

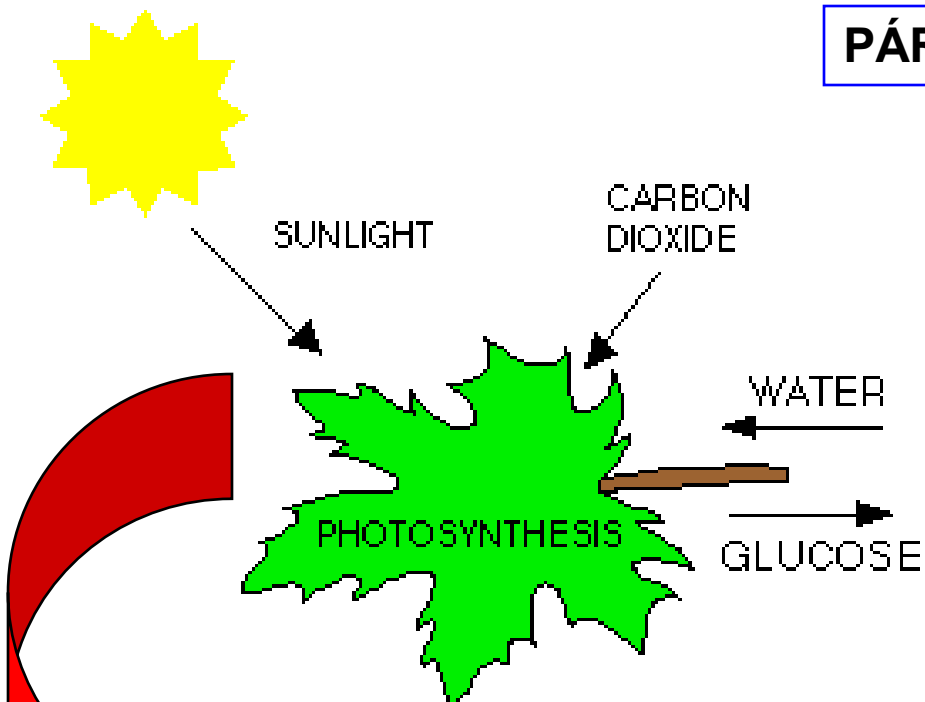
A LEVÉL

GLOBÁLIS JELENTŐSÉG

PÁROLOGTATÁS



NÖVÉNYEVŐK
TÁPLÁLÉKA



SZERVES-
ANYAGOK

O_2
OXIDATÍV LÉGKÖR

AEROB
SZERVEZETEK
LÉGZÉSE

TÁPLÁLÉKLÁNC
(~HÁLÓZAT)

A levél a szár laterális szerve, korlátozott növekedésű, általában nagy felületű, a fotoszintézis, a párologtatás és a gázcsere (CO₂-felvétel és O₂-leadás) szerve.

A levélkezdeményt a hajtáscsúcs oldalán elhelyezkedő periferiás merisztéma hozza létre

Két fő levéltípus az evolúció során: mikrofillum és makrofillum

- Mikrofillum: szárkinövés, enáció. Benne egyetlen egy ér → hozzákapcsolódik a szár szállítóelemeihez, de a szár szállítószövetrendszere a levélnyom nyaláb fölött nem szakad meg.

Valaha voltak hatalmas mikrofillumok, a maiak már ténylegesen kicsik (pl. korpafüvek pikkelylevelei)

- Makrofillum: Filogenetikailag módosult hajtás, a telómák ellaposodása és összenövése útján jött létre.

Mivel a teloma elágazása során a sztéle is kettéosztódik → a levélbe kiágazó szállítószövet is a sztéle egy részének folytatása → a kiágazás felett megszakad a szállítószövet a szárban, ez az ún. levélrés.

A makrofillumban általában nem csak egyetlen központi ér található, mint a mikrofillumban, hanem bonyolult érrendszer alakul ki. A makrofillumok nem feltétlenül nagyok, méretük genetikai és ökológiai tényezőktől függ.

A makrofillumok csoportosítása

Virágos növények levele méretben és alakban igen változatos

Elhelyezkedésük, működésük alapján több típus:

- sziklevel: az embrióban kialakuló első levél, a csíranövény táplálásában vesz részt

- Lehetnek vastagok, csak raktároznak. A csírázás során a talajban maradhatnak (borsó), vagy kiemelkednek a talajból (bab).

