéséhez. 1859-ben Darwin *On the Origin of Species* ("A fajok eredete") című művében nyilvánosságra hozta a természetes szelekció elméletét. A könyv a fajok állandóságának hagyományos képét alapjaiban változtatta meg, és a rokonságot történeti leszármazással magyarázta. A növényrendszertan, növényföldrajz, virágbiológia és ökológia később mind evolúciós értelmezési keretet kapott általa.

## A botanika történetének fontos eseményei 87.



1837-ben Hugo von Mohl (1805–1872) német botanikus, a „*protoplasma*” kifejezés megalkotója a növényi sejtekben „klorofillszemcsék” jelenlétét figyelte meg. Ezeket ma egykori bekebelezett cianobaktériumokból származó zöld színtestekként (kloroplasztiszokként) értelmezzük, amik a fotoszintézis fő sejt szervecskéi. Mohl munkája a növényi sejtek belső szerveződésének és a zöld színtestek jelentőségének felismerésében fontos állomás volt.

## A botanika történetének fontos eseményei 88.



1838-ban Matthias Schleiden (1804–1881) német botanikus felismerte, hogy minden növényi szövet sejtekből épül fel, és a sejtmag rendszeresen jelen van a növényi sejtekben. Schleiden növényi sejtelmélete a modern biológia egyik alapvető pillére lett. Bár sejtketlekezési elképzelései később korrekcióra szorultak, munkája a növénytant a mikroszkópos sejtszerkezet vizsgálatára alapozta.

1839-ben Theodor Schwann (1810–1882) német orvos-és élettanász *Mikroskopische Untersuchungen* ("Mikroszkópos vizsgálatok") című műve Schleiden növényi sejtteni eredményeivel együtt általánosította a sejtelméletet az állati és növényi szervezetekre. A sejtet az élő test alapvető szerkezeti és működési egységként értelmezték. Ez a felismerés a növényanatómia, fejlődésbiológia és élettan minden későbbi ágára mély hatást gyakorolt.

## A botanika történetének fontos eseményei 89.



1851-ben Wilhelm Hofmeister (1824–1877) német biológus, botanikus *Vergleichende Untersuchungen* ("Összehasonlító vizsgálatok") című műve tisztázta a mohák, harasztok és magvas növények nemzedékváltakozásának alapvető összefüggéseit. Kimutatta, hogy a különböző növénycsoportok életciklusai összehasonlíthatók, és egy közös fejlődési logika szerint értelmezhetők. Ez a felfedezés a növényi evolúció, fejlődés és szaporodás összehasonlító vizsgálatának alapművévé vált.

## A botanika történetének fontos eseményei 90.



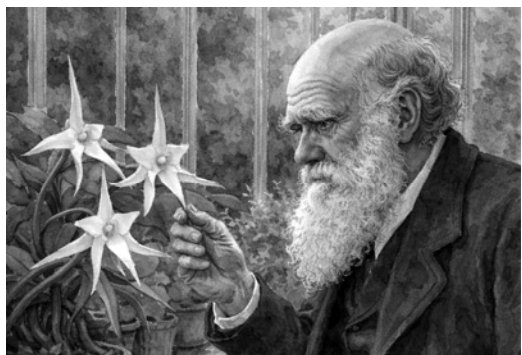
Heinrich Anton de Bary (1831–1888) német sebész, botanikus, mikrobiológus, a modern növénykórtan és mikológia egyik alapítója 1853-ban megjelentette *Untersuchungen über die Brandpilze* ("Vizsgálatok az üszöggombákról") című könyvét. Kimutatta, hogy a rozsdá- és üszöggombák a növényi betegségek okozói, nem pedig pusztító következményei. Ezzel a növénykórtan kísérletes, okozati szemléletét alapozta meg. Munkája a mikológia, fitopatológia és gazdasági növényvédelem történetében is alapvető.

## A botanika történetének fontos eseményei 91.



1862-ben megjelent Charles R. Darwin *On the Various Contrivances by which British and Foreign Orchids are Fertilised by Insects* ("A brit és külföldi orchideák rovarok általi megtermékenyülésének különféle megoldásairól") című könyve. Darwin részletesen bemutatta, hogy az orchideák bonyolult virágszerkezetei, pollencsomagjai, nektárjai, sarkantyúi és rovarmegporzóikkal való kapcsolatai az idegenmegporzást szolgáló alkalmazkodások.

