

29.
SZÁM

SZENT ISTVÁN KÖNYVEK

29.
SZÁM

HITTUDO-
MÁNY
LELKIELET

NEVELÉS
IRODALOM

BÖLCSELET
JOG

FÖLDRAJZ
TERMÉSZETI
TUDOMÁNY

TÖRTÉNE-
LEM
SOCIOLÓGIA

ÉLETRAJZ
UTIRAJZ

DR. SZABÓ ZOLTÁN

A NÖVÉNYEK ÉLETMÓDJA



BUDAPEST
SZENT ISTVÁN
TARSVLAT
KIADÁSA



A NÖVÉNYEK ÉLETMÓDJA

IRTA

Dr. SZABÓ ZOLTÁN

KÖZGAZD. EGYET. NYILV. RK. TANÁR

42 szövegközötti képpel.



SZENT-ISTVÁN-TÁRSULAT

AZ APOSTOLI SZENTSZÉK KÖNYVKIADÓJA

BUDAPEST, 1925.

Kiadja a Szent-István-Társulat.
Stephaneum nyomdai és könyvkiadó r.-t., Budapest.
Nyomdaigazgató Kohl Ferenc.

TARTALOMJEGYZÉK.

	Oldal
Előszó	5
Bevezető	7
A csirázás... ..	9
A mag szerkezete... ..	12
A csirázás külső feltételei	18
A csirázás belső feltételei	22
Az életjelenségek	25
Az élet székhelye	28
Növényi és állati szervezet	33
Az egysejtű növények	37
A telepes növények	42
A hajtásos növények	48
A test belső differenciálódása	54
Szervezetbeli és alkalmazkodásbeli jellemvonások	71
A belső alakító sajátságok	75
A növények élettartama	83
A külső alakító erők	90
A szárazföldi növények berendezkedései... ..	99
A vízben élő növények berendezkedései	106
A heterotrófiás növények	113
A növények együttélése... ..	121
A növény és az állat együttélése	129
A növények társulása	135
A növény és az ember viszonya	152
Irodalom	154

ELŐSZÓ.



GEN SZÍVESEN tettem eleget a «Szent István Könyvek» szerkesztősége megtisztelő felszólításának, hogy a sorozat részére növénytani tárgyú könyvecskét írjak, mert meggyőződése, hogy éppen a természettudományok népszerűsítésében vár a Szent-István-Társulatra jelentős hivatás. A tárgy megválasztásában az a gondolat vezetett, hogy legelőször olyan alapfogalmakról nyujtsak tájékoztatást, amelyek legközelebb állanak a mindennapi élet tapasztalataihoz és még nem igényelnek mélyebb botanikai szakismertetet. Emiatt a növények háztartástanának alapelemeit közvetítem anélkül, hogy mélyebben hatolnék e tárgykör élettani vagy szervtani vonatkozásaiba. Ez a tájékoztatás alapul szolgálhat arra, hogy ezután kiegészítésül következzen külön könyvecskék alakjában a növények szaporodásának oikológiája, a növények fiziológiája, vagyis a tulajdonképeni élettan, a külső és belső alaktan, a növényföldrajz, a növények fejlődéstörténete és törzsfelődéstana, valamint rendszertana is, de alapot szolgáltat az alkalmazott növénytani irányok (hasznos növények) ismertetéséhez is.

E könyvecske szorosan véve a növény tenyészteti

életében megfigyelhető berendezéseket, a növények háztartását, másszóval a növények szervezetének típusait és életmódját ismerteti nagy vonásokban.

A növények életmódja legszorosabb kapcsolatban van a növények táplálkozásával, a táplálkozás élettanával. Erre a hatalmas tárgykörre már e szűk keretekben nem térhettünk ki, amit annál könnyebben megtehattünk, mert a magyar irodalomban e tárgykört kimerítően ismerteti *dr. Mágocsy-Dietz Sándor* «A növények táplálkozása» című műve a kir. magy. Természettudományi Társulat kiadásában (1909). E műből több képet vettünk át (N. T. jelzéssel), amelyek átengedéséért fogadja a szerző és a kiadó Társulat őszinte köszönetünk kifejezését. A többi (N. Sz. jelzésű) kép «A növények szervezete» című könyvemből való (2. kiad. Centrum, 1924), amelyből az olvasó az organográfia részleteit megismerheti.

Budapesten, 1924. június hó 30-án.

Dr. Szabó Zoltán.

BEVEZETŐ.

EMBERTÁRSAINK közül azokat ismerjük legtökéletesebben, akiket már kis gyermekkoruk, sőt csecsemőkoruktól kezdve ismerünk, akiknek viselkedését különböző életkorban és különböző körülmények között alkalmunk van megfigyelni. Ilyképen válik csak előttünk ismertté a gyermek testalkata, annak fejlődése, ilyképen érezzük meg a fejlődő test és lélek hajlamait, csak ennek ismeretével értjük meg azt a viselkedést, amelyet kifejlett embertársunk az élet legkülönbözőbb körülményei között tanúsít. Tapasztalataink azt a meggyőződést érelik meg azonban bennünk, hogy nemcsak magának az egyénnek saját tulajdonságait kell élete különböző szakában megismernünk, hanem elkerülhetetlenül szükséges annak a megvizsgálása is, hogy mily *hatások alatt* történt az egyén kifejlődése. A mindennapi élet számos példát szolgáltat arra, hogy embertársaink között mily éles különbségek, eltérések észlelhetők amiatt, hogy ezek különböző életkörülmények között nevelődtek, fejlődtek. Hány emberen látszik meg a gyermekkori nevelés hiánya! A szülői gondozás, a test nevelése, a lélek irányítása a szülők, nevelők révén, a szellemi képességek kifejlesztése az iskolában, a lelki tulajdonságok alakulása az élet viharai-
ban, a jólétben vagy a nélkülözésben, megszámlálhatatlan sokféleségét okozhatja a különben közelítően azonos egyéni, belső tulajdonsággal bíró egyéneknek is.

A növény is élő lény. Ha a növények életmódját

akarjuk megismerni, ezeket is csecsemőkoruktól kezdve kell figyelemmel kísérnünk, ezeket is meg kell vizsgálnunk oly szempontból, hogy mik az ő belső tulajdonságai és milyenek azok a külső hatások, amelyek az egyén fejlődését, kialakulását és életének berendezkedéseit irányítják.

Aki szobájának ablakában egy cserép földben már nevelt növényt, vagy aki nyitott szemmel járt a természetben és figyelemre méltatta a kis csemeték, palánták fejlődését, egészen más szemmel nézi a kifejlett növényeket, a rét pompázó virágait, az erdő hatalmas fáit vagy a búzaföldek himbálózó kalásztengerét. Az ily megfigyelő már együttérez a növényekkel. Tudja azt, hogy az a növény, amely ékes szirmaival gyönyörköd-teti gondozóját, az a fa, amely zúgó lombjával hajladozik a szélben és dacosan várja a felhők villámain, vagy az a kalász, amely az acélos búzaszemek súlyától görnyedten közeledik élete vége felé, mily küzdelmeket vívott az élettel, mily viszontagságokon haladt keresztül, hány társa dőlt ki mellette és adta fel a harcot a külső hatásokkal szemben. Az ily megfigyelő előtt minden virágzó gyümölcsfaág, minden zöld levélke, minden gomba, amely az erdő lehullott lombján kelt életre, minden zuzmó, amely a fák kérgén rajzol változatos színfoltokat, minden moszat, amely a vizek felszínén terjeszti szét zöld fonalait, értékké válik. Oly értékké, amely hosszas, nehéz életküzdelem eredménye, épen oly értékké, mint önmagának, a megfigyelőnek az élete, amely szintén megszenvedett és megküzdött azért, hogy egy parányi helyet szorítson magának a természet élőlényei közötti hatalmas versengésben!

Kíséreljük meg figyelemmel kísérni valamelyik növény fejlődését. Mindenki megteheti ezt, akinek néhány mag áll rendelkezésére.

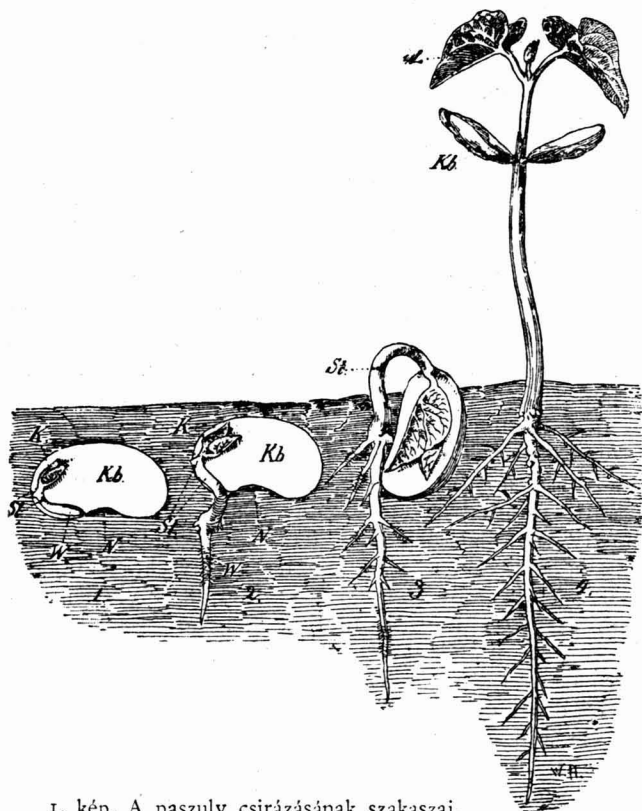
A csirázás.

Mindennapi tapasztalat, hogy a növények magvait huzamos ideig eltarthatjuk száraz helyen, anélkül, hogy a magon bármiféle változást észlelhettünk. Ha azt akarjuk, hogy a magból növény fejlődjék, külső segítséget kell igénybevevünk. Ilyen segítség a víz. Amint vizet juttatunk a maghoz, azon rövidesen változásokat fogunk tapasztalni.

Ha magvakat teszünk egy pohár vízbe, azt tapasztaljuk, hogy azok megdagadnak, vagyis térfogatuk megnövekedik. Kísérlettel meg is mérhetjük ennek a dagadásnak a mértékét. Pohárba helyezett borsómagvak például vízben térfogatuk kétszeresére dagadnak meg, sőt meg is mérhető az az erő, amelyet ezek a magvak megdagadásukor kifejteni képesek.

Abból a körülményből, hogy a víz mennyisége fogyott, a magvak térfogata pedig növekedett és keménysége alábbhagyott, arra kell következtetnünk, hogy a magvak a vizet magukba szívták. A magba felszívott víz súlyát meg is mérhetjük olyképen, ha előbb szárazon mérjük meg a magvat és azután 24 óra múlva megdagadt állapotban. A mérések azt igazolják, hogy a magvak saját súlyuk 30—100%-os gyarapodását érik el a vízfelvétel révén.

Ha a megdagadt magvakat a vízből kivesszük és nedves itatósra tesszük egy tányérba, amelyet üvegburával leborítunk, úgy a magon rövidesen egyéb változásokat is észlelhetünk. Észlelhetjük azt, hogy a magot borító maghéj bizonyos helyen megreped és a mag belsejéből egy kis fehéresszínű csúcsos részlet tör elő. Ez a kis szerv óráról-óra-ra növekedik, meghosszabbodik és növekedése bizonyos határozott irányt vesz fel. Bármilyen helyzetű ugyanis a mag, ez a szerv mindig a *föld felé* törekszik, sőt, ha kezdetben, elő-



1. kép. A paszuly csirázásának szakaszai.

1. A mag a talaj felszíne alatt van, héjja le van hántva és egyik sziklevele el van távolítva, miért is látható a másik sziklevel (*Kb*), a rügyecske (*K*), a szik alatti szárrész (*St*), a gyökerecske (*w*), a mag köldöke (*N*), amellyel kihullás előtt a paszulyhüvelyben fel volt függesztve. 2. A gyökerecske (*w*) függőleges irányban növekedik. 3. A gyökerecskén megjelennek a gyökérágak és horgosan görbült szikalatti szár (*CSt*) kiemeli a magot a talajból. 4. Kifejlett csemete gyökérszettel, felfelé növekedő szárral, összetöporódott sziklevelekkel (*Kb*) és a rügyecskéből fejlődő hajtással, amelyen az első lombszelek (*L*) kibontakoznak. (Schmeil után N. T.)

törésekor vízszintes vagy függőleges, fölfelé irányított helyzetű volt vagy akarattal ilyen helyzetbe hoztuk, ez az előtörő szerv növekedése alatt meggöbösül úgy, hogy csúcsa függőlegesen lefelé irányuljon. Ha ily irányú növekedésben ez a szerv, amely a jövőendő növényke gyökerecskéjét képviseli, akadályra nem talál, úgy pontosan meg is tartja ezt a függőleges, a föld középpontja felé eső, vagyis a nehézségi erő hatásának megfelelő irányt. Erről meggyőződhetünk, ha a magvat átnedvesített, szitált fűrészporba (vagy földbe) tesszük. (1. kép.)