- Vastagok, raktároznak, később megnövekednek és fotoszintetizálnak (napraforgó).

- Lemezesek, először felveszik a tápanyagokat az endospermiumból, majd csírázás során megzöldülnek, asszimilálnak (ricinus).

- Kisméretűek, jelentéktelen és csak szállítják a tápanyagot az endospermiumból az embrióba (pázsitfűvek).

SZIKLEVÉL EMBRIONÁLIS SZERV

RAKTÁROZÓ

Vastag

LEBOMLÓ



Földben
maradó

Kiemelkedő
maradó

hipogeikus
csírázás

epigeikus
csírázás



borsó

bab

RAKTÁROZÓ

átalakuló

FOTOSZINTETIZÁLÓ



napraforgó

LEMEZES

átalakuló

FOTOSZINTETIZÁLÓ



ricinus

SZÁLLÍTÓ

kisméretű

LEBOMLÓ



fűfélék (búza)

Makromorfológia

A levelek lehetnek egyszerűek vagy összetettek.

Egyszerű levél: levélalap, levélnyél, levéllemez

Összetett levél: levélalap, levélnyél, levéllemezkek

Többszörösen összetett levél: a lemezek ismétlődően feldarabolódnak

A levél részei

Levélalap: szilárd összeköttetést biztosít a levél és a szár között

Jellegzetes szövettani szerkezet → itt lép be a szár szállítószövege a levélnyélbe

Pázsitfűfélénél: levéllemez a szárat körülvevő levélhüvelyben folytatódik.

Az ilyen levelek primordiuma a hajtáscsúcson „C” alakban öleli körül a szár egy részét. Ez a nyitott típus, míg zárt hüvely esetén a primordium gyűrű alakú.

A levélalaphoz lehetnek függelékei:

- nyelvecske vagy ligula, ami a hüvely és a lemez határán, adaxiális oldalon, hártyás, protoderma eredetű képződmény

- pálha (stipula) lehet lehulló (bükk) vagy maradó, alakja változatos

- levélszerű, mint például a borsó vagy a rózsa, valódi levelektől szinte megkülönböztethetetlen

A pálhalevelek módosulásai:

- kacsokká módosulhat (*Smilax*)

- tövisekké módosulhat (akác)

- nyitott cső lehet, mint pálhakürtő:

- körülöleli a szárat (*Poligonaceae*)

- ránó a szárra (*Astragalus*)

Levélnyel

Többnyire hengeres, félhengeres, ritkábban szögletes keresztmetszetű

Feladata, hogy eltartsa a levéllemez a szártól, biztosítsa a levéllemez mozgását és orientálását

Ha hiányzik: ülő levél (*Ajuga - ínfű*)

- Módosulhat kacscá (*Clematis*)

- Ellemezesedhet (*Dionaea*)