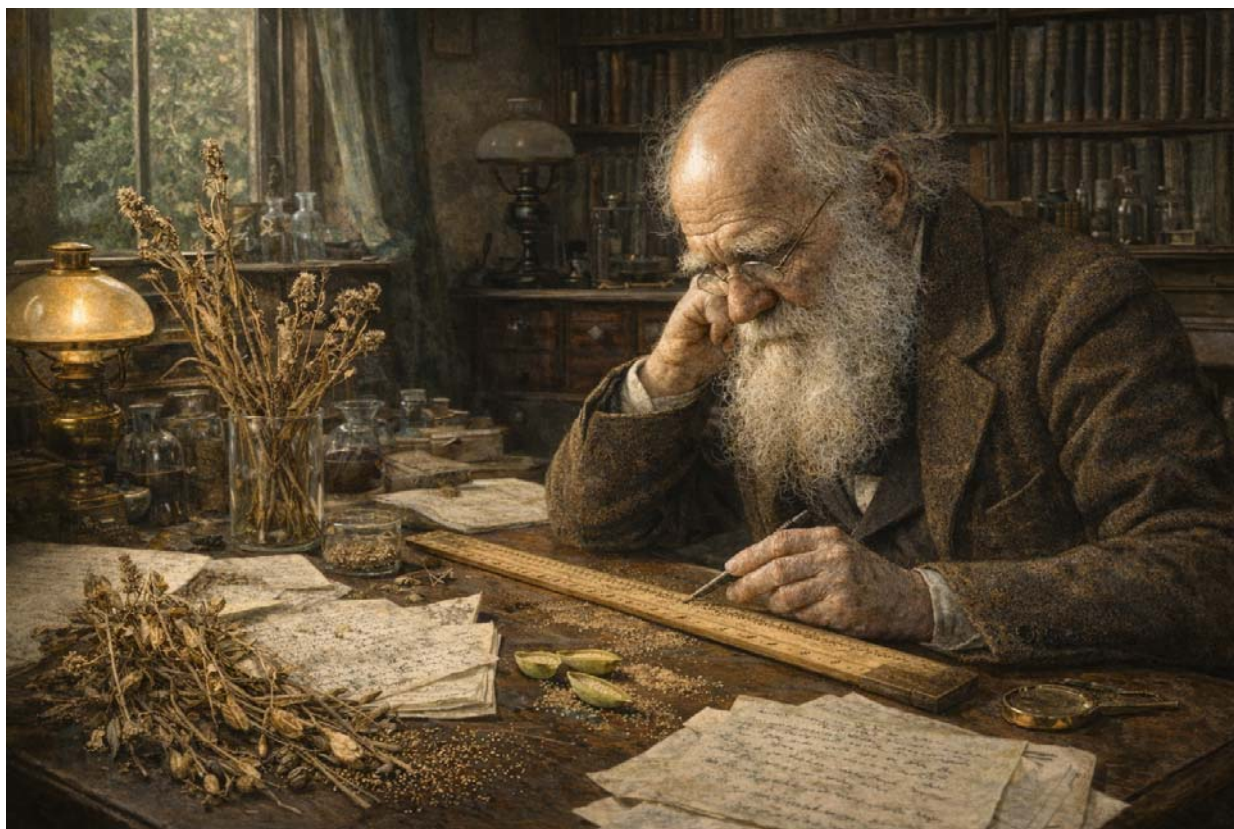
E műben – számos egyéb faj mellett – részletesen elemzi az *Orchis mascula* virágmorfológiáját és beporzási mechanizmusát. Darwin egy ceruza hegyét az orchidea sarkantyújának bejáratához illesztette (így utánozva egy beporzó rovar), mire a pollencsomó a ceruzára tapadt. Azt is megfigyelte, hogy rövid idő elteltével a pollencsomó nyele előrehajlik, és a pollent olyan helyzetbe hozza, hogy az a következő meglátogatott virág bibefelületével érintkezhet.