Alig növekedett a gyökerecske néhány centimétert, máris azt tapasztaljuk, hogy felületét kis dudorok törlik át, amelyekből az első gyökerecskéhez hasonló gyökerecskék, az úgynevezett gyökérágak fejlődnek ki. Ezek a gyökérágak azonban már nem növekednek függőlegesen lefelé, hanem oldalsó, kissé ferdén lefelé törekvő irányban. Úgy a főgyökeret, mint a gyökérágakat csúcsuk mögötti részen csakhamar szőrök borítják be. Ezek a szőrök a gyökér legfontosabb táplálékfelszívó szervei, amelyek a talaj rögeiből víz és savas váladék segítségével felszívják a táplálékot.

A gyökerek fejlődésével egyidejűen egyéb változások is észlelhetők a csirázó magon. A gyökér folytatlagos meghosszabbítása a mag belseje felé ugyanis szintén megnövekedik, horogszerűen meghajlik (1. kép 3.) és ez a horgos felfelé emeli a magot. Ugyanekkor a mag héja szétreped és belseje mint két lapos oldalával egymásfelé fordult félgömb szétválik. Ha a mag a talaj felszíne alatt volt, úgy (a paszuly esetében) a horgosan görbült rész a mag tartalmát egészen kiemeli a talaj fölé. A két félgömbös rész a kis növényke (csiranövény) első két levele, ú. n. *sziklevele*, amelyet az eleintén horgosan meghajlott, de később felfelé kiegyenesedett *szikalatti szárrész* tart. A talajba vetett

magból kibujt gyökerek a kis csiranövényt határozott helyzetben tartják olyképen, hogy az első gyökér (főgyökér) és a szikalatti szárrész pontosan a függőleges vonalban helyezkedik el.

Az eddigi megfigyelések szerint tehát a megáztatott magon igen nagymértékű változások következtek be, amelyeknek végső eredménye az, hogy a mag belsejéből kibujt egy kis növényke, a *csiranövény*, amely már önállóan folytatja tovább életét. A magból nem marad egyéb hátra, mint a burok, az ú. n. maghéj. Ezt a folyamatot, amikor a magból szabaddá válik a csiranövény, *csirázásnak* nevezzük.

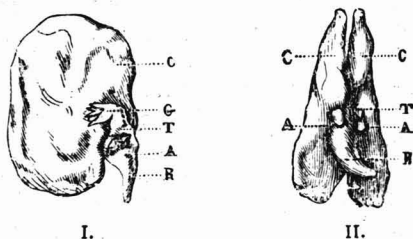
A további változás a csiranövényen abban észlelhető, hogy a két sziklevel között, a növényke tengelyének csúcsán kis levelek kezdenek kibontakozni, vagyis itt, e helyen feslik a növényke első rügye, az ú. n. *rügyecske*. Ez hamarosan kifejlődve képviseli az első hajtást, vagyis a leveleket viselő szárát. A csiranövény *palántává* (csemetévé) serdül, új leveleket fejleszt, miközben a sziklevelek elsorvadnak. (I. kép 4.)

A mag szerkezete.

A csirázás gyönyörködtető és egyszersmind csodálatra ragadó jelensége, amely mindenkit megkap, aki csak egyszer is megfigyelte azt, kíváncsivá tesz bennünket. Kíváncsiak leszünk okvetetlenül arra, vajjon milyen is annak a magnak a szerkezete, amelyből a kis növényke létrejön. A paszuly vagy a lóbab magjának szerkezetét könnyen megismerhetjük. Nem kell egyebet tennünk, mint a megáztatott magot felbontanunk. Ilyképen meggyőződünk arról, hogy a mag egyik része a könnyen lehántható *maghéj*, másik része pedig a maghéjba zárt fiatal növénykének kezdetleges, összezsúfolt teste, a

csira (embrió). Ennek a csirának legerőteljesebben fejlődött része két félgömbös *sziklevél*, amely vastkos, átmetszéskor tömör állományú test. A két sziklevél bizonyos ponton összefügg egymással és e ponton már megvan a gyökerecske kezdetleges alakja is, sőt a két sziklevél között a kis rügyecske is meglátható. (2. kép.)

A csirázás folyamata alatt tehát a magban már eleve jelenlévő és részleteiben is megalakult csira jut



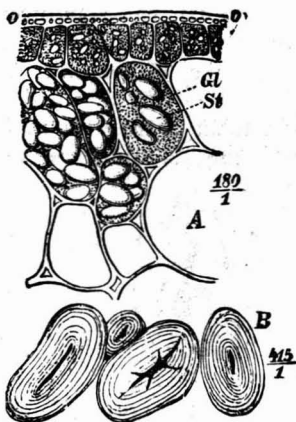
2. A lóbab embriója.

I. Az egyik sziklevél eltávolítása után látszik a másik sziklevél (C), a gyökerecske (R), a rügyecske (G), a szikalatti szárrész (T), az eltávolított sziklevél csatlakozásának helye (A). — II. Az embrió egészben, élet tekintve. (Emery után N. T.)

ki a szabadba, születik meg. Az egyes növényfajok között legfeljebb az a különbség észlelhető, hogy nem ilyen egyszerű szerkezetű minden növény magva, vagyis nem mindig a maghéj és a csira alkotja kizárólagosan a magot, hanem a csirán kívül még külön is megállapítható egy részlet, az ú. n. *magbél* (magfehérjetest), amely azonban a csirázáskor nem bujik ki a magból, hanem abban fokozatosan elsovad (p. o. pohánka).

A mag szerkezetének megismeréséhez és a csirázás megértéséhez nem elegendő azonban e részek ily durva, felületes szemlélete. Meg kell néznünk az egyes részek *belső* szerkezetét is, nagyító műszerek segélyével.

Legegyszerűbb a paszuly vagy borsó csiráján kezdeni a vizsgálatot. A sziklevelekből készített vékony,



3. Részlet a borsó sziklevelelből.

A. A sziklevel kerületi részének metszete 180-szor nagyítva, amelyen apró felületi sejtek sora (o—o) és nagyobb belső sejtek alkotta szövet látszik. Ez utóbbi szövetben nagyobb keményítő-szemcsék (St) és kisebb fehérje-szemcsék (Gl) látszanak. Az alsó sejtek tartalma metszéskor kiürült, miért is csak a sejtfalak és ezek körülvette sejttöregek látszanak.

B. A kihullott keményítőszemcséken 415-szörös nagyítással a körkörös rétegzettség is látszik. (Rütow után N. T.)

átlátszó metszetet mikroszkóppal (erősen nagyító műszer) megvizsgálva azt tapasztaljuk, hogy ez a sziklevel nem egynemű tömeg, hanem bonyolódott összetételű. A 3. képen látjuk, hogy a sziklevelek sokszögletes vagy különböző kekségű rekeszekre, kamrácskákra, ú. n. *sejtekre* tagolódtak, amelyek átlátszó, vékonyabb-vastagabb hárttyákkal vannak egymástól elkülönítve. Ezek a hárttyák az ú. n. *sejtfalak*. A sejtek tömege az ú. n. *szövetet* alkotja. A sejtfalak által körülvevő terek, a *sejttöregek*, nincsenek egynemű anyaggal kitöltve, hanem első pillanatra kétféle alkotórész tölti meg zsúfolásig a sejttöreget. Mindkettő szemcsés anyag. Az egyik nagyobb, fehér színű, kerü lékalakú, a másik pedig igen apró, gömbös szemcse. E két alkotórész már 50–60-szoros nagyítással

is megkülönböztethető egymástól.

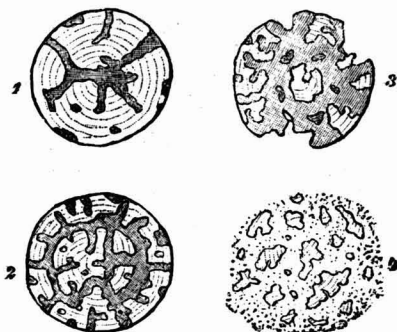
A nagyobb szemcséken, különösen ha fel nem duzzadt, száraz csiralevelelből készítettük a metszetet,

körbefutó rétegeket és hosszanti repedést találunk; az apró szemcsék ellenben a belső szerkezetet nélkülözik. Mindkétféle szemcse halványoszürkés, kocsonyaszerű alapanyagba van beágyazva. Ez az alapanyag akkor látható jól, ha egyes sejtekből a nagyobb szemcsék metszés közben kihullottak és üres tereket hagytak az alapanyagban maguk után. Az alapanyag a sejt tulajdonképeni *élő teste, protoplazmája*. A szemcsés tartalmi részek már csak a sejt élete folyamán alakultak meg a sejtben. E szemcsék anyagának megvizsgálása kémikus feladata. Magán a metszeten, a mikroszkóp alatt is megállapítható kémiai módszerekkel e szemcsék vegyi összetétele. E *mikro-kémiai* vizsgálatok fontos eszközei az úgynevezett *reagensek*. Bizonyos anyagok hozzáadása után ugyanis a különböző sejtalkotórészek különböző viselkedésűek, sokszor különböző színeződést mutatnak. Minden anyagnak megvan a maga speciális reagense. Így a jód különböző oldatának hatására (pl. jódos jódkálium) a keményítővegyület kék-, sötétkék-, fekete-kék színű lesz. Ha a paszuly szikleveleiből készült metsethez világosbarna jóddoldatot juttatunk, az imént említett nagyobb, rétegzett szemcsék kékszínűekké válnak; töményebb jóddoldat huzamosabb hatására pedig teljesen megfeketednek, de a többi sejtalkotórészek csak a jód világosbarna színét veszik át. Ezzel beigazoltuk, hogy a sejtekben nagy mennyiségű szemcsealakú keményítő van felhalmozva. Egyéb reagensek segítségével viszont az apróbb szemcsékről kimutathatjuk azt, hogy ezek az ú. n. fehérje-vegyületekhez tartoznak (aleurón-szemcsék), mert pl. a szintelen merkuronitrát (Millon reagens) téglaveresre színezi azokat. Hasonlóképpen fehérje-tartalmat árul el a protoplazma is. Ha a metsethez a jóddoldaton kívül kénsavat is juttatunk, akkor a sejtek falai felduzzadnak és sötétkékre színeződnek. Ez a reakció a cellulóze-anyag reakciója. Meg-

állapíthatjuk ennél fogva, hogy a sejtek fala cellulóze anyagú, a sejtek üregében fehérje-tartalmú alapanyagban szerkezet nélküli apró fehérjeszemcsék és rétegezett, nagyobb keményítőszemcsék vannak. A fehérje és a keményítő vegyületekről mindenki tudja, hogy ezek az anyagok a tápláló anyagok közé sorolandók. A mi táplálkozásunk anyagainak nagy tömege is keményítő és fehérje anyag (burgonya, liszt, kenyér stb.), amely két anyaghoz még a zsír is csatlakozik, valamint különböző ásványi anyagokat tartalmazó só. Némely magban (pl. napraforgó, tök, len, ricinus stb.) a zsír helyettesíti a keményítőt olajcseppek alakjában. E három, ú. n. *szerves* anyag, a *szénhidrátokhoz* tartozó keményítő, a *fehérje* és a *zsírosolaj* az a három táplálóanyag, amelyek közül legalább is kettő minden magban elraktározva megtalálható, de természetesen többféle formában. Azokban a magvakban, amelyekben a csírán kívül magbél is van, e magbél sejtjei azok, amelyek a raktározott anyagokat tartalmazzák.