- A vizijácint esetében megduzzad és a lebegtetést szolgálja

Levéllemez

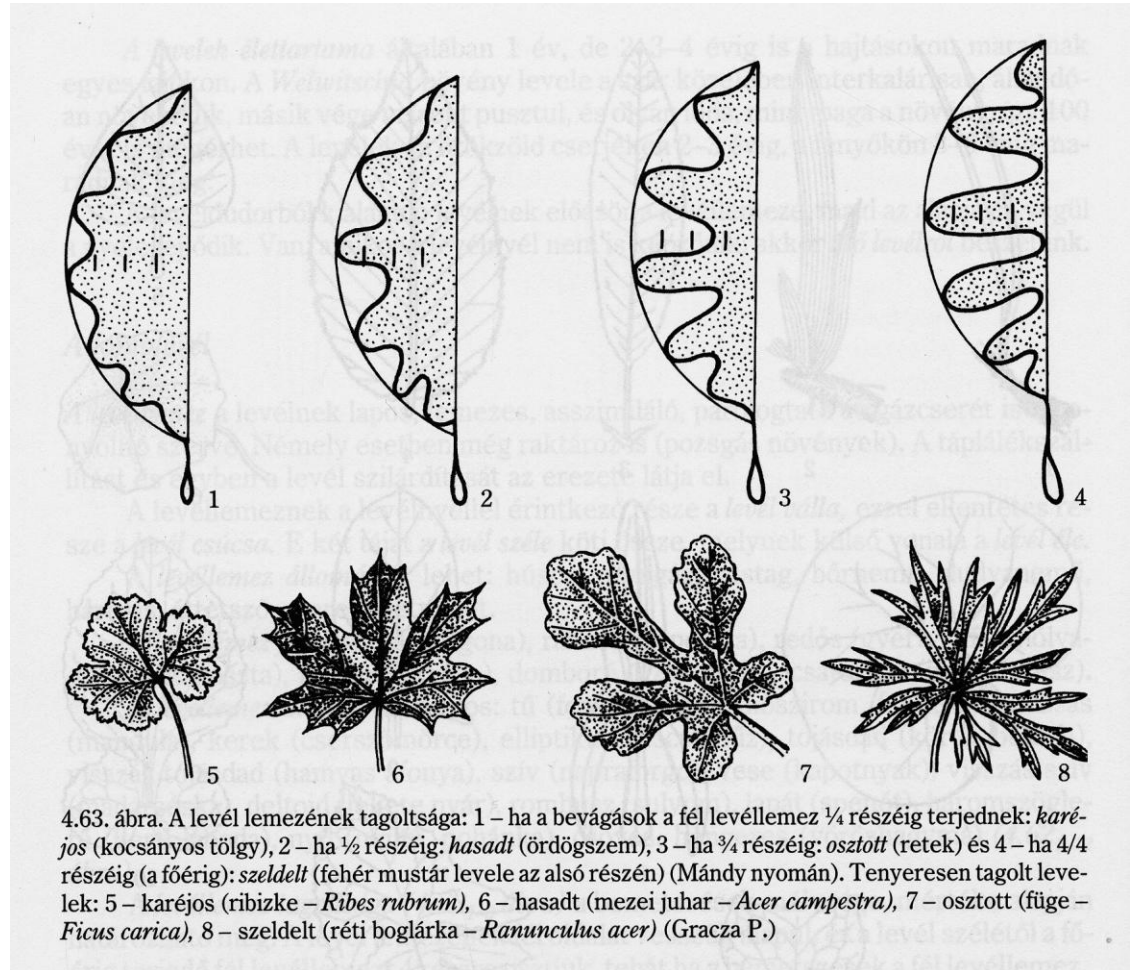
Alakja igen változatos

Megkülönböztetjük a lemez csúcsát és a lemez vállát

A levél tagoltsága

Tagolatlan – tagolt

Ha a bemetszések mélyebbek, mint a levélszéli mintázat → tagolt lemez



A levéllemez függelékei: a levélhüvellyel rendelkező növényeknél a lemez alján két, íves nyúlvány, a fülecske vagy auricula található.

A lemez módosulásai:

- Csökevényes: szárazságtűrő levelekre jellemző, hogy a levél kis méretű, a szár veszi át a fotoszintézis szerepét (*Ephedra, Equisetum*)
- Gyakran ezek a levelek tövisekké módosulnak (kaktuszok, borbolya - *Berberis*)

Fotoszintetizáló levelek efemer életűek, tövisek állandóak

- Kaccsá alakulhat az egész levéllemez (*Lathyrus*)

- vagy csak egy része (*Gloriosa*)

- Felszívó, gyökérszerű képletté módosulhat (*Salvinia*)

Levélke is módosulhat kaccsá – összetett levélnél

- Epifiton páfrányok esetében szubsztrátum- és nedveségtartó levelekké

Ezek a levelek szinte cserépszerű képződményként veszik körül a növényt majd végül elpusztulva maguk is tápanyagforrássá válnak.

Gyakran ezekben a „cserepekben” hangyák élnek, ürülékük nitrogénforrásként szolgál (*Platyserium*).

Összetett levelek

Egyetlen primordiumból fejlődnek, éppúgy, mint az egyszerű levelek, de a levéllemez levélkékből áll.

