

A fény hatásának tanulmányozása néhány zárvatermő növény levelének és szárának szerkezetében

György Éva

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem / Sapientia Hungarian University of Transylvania, Szabadság tér 1, RO-530104 Csíkszereda / Miercurea Ciuc, gyorgyeva@sapientia.siculorum.ro

Kivonat

A hajtásos növények törzsfajlódése során kialakult morfo–anatómiai alkalmazkodási formák lehetővé teszik a növények túlélését és elterjedését nagyon változatos ökoszisztémákban. Jelen dolgozatban 12 faj levéllemezének és földfeletti szárának hisztoanatómiai vizsgálatára és 10 faj földfeletti vegetatív szerveinek víztartalmának kimutatására került sor. A kiválasztott zárvatermők rendszertani szempontból a következő családokba sorolhatók: *Campanulaceae*, *Ranunculaceae*, *Boraginaceae*, *Scrophulariaceae*, *Rosaceae*, *Onagraceae*, *Oxalidaceae*, *Aristolochiaceae*, *Violaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Rubiaceae*, *Caryophyllaceae*. A vizsgált növényi anyag eltérő megvilágítású élőhelyekről származik. A fényhez való alkalmazkodás elsősorban az asszimiláló alapszövet szerkezetében, típusaiban és fejlettségi fokában nyilvánul meg, valamint a szilárdítószövet és a szállítószövet szempontjából van jelentősége. Az árnyékkedvelő növények víztartalma nagyobb a fénykedvelő növényekéhez viszonyítva.

Kulcsszavak: heliofil, szkiatofil, paliszád parenchima, szklerenchima, víztartalom

Bevezetés

Az egyedfejlődési szakaszok mellett a környezeti tényezők is jelentős mértékben befolyásolják a növényi szervek belső szerkezetét. A szerzett fenotípusos jellegek kapcsolatba kerülnek az öröklött tulajdonságokkal, ezáltal egy általános szerveződésen belül a növény élete során kisebb vagy nagyobb változások jelenhetnek meg a növekedési periódusban uralkodó környezeti feltételek függvényében.

A fény nélkülözhetetlen az autotróf zöld növények számára, befolyásolja az asszimiláció intenzitását, a növényi szervek alakját, szerkezetét és méretét. A meg-

világítás módja meghatározza a levelek elrendeződését a száron. A fény hatásával kapcsolatba hozható metamorfózisok: az asszimiláló gyökerek (*Trapa natans*) (Păun és Turenschi 1980), az asszimiláló szárak (*Cactaceae*, *Juncus effusus*, *Scirpus lacustris*, *Genista sagittalis*, *Ruscus aculeatus*) és az asszimiláló szervekké módosult kitágult levélgyepek, a fillódiumok (*Acacia*) (Rost és mtsai 1988).

A fényért való küzdelemben számos növénynek a lomblevelei azáltal kerülnek kedvező megvilágításra, hogy a növény valami szilárd közegre, vagy élő növényre felkapaszkodik. Lehetséges, hogy fiatal szárrészeivel, illetve levélgyepeivel csavarodik a támasztékra vagy pedig a hajtás tengelyrésze, vagy a levél, a gyökér is kapaszkodó szervvé, kacsá módosulhat (Sárkány és Haraszty 1993).

A levéllemez szerkezete a környezeti feltételek változásainak bizonyos határain belül plasztikusan alkalmazkodik, a fotoszintézis és a párologtatás minél jobb megvalósítása érdekében. A levél anatómiájának tanulmányozása alapján felbecsülhető egyes abiotikus környezeti tényezők paramétereinek intenzitása.

A levelek szerkezetének kifejlődését meghatározó legfontosabb külső tényező a napsugárzás, mivel a fényenergia működteti az asszimiláló alapszövet fotoszintetikus rendszerét, a kék fény hatására nyitódnak a sztómák, a fény befolyásolja a hisztogenezis egyes folyamatait és a párologtatást. A belső szerkezetben az állandósult, teljes kifejlődésig történő változások a fény- és hőenergia domináló maximális értékeinek függvényében alakulnak ki, és a teljes kifejlődés pillanatától ez a szerkezet már nem tud módosulni, ha a fényviszonyok utólag módosulnak (Fodorpatáki 2001).