Darwin éleslátásának egy másik híres példája a madagaszkári orchidea, az *Angraecum sesquipedale*, amely fehér, éjszaka illatozó virágokat hoz, rendkívül hosszú nektársarkantyúval. E feltűnő morfológiával szembesülve Darwin arra következtetett, hogy az orchideát egy éjszaka aktív, kivételesen hosszú pödörnyelvű rovar, nagy valószínűséggel egy szender (hawk moth) porozza be. Bár akkoriban ilyen rovar nem volt ismert, később Madagaszkáron valóban felfedeztek egy

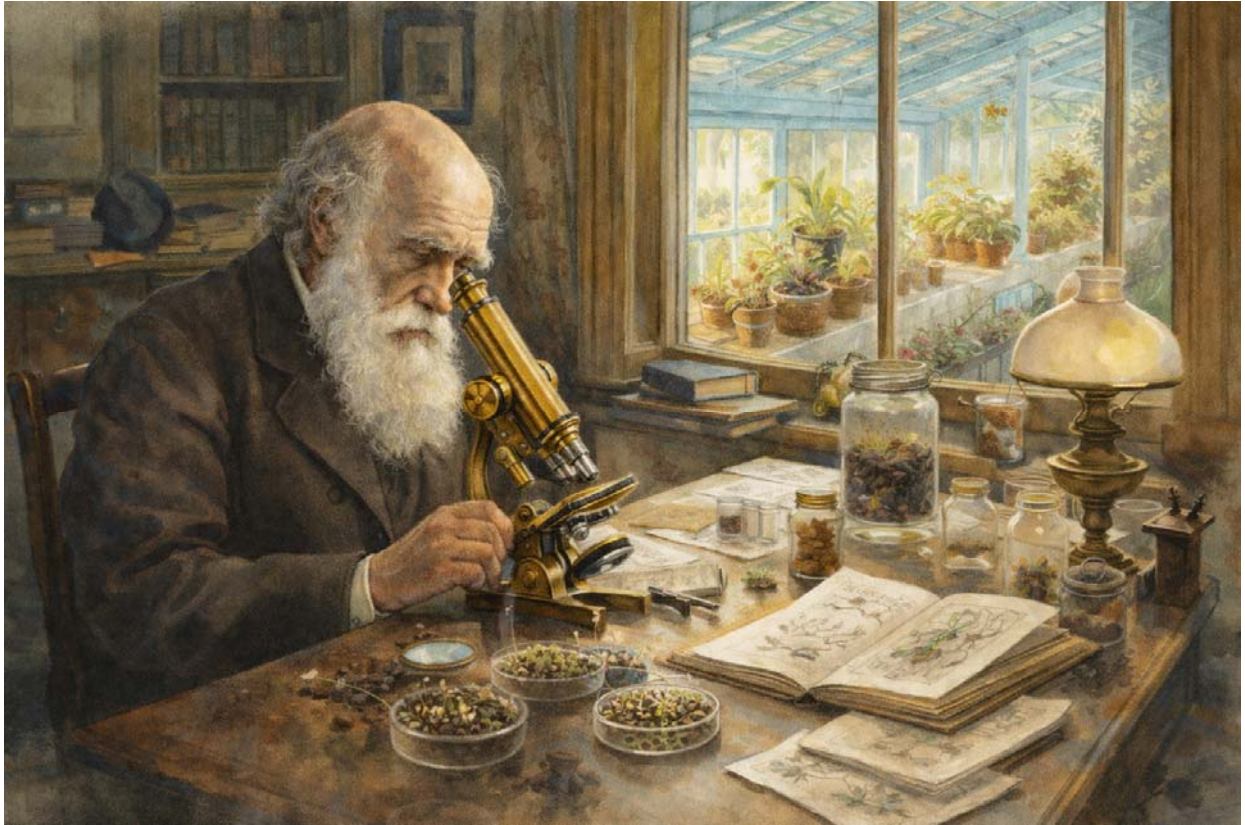
megfelelő fajt, amelyet *Xanthopan morganii praedicta* néven írtak le. Az alfaji jelző, *praedicta* („megjövendőlt”) kifejezetten arra utal, hogy létezését Darwin évtizedekkel korábban előre jelezte, így ez az eset a koevolúció és az evolúciós elmélet előrejelző erejének egyik legismertebb demonstrációja.

Az *Fertilisation of Orchids* záró fejezetében Darwin nemcsak azt vizsgálta, miként történik az orchideák beporzása, hanem azt is, mi következik a beporzás után – különösen a magképződést. Megfigyelte, hogy az orchideák virágai egyetlen toktermésben óriási mennyiségű, rendkívül apró magot hoznak létre. Ennek megbecslésére Darwin felnyitott egy érett tokot, a parányi magokat egy vonalzó mellé, nagyon vékony csíkban szétszórta, megszámolta, hány mag esik egy rövid, kimért szakaszra, majd ebből extrapolálva becsülte meg a tokban található összes mag számát. E módszerrel arra jutott, hogy egyetlen növény magtermése elegendő volna egy acre (kb. 0,4 hektár) terület bevetéséhez. Ebből továbbmenve azt a gondolatot vetette fel, hogy ha minden mag akadálytalanul kikelne és felnőne, egyetlen növény ükunokái orchideákkal „szőnyegként boríthatnák be a Föld teljes szárazföldi felszínét” – szemléletesen érzékeltetve a rendkívüli termékenységet, és azt, milyen szerepe van a nagyon magas magszámnak a természetes szelekció által formált növényi szaporodási stratégiákban.