Az oldalhajtástól úgy lehet megkülönböztetni, hogy a levél hónaljában mindig van egy rügy. Az összetett levél levélkéinek hónaljában nincsenek rügyek.

a.) Szárnyasan összetett levél: a levélkék a levélgerinc két oldalán sorban helyezkednek el – párosan, páratlanul szárnyas

Lehet többszörösen is összetett

b.) Tenyeresen összetett levél: a levélkék egy pontból sugárirányban erednek

Levélprimordiumok

A hajtáscsúcs periférián a prokambiális zóna magasságában jönnek létre Kialakulásukban a tunika és a korpusz külső rétegei vesznek részt → exogén módon jönnek létre.

Az első periklinális osztódások megjelenésének pontos helyét a fillotaxis szabja meg. Két egymást követő levélprimordium megjelenése között eltelt idő a plasztochron.

A hajtáscsúcs folyamatos növekedésével az idősebb levélkezdemények a száron egyre lejjebb kerülnek, méretük egyre nagyobb lesz és felettük újabbak jelennek meg.

A primordiumok fejlődése

Perifériális vagy szegélymerisztéma sejtek periklinális osztódásával indul, majd követi a szomszédos sejtek osztódása is; Később periklinális és antiklinális osztódások együtt → kissé kidudorodik: ez a levél vagy hajtáskezdemény



hajtáscsúcs alakja közben folyamatosan változik

A levél fejlődése

A levél egyes részeit különböző merisztémák alakítják ki.

A levélalap kialakulását periklinális osztódás vezeti be: dudor keletkezik → csúcsi sejtjei élénken osztódva kb. 1 mm hosszú kezdeményt hoznak létre.

Primordiumok még hengeres átmérőjűek.

A levélkezdemény ebben a stádiumban két részre osztható:

- az alsó zónából alakul ki a levélalap és a levélnyel

- a felső zónából a levéllemez fejlődik.

A felső zóna szegélyi részén a leendő levéllemez irányában osztódásnak indulnak a sejtek → kialakul a marginális és szubmarginális iniciális régió

Primordium kezd ellaposodni

A primordium apikális növekedése hamar leáll (→ korlátozott növekedésű szerv).

A páfrányoknál sokáig működik az egyetlen csúcsi merisztematikus sejt.

A páfránylevél pásztorbatszerű növekedése (összetett levélnél levélkéké is)

A fiatal kezdemény azért borul a csúcsra, mert az abaxiális oldalon intenzívebb az osztódás

- marginális merisztéma (felszínen) osztódásával jön létre a levél abaxiális és adaxiális epidermisze

Marginális merisztéma működése okozza a levélkezdemény ellaposodását és a levélszél mintázatát valamint tagoltságát

- szubmarginális merisztéma (felszín alatt) a levél alapszövetét hozza létre + prokambiumot (levél szállítószövetrendszerét)

Ezek a merisztémák az összetett levél esetén feldarabolódnak, és minden egyes levélkében külön működnek

A végleges levélméret elérése előtt a merisztémák befejezik működésüket (A levél alakját kialakítják, de a méretét nem)

Utódsejtjeik tovább osztódnak, tovább növelik a levél méretét, vastagságát.

A levélhüvellyel rendelkező egyszikűeknél (pl. pázsitfűvek) az osztódás laterálisan terjed szét a csúcson: egy félhold alakú primordium jön létre, mely körülnövi a csúcsot (nyitott típus)

Az egymás alatti primordiumok némileg átfedik egymást

A levéllemez növekedését interkaláris merisztéma biztosítja (fűnyírásakor látszik → elvágjuk a levél csúcsát, és továbbnő „alulról”).

Az általános típusoktól eltérések is vannak:

- Fenyők henger alakú vagy szögletes tűleveleinek kialakításánál a marginális merisztéma hiányzik vagy inaktív

Ezeknél a leveleknél egyfajta bazális merisztéma (nevezhetjük interkaláris merisztémának) és annak származékai hozzák létre a levél valamennyi szövetét.

Az általános típusoktól eltérések is vannak:

- Fenyők henger alakú vagy szögletes tűleveleinek kialakításánál a marginális merisztéma hiányzik vagy inaktív

Ezeknél a leveleknél egyfajta bazális merisztéma (nevezhetjük interkaláris merisztémának) és annak származékai hozzák létre a levél valamennyi szövetét.