A fénykedvelő növények levelei vastagok és differenciáltabbak az árnyéktűrő növényekénél. A levéllemez kisebb és erősen tagolt (Gyurján 1996). Minél erősebb fényben fejlődik egy levél annál fejlettebb a levélerezet, élénkebb az anyagcsere és az anyagszállítás.

A növények szerkezetbeli alkalmazkodása a fényhez elsősorban az asszimiláló alapszövet szerkezetében, típusaiban és fejlettségi fokában nyilvánul meg. Az asszimiláló alapszövetek kloroplasztiszt tartalmazó parenchimasejtekből állnak, a fotoszintetikus szervesanyag-építés aktív székhelyei. Tipikus formában a lomblevelek mezofillumában fordulnak elő (Esau 1965). A levéllemez asszimiláló alapszövege felépülhet egytípusú, lazán álló szivacsos parenchimából (homogén mezofillum), de tagolódhat a felületre merőleges irányban megnyúlt sejtekből álló oszlopos vagy paliszád parenchimára és laza szivacsos parenchimára (heterogén mezofillum) (Haraszty 1990).

A mezofillum két szövettípusa közül az oszlopos parenchima elsősorban a fotoszintézis helye, benne jóval több a kloroplasztisz, melyek a levél klorofill tartalmának 80%–át tartalmazzák (Bavaru és Bercu 2002). A sejtek antiklinális falakkal

osztódnak, a sejtek között kevés intercelluláris járat van (Rudall 2000). A paliszád rétegek száma, valamint a sejtszerkezet tömörsége ezekben a rétegekben nagymértékben függ direkt vagy indirekt módon a fény intenzitástól (Eames és MacDaniels 2001). A szivacsos parenchima sejtjei rendezetlenül állnak a szövetben és lazán kapcsolódnak egymáshoz, így közöttük gazdag levegőjárat–rendszer található. Sejtjeiben kevesebb a kloroplasztisz, mint a paliszád sejtekben. A szivacsos asszimiláló alapszövet elsősorban a párologtatás színtere, de a szerves anyag–építésben is résztvesz.

A heliofil levéltípus erős fényben fejlődik, a mezofillum egyik vagy mindkét oldalán jelen van az oszlopos asszimiláló alapszövet nagy számú kloroplasztisszal, melyekben erős fényben intenzív fotoszintézis zajlik.

A szkiatofil (árnyékkedvelő) levéltípus gyenge fényben fejlődik, mezofilluma homogén, mert gyenge fényben a paliszád parenchima nem alakulhat ki, így csak a szivacsos asszimiláló alapszövet van jelen. Habár a szivacsos klorenchimában kevesebb a kloroplasztisz, mint a paliszád típusában, a kloroplasztiszokban sok a klorofill–molekula, melyek terebélyes, nagy fénybegyűjtő rendszereket alkotnak a nagy számú tilakoid membránban (Fodorpataki és mts. 2004).

Az erős fény általában magas hőmérséklettel és ezáltal a párologtatás útján bekövetkező vízleadás fokozódásával társul, ezért a heliofil levelek bizonyos mértékben a szárazságtűrés bélyegeit is mutatják.

Anyagok és módszerek

A hisztoanatómiai szempontból vizsgált földfeletti vegetatív szervek rendszertani szempontból, különféle családokba tartozó zárvatermő növényektől származnak: *Campanula persicifolia* L., *Campanula patula* L., *Campanula glomerata* L., *Campanula rapunculoides* L. (*Campanulaceae* család), *Hepatica transsilvanica* Fuss., *Helleborus purpurascens* L. (*Ranunculaceae* család), *Pulmonaria officinalis* L., *Symphytum officinale* L., *Echium vulgare* L. (*Boraginaceae* család), *Agrimonia eupatoria* L. (*Rosaceae* család), *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. (*Onagraceae* család), *Digitalis grandiflora* Mill. (*Scrophulariaceae* család). A növények eltérő megvilágítású természetes környezetből voltak begyűjtve.

A keresztmetszetek friss és kálium–metabiszulfitos konzerváló folyadékban tartósított levelekből és szárakból készültek beágyazás után, kézi mikrotóm segítségével. A metszetek mikroszkópikus vizsgálata során a szövetek pontosabb azonosí-

tása céljából kongóvörös és krizoidin keverékével szimultán kettős festésre került sor (Peacock 1966, Şerbănescu–Jitariu és mtsai 1983).