Az a fentebb közölt megfigyelés, hogy a paszuly-mag csírázása folyamán a sziklevelek elsorvadnak, arra enged következtetni, hogy a sziklevelek sejtjeiből ezek az összezsúfolt anyagok eltűntek és nyilván behúzódtak a csiranövény fejlődő testébe. Ezt a feltevést könnyen igazolhatjuk oly metszettel, amelyet a csírázás folyamata alatt készítünk a sziklevélből. E metszetből meggyőződhetünk, hogy a sejtek már koránt sincsenek túlsúfolva fehérje és keményítő szemcsével. Ezek egy része eltűnt, a megmaradt keményítőszemcsék pedig már nem épek, sértetlenek, hanem rajtuk hiányok, szabálytalan sérülések láthatók, mintha valamely maróanyag kezdte volna ki ezeket. (4. kép.) És valóban, meg is állapítható pontos kémiai vizsgálatokkal, hogy a mag felduzzadása idején a sejtekben bizonyos erjesztők, az ú. n. fermentumok vagy enzímák megkezdik a raktáro-

zott táplálóanyagok átalakítását. Minden szerves anyagnak megvan a maga külön enzímája, amelynek hatására vizes híg oldattá válik (hidrolízis) a sűrű, szilárd vagy kristályos táplálóanyag. Így a sejtfal anyagát a citáz, a keményítőt a diasztáz (amiláz), a fehérjét a proteáz, a zsírokat a lipáz enzima alakítja át olyan vegyületté, amely vízben oldható és ezáltal sejtről-sejtre képes átszivárogni. Ezen folyamatok alatt az át-



4. kép. A keményítőszemcse felbomlása.

Az árpa korongalakú keményítőszemcséjének felületén hiányok jelentkeznek (1), amelyek fokozatosan nagyobbodnak (2—3), míg végül a szemcse szétmállik (4). (Bonni tankönyvből N. T.)

szívargásra nem képes cellulóze vagy keményítő (tehát a szilárd szénhidrát) oldható szénhidráttá (szőlőcukorra) alakul, a zsírok előbb szabad zsírsavra és glicerinnre bomlanak, majd szintén cukorra, a fehérjék aminosavakká változnak, amely anyagok csirázáskor a fejlődő csirarészekbe hatolnak és mindaddig táplálják a fiatal csiranövényt, amíg az önmaga is képes lesz táplálékot szerezni és készíteni gyökérzete és lombja segítségével.

A csirázás külső feltételei.

Nyilvánvaló, hogy akkor, amikor a magvakat vízbe tettük és a maghéj a vizet felvette és tovább adta a magbélnek vagy a csirának, legelőször is ezeknek az enzímáknak a működése indult meg, vagyis a csirában *anyagcserejelenségek* játszódtak le, amelyeknek következménye volt a *növekedés* (gyökerecske kibujása), majd a szervek kialakulása, a *fejlődés*.

Ezeket a folyamatokat azonban nemcsak az az egyetlen külső hatás (víz) indította meg. Akaratlanul egyéb külső hatás érvényesülésének is utat engedtünk. Ha a magvakat felduzzadás után is, huzamosabb ideig hagytuk volna a vízben, a csirázás nem következett volna be, mert a magvak megfulladtak volna. A megfulladás a levegő hiánya miatt következik be. Hogy a csirázó magvagnak *levegőre van szükségük*, vagyis csirázáskor gázcsere történik, arról könnyen meggyőződhetünk. Ha a felduzzadt magvakat víz nélkül magas pohárba helyezzük olyképen, hogy a magvak a poharat félig megtöltsék és a poharat lefedjük, a következőket észlelhetjük: közvetlenül a behelyezéskor a pohárba mártott égő fapálcika nem alszik el, vagyis a pohárban még oxigéntartalmú levegő van; ha ellenben 24 óra múlva ismételjük meg a kísérletet, úgy az égő fapálcika bemártáskor azonnal elalszik, jeléül annak, hogy a pohárban már nem oxigénes levegő van, hanem széndioxid (szénsav). Ugyanaz a jelenség játszódik le tehát, mint az emberekkel zsúfolt helyiségekben, ahol «megromlik» a levegő, mert az emberek lélekzésekor az oxigén felhasználódott és annak helyét elfoglalta a széndioxid. A lélekzés gázcseréje, vagyis az oxigén-felvétel és a széndioxid-kibocsátás tehát a magvakon (de egyéb növényi részen is) megállapítható. A lélekzés biztosítása, vagyis friss, oxigénes levegő jelenléte a csirázás elen-

gedhetetlen feltétele. A felvett oxigént a táplálószövetben felhalmozott anyagok oxidálására, szétbontására használja fel a mag, amikor széndioxid és vízgőz keletkezik. Ez a szétbontó folyamat (disszimiláció) azért szükséges, mert épügy, mint az állati vagy az emberi testben, az életműködésekhez szükséges energia csakis ilyképen szabadítható fel a szerves vegyületekből. A szénhidrátok, zsírok és fehérjék felhalmozott energiaszerveletet képviselnek és mint ilyenek nemcsak táplálóanyagot szolgáltatnak, hanem energiát is. Ez az energia mint hőenergia vagy másféle energia jut szerephez a növekedésben és egyéb életfolyamatokban.

Arról is könnyen meggyőződhetünk, hogy a csirázáskor a lélekzés révén hő fejlődik. Ha a lehülés ellen beburkolt pohárban csirázó magvak közé hőmérőt helyezünk, az mindig néhány fokkal magasabb hőmérsékletet mutat, mint a környező levegő hőmérséklete.

A környező hőmérsékletnek is befolyása van a csirázásra. Általában háromféle hőfok különböztethető meg minden magcsirázáskor, még pedig az a legalacsonyabb hőfok, amely a csirázás megindítására éppen hogy elegendő (*minimális*, legalacsonyabb hőmérséklet), továbbá az a hőfok, amely a legkedvezőbb (*optimális*), végül az a legmagasabb (*maximális*) hőfok, amelyen még lehetséges a csirázás. A minimális hőfokon alul és a maximálison felül a mag nem csirázik. A gabonafélék (búza, rozs, árpa, zab) csirázásának minimuma $0-4^{\circ}\text{C}$, optimuma $25-31^{\circ}\text{C}$, maximuma $31-37^{\circ}\text{C}$; a tengeri nagyobb hőigényű: minimuma 4°C – 10°C , optimuma $37-44^{\circ}\text{C}$, maximuma $44-50^{\circ}\text{C}$.¹

Hasonlóképpen öntudatlanul közöltünk a maggal bizonyos külső hatást akkor, amikor «víz»-be helyeztük a magvakat. Ekkor tulajdonképpen nemcsak vizet,

¹ E hőfokok Celsius szerint értendők.

vagyis tiszta (desztillált) H_2O -vegyületet szívattunk fel a magba, hanem természetes vizet (folyó- vagy kút-vizet), amely mindig bizonyos ásványi anyagoknak híg *oldata*, sőt e vizekben bizonyos apró szervezetek (mikroorganizmusok) termelte anyagok is lehetnek jelen. A kísérletek azt igazolják, hogy bizonyos magvak tiszta víz hatására nem is csíráznak, hanem csak bizonyos anyagok oldatában, gyengén savas vagy lúgos vízben, talajsók oldatában. A természetben, a talajban sem kap tiszta vizet a mag, hanem talajsó-oldatot. Csírázáskor nem is kizárólag duzzasztó szerepe van a víznek, hanem a víz, mint bizonyos összetételű oldat kémiai folyamatok megindítója is. Különösen kimutatható ez az igény az élősködő növények magvain, amelyek némelyike csakis akkor csírázik, ha annak a növénynek a gyökeréhez jut, amelyből élősködik (pl. a *Lathraea squamaria* — pikkelyes vicsorgó — a mogyoró gyökerénél).

Azt is észlelték, hogy bizonyos növények (pl. a beléndek) magvai csakis akkor csíráznak, ha kiállták a téli fagy hatását. Azt tapasztalták ugyanis a botanikus kertekben, hogy a beléndeknek a növényről ősszel összegyűjtött magvai, amelyeket télen át *szobában* tartottak, tavasszal elvetve nem csíráztak, ellenben azok a magvak, amelyeket a növény maga leszórt a *talajra* még ősszel, vagyis, amelyek kiállták a téli fagyot, kicsíráztak. A kísérlet, a leszedett magvak mesterséges fagyasztása beigazolta, hogy e magvak csírázását valóban a hőmérséklet lehülése segíti elő, tehát bizonyos növények csírázásának feltételei közé a fagyhatás is beiktatandó.

Végezetül a *fény* is olyan külső hatás, amelyet akaratlanul közlünk a csírázó maggal. E tekintetben igen változatos viselkedésűek a magvak. Ismerünk oly növényeket, amelyek magvai csakis világosságban (pl. a

torzsika boglárka), de olyanokat is, amelyek csakis sötétben (pl. kandilla) csiráznak, de számos olyan magvat is, amelyek közömbösek a csirázás megindulásakor a fény iránt.

Eszerint a csirázáshoz a kellő nedvesség, hőmérséklet és oxigén jelenléte elengedhetetlen feltétel; a fagy, a fény és bizonyos kémiai anyagok jelenléte pedig csak bizonyos magvak csirázásához szükségesek.

Magára a csiranövényre és a serdültebb csemetére szintén hatnak a külső hatások, amelyek közül legfeltűnőbb a nehézségi erő és a fény hatása, mert ezek a növekedés irányát szabják meg. A csemete talajfeletti részeinek további növekedésében azt tapasztaljuk ugyanis, hogy ezek a részek, nevezetesen a gyökér talajfeletti folytatásaként fejlődő szárrész (szik-
alatti szár), vagy a rügyecskeből fejlődő első hajtás szára, tehát a csemete tengelye pontosan a függőleges irányban növekedik abban az esetben, ha fény nem hat rá, tehát sötétben növekedik, vagy abban az esetben, ha minden oldalról egyenlő erősségű fény éri (1. kép 4.). Ilyenkor a gyökér is ugyanezt a vonalat követi növekedésében, de amíg a főgyökér a föld közép-pontja felé növekedik (pozitív geotrópos növekedés), addig a szár az ellentétes irányba nyúlik (negatív geotrópos növekedés). A fény módosító hatását csakis akkor észlelhetjük, ha a fény határozott (egyoldali) irányban éri a csemetét. Könnyen meggyőződhetünk erről, ha magvainkat cserépbe vetjük és szobában tartjuk az ablak közelében. A csemeték felserdülése közben arra a tapasztalatra jutunk, hogy ezek szárai az ablak felé görbülnek olyképen, hogy a szár felső, növekedő része a fény-sugár irányában a fényforrás felé növekedik, a levelek pedig színükkel a fény-sugár irányára merőlegesen helyezkednek el. A csemete első szára tehát a fény felé törekedik (pozitív fototropizmus). Pontosabb kísér-

letekkel meggyőződhetünk arról is, hogy a gyökér épen ellentétes irányba törekedik (negatív fototropizmus).

A csirázás belső feltételei.

A tapasztalat azt tanítja, hogy még ugyanazon növény azonoskorú magvai sem csiráznak egyszerre és egyformán, vagyis a magvak között *egyéni* eltérések vannak, amely eltérések e magvak *belső sajátosságai*.

Mindenekelőtt figyelembe veendő az, hogy ugyanazon növényfaj magvai nem azonos mértékben veszik fel a vizet, hanem dagadó és vízfelvevő képességük különböző. Mivel a vízfelvételt a legtöbb esetben a maghéj végzi, a maghéj sejtjeinek alkata és működése szabja meg a vízfelvétel gyorsaságát. Igen sok növényen (pl. lóhere, lucerna), a magvak egyrésze keményebb héjú, mint a többié. Ezek a keményhéjú magvak lassabban veszik fel a vizet, miért is később csiráznak, mint a puhább héjúak. Tehát e növények magvai nem csiráznak egyszerre azonos külső körülmények között sem; az utódok kifejlődése különböző időre esik, hetekre, hónapokra, sőt évekre eltolódhatik. Ez a jelenség mindenestre előnyös az utódok megmaradása érdekében, már csak azért is, mert ha valamennyi mag egyszerre csiráznék, úgy valamely kedvezőtlen külső hatás közbejötté (pl. kiszáradás, kései fagy stb.) valamennyi csiranövényt elpusztítaná. Ellenben ilyenkor mindig maradnak tartalékban *keményhéjú* magvak, amelyek csirái kikerülték ezt a kedvezőtlen hatást.