A levél érhalózatának kialakulása

Először a levél főere alakul ki

- Kétszikűeknél: a primordiumban a sejtek akropetális irányban prokambiummá alakulnak (a)

A lemez kialakulásával párhuzamosan az alapszövetben (a szubmarginális iniciális által létrehozott sejtrétegben) szintén akropetális irányban jönnek létre az oldalerek (b)

A levél növekedésével újabb erek jelennek meg. Ezek kialakulása bazipetális, a levélcsúcshoz közelebbi részen kezdődik, és a levélalap felé folytatódik (c-d)

- Egyszikűeknél: párhuzamos az erezet, itt is van főér!

A főér kialakulása mind akropetálisan, mind bazipetálisan halad a primordium közepétől (e)

Az alapszövetben (a szubmarginális iniciális által létrehozott sejtrétegben) a főérrel párhuzamos mellékerek mind akro- mind bazipetális irányban differenciálódnak (f)

További erek a kétszikűekhez hasonlóan bazipetális kialakulásúak a levélcsúcshoz közelebbi részen kezdődik, és a levélalap felé folytatódik (g-h)

Levél és szár szállítószövetének csatlakozása

Mind a kétszikűek főere, mind az egyszikűek korán kialakuló mellékerei becsatlakoznak a szár szállítónyalábjaiba.

- A prokambium differenciálódásával először a proto-, majd a metaelemek alakulnak ki.
- A floem elemek mindig előbb jönnek létre, mint a xilem elemek.

A levelek a náduszokon erednek, itt lépnek a levél nyalábjai a szárba, de nem biztos, hogy ezen a szinten csatlakoznak a szár nyalábjaihoz → gyakran a nádusz alatt, akár több nádusszal lejjebb.

A kétszikűekben a levélnyomnyalábok viszonylag hamar csatlakoznak a szár nyalábjaihoz.

Ha a szállítórendszer összefüggő hengerfelületet alkot, egy kilépő levélnyomnyaláb következtében rés keletkezik a szár szállítószövetében.

A rést parenchimaszövet tölti ki. A kilépési pont fölött viszonylag rövid szakasz után a szállítószövet újra záródik. A levélrész több lakunából állhat, aszerint, hány nyalábra osztva lép ki a szár szállítószöve a levélbe (egy-, kettő- vagy több lakunás típus).