Az epidermisz és a sztómák vizsgálata natív nyúzatkészítéssel történt.

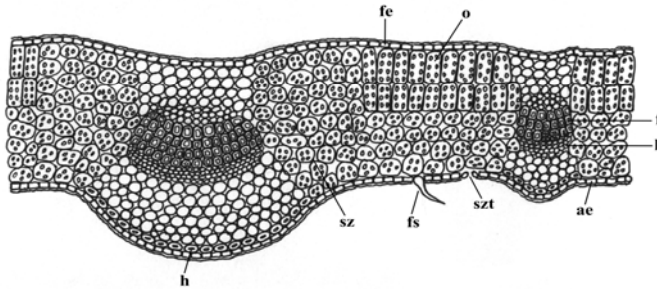
A mikroszkópi készítményeket glicerines zselatinba való ágyazással állandosítottuk.

Az eltérő megvilágítású élőhelyekről származó növények földfeletti vegetatív szerveinek víztartalma több egyedtől származó, fejlett aktív levelekből és főszár darabokból volt kimutatva. A vizsgált növények a következő családokba tartoznak: *Aristolochiaceae*, *Oxalidaceae*, *Ranunculaceae*, *Campanulaceae*, *Violaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Boraginaceae*, *Rubiaceae*, *Caryophyllaceae*. Az analitikai mérleggel pontosan kimért növényi anyagot jól meghatározott ideig, 80 °C –ra beállított szárítószekrénybe helyezük. Az idő elteltével a mintát hagyjuk míg lehűl, ezt követően megmérjük és visszahelyezzük a szárítószekrénybe szintén 80 °C –os hőmérsékletre. Ezt az eljárást mindaddig megismételjük míg a próba tömege állandó marad. A friss és a száraz tömeg közötti különbség képviseli a vízmennyiséget.

Eredmények

A megfelelő megvilágítási körülmények között, nyílt terepen élő vizsgált növényfajok levelének belső felépítésére jellemző, hogy a mezofillum heterogén, a felső epidermisz alatti részében kialakul az oszlopos asszimiláló alapszövet. A legtöbb esetben (*Campanula rapunculoides*, *Symphytum officinale*, *Echium vulgare*, *Agrimonia eupatoria*) egyrétegű paliszád parenchima fejlődik, kétrétegű jól fejlett oszlopos parenchima figyelhető meg a *Campanula glomerata* levéllemezének belső szerkezetében (1. ábra). A paliszád parenchima alatt helyezkedik el a szivacsos asszimiláló alapszövet, általában redukált sejtközötti járatrendszerrel (kivételesen a közönséges párlófű). Az élénk anyagcserével kapcsolatba hozható a fejlett faháncsnyalábok előfordulása a levélerekben, ahol a farész bizonyos mértékben fejlettebb. A nagyobb erekben megfigyelhető a szklerenchimatizáció, egysejtsoros szklerenchimatikus hipodermisz vagy háncs alatti szilárdítóív formájában. Az epidermiszsejtek külső falát viszonylag vastag kutikula borítja, a vizsgált növényeknél megfigyelhetők a fedőszőrök, melyek az esetek nagyrésztében egysejtűek, a terjőke kigyószisz esetében a felső epidermisz egysejtű megnyúlt trichomákat, az alsó epidermisz pedig többsejtű fedőszőröket visel. Az epidermiszsejtek oldalfalai egyenesek vagy csak kismértékben hullámosak (például az *Agrimonia eupatoria* esetében). A *Campanula rapunculoides*, a *Campanula glomerata* és *Symphytum*

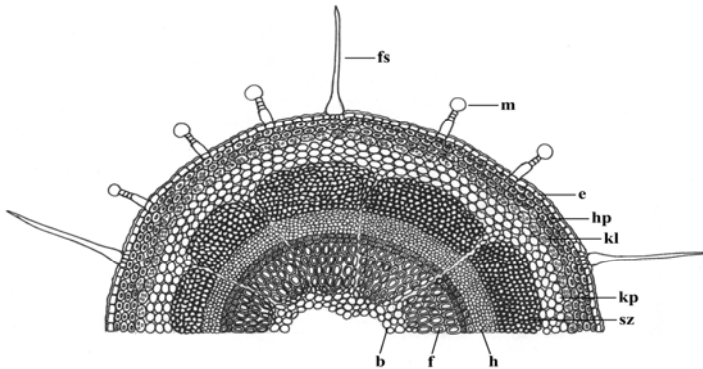
officinale levél amfisztomatikus, az *Agrimonia eupatoria* és az *Echium vulgare* növényfajok levelei hiposztomatikusak.