Egyébiránt igen sokféleképen viselkednek a növények magvai a csirázás megkezdésének idejét illetően is. Némely növény (pl. a mocsári gólyahír, borsó, rozs) magva azonnal csirázásra képes, amint megérett és az anyanövényről leválik. A legtöbb mag ellenben

a leváláskor a legkedvezőbb külső körülmények között sem csirázik, hanem csakis akkor, ha előbb bizonyos ideig nyugalomban volt (pl. kankalin, juhar, szil). Ez a *nyugalmi időszak* növényfajonként, sőt magvanként változó hosszúságú. A nyugalmi időszak alatt a magvak élő állapotban vannak ugyan, de mintegy tetszhalottként viselkednek, életfolyamataik (táplálkozás, lélekzés) nem figyelhetők meg, mert azok igen rejtettek, a mag nem *aktív* életműködésű, hanem *inaktív* állapotú. Az ilyen inaktív állapot, amely egyéb növényi részeken is megfigyelhető (pl. tökén, fatörzsön, gumón, hagymán), rendszerint *száraz* állapottal kapcsolatos. A száraz, inaktív állapotú magvak azzal a kiváló képességgel felruházvák, hogy még olyan kedvezőtlen külső hatásokat is képesek átélni, amelyek az aktív működésű szerveket (pl. a csiranövényt, lombleveleket stb.) megölnék. Nagyobb hőmérséklet-ingadozásokat, légüres teret, abszolút száraz környezetet is kibírnak a nyugvó magvak — bizonyos határig. Kétségtelenül fontos a magvak ily *külső tartó képessége*, mert, ha a katasztrófális külső hatások esetleg el is pusztítják a működő aktív életű egyéneket, az inaktív magvak átélhetik ezeket az inséges időket és megmentik a faj fennmaradását.

A nyugalmi idő eszerint kétféle. Egyrészt *szükséges*, mert csak ezalatt válik a mag csiraképessé, vagyis ezalatt alakulnak át belsejében felhasználhatóvá az egyes vegyületek, másrészt *kényszerű*, amikor a már csiraképes mag a környezet akadályozó hatása miatt nem csirázik. Ez utóbbi esetben természetesen a mag nem tartja meg csiraképességét végtelen ideig. A nyugalmi időszak alatt is folyton folyamatban vannak a sejtekben rejtett, lappangó anyagcserejelenségek, amelyek lassan a sejt élő anyagának felhasználásához, szétbontásához vezetnek, vagyis a mag inaktív állapotát a *halál* váltja fel. A mag csiraképességének a fenntar-

tása szintén növényfajonként változó. Némely növény (pl. a fűzfa) magva csak néhány napig, a gabonaféléké ellenben évekig (3—10 év), némely hüvelyesé 6—8 évtizedig is csiraképes marad. A csiraképesség megtartása ellenben egyéni jellemvonás is. Ugyanazon faj-, vagy növényegyén magvai különböző ideig maradhatnak csiraképesek. Innen van az, hogy az elvetett magvak közül csak egy bizonyos mennyiség csirázik ki, még pedig *annál kevesebb*, minél *idősebb a mag*. Minden növény «csirázóképesség»-ét kísérleti módszerrel százalékosan szokás feltüntetni. Még a legkedvezőbb időben és külső viszonyok között is marad nemcsirázó mag. Általában a gabonaszemek 95%-a, a hüvelyesmagvak 90%-a csirázóképes, amely százalékszám azután az inaktív állapot megnyúlásával, vagyis a mag korával párhuzamosan süllyed, végre bizonyos idő múltán valamennyi mag elhal.

Az a fentebb említett megfigyelés, hogy a kedvező külső feltételek beállta nem indítja meg azonnal valamennyi élő magban a csirázás folyamatát, arra vezetett, hogy az egyes magvakra vonatkozóan a *csirázás erélyét* is meg lehet állapítani olyképen, hogy a kedvező körülmények beálltától kezdve és azok állandó hatása alatt bizonyos határozott időközökben (pl. 5—5 naponként) határozzuk meg a csirázott magvak százalékszámát. A «csirázóképesség» és a «csirázás erélye» a vetőmagvak fontos és jelentős sajátága, különösen gazdasági szempontból.

Azok a magvak, amelyek egyáltalában nem csirázhatnak ki, hova-tovább megpenészednek és baktériumok hatására megrothadnak. Ezek nem *élő*, hanem *holt* magvak. A csirázásnak legelemibb feltétele tehát az, hogy a mag *élő* legyen, vagyis a magot felépítő sejtek teste, az úgynevezett *protoplaszma* élő állapotú legyen, amely élő állapotra az életjelenségekből következtethetünk.

Az életjelenségek.

Az élő magon azt tapasztaltuk, hogy bár huzamosabb ideig semmiféle jelenség rajta megfigyelhető nem volt, amint a környezet megváltozott, vagyis vizet kapott és kellő oxigéntartalmú és hőmérsékletű levegő vette körül, önmaga is változáson ment át. Felvette a környezet vizét, belsejében kémiai anyagváltozások következtek be, a benne lévő csíra növekedésnek és fejlődésnek indult. A környezet tehát hatással (akció) van az élő magra, ez a hatás a magban ellenhatást (reakció) váltott ki. Általában azokat a hatásokat, amelyek az élő szervezeten ellenhatást idéznek elő, *ingereknek* nevezzük. Ezeket az ingereket az élő szervezet megérzi, tehát ez *érzékeny*, ingerelhető. Már a csírázás esetében is többféle külső ingert állapíthattunk meg: a víz és a levegő anyagának ingerét: *kémiai ingereket*, a hőmérséklet hatásait: *hőingereket*, a gyökér és szár növekedését irányító nehézségi erő *geotrópos ingerét*, a fényhatás *fototrópos ingerét*.

Ezen az érzékenységen alapul a többi életjelenség is. A környezet kémiai ingerhatásainak első eredménye a magban lejátszódó anyagi változások sora. A mag felveszi a vizet; a vízben oldott sókat, hasonlóképpen a gyökér is; a mag és a csemete testében folytonos kémiai átalakulások játszódnak le; ezek kísérik a lélekzést is. Ezek a jelenségek arra mutatnak, hogy az élő magban és a belőle kikelő csemetében *anyagcsere* folyamatok zajlanak le, a növény *táplálkozik*. Ennek a táplálkozásnak egyenes folyománya volt a csíra testének gyarapodása, az egyes részek *növekedése*, amely azonban nemcsak valamely meglévő rész tömegének gyarapodását jelenti, hanem új részek fokozatos kialakulását is, vagyis a *fejlődést*. A csíra és a kis csemete azonban nemcsak anyag- és alakváltozással felelt a környezet

hatásaira. Megfigyeltük azt is, hogy úgy a gyökér, mint a szár, sőt a levelek is növekedésükben a külső ingerek (pl. fény, nehézségi erő) bizonyos hatására határozott irányt követnek. Az inger irányának megváltozása a növekedés irányának a megváltozásával jár, tehát az egyes testrészek *helyzetváltoztatásra, mozgásra* képesek.

Ezek a jelenségek, vagyis az ingerlékenység, táplálkozás, növekedés és fejlődés, mozgás, együttesen jellemzik az élő szervezetet. Az *életjelenségek* együttesen lépnek fel és a kis növény életét alkotják; ezek egymást kiegészítik olyképen, hogy a szervezet működése *harmonikus* egységnek tűnik fel. Ha valamely külső inger megváltozik, akár annak ereje, akár iránya, akár összetétele szempontjából, a szervezet *harmóniája* veszélyeztetve van. Ekkor bizonyos életfolyamatok arra törekednek (pl. helyzetváltoztatással), hogy a harmóniát helyreállítsák. Bármiképen helyezzük is el a csemetét tartalmazó cserepet az ablak előtt, az magától megváltoztatja növekedésének irányát és a részére kedvező helyzetet foglalja el. A szervezetnek ez a képessége nyilvánvalóan *szabályozó* törekvés, *regulációs* jelenség.

Ezekhez az életjelenségekhez kell sorolnunk még azt a jellemző képességét is a növényi testnek, amely már nem saját testének fenntartására szolgál, hanem új, hasonló egyének létrehozására. Ezt a jelenséget is kapcsolatba hozhatjuk csiráztató kísérleteinkkel. Azt tapasztaljuk ugyanis, hogy minden csiraképes magból új növény fejlődik. A paszuly-növény azonban, amelyről a magot szedjük, nem egyetlen magot termel, hanem minden hüvelyben több magot és számos virágjának mindegyike egy-egy hüvelyt hoz létre. Eszerint ugyanaz a növény *sok* magot hoz létre, sok utódnak ad életet. Ez a képessége az élő szervezeteknek a *szaporodó* képesség; maga a *szaporodás* is az életjelen-

ségek közé sorolandó. Ezzel a szaporodással kapcsolatban azonban még három igen lényeges sajátságot olvashatunk le csiráztató kísérleteinkből. Az egyik az a jelenség, hogy a magvakat létrehozó növény elpusztul, de magva tovább él és új egyénné fejlődik, vagyis *az élet az utódokban folytatódik*. A másik az a jelenség, hogy ez az élet a mag nyugvó állapotában huzamos ideig lappangó marad és a mag olyan kedvezőtlen körülmények között is megmarad *életképes* állapotban, amilyen körülmények között (pl. szárazság, fagy stb.) az anyanövény elpusztul. A mag tehát nemcsak szaporító szerv, hanem *kitartó* szerv is, amely inaktív állapotban él. Végül a harmadik legegyszerűbb — de egyszerűs mind a legcsodálatosabb — jelenség az, hogy a mag csirája mindig a szülőnövényhez lényegében teljesen hasonló, vagy *azonos utóddá* fejlődik, vagyis a szülőnövények jellemző sajátságai az utódban ismét megjelennek. Ez az *átöröklő* képesség, amelynek megnyilatkozása az élők világában oly kimagasló fontosságú. Ez az *átöröklés a tulajdonságoknak* nem jelenti azonban azt, hogy az azonos származású egyének valamennyien minden részleteikben teljesen azonosak. Az egyes egyének egymástól bizonyos alárendelt jelentőségű sajátságaikban mindig megkülönböztethetők, sőt bizonyos határok között az egyes egyének alakbeli sajátságai és élettani viselkedése is eltérő lehet, amint azt már a magvak között, azok csirázásakor is megállapítottuk. Az élőlényeknek ezt a tulajdonságát *változékonyságnak* nevezzük.

Az életjelenségeket kétféle szempontból vehetjük vizsgálat alá. Az egyik szempont az életjelenségek okát, keletkezését kutatja, ezeket fizikai, kémiai törvényekre igyekszik visszavezetni. A másik szempont pedig csak azt vizsgálja, hogy az életjelenségek megnyilatkozásának, vagyis annak a módnak, ahogyan a növény a

külső tényezők hatására felel, milyen jelentősége van a növény megélhetésében. Az első szempont szerint kutat a *növényélettan* (fiziológia), a másik szerint a *berendezkedéstan* (oikológia, ökológia, háztartástan, szűkebb értelemben vett biológia).

Az alábbiakban főképen az ökológia körébe eső jelenségekkel foglalkozunk, azaz a növények *élelmódjával*, de csakis a test fenntartásával (vegetatív élet) és nem a szaporodás módjaival, amelyeknek ismertetése külön lapra tartozik.

Az élet székhelye.

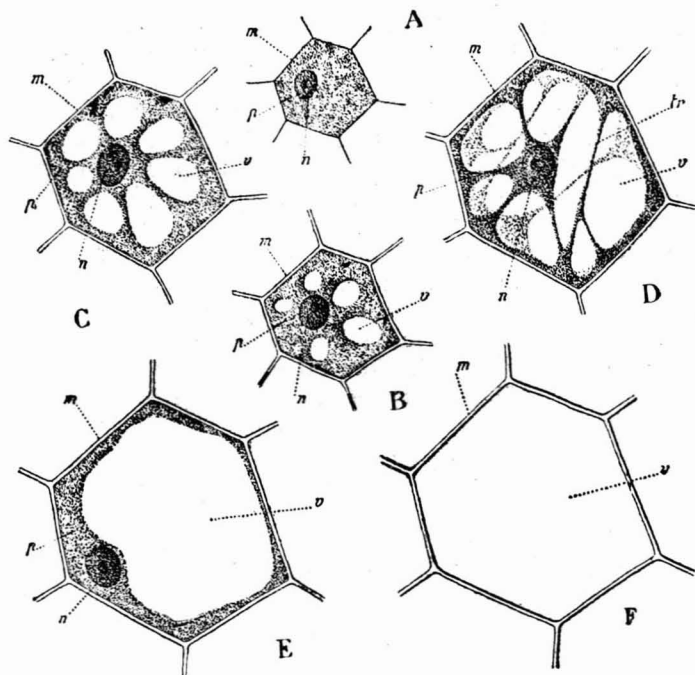
Mielőtt a növények élelmódjának ismertetésére rátérnénk, meg kell ismerkednünk a növényi szervezet legfontosabb alkotórészének, a *sejtnek* a szerkezetével. A mag sejtjeinek megismerésekor láttuk, hogy minden sejt alapanyagát, a protoplazmát cellulózeanyagú sejt-fal határolja el egymástól és az alapanyag belsejében szerves vegyületek válnak ki keményítő, fehérje vagy olajcsepp alakjában. Az életfolyamatok megértése szempontjából fontos azt is tudnunk, hogy az egyes sejt-alkotórészek közül melyik milyen kapcsolatban van az életfolyamatokkal, melyik a növényi szervezet legkisebb olyan alkotórésze, amely még mindazon életműködésre képes, mint maga az egész test. Bizonyára ez a legkisebb egység tekintendő az élet székhelyének.