A beporzásról és magtermésről szóló munkái mellett Darwin az orchideák életciklusának egy rejtélyesebb szakaszán, a csírázáson is elgondolkodott. Megdöbbenette, hogy az orchideamagvak rendkívül kicsik, és nem tartalmaznak táplálósövetet, ezért nehéz elképzelni, miként képes egy csíranövény önállóan megtelepedni. Sikertelen csíráztatási kísérletei és a korabeli mikroszkópos megfigyelések – amelyek gombákat mutattak ki orchideagyökerekben – alapján Darwin meglepően előrelátó következtetésre jutott: az

orchideák – legalábbis legkorábbi fejlődési szakaszaikban – gombáktól kell hogy tápanyagot nyerjenek. Egy 1863-as levelében azt feltételezte, hogy a fiatal orchideacsíranövények parazitaként viselkednek gombagazdáikon. Bár ma ezt a kapcsolatot a mikorrhizás szimbiózis egy specializált formájaként értelmezzük, Darwin következtetése évtizedekkel megelőlegezte az orchidea–gomba kölcsönhatások modern fogalmát.

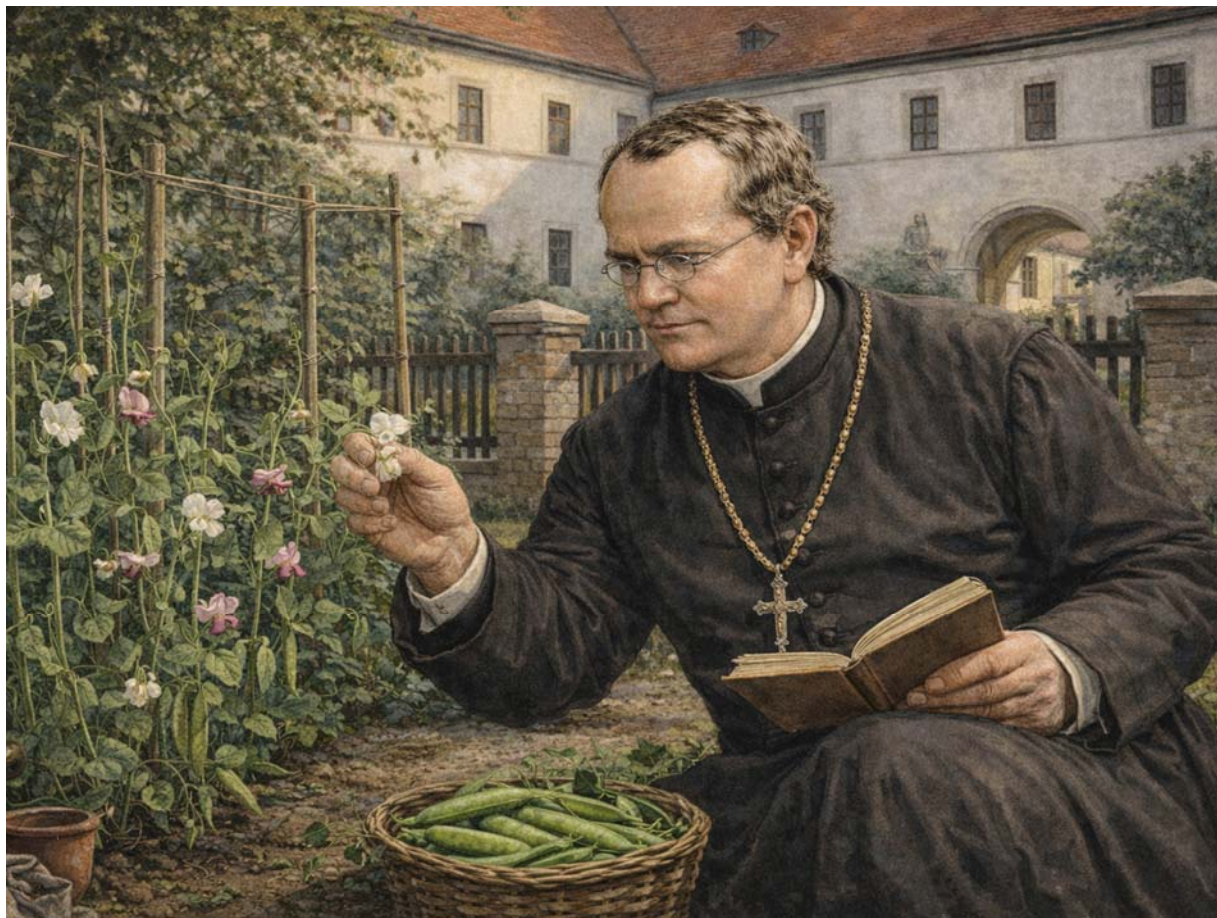