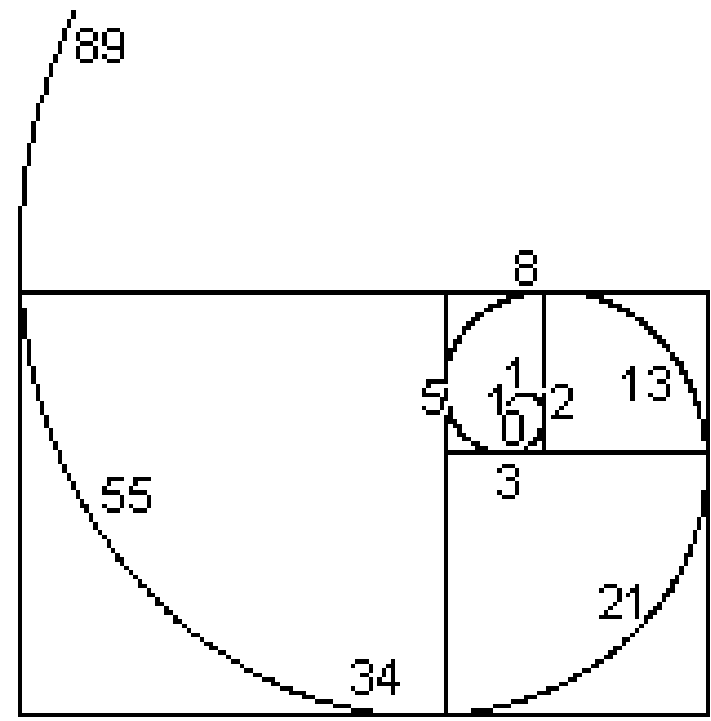
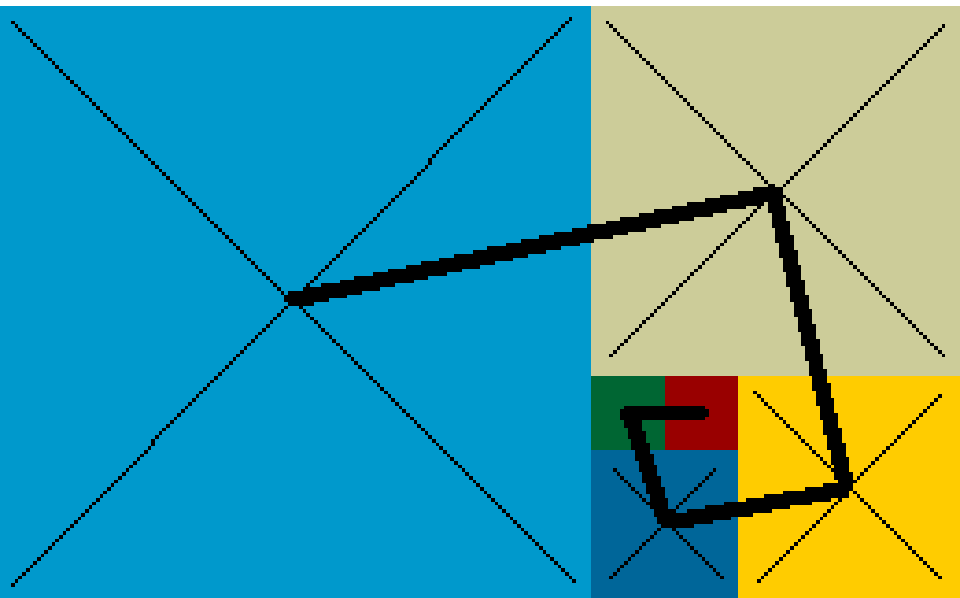
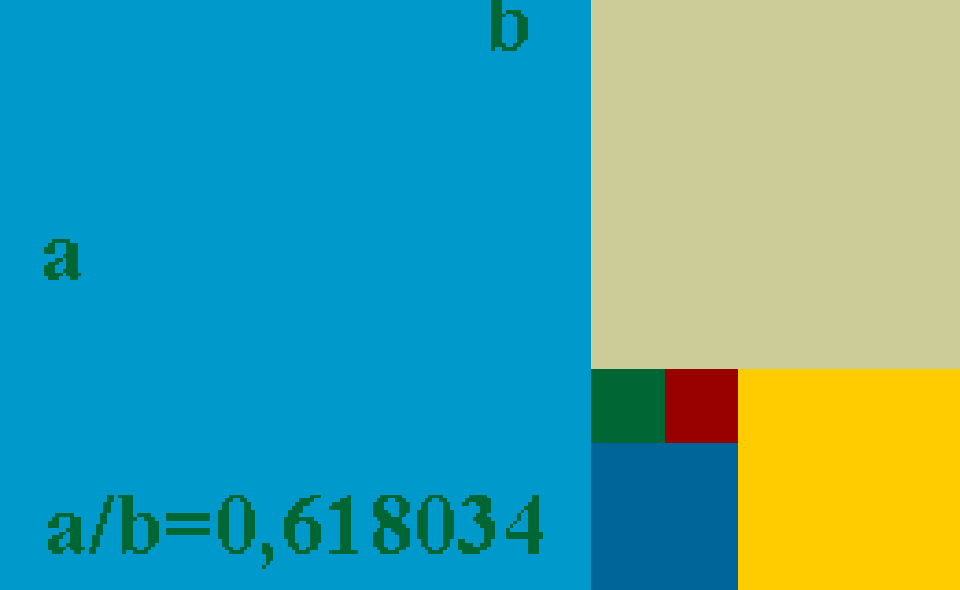
Fillotaxis

A levelek elrendeződésének törvényszerűségeit a fillotaxis vagy levélállás adja meg. A leggyakoribb és a legősibb a spirális vagy szórt levélállás.



A levelek a tengelyen egy csigavonal mentén helyezkednek el

Azok a levelek, amelyek a tengelyből egy irányba erednek, és így egymás fölé kerülnek, függetlenül attól, hogy hány nódusz távolságra vannak egymástól, ortostichont alkotnak .