1. ábra. A *Campanula glomerata* L. levelének belső felépítése

Fig. 1. Internal organization of the leaf of *Campanula glomerata* L.

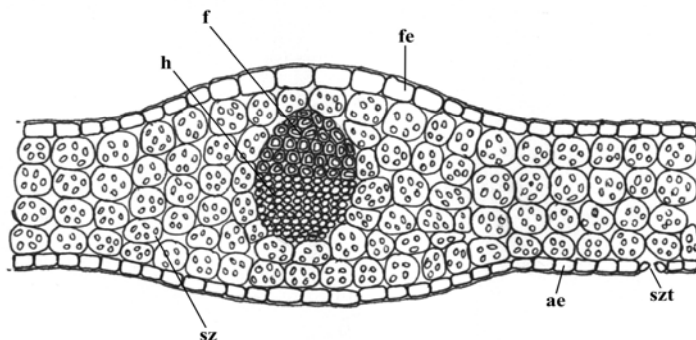
fe – felső epidermisz / adaxial epidermis; ae – alsó epidermisz / abaxial epidermis; o – oszlopos parenchyma / palisade parenchyma; f – fa / xylem; h – háncs / phloem; h – hipodermisz / hypodermis; sz – szivacsos parenchyma / spongy parenchyma; szt – sztóma / stoma; fs – fedőszőr / trichome.



2. ábra. Az *Agrimonia eupatoria* L. szárának belső felépítése.

Fig. 2. Internal organization of the stem of *Agrimonia eupatoria* L.

e – epidermisz / epidermis; hp – hipodermisz / hypodermis; kl – klorencchyma / chlorenchyma; kp – kéregparenchyma / cortex parenchyma; sz – szklerenchyma / sclerenchyma; f – fa / xylem; h – háncs / phloem; b – bélszövet / pith; fs – fedőszőr / trichome; m – mirigyszőr / glandular hair.



3. ábra. A *Campanula patula* L. levéllemezének hisztoanatómiai vázlatja.

Fig. 3. Histo-anatomical scheme of the leaf blade of *Campanula patula* L.

fe – felső epidermisz / adaxial epidermis; ae – alsó epidermisz / abaxial epidermis; f – fa / xylem; h – háncs / phloem; sz – szivacsos parenchima / spongy parenchyma; szt – sztóma / stoma.

A szár szerkezetét a fény indirekt módon befolyásolja, elsősorban a klorenchima és a szklerenchimatikus elemek kifejlődését és fejlettségi fokát határozza meg. A vizsgált fénykedvelő növények esetében a klorenchima 1–3 sejtsoros, a sejtek számos kloroplasztiszt tartalmaznak. Jellemző a jól fejlett szállító- és szilárdítószövet. A szklerenchima fokozottabban van képviselve az *Agrimonia eupatoria* (2. ábra), a *Symphytum officinale* és az *Echium vulgare* szárának belső szerkezetében. A *Campanula rapunculoides* és a *Campanula glomerata* esetében a szár sarkainál kollenchima található. A fekető nadálytő szárának nyúlványai szövettani felépítés szempontjából megegyeznek az ekvifaciális levél anatómiai szerkezetével. A kéreg néhány sejsorból áll, a bélparenchima fejlett és felszakadozik (a közönséges párlófű szárában például két egymásmelletti kör formájában). A szár felületén megfigyelhetők a fedőszőrök.