## A botanika történetének fontos eseményei 92.



1862 és 1883 között George Bentham (1800–1884) és Joseph Dalton Hooker (1817–1911) *Genera Plantarum* ("A növények nemzetségei") című háromkötetes műve a magvas növények egyik legnagyobb hatású 19. századi rendszere lett. A szerzők a nemzetségeket és családokat nagy herbáriumi anyag, morfológiai összehasonlítás és világméretű flóraismeret alapján rendezték. Rendszerük sokáig meghatározta a herbáriumok, flóraművek és botanikus kertek taxonómiai gyakorlatát.

### A botanika történetének fontos eseményei 93.



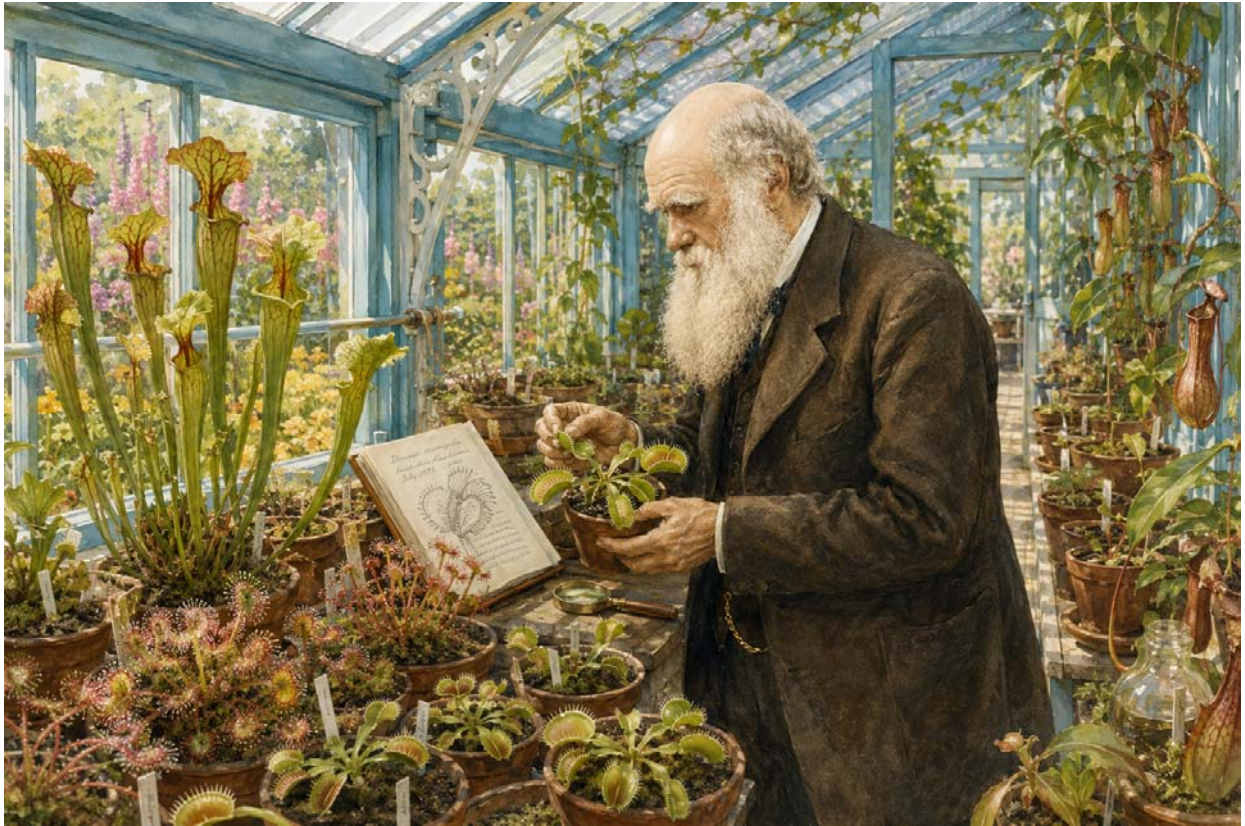
1866-ban Gregor Mendel *Versuche über Pflanzen-Hybriden* ("Kísérletek növényhibridekkel") című munkájában borsókeresztezési kísérleteinek eredményeit közölte. Kimutatta, hogy bizonyos tulajdonságok elkülönülő öröklési egységek szerint adódnak tovább, és számszerű arányokban jelennek meg az utódnemzedékekben. A munka jelentőségét csak 1900 körül ismerték fel teljesen, de később a genetika alapjává vált.