Ecélből meg kell ismernünk a sejtet élete különböző szakában. A legfiatalabb életkorú sejtek bizonyára a növényi csecsemőben, a csirában lelhetők meg és pedig annak ki nem fejlett, vagyis oly szervében, amely még nem működik önállóan. Ilyen fiatal, *embrionális* sejteket találunk például a csira gyökerének vagy szárának növekvő csúcsi részében. Ha az éretlen, fej-

lödő magban keletkező embriót vizsgáljuk, annak teste még teljesen ilyen embrionális sejtekből van felépítve. Később az érett magvakban azonban az embrió egyes részletei, pl. a sziklevelek sejtjei már előrehaladott fejlettségűek. Össze lehet tehát hasonlítani már magában a csirában is a *fiatalabb* és az *idősebb* sejteket egymással és ez az összehasonlítás alapot nyújtand az értékelésre is.

A csira tengelyrészeinek, a gyökérnek vagy a szárnak a csúcsát, az úgynevezett tenyészőcsúcsokat vizsgálva meg hosszanti metszeten, azt tapasztaljuk, hogy e csúcsokat alkotó sejtek valamennyien *azonosak* egymással. Ha a csirázáskor növekvő gyökérnek hátrább, a csúcstól távolabb eső részében vizsgáljuk ismét a sejteket, úgy azt tapasztaljuk, hogy ezek már szerkezetbeli eltérést mutatnak egyrészt a csúcssejtekkel szemben, de másrészt egymás között is. Ebből következik, hogy a sejtek is fejlődésen mennek át, amely fejlődés nagyság- és alakváltozást jelent. (5. kép.)

A tenyészőcsúcs embrionális sejtjei, általában négyszögletes átmetszetűek, vagyis természetes alakjukban rendszerint kockalakúak, később sokszögletesek (poliéderek). A sejt-kockákat elhatároló sejt-fal még igen vékony, a körülzárt sejt-türeg pedig teljesen ki van töltve igen aprón szemcsézett kocsonyás anyaggal, az úgynevezett protoplazmával. Ez a protoplazmaanyag a kémiai vizsgálatok szerint bonyolult összetételű, sok vizet tartalmazó foszforos fehérjevegyület, amely azonban finom eloszlásban szénhidrátokat, zsírokat, ezek különböző alakjait vagy bomlástermékeit tartalmazza. Fizikáliskémiai sajátságait illetőleg a protoplazma kolloidális vegyületnek bizonyult, vagyis oly vegyületnek, amelynek felületén hártya képződik, melegítésre megalvad, benne az oldott anyagok molekula-csoportokban, aggregációkban oszlanak el és ezek ultramikroszkóppal meg



5. kép. A sejt fejlődése.

A: embrionális sejt protoplazmával teltén (m = sejtfa, n = sejtmag, p = citoplazma); B: a sejt megnövekedve, benne hólyagok (v = vakuolák) jelennek meg; C–D: a vakuolák (v) növekedésével a citoplazma elköltözik falmenti bélésre (p) és áthidaló fonalakra (tr); E: a vakuolák egyetlen központi vakuolává (v) egyesülnek, a citoplazma (p) és a sejtmag (n) falmenti helyzetű; F: a sejt halála után nincs benne protoplazma, a vakuola teljesen kitölti a sejtüreget, a sejtfaalak sejtvázat alkotnak. (Bonnier—Du Sablon után N. T.)

is láthatók. Egyébiránt a protoplazma anyagi összetétele folyton változó, állandó kémiai képlettel ki sem fejezhető, mert belsejében állandó anyagcsere folyik le mindaddig, amíg a sejt életben van. Ilyen protoplazma-

anyagból van felépítve a sejt háromféle alkotórésze, még pedig a hígabb alapanyagot képviselő *citoplazma*, és ebben a már határozottabb körvonalú és fonalas belső szerkezetű *sejtmag* (nukleusz), valamint azok a kisebb-nagyobb protoplazmatikus testecskék, amelyek az idősebb sejtekben meg is színeződnek, az ú. n. *színtestecskék* (kromatoforák). Ez utóbbiak apró, kezdetleges alakjai az embrionális sejtekben csak körülményes módszerekkel mutathatók ki. Ez a három alkotórész alkotja az embrionális sejt testét, a protoplazmát.

Idősebb sejtekben, amelyek már nagyobbak, mint az embrionális sejtek, egyéb részek is megkülönböztethetők, amelyek már nem citoplazma anyagúak. Mindenekelőtt tudnunk kell, hogy a sejt növekedésével nem tart lépést egyenletesen a citoplazma tömegének gyarapodása. A citoplazma belsejében üregek, hólyagszerű terek (vakuolák) keletkeznek, amelyeket folyadék tölt ki. Ezek a folyadékkal töltött kisebb-nagyobb hólyagocskák egyesülhetnek egymással úgy, hogy a kinőtt sejtekben rendszerint a sejt legnagyobb részét egyetlen ilyen középponti helyzetű nagy folyadék-hólyag foglalja el, a sejtfal mellett pedig bélésként húzódik meg a citoplazma. Ezt a folyadékot *sejtnedv*-nek nevezzük. Kémiai összetételére nézve nem egyéb, mint a sejt anyagcseréje folyamán a protoplazmából kiváló anyagok vizes oldata. E sejtnedvben cukrokat és egyéb szénhidrátokat, szerves savak sóit, oldható fehérjéket, ezek bomlástermékeit, alkaloidákat, glikozidákat, színes anyagokat (antociánok), szervetlen sókat (nitrátokat, szulfátokat, foszfátokat) találunk. A sejtnedven kívül apró hólyagocskákban még egyéb anyagok is elkülönülnek a citoplazmában, mégpedig az u. n. tartalmi részek. Ilyenek a globulin-fehérjékkal telt hólyagocskák, amelyek szemcsékké válnak és belsejükben fehérjc-

kristáloidok is jönnek létre, továbbá a zsíros olajcseppek, amelyek némely sejtben nagy mennyiségben halmozódnak fel, végül pedig kristályodó anyagok, amelyek igen változatos alakú kristályokban jelennek meg (pl. sóskasavas mész). Ritkábbak az illó (éteres) olajok kiválásai a citoplazmában vagy sejtnedvben, amelyekben különböző gyanták lehetnek feloldva, balzsamot alkotva.

Ezen anyagok mindegyikéről, egyszerű összehasonlítással megállapíthatjuk, hogy *nem állandó* alkotórészei a sejtnek; ezek a citoplazmában, vagy a sejtnedvben keletkeznek az anyagcsere folyamán; eltűnhetnek és újból létrejöhetnek. De nemcsak a citoplazmában keletkeznek ily alkotórészek, hanem a többi protoplazma-anyagú sejtrészekben is, a sejtmagban, sőt a színtestecskékben is. Ilyen újból keletkező és eltűnő alkotórészek pl. a sejtmagban az úgynevezett sejtmagvacskák (nukleolusz) és a színtestecskékben a keményítőszemcsék.

Ezek az anyagok tehát a sejt anyagcseréjének a termékei. Mivel ez az anyagcsere a protoplazmában folyik le, ezeket az anyagokat (sejtnedv, alakos tartalmi részek) a protoplazma produktumainak kell tekintenünk. A sejt fejlődésének megfigyelése azt is igazolja, hogy maga a sejtfal sem élő alkotó része a sejtnek. Ez a sejtfal is a protoplazma terméke, amelyet felületén választ ki a sejt. Megállapíthatjuk ezt a tenyészcsoács sejtein is, amelyekben több sejtben a sejtmag kétfelé vált, kétfelé osztódott, vagyis a citoplazmában egyetlen sejtmagból két sejtmag keletkezett. Amint ez a két sejtmag megalakult, a két új sejtmag között sejtfal-anyagból hártya keletkezik, amely a régi (anya-) sejtet két új (leány-) sejtre osztja szét. Ez a jelenség egyrészt azt bizonyítja, hogy a sejtfal anyaga szintén a protoplazma terméke, másrészt pedig azt, hogy a két leánysejt citoplazmája és sejtmagva az anyasejt cito-

plazmájának és sejtmagvának kettéosztódásából keletkezett. Ugyanez áll a szintestecskékről is. Ezek is csakis osztódással szaporodnak el a sejtben és jutnak el a leánysejtekbe. A mondottakból következik, hogy a protoplazma csakis protoplazmából keletkezik, míg a protoplazma termékei (sejtfal, sejtnedv, tartalmi részek) időnkint eltűnnek és újból létrejönnek. Ezek a termékek önmagukban nem képesek az anyagcserére, sem a szaporodásra, ellenben a protoplazma önálló anyagcserét végez és osztódással szaporodik. Úgy az anyagcserével, mint a szaporodással kapcsolatban a protoplazmában mozgások, áramlások vannak, sőt a szabadon élő sejt, mint pld. az egysejtű növények teste, helyét is változtatja. Észерint a *mozgás* szintén sajátja a protoplazmának.

A mondottak alapján a sejt protoplazma testét (a citoplazmát, sejtmagvat és a szintestecskéket) jelölhetjük meg a sejt *élő (aktív)* alkatórészének, vagyis az élet székhelyének, míg a sejt többi részei (sejtfal, sejtnedv és a tartalmi részek) a *protoplazma produktumai*, vagyis nem élő, aktív, hanem *passzív* sejtalkotórészek.

Növényi és állati szervezet.

Legegyszerűbb testformának mindenesetre az olyan testet tekinthetjük, amely a maga teljes egészében egyetlenegy sejtet képvisel. Ezek az egysejtű lények képviselik a legkezdetlegesebb szervezetet, míg azok a lények, amelyek hatalmasan fejlett testükkel, többféle szervükkel földünk szemmel látható növénytakaróját és állatvilágát oly nagy formagazdagsággal alkotják, képviselik a fejlettebb, összetettebb testformákat, magasabb fejlettségű növényi és állati szervezeteket. E két véglet sorozatos átmeneti alakokkal kapcsolódik egymással. Ha ezeket az átmeneti alakokat fokozatos sor-

rendbe illesztjük egymásfölé, megállapíthatjuk azt, hogy ezeken a testformákon részint külső tagolódásukban, részint belső szerkezetükben fokozatos elkülönülések, differenciálódások észlelhetők.