Az árnyékos helyeken, erdőszélen, bokrok alatt előforduló növények levelének szerkezete a vizsgált fajok többségénél dorziventrális, heterogén mezofillummal (*Campanula persicifolia*, *Hepatica transsilvanica*, *Helleborus purpurascens*, *Pulmonaria officinalis*, *Chamaenerion angustifolium*). Más fajoknál (*Campanula patula*, *Digitalis grandiflora*) a levél homogén izolaterális (3. ábra). A heterogén mezofillum paliszád és szivacsos parenchimára (például a *Chamaenerion angustifolium* levéllemezének belső szerkezetében) vagy paliszád és vízszintes irányban megnyúlt sejtekből felépülő asszimiláló alapszövetre tagolódik (például a *Campanula persicifolia* esetében). A paliszád parenchima ezekben a levelekben egysejtsoros, a sejtek kevésbé megnyúltak. A homogén mezofillumban az asszimiláló

ló alapszövetet szivacsos parenchima képviseli. A főér övezetében egy fejlett fáncsnyaláb található, egyformán fejlett fa és háncsrésszel. A szilárdítószövetet inkább a kollenchima képviseli mint a szklerenchima, egyes esetekben hiányzik a mechanikai alapszövet (például *Campanula patula*, *Digitalis grandiflora* levéllemezében). Az epidermiszsejtek oldalfalai hullámosak (kivétel a *Chamaenerion angustifolium*), a vizsgált fajok többsége hiposztomatikus, a terebélyes harangvirág és a sárga gyűszűvirág levele amfisztomatikus.

A szár szerkezetében előforduló szklerenchima főleg a szállítónyalábok háncsrészét övezi, a baracklevelű harangvirág esetében a szár sarkainál kollenchima található. A klorenchima fejlettsége fajonként változó, jól fejlett a *Helleborus purpurascens* szárában, 2–3 sejtrétegű a *Campanula persicifolia*, *Pulmonaria officinalis*, *Digitalis grandiflora*, *Campanula patula* fajok esetében. A szállítónyalábok szerkezetében a xilém nagyobb mértékben van képviselve mint a háncs.

A fénykedvelő jelleg gyakran együtt jár a vízhiány elviselésére való fokozottabb alkalmazkodással is. A fény nemcsak a fotoszintézist befolyásolja hanem a növények párologtatását, a gázcsere nyílások esetében a légrés nyitódásának és záródásának ritmikusságát is. A heliofil növények szerkezetében általában több az elfásodott elem, míg az árnyékkedvelő növényeknél a cellulóz sejtfalú és nagy vakuóllummal rendelkező sejtek dominálnak.

A földfeletti vegetatív szervek víztartalmának kimutatása során kapott eredmények a táblázatokban vannak bemutatva, adatok melyek minden növényfajnál 10 minta esetében mutatják a vízmennyiséget százalékban kifejezve. Árnyékkedvelő (1. táblázat, 2. táblázat) és fénykedvelő növények (3. táblázat, 4. táblázat) levelének és szárának víztartalom vizsgálatára került sor.

A növények testének víztartalmát több, eltérő hatású tényező határozza meg. A víztartalom meghatározási módszerének alkalmazása során kapott eredmények szerint az árnyékkedvelő növények víztartalma nagyobb a fénykedvelő növényekéhez viszonyítva. Ez a különbség kifejezettebb a leveleknél (kb. 10%) mint a szárak esetében.

A vízmennyiség meghatározása során kapott adatok statisztikai feldolgozásából (F teszt: $p=0,004294$, T teszt: $p=0,0000000000137$) kitűnik, hogy az eltérő megvilágítási körülmények között élő növények földfeletti vegetatív szerveinek víztartalma között szemnifikatív különbségek vannak.

1. táblázat. Árnyékkedvelő növények levelének víztartalma.

Table 1. Water content of leaves of some shade plants.

<i>Campanula persicifolia</i>		<i>Hepatica transsilvanica</i>		<i>Oxalis acetosella</i>		<i>Viola Cyanea</i>		<i>Asarum europaeum</i>	
Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)
1	84,68	1	70,92	1	81,72	1	83,50	1	78,14
2	80,80	2	75	2	82,95	2	82,39	2	65,06
3	77,38	3	73,49	3	83,33	3	75,90	3	77,41
4	84,69	4	71,55	4	84,72	4	73,97	4	87,50
5	82,72	5	71,97	5	82,75	5	80,75	5	78,33
6	72,60	6	73,42	6	84,50	6	81,29	6	79,38
7	83,33	7	72,69	7	81,88	7	73,83	7	76,78
8	80,28	8	73,14	8	83,87	8	83,33	8	77,15
9	77,72	9	70,97	9	85,58	9	77,41	9	82,60
10	79,26	10	71,74	10	83,83	10	74,13	10	78,25
Átlag / Mean (%)	80,34	Átlag / Mean (%)	72,48	Átlag / Mean (%)	83,51	Átlag / Mean (%)	78,65	Átlag / Mean (%)	78,06

2. táblázat. Árnyékkedvelő növények szárának víztartalma.