## A botanika történetének fontos eseményei 94.



1866-ban Heinrich Anton de Bary kimutatta, hogy a zuzmók gomba és fotoszintetizáló alga vagy cianobaktérium együttéléséből állnak. Ez a felismerés radikálisan átalakította a zuzmók természetéről alkotott képet, mert egyetlen szervezetnek hitt testet együttélési rendszerként értelmezett. 1879-ben de Bary bevezette a szimbiózis fogalmát az élőlények tartós együttélésének leírására. A fogalom a zuzmók, mikorrhizák, gyökérgümők és sok más növényhez kötődő kapcsolat értelmezésében vált alapvetővé. Jelentősége abban áll, hogy az élővilágot nemcsak versengő, hanem együttműködő rendszerek hálózataként is láthatóvá tette.

## A botanika történetének fontos eseményei 95.



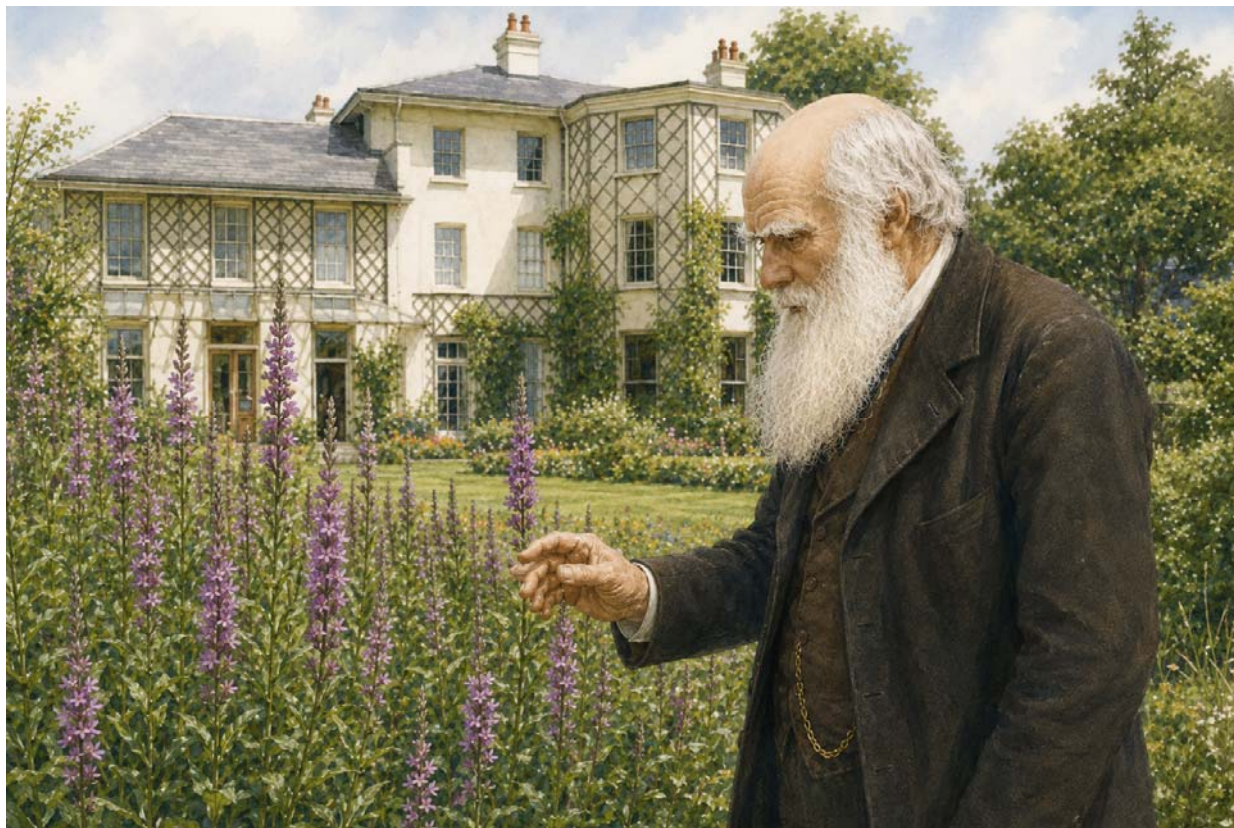
1875-ben Darwin *Insectivorous Plants* ("Rovarevő növények") című könyvében a rovarevő növények működését vizsgálta. A harmafű, Vénusz légycsapója és más fajok példáján kimutatta, hogy a növények képesek állati eredetű anyagokból tápanyaghoz jutni, és érzékeny mozgásválaszokat adni. A mű a növényi érzékenység, táplálkozási alkalmazkodás és kísérletes növényélettan fontos darabja. 1875-ben Darwin *The Movements and Habits of Climbing Plants* ("A kúszónövények mozgásai és szokásai") című műve a kúszó- és kapaszkodó növények mozgásait tárgyalta. Darwin leírta a hajtások körző mozgását, a kacsok érintésre adott válaszát és a kapaszkodó szervek működését. A könyv jelentősége abban áll, hogy a növényi mozgásokat nem passzív növekedési torzulásokként, hanem irányított, funkcionális alkalmazkodásokként értelmezte.