Amíg ugyanis az egysejtű lények valamennyi életműködését ez az egyetlenegy sejt végzi, addig a többsejtű lényeken hova-tovább észlelhető a sejtek, majd az egyes testrészek, szervek között a *munkafelosztás* elve. Ez a munkafelosztás az, amely a szervezetek magasfokú differenciálódásához vezet. Ez a differenciálódás azonban nem egyirányú, hanem igen változatos, sokféle módon nyer kifejezést. Mily mélyreható eltérések mutatkoznak a fejlettfokú növényi és állati test között! A fejlődés ezen két egymástól messze szétágazó iránynak kiinduló alakja, az egysejtű szervezet típusa közös, de a két végpont már hatalmas erővel megnyilvánuló ellentétekről tanuskodik, annak ellenére, hogy sok tekintetben, mégpedig az életfolyamatok lényegében, azonosság mutatkozik. A helyváltoztató, táplálkozó szervekkel, izom- és idegrendszerrel, érzékszervekkel, bonyolult ösztönökkel felruházott egységes, szét nem darabolható állati testtel szemben áll az első pillanatra egyszerűbb, helyhez kötött, különleges izom- és idegrendszerrel nem bíró, fejlett érzékszerveket nélkülöző, életképes darabokra széttagolható növény. Pedig a testfenntartó és fajfenntartó-szaporodó működések sora mindkét szervezetben lényegben azonosan játszódik le. E két szervezet nagy különbségének kialakulása lényegében a táplálkozás élettanában keresendő. A zöld *növényi szervezet* képes testének fenntartását és gyarapítását a környezet szervesetlen anyagaiból biztosítani, vagyis nincs egyébre szüksége, mint levegőre, vízre és a talajt alkotó ásványi anyagokra. Ezekből állítja össze az ő testének élő anyagát, a protoplazmát, és pedig olyképen, hogy előbb a szervesetlen vegyületekből szerves vegyü-

leteket alakít és azután ezekből gyarapítja a protoplazmát. Ezt a munkát nevezzük *asszimilációnak*, áthasonításnak. Az állati test szintén áthasonít, vagyis szintén gyarapítja, folyton pótolja teste élő anyagát. Ezt az áthasonítást azonban csakis kész szerves vegyületekből indítja meg, mert az állati test az asszimiláció első szakaszára nem képes; nem képes arra, hogy szervetlen vegyületekből (talajból, vízből, levegőből) állítsa elő a szerves vegyületeket. Az állat kénytelen kész szerves vegyületeket felvenni, mégpedig azokat a vegyületeket, amelyeket a növényi szervezet készít el testében. Meg is találja az állat ezeket a szerves vegyületeket (szénhidrátokat, zsírokat és fehérjéket) a növényekben (és más, növényevő állatokban), de nem találja meg oly egyszerűen és oly könnyen, mint a növény az ő táplálkozásának elemeit, a szervetlen vegyületeket. A táplálkozásnak ez a kétféle formája alapos és mélyreható különbséget létesített az állat és a növény *szervezetében és életmódjában*. A növény az ő táplálóanyagait, a levegőt, a talaj szervetlen sóit és a vizet megtalálja közvetlen környezetében. Ezek felkereséséhez helyváltoztatásra nincs szüksége, tehát helyhez kötötté fejlődhetnek, viszont szüksége van oly szervekre, amelyek a talajból (gyökérzet) és a levegőből (lombozat) veszik fel a táplálékot. Az állat nem találná meg ily módon táplálkozásához szükséges szerves anyagokat, mert ezeket csak más élő lényeknek, mégpedig közvetve vagy közvetlenül növényeknek a testéből merítheti. Ezeket az állatnak fel kell keresnie, meg kell szereznie, ezekkel és ezekért egymással küzdelmet kell folytatnia. A megszerzett szerves anyagokat bonyolultabb emésztési folyamatokkal kell átalakítania teste belsejében. Mindezek magyarázzák az állati test helyváltoztató képességének szükségét és ezzel kapcsolatban az izom, csont, idegrendszer és a növényekétől teljesen eltérő emésztő és

vérkeringési rendszerek kifejlődését. Amíg a növényi szervezet kialakulásában az életmód olyképen változik, amint azt a környezet, tehát a talaj és a levegő, a klíma-hatások megkívánják, addig az állati szervezet életmódját a klíma-hatásokon kívül még a táplálékhoz, tehát végeredményben a növényországához való alkalmazkodás is irányítja.

Az állati és növényi táplálkozást szembeállítva, úgy a *növények táplálkozását*, amelyben a növény szervetlen anyagokból képes szerves anyagokat előállítani, *autotrófiának*, az állatok táplálkozását, amely szerves anyagokra utalt, *heterotrófiának* nevezzük.

A növények autotrófiás táplálkozó képességének alapját a növényi sejt szerkezetében lelhetjük meg. A növényi sejtnak van olyan alkotórésze, amely nincs meg az állati sejtben. Ez az alkotó rész a szintestecske. Ezek egyike, a zöldszínű szintestecske, a klorofill (levélzöld) színanyagot tartalmazó *kloroplaszta* az, amely a legfontosabb asszimilációs működést végzi. Ez a kloroplaszta képes arra, hogy napfényen a levegőből felvett széndioxidból visszatartsa magában a szenet és ezt egyesítve a víz alkotórészeivel, megalakítsa a szénhidrátokat (cukor, keményítő). Ezekből és a talajból felvett egyéb szervetlen anyagokból alakulnak meg azután a protoplazmában a többi szerves vegyületek, melyek legbonyolultabb formái a nitrogénnel kapcsolt fehérje-vegyületek. A klorofillos növények tehát alkalmasak a szén, a nitrogén és az ásványi anyagok asszimilálására. Az állati szervezetben nincs klorofill, miért is ez autotrófiás táplálkozásra nem képes.

Találunk azonban a növények között is olyanokat, amelyek nélkülözik a klorofillt. Ezek a növények szintén heterotrófiás táplálkozásnak, mint pl. a gombák és a baktériumok. Ezek szintén élő szervezetekre (élősködők) vagy szerves anyagokra (televény és tetemlakók)

utalvák. Nem egy magasabb rendű, virágos növény is elvesztette klorofillját és heterotrófiássá vált, mint pl. az élősködő aranka.

Úgy az uralkodó autotrófiás, mint a háttérbe szorult heterotrófiás táplálkozásnak kétségtelenül irányító hatása van a növényi szervezet kialakulására. Ez szabja meg a szervezet-típusok formálódásában a sejtek és a szervek differenciálódásának általános útvonalát, az autotrófiás, heterotrófiás életmódhoz illő különböző berendezéseket.

A növények életmódjának megismerése érdekében foglalkoznunk kell tehát mindenekelőtt általában az egyes szervezet-típusokkal, a test külső, majd belső differenciálódásával, azután az autotrófiás növények életmódjával a különféle termőhelyeken, a heterotrófiás növények berendezkedéseivel, végül a szervezetek egymás közötti viszonyaival.

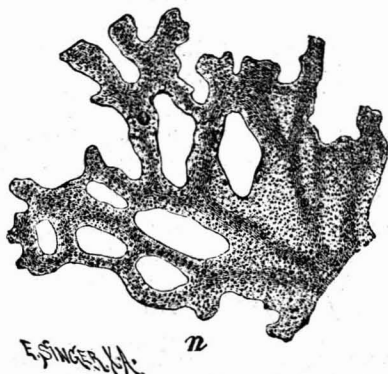
Az egysejtű növények.

Az előbbi fejezetben rámutattunk arra, hogy a növényi szervezet legegyszerűbb formája az egysejtű, mikroszkópos kicsinységű sejt, amelyből kiindulva, fokozatos sorba állíthatók a többsejtű testformák egészen a magasfokú differenciálódásról tanuskodó virágos növényekig.

A legegyszerűbb testforma, a csupasz (sejtfal nélküli) sejt a heterotrófiás táplálkozású úgynevezett nyálkagombák (*Myxomycetes*, *Phytosarcodina*) körében általános. Ezeknek a spórájából¹ kedvezően vizes kör-

¹ Spórának nevezzük (tágabb értelemben) az alsóbbrendű növények (gombák, moszatok, zuzmók, mohák, harasztok) egy vagy néha többsejtű leváló, szaporításra szolgáló sejtjeit.

nyezetben kilép a sejttartalom és ez mint csupasz sejt az állati véglényekhez tartozó amőbákhoz hasonlóan (*mixamőba*) él egyideig. Az egész mixamőba nem egyéb, mint apró protoplazma-csepp, amely habos-szemcsés nyálkacsepphez hasonló, belsejében sejtmagvas, felületén nincs merev határhártya, hanem alakját változtatni képes, az alzaton karélyok kibocsátásával kúszik. Ezek a mixamőbák egymással társulni vagy egyesülni

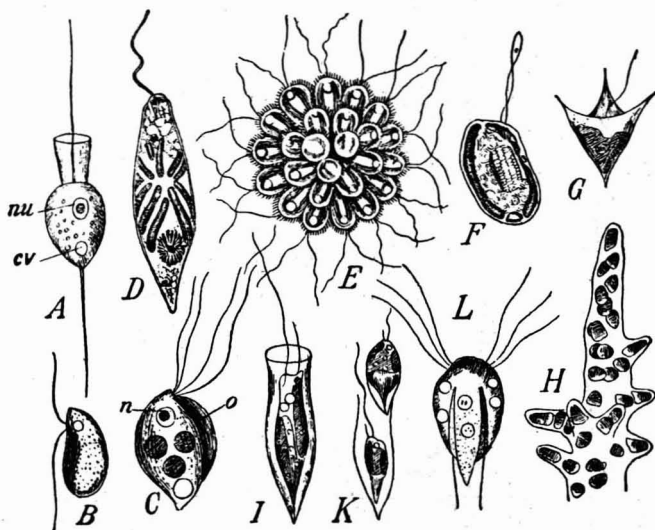


6. kép. A nyálkagombák plazmódiuma.

(*Chondrioderma difforme* 90-szer nagyítva a Bonni-tankőnyvből. N. T.)

szoktak olyképen, hogy belőlük nagyobb, szabad-szemmel is látható, sőt tekintélyes nagyságú protoplazma-tömegek (plazmódiumok) keletkeznek, amelyek nyálkatömeg gyanánt jelennek meg a korhadó lombon, fatuskókon (6.kép.). E nyálkatömegek, épúgy mint a mixamőbák, kúszó-csúszó mozgásuk közben felveszik testükbe az útbaeső vízcseppeket (sóoldatokat), sőt a szilárd rögöket is és ezekből, főképen a bomló szerves vegyületekből táplálkoznak. Belsejökben a protoplazma állandó áramlása (keveredése) figyelhető meg.

A sejtfalak hiánya egyrészt látszólagosan egyetlen sejtnek tünteti fel a plazmódiumot, de ezenkívül még két fontos jelenséggel jár, még pedig egyrészt azzal, hogy a burkoló sejtfalak elmaradása miatt az egész plazmó-

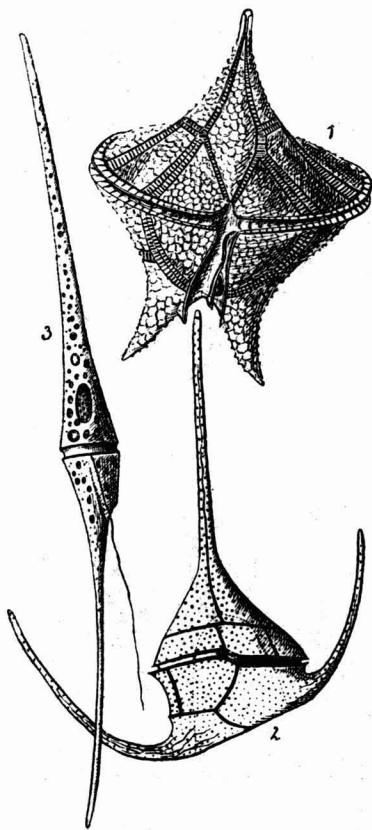


7. kép. Egysejtű ostoros véglények típusai.

A: *Sphaeroeca volvox* telepének egyik tagja: *nu* = sejtmag, *cv* = vakuola;
B: *Bodo edax*; C: *Tetramitus sulcatus*; *n* = sejtmag, *o* = felvevőnyílás;
D: *Euglena viridis*; E: *Synura uvella* telepe; F: *Cryptomonas erosa*;
G: *Hydrurus foetidus* rajzója; H: ugyanannak teleprészlete; I: *Dynobryon sertularia*; K: ugyanannak osztódása; L: *Hexamitus crassus*. (Warming könyvéből. N. Sz.)

dium nélküli a határozott testalkatot, másrészt azzal, hogy a test belső kitámasztásának («sejtes» szerkezetnek) hiánya egységes talajra fekvő lágy tömeggé teszi azt.

Ez a csupasz, plazma-állományú testalak minden



8. kép. Egysejtű páncélos planktonmoszatok.

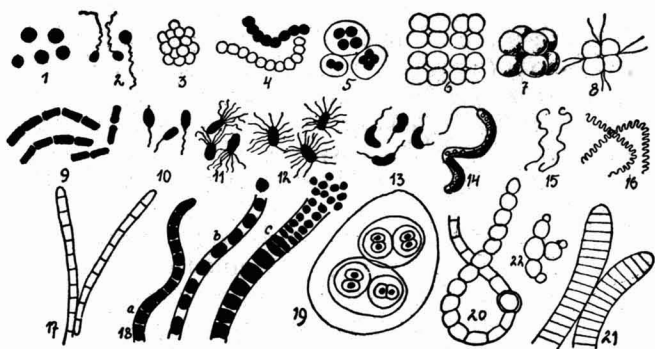
1. *Peridinium divergens*. 2. *Ceratium tripos*.
3. *Ceratium fuscus*. (Warming könyv. N. Sz.)

további differenciálódásra alkalmatlan. Ily irányú fejlődés a növényországban ezeken a nyálkagombákon kívül sehol sincsen. Annál hatalmasabb és többirányú fejlődéstár elénk az a differenciálódás, amely a sejtfalas sejtéből indul ki.