Table 2. Water content of stems of two plants grown in shade.

<i>Campanula persicifolia</i>		<i>Asarum europaeum</i>	
Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)
1	51,94	1	64,10
2	59,21	2	64,30
3	63,79	3	69,78
4	76,10	4	76,76
5	76,47	5	65,68
6	65,35	6	66,09
7	75,52	7	60,97
8	74,39	8	60,71
9	73,27	9	58,74
10	79,22	10	63,43
Átlag / Mean (%)	69,52	Átlag / Mean (%)	65,05

3. táblázat. Fénykedvelő növények levelének víztartalma.**Table 3.** Water content of some heliophyte leaves.

<i>Salvia pratensis</i>		<i>Chamaespartium sagittale</i>		<i>Echium vulgare</i>		<i>Galium Verum</i>		<i>Dianthus carthusianorum</i>	
Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)
1	62,51	1	60	1	78,46	1	73,68	1	71,73
2	66,51	2	70	2	72,63	2	61,03	2	72,72
3	69	3	63,12	3	79,67	3	67,21	3	63,33
4	77,38	4	70	4	73,33	4	61,53	4	58,33
5	63,02	5	61,25	5	74,28	5	67,39	5	63,63
6	80,38	6	64	6	73,61	6	62,96	6	71,42
7	65,99	7	62,22	7	72,97	7	75	7	50
8	65,10	8	60	8	73,84	8	76,74	8	60
9	81,15	9	67	9	78,37	9	77,27	9	51,85
10	84,67	10	60	10	69,81	10	74,35	10	66,66
Átlag/ Mean (%)	71,57	Átlag/ Mean (%)	63,75	Átlag/ Mean (%)	74,69	Átlag/ Mean (%)	69,71	Átlag/ Mean (%)	62,97

4. táblázat. Fénykedvelő növények szárának víztartalma.**Table 4.** Water content of some heliophyte stems

<i>Salvia pratensis</i>		<i>Chamaespartium sagittale</i>		<i>Echium vulgare</i>		<i>Galium Verum</i>		<i>Dianthus carthusianorum</i>	
Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)	Nr.	Víz menny. (%)
1	68,31	1	58,97	1	62,88	1	63,26	1	63,41
2	67,80	2	54,54	2	58,42	2	64,86	2	60,46
3	69,46	3	60,63	3	68,57	3	54,71	3	63,46
4	68,91	4	67,30	4	72,72	4	56,36	4	65,75
5	70,12	5	59,18	5	58,58	5	58,97	5	59,09
6	70,80	6	59,72	6	63,47	6	51,85	6	62,50
7	70,18	7	63,01	7	64,22	7	58,97	7	60
8	69,62	8	62,59	8	65,06	8	60	8	61,66
9	67,61	9	63,07	9	58,90	9	51,11	9	58,69
10	69,19	10	62,68	10	69,35	10	55,31	10	64,44
Átlag / Mean (%)	69,20	Átlag / Mean (%)	61,16	Átlag / Mean (%)	64,21	Átlag / Mean (%)	57,54	Átlag / Mean (%)	61,74

Következtetések

A megfelelő megvilágítás mellett fejlődő növények levelének belső felépítésére jellemző: az asszimiláló alapszövet differenciálódása paliszád és szivacsos parenchimára, a nagyobb erekben fejlett fa–háncsnyalábok találhatóak, szklerenchima előfordulása az érzőnában, az epidermiszsejtek oldalfalai nem hullámosak, fedőszőrök jelenléte. A szár szerkezetében megfigyelhető a fejlett szállító- és szilárdítószövet, az 1–3 sejtsoros klorenchima, vékony kéregrés, fejlett bélparenchima.