## A botanika történetének fontos eseményei 96.



1875-ben megjelent Julius von Sachs (1832–1897) német botanikus, a kísérletes növényfiziológia alapítója könyve *Geschichte der Botanik vom 16. Jahrhundert bis 1860* ("A botanika története a 16. századtól 1860-ig") címmel, ami a botanika történetének klasszikus összefoglalása lett. Sachs a rendszertan, növényanatómia és növényélettan fejlődését külön tudománytörténeti folyamatként tárgyalta. A mű jelentősége abban áll, hogy a botanika múltját nem pusztán életrajzi sorozatként, hanem módszerek és tudományágak fejlődéstörténeteként mutatta be.

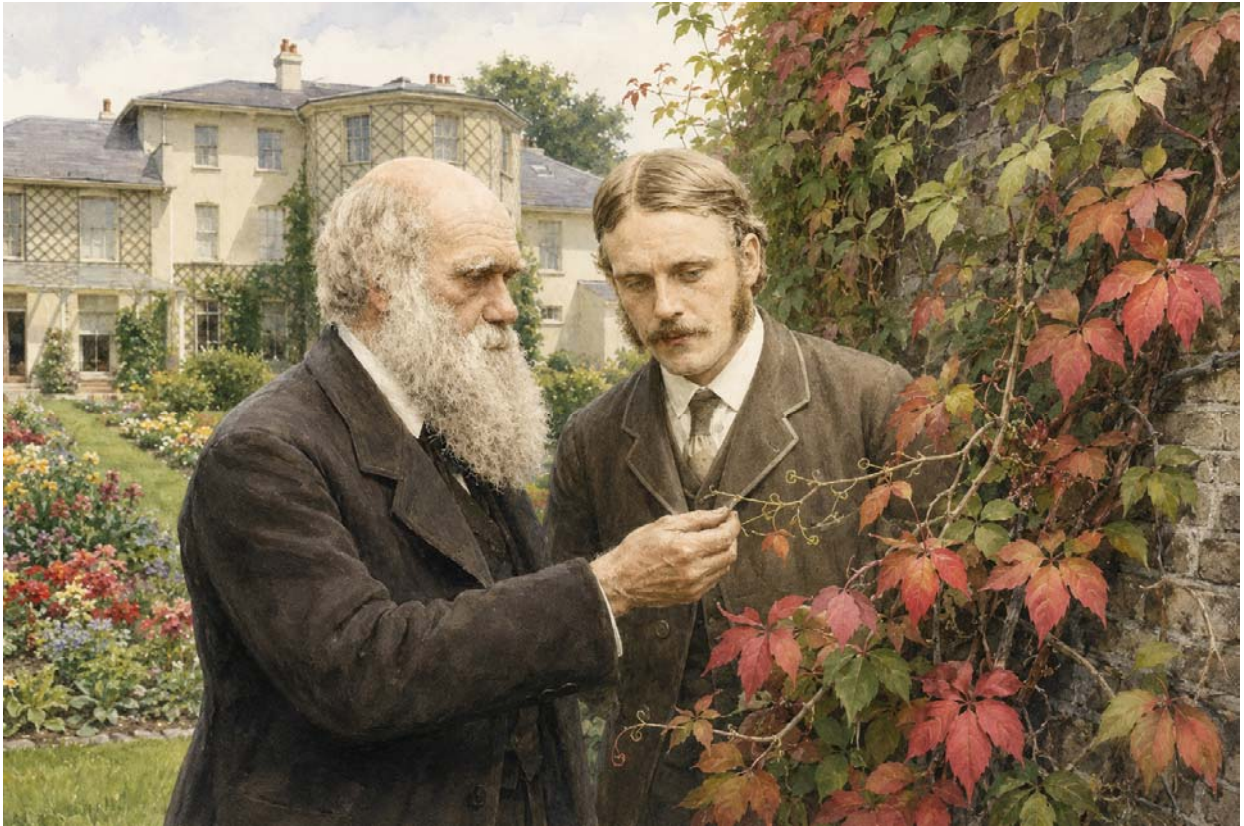
## A botanika történetének fontos eseményei 97.