Ennek a típusnak legegyszerűbb formái azok a szintén mikroszkópos kicsinységű szervezetek, amelyeket a hasonló állati szervezetekkel együtt a véglények (Protisták) országába is szoktak összefoglalni.

Ezeknek az ú. n. ostoros - véglényeknek (Flagellátáknak, 7. kép) a testen már fokozatosan megjelenik a szilárduló plazma-hártya, amely az amőba-szerű alakváltozásnak gátat szab, viszont azonban vékony, rövidebb-hosszabb protoplazma-nyulványok (csillagok és ostorok) segítségével az úszó mozgás biztosítva van. E véglények testében már differenciálódások is jelentkez-

nek az egyes sejtalkotórészek között. Azokat az ostoros-
végvényeket, amelyekben zöld szintestecskék (kloroplasz-
ták) jelennek meg, tehát autotrófiások, általában növényi-
végvényeknek (protofita) tekintik. Ezekhez az igen
változatos külső megjelenésű és belső szerkezetű vízben



9. kép. A hasadó növények testalkata.

Bakteriumok: 1. Micrococcusok, 2. Planococcusok, 3. Staphylococcusok, 4. Streptococcusok, 5. Diplococcusok, 6—7. Sarcinák, 8. Planosarcina, 9. Bacterium anthracis, 10. Pseudomonas pyocyanea, 11. Pseudomonas synchyanea, 12. Spirillum comma, 13. Thiospirillum sanguineum, 14. Spirochaete Obermaierii, 15. Spirochaeta plicatilis, 16. Cladotrix dichotoma, 17. Crenothrix polyspora (a fiatal fonal, b idősebb fonal egyes sejtek kiszabadulásával, c osztódással keletkező spórák kiszabadulása). — **Hasadó moszatok:** 18. Gloeocapsa sejtsaládok nyálkában, 19. Nostoc-lánc, 20. Oscillaria-fonal darabja, 21. Sarjadzó gombasejtek: Saccharomyces cerevisiae (összehasonlításul). Nagyrészt Wettstein könyvének képei után készült rajz.

lebegve élő, úgynevezett plankton-szervezetekhez hasonlóak egyéb egysejtű plankton-szervezetek is, amelyek testét szilárdabb burok, pl. igen változatos és bonyolult szerkezetű kovapáncél (kovamoszatok) vagy cellulozepáncél (Peridineák) fedi. (8. kép.)

Az egysejtű testformák között nem szabad meg-

feledkeznünk azokról a szervezetekről sem, amelyeket a mindennapi életben baktériumoknak szoktunk nevezni. (9. kép 1—18.) Ezeket hasadó-gombáknak (Skizomicetes) is nevezi a tudomány azért, mert a gombákhoz hasonlóan heterotrófiás táplálkozásúak és gyorsan ismétlődő kettéhasadással szaporodnak. Testük mikroszkópikus kicsinységű, a mikroszkóp alatt a milliméter ezredrészeivel mérhető nagyságúak. A legkisebb közülük 0.00015 mm. átmérőjű gömböcske. Változatos, gömbös (*kokkus*), pálcika (*bacillus*) vagy csavarvonal (*spirillum*) alakúak, ostoros-függelékkel vagy azok nélkül mozgóak, a vízben, sőt a levegőben is lebegve élők, gyakran többesével összefüggő telepeket alkotnak.

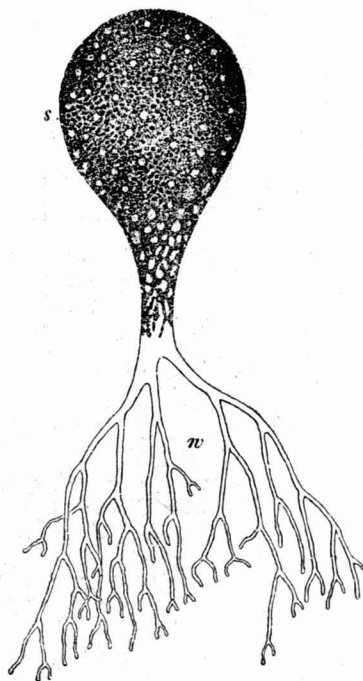
E baktériumok szervezete látszólag nem is sejtertékkü. Még a protoplazma sem tagolódik a három jellemző részre, a szintestecskék teljesen hiányoznak belőlük, a sejtmag anyaga is egyenletesen szétoszlik a citoplazmában. És mégis, ez a legprimitívabb és a legapróbb szervezet a maga mindenütt jelenlétével és óriási mértékű szaporodóképességével a legnagyobb jelentőségű az élők világában. Egyrészük a természet anyagforgalmában tölt be fontos szerepet, másrészük félelmetes hatalommal támadja meg az élő és magas differenciálódású szervezeteket, a növényeket, állatokat és az embert egyaránt. A baktériumokhoz hasonlóak az autotrófiás *hasadó-moszatok* (9. kép 19—21.) és az erjesztő heterotrófiás sarjadzó-gombák. (9. kép 22.)

A telepes növények.

A többsejtű növények testalkatának mintázásában a természet alakító művészete több útvonalon halad. Ezen útvonalak képviselői csakis abban egyeznek meg

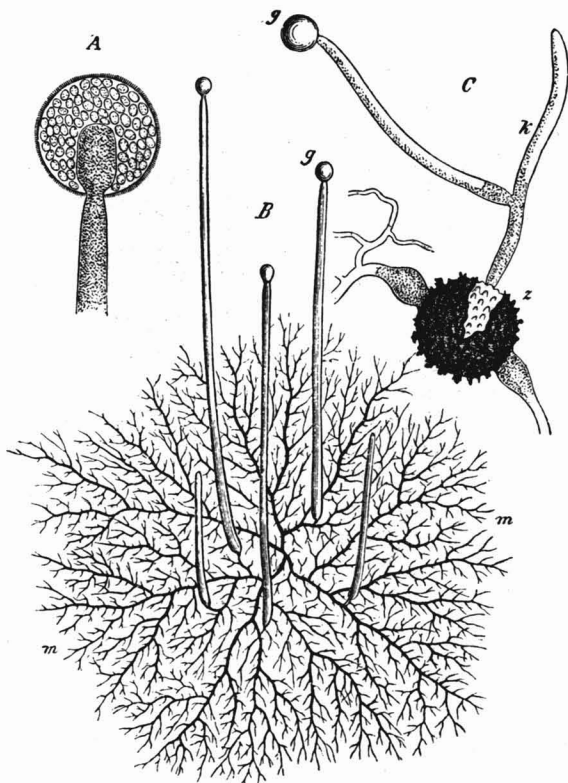
egymással, hogy testüket többé nem egyetlen sejt építi fel, hanem a fejlődés kiindulását jelző egyetlenegy sejt (spóra vagy a megtermékenyített petesejt) ismételt osztódása révén keletkező nagyobb mennyiségű sejt egymással összefüggésben maradván egyetlen testté alakul és az a test felületén sejtfallal határolódik el a környezet felé. A különbségek azután részben a belső tagolódásban, részben a specializált szervek megjelenésében észlelhetők.

A belső tagolódás a kezdetlegesebb testformában nincs meg, vagyis a test belsejében az egyes sejteket nem különíti el egymástól sejtfal. Eszerint az egész növény tulajdonképpen egyetlen soksejtmagvú sejtet képvisel, amely tetemes nagyságú is lehet. Ez a testforma megjelenik klorofillos, autotrófiás és vízi-életű formában a moszatok sorában, amikor a külső



10. kép. A *Botrydium granulatum* moszat «egysejtű» teste kloropasztás asszimiláló résszel (*s*) és gyökérszerű résszel (*w*). Rostafinski után N. Sz.

testtagolódás annyira mehet, hogy külön rögzítő testrészek (gyökérszerű részek), külön gömbös vagy lemezes asszimiláló testrészek



11. kép. A fejespénész.

B: szétágazó micélium (*m*), spóratartó (*g*). *A*: a spóratartó csucsnál levő sporangium telve van spórákkal. *C*: a micéliumágak egyesüléséből keletkező kitaratóspóra, amely micéliumot és abból spóratartót fejleszt. (Prantl-Pax könyvéből. N. Sz.)

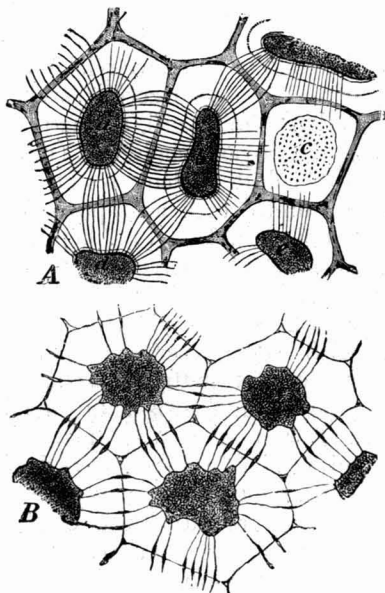
(levélszerű részek) alakulnak ki (10. kép), sőt több ilyen lemezszerű rész alakulása esetén ezeket meg-

nyult szárszerű testrészek kapcsolhatják egybe, vagyis az egyébként azonos felépítésű testrészeket a munkafelosztás érvényesülése már eltérő alakúvá és hivatásúvá fejleszti. De hasonló test jelenik meg a heterotrófiás növények között is az ú. n. moszat-gombákon (Phycomycetes), ahová pl. az elterjedt fejespenész tartozik. Ennek teste a szénaszimiláció hiánya miatt, helyesebben élősködő vagy televénylakó életmód miatt nélkülözi a lemezes és szárszerű részeket, hanem az egész test egyetlen tömlőszerű, elágazó «sejt»-et képvisel, amelynek ágbogas rendszere (micéliuma) behálózza a megtámadott élőlény testét, vagy a hullarészeket. E micéliumtól csak a szaporodó sejteket termelő részletek különülnek el (11. kép.).

Ezek a szervezetek, amelyekben tehát belső sejtfalrendszer nem alakul ki, bár kívülről sejtfal borítja őket, aránylag sokkal jelentéktelenebbek, mint azok, amelyekben belső sejtes szerkezet alakul ki azáltal, hogy az egyes sejteket sejtfal választja el egymástól.

Ez a jelenség igen fontos a növények szerveződésében. Egyrészt azért, mert a sejtfalak nyújtotta belső vázrendszer merevebb és szilárdabb szerkezetet biztosít, másrészt azért, mert ezáltal tetemesebb testméretek, ezzel kapcsolatos mélyreható külső és belső differenciálódások érhetők el. Ez a belső sejtfalrendszer, bár lényegében lényeges különbségként tűnik fel a növényi és az állati szervezet között, nem akadályozza meg azt, hogy a sejtek egymással összhangban legyenek. Az egész szervezet élő testét alkotó protoplazma-tömeg egysége biztosítva van azáltal, hogy az egyes sejteket elválasztó belső sejtfalak beilleszkedésekor, megalakulásakor a sejtek citoplazmateste finom citoplazmafonalak (plazmodezmák) révén egymással összeköttetésben marad, miáltal az ingervezetés és az egységes életfunkció elé akadály nem gördül (12. kép.).

A belsőleg sejtekre különülő test a legáltalánosabb testtípus a növényországban, amely ismét többféle fokozatban jelenik meg. Itt is egyszerűbb a heterotrófiás typus, amely a gombák vegetatív testében jelent-

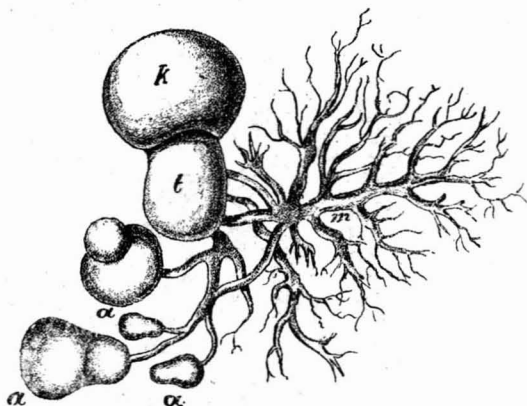


12. kép. Protoplázma-összeköttetések a sejtek között.
(Plazmodezmák.)