Spirális levélállásra alkalmazható a Fibonacci számsor:

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89 Stb

A számsorban a következő szám mindig az előző kettő összege

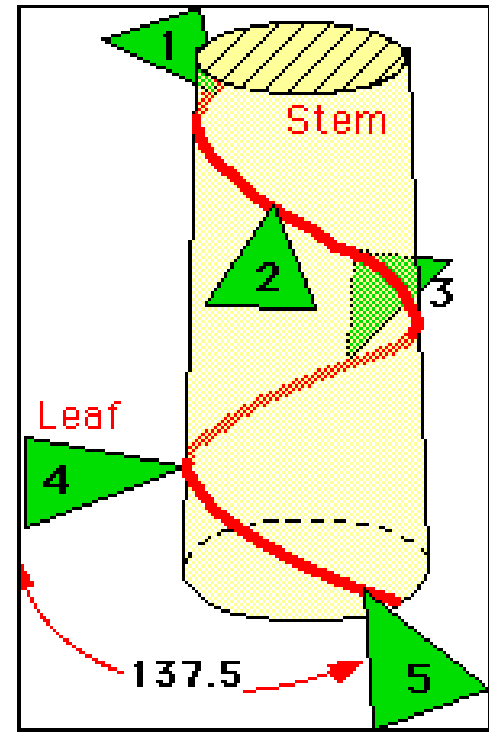
A virágszirmok száma gyakran Fibonacci-szám: például a [liliomnak](#), a [nőszirmnak](#) három; a [haranglábna](#)k, a [boglárkának](#), a [vadrózsának](#) öt; a [szarkalábna](#)k, a [vérpipacsna](#)k nyolc; a jakabnap [aggófűnek](#), a [hamvaskának](#) 13;

az [őszirózsának](#), a borzas [kúpvirágnak](#) és a [cikóriának](#) 21; a [fodroslevelű margitvirágnak](#), az [útilapunak](#) és egyes [szákszorszép](#)eknek 34; más szákszorszép-fajoknak pedig 55 vagy 89 nyelvű viráguk van.

Fibonacci-spirálba rendeződnek például a [fenyőtoboz](#) és az [ananász](#) pikkelyei, a [napraforgó](#) csöves virágai (termései), a [málna](#) termései, a [karfiol](#) rózsái és egyes [kaktuszok](#) tövisei.

Levélállás kiszámítása

A szögérték, melyet az egymásra következő levél primordiumok bezárnak, a divergencia szög. A levélállást jelző tört kifejezést úgy számítjuk át szögértékbe, hogy megszorozzuk 360-nal (pl $1/2 \times 360 = 180^\circ$)



Levélállás típusok:

Szórt (spirális)

Fibonacci-féle számsorban a leggyakoribb spirális levélállások:

$1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$, $5/13$, $8/21$

Egyszikűeknél: gyakran $1/3$

Kétszikűeknél: $1/2$, $2/5$

(lucfenyő toboza: $8/21$)

HETERFILLIA ÉS ANIZOFILLIA

Def.: Ugyanazon a növényen eltérő alakú levelek vannak (Hormonhatások!)

Életkor a vegetatív növényen a levelek egyformák: általában tagoltak (ált. osztottak), a virágot tartó száron tagolatlanok: Borostyán (*Hedera helix*)

Rozettás növények: a rozetta és a virágkocsán levelei eltérőek:
Pástortáska (*Capsella Bursa-pastoris*)

Életmód: Vizinövényeknél az alámerült és felszíni levelek eltérőek:
Sagittaria sagittifolia, *Ranunculus aquatilis*

Kimérák: olyan szövetek, amelyek legalább két, genetikailag különböző sejtől származnak

Periklinális kiméra: egyetlen sejtréteget érint a mutáció a merisztémazónában (örökíthető vegetatív szaporítással)

Szektoriális kiméra: a hajtáscsúcs szektorokra tagolt → jól követhető a levélen, hogy a csúcs mely részéről, hány iniciálisból származnak (nem biztosan örökíthető)

PI 50-50%-os kiméra 2 iniciálisra vezethető vissza 25-25-25-25% esetén 4 iniciális eredetű a levél