1876-ban Darwin *The Effect of Cross and Self-Fertilisation in the Vegetable Kingdom* ("A kereszt- és önmegtermékenyítés hatása a növényvilágban") című könyvében a kereszt- és önmegtermékenyítés következményeit vizsgálta. Kísérletei sok növényfajnál kimutatták, hogy a keresztezett utódok gyakran erőteljesebbek és életképesebbek, mint az öntermékenyítésből származók. A mű a genetikai változatosság, beltenyésztés és szaporodási rendszerek evolúciós értelmezésének korai alapja.

1877-ben Darwin *The Different Forms of Flowers on Plants of the Same Species* ("Az azonos fajhoz tartozó növények virágainak különböző alakjai") című könyvében a heterosztiliát és más virágalak-változatokat vizsgálta. Füžények, kankalinok és más fajok példáján bemutatta, hogy ugyanazon fajon belül eltérő porzó- és bibehosszúságú virágok segíthetik a keresztmegporzást. A mű a virágbiológia és a szaporodási rendszerek evolúciós értelmezésének fontos klasszikusa.

## A botanika történetének fontos eseményei 98.



1880-ban megjelent Charles R. Darwin *The Power of Movement in Plants* ("A növények mozgásának képessége") című könyve, amelyet fia, Francis Darwin (1848–1925) közreműködésével írt. A műben azt mutatták be, hogy a hajtások görbülése, a gyökerek irányított növekedése, a kacsok tekeredése és a levelek alvómozgása szabályozott válasz a fényre, gravitációra, érintésre és más ingerekre. A könyv jelentősége abban áll, hogy a növényi mozgásokat kísérletes növényélettani jelenségeként értelmezte, és előkészítette a tropizmusok, növekedésszabályozás és növényi hormonhatások későbbi kutatását.

## A botanika történetének fontos eseményei 99.



Eugenius Warming (1841–1924) dán botanikus, az ökológia tudományának egyik úttörő alakja. Számos expedícióon (1863–1866: Brazília, Lagoa Santa, 1884: Grönland, 1885: Norvégia, Finnország, 1891–1892: Venezuela, Trinidad; 1895: Faröer-szigetek) vett részt és tanulmányozta a különböző éghajlati övekben a növényvilágot, megalapozva növényföldrajzi szemléletét. 1895-ben jelent meg *Plantesarfund* ("Növénytársulások") című könyve, ami a növényökológia egyik alpműve lett. Warming a növénytársulásokat a környezeti tényezők, életformák és alkalmazkodási módok összefüggésében tárgyalta.

## A botanika történetének fontos eseményei 100.



1919-ben Paál Árpád (1889–1943) közölte klasszikus koleoptilkísérleteinek eredményeit. A levágott zabkoleoptil-csúcsot aszimmetrikusan visszahelyezve kimutatta, hogy a csúcsból diffúzióképes növekedésszabályozó anyag hatása terjed tovább, és a görbülés sötétben is bekövetkezhet. Kísérletei Darwin és Boysen-Jensen megfigyelései után az auxinelmélet egyik döntő előzményét adták, és megnyitották az utat Went 1928-as auxinvizsgálatai felé.

---

A illusztrációk a rendelkezésre álló hiteles portrék és adatok felhasználásával, mesterséges intelligencia (AI) felhasználásával, a mondanivaló vizualizálásának céljával készültek, nem tekinthetők dokumentum-értékűnek.