A: a sztrichninadó növény (*Strychnos nux vomica*) magbelének sejtei;
B: a szemérmes érzőke levélpárnájának sejtei. (Tangl után N. T.)

kezik. Ezek micéliuma, fonalhálózata hasonló az említett moszat-gombákéhoz, de sejtekre tagolódik (pl. ecsetpenész, kalapos gombák), amely fonalak (hifák) szövődékes, vaskosabb testeket is hozhatnak létre. (13. kép.) Az

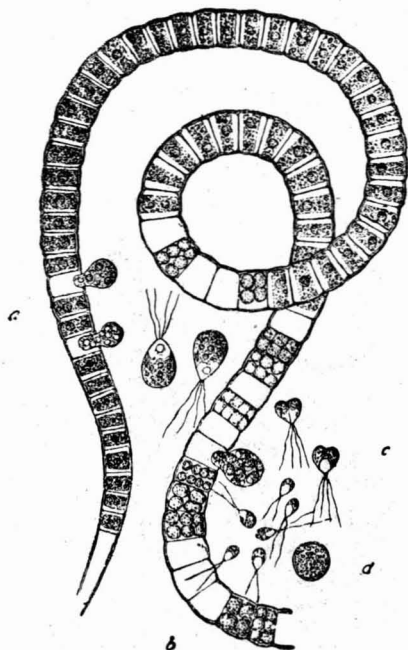
autotrófiás vízben élő moszatokon viszont a testalakulás és testtagolódás nagy változatosságú, az egyszerű sejt-sorok, sejtfonalaktól (14. kép.) kezdve a hatalmas, sokszor többszáz méteres gazdagon tagolt testekig. Ez utóbbiakon bizonyos testrészek rögzítésre szolgálván, gyökérszerűvé, mások az asszimilálás szolgálatában lemezszerűvé (levélszerűvé) válnak, sőt hatalmas fa-



13. kép. A kalaposgombák teste.

(Csiperke, *Agaricus campestris*) — *m* = micélium, *a*—*a* = fiatal termőtestek, *t* = a fejlettebb termőtest tönkje, *k* = kalapja. (Schilberszky után N. T.)

termetű szárszerű részek is alakulhatnak meg anélkül, hogy ezek a részek akár megalakulásuk helye, akár fejlődésük, akár szerkezetük révén lényeges különbségeket árulnának el (15. kép.). Ezek a részek azonban nincsenek az embrionális állapotban lévő növénykén előre kiképezve. Emiatt az egész test minden részében, bármily tagolódású, alakú és hivatású legyen is az, egyenlő fejlődéstani értékű részekből épül fel. Ezt a növényi testet *telep* (thallus) elnevezéssel illetjük.



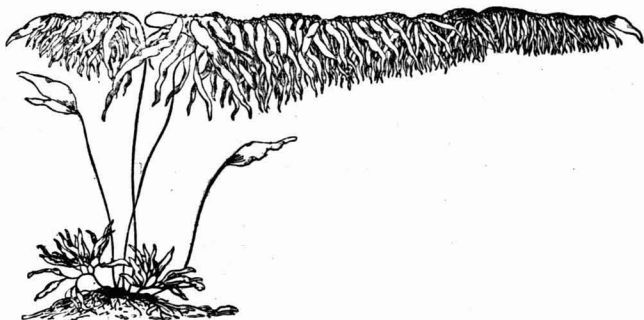
14. kép. Fonalas-moszattest.

a az *Ulothrix zonata* zöldmoszat fonaldarabja, sejteiben kloroplasztákkal. Egyes sejtekből négyostoros rajzóspórák, másokból kisebb, kétostoros egyesülő gaméták (ivar sejtek) szabadulnak ki. (Dodel-Luerssen után N. T.)

A hajtásos növények.

A differenciálódás következő lépése mohák testén lép fel. A legközönségesebb mohák sorából két példán észlelhetjük a tagolódás haladását. Az egyik példa legyen az árkok partján, kutak falain és más nedves termőhelyen élő *Marchantia polymorpha* nevű májmoha

(16. kép.). Ennek teste lapos, szalagalakú, az alzatra ráterülő, villásan kettéágazó. Ezen jól meg lehet különböztetni a test színét és fonákát, de még különlegesen kialakult testrészeket nem, legfeljebb a fonákon a rögzítő és táplálékfelvételre szolgáló szőröket és az ivarszerveket. Ennek a mohának a teste is teljesen megfelel a *telep* fogalmának. A másik moha, amelyet példaképen választhatunk, az erdők



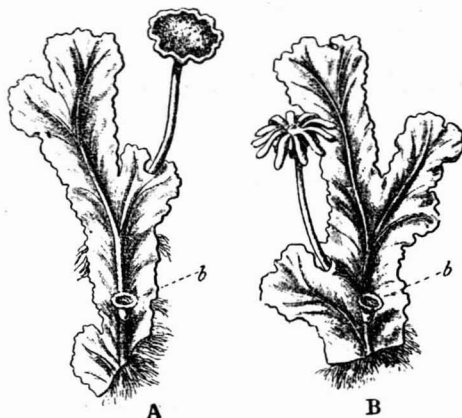
15. kép. Fatermetű moszattelep.

(*Macrocystis pyrifera*) fejlett szárszerű és levélszerű részekkel, tetemesen kibebővítve. Hooker és Harvey után Prantl-Pax tankönyvéből.

puha párnáit alkotó bármelyik lombosmoha, mint pl. a *Polytrichum commune*. Ennek a testén már oly tagolódást találunk, amely eltér az előző telepes növények testétől, amennyiben a növénykén már hengeres, megnyúlt szárat és ezen lapos, határozott rendszer szerint fejlődő és elhelyezkedő leveleket állapíthatunk meg. A szár és a levél, mint egymást kiegészítő testrész alkotja együttesen a *hajtást*. E hajtásnak (kormusz) fiatal alakja a szár csúcsán vagy oldalán keletkező *rügy*. E rügyben már eleve megtalálható embrionális

állapotban a hajtás tengelye (szára) és csúcs felé törekvő sorrendben a levelek dudorszerű kezdeményei. A szár alsórészében szőröktől fedett, amelyek e szárat a talajhoz rögzítik, sőt a táplálék (víz) felvételében is közreműködnek (rizoidák).

E lombos mohákon tehát elsőnek lép fel két önálló, de egymással kapcsolatos testrész, a szár és a



16. kép. A *Marchantia polymorpha* májmohának telepe.

A) a hímivarú telep nyeles, tányéralakú szervvel, amelyben a hímivarszervek (antheridiumok) vannak, B) a nőivarú telep nyeles, csillag alakú nőivarszervtartóval; b) rügykosárka, leváló szaporító telepecskékkel.

(Giesenhagen után N. Sz.)

levél. Együttal ezek a lombos mohák azok, amelyek fokozatosan szárazföldi életmódot folytatnak, vagyis amelyeknek lombozata nem csak a vízben vagy a talaj nedves felszínén helyezkedik el, mint a moszatok teste, hanem a levegőben terül szét. Amíg a vízalatti életmóddal kapcsolatos teleptestek levélszerű részei a szén-asszimilálás szervei és a fényfelvétel érdekében laposak és

a szárszerű részek az asszimilációs termékek szétvezetésében szerepelnek, addig a hajtás, mint levegőben élő szerv leveleivel nemcsak a szénasszimilálást végzi, hanem egyúttal elpárologtatja a test vizét is. Ezen elpárologtatott vizet gyorsan pótolnia kell a szárnak, amely pótlást a talaj vizéből nyerheti csak. E célra szolgálnak a vízfelvevő szervek, mint a mohák rizoidái. Ezek nem egyebek, mint hosszúra nyult tömlőalakú sejtek, amelyek a talajrögökkel összetapadva részben rögzítő, részben vízfelszívó szervek.

A testnagyobboddással párhuzamosan a további differenciálódás során azt tapasztalhatjuk, hogy nemcsak az asszimilálásra és a vízpárologtatásra szolgáló levéletet kell a szár elágazása révén szétosztani a levegőben, hanem hasonló mértékben szükség van arra is, hogy a talajból kellő mennyiségben legyen felvehető a víz és ezzel a talaj tápláló anyaga. A *hajtásrendszerrel* párhuzamosan alakul meg az a rendszer, amelyet gyökérzet vagy *gyökérrendszer* néven foglalnunk össze. Amíg a mohákon még nem gyökerek végzik ezen apró növénykéek vízellátását, addig a harasztok és a virágos növények embriójának már egy külön részlete, még pedig a szárral ellentétes csúcsa alakul gyökérré és ennek elágazása révén alakul meg a gyökérrendszer. (1. kép.) Ezt a gyökérrendszert alkotó testrészek a szártól teljesen eltérő szerkezetűek. Amíg a szárra jellemző, hogy csúcán rügyet visel, amelyből fokozatosan, határozott rendben oldalt jelennek meg a levelek és ezen levelek hónaljában ismét rügyek, amelyek szintúgy hajtássá alakulnak, addig a gyökér csúcsát nem rügy zárja le, hanem oly tenyészőcsúcs, amely csak magát a gyökeret gyarapítja sejtosztódása révén, azonkívül csúcsi részén egy süvegszerű szövetburkot (*gyökérsüveg*) fejleszt és ennek segélyével hatol a talajba. Levél nem fejlődik a gyökéren, hanem a belső szövetek-

ből kiindulva és a felületet áttörve azon ismét oldalsó gyökerek (gyökérágak) jelennek meg. Végeredményben a harasztok és a virágos növények teste három testrészből alakul meg, ezek a *szár*, a *levél* és a *gyökér*, amelyek közül az első kettő egymással szorosan kapcsolatos és közösen a *hajtást* alkotja. E három testrészt mintegy kiegészítik bizonyos szervek, amelyek bármelyiken megjelennek, mint *felületi* képletek. Ilyenek a felületi sejtekből alakuló *szőrök* és mélyebb eredetű kiemelkedések, *emergenciák*.

A virágos növények legtöbbször azonban nemcsak ezt a háromféle testrészt és kétféle felületi képletet tudjuk megkülönböztetni. Nem kell sokat kutatnunk, hogy a növények szárán a leveleken kívül felfedezzük a tüskéket, töviseket, megtaláljuk a kapaszkodásra szolgáló kacsokat, a színpompás virágok sokféle szerveit, a szirmokat, porzókat, termőket és egyéb különleges szerveket megszámlálhatatlan alakváltozatosságban.

A részletesebb fejlődéstani kutatás azonban a növényi test minden egyes részletéről meg tudja állapítani annak tulajdonképeni értékét. Minden egyes részletet kétféle szempontból vizsgálhatunk meg: vagy azt a *szerepet* tekintjük, amelyet az illető *szerv* a növényi test életében betölt, vagy pedig azt az *alaktani értéket* vesszük tekintetbe, amelyre az illető *testrész* fejlődéséből, helyzetéből, szerkezetbeli eredeti tulajdonságaiból következtetni lehet. A test azonos *szerepű* részletei egymással *analógok*, vagyis bizonyos hivatást betöltő *szervek*; azonos *alaktani* értékű részletei pedig egymással *homológok*, vagyis az említett testrészek az *alapképletek* (gyökér, szár, levél, szőr, emergencia) egyikére vezethetők vissza. A növény testi épségének védelmére az állati támadások ellen szűrős fegyverek, *védelmi szervek* szolgálnak, amilyen pl. a galagonya tövise, az

akác tövise, némely pálma gyökérzetének tövise, a rózsza tüskéje, a kigyószisz sertéje. Ezek egymással *analóg* (hasonló hivatású, szerepű) szervek. Ezek *alak-tani értéke* különböző: a galagonya tövise a levelek hónaljában keletkezik oly rügyből, amely más növényen hajtássá, ágga fejlődik, vagyis a szár módosult alakja, tehát *szárképlet*, az akác tövise a levél alapi részén kétoldalt jelenik meg, oly dudorból keletkezik, amely más növényen pálhalevélle alakul, tehát *levélképlet*, a pálmákon a gyökér ágai lesznek tövissé, ezek *gyökérképletek*. Vagyis a *tövis* háromféle testrész átalakulásából keletkezik (szártövis, levéltövis