Az árnyékos helyeken, erdőszélen, bokrok alatt előforduló növények levelének szerkezete a vizsgált fajok többségénél dorziventrális, heterogén mezofillummal, a többi fajnál homogén mezofillum fejlődik. A szilárdítószövetet főleg a kollenchima képviseli, de hiányozhat is. Az epidermiszsejtek oldalfalai hullámosak. A szár szerkezetében a szklerenchima a háncsrészt övezi, a klorenchima a vizsgált fajok esetében 2–3 sejtrétegű. A jól fejlett bélparenchima egyes esetekben felszakadozik.

A heliofil növények testében előforduló vízmennyiség kisebb mint az árnyék- kedvelő növényeknél (például a végzett vizsgálat alapján a leveleknél 10%-os különbség létezik).

The study of the influence of light in the leaf and stem structure of some angiosperm species

(Summary)

The internal structure of the leaf blade reflects a broad adaptive plasticity to the environmental conditions, especially in relation with the light and water status of the habitats in which the leaves develop and in which the entire plants lives.

The leaves and the stems of the 12 angiosperm species were examined microscopically in native cross sections and epidermal peels immediately after collection, the other sections were fixed and stained simultaneously with Congo red and chrysoidine G.

The studied plants systematically belong to different families: *Campanulaceae*, *Ranunculaceae*, *Boraginaceae*, *Rosaceae*, *Onagraceae*, *Scrophulariaceae*.

The structure of the heliophytes leaf blade is dorsiventral (for example: *Campanula glomerata*, *Symphytum officinale*, *Echium vulgare*, *Agrimonia eupatoria*). Differentiation of the assimilatory tissues in palisade and spongy parenchima is characteristic to the mature leaf blade, which shows a markedly heliophylic organization. Cells of palisade mesophyll, are anticlinally elongated and with few intercellular air spaces, whereas spongy mesophyll which is most commonly abaxial, consists of variously shaped cells with many air spaces between them.

The structure of the sciophytes leaves is dorsiventral (for example: *Hepatica transsilvanica*, *Helleborus purpurascens*) or homogenous (*Campanula patula*, *Digitalis grandiflora*). Epidermic cells are covered by thin cuticle and the trichomas can be found too, which are epidermal formations with protecting function. The number of the intercellular spaces between the assimilating tissue is few and the cells situated in the direction of the adaxial epidermis contain more chloroplast.

The structure of above-ground stem is influenced only in an indirect way, for example it defines the level of development of the mechanical tissues.

In many cases heliophytic characteristics are connected with the adaptation to reduced water conditions. In the heliophytes structure there are usually more lignified constituents, while sciophytes are characterized by cells containing cell walls of cellulose nature and large-sized vacuoles. By studying the water reserves of leaves and stems at ten species of plants the results is that sciophytes contain more water. This difference is more accentuated at leaves (about 10%) then at stems.

Irodalomjegyzék

- Bavaru, A., Bercu, R. (2002): Morfologia și anatomia plantelor. Editura Ex Ponto, Constanța.
- Eames, J. A., MacDaniels, H. L. (2001): An Introduction to Plant Anatomy. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Esau, K. (1965): Plant anatomy. John Wiley, New York.
- Fodorpataki, L. (2001): Mikroszkópos növény szervezettan. EME Kiadása, Kolozsvár.
- Fodorpataki, L., Szigyártó, L., Bartha, Cs. (2004): Növénytani ismeretek. Scientia Kiadó, Kolozsvár.
- Gyúrján, I. (1996): Növény szervezettan. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- Haraszty, Á. (1990): Növény szervezettan és növényélettan. Tankönyvkiadó, Budapest.

- Păun, M., Turenschi, E. (1980): *Botanică*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
- Peacock, H. A. (1966): *Elementary Microtechnique*. Edward Arnold Publ. Ltd., London.
- Rost, T. L., Barbour, M. G., Stocking, C. R., Murphy, T. M. (1998): *Plant biology*. Wadsworth, Belmont.
- Rudall, P. (2000): *Anatomy of flowering plants*. Cambridge Univ.Press, Cambridge.
- Sárkány, S., Haraszty, Á. (1993): *Növényismeret*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Șerbănescu–Jitariu, G., Andrei, M., Rădulescu–Mitroiu, N., Petria, E. (1983): *Practicum de biologie vegetală*. Ceres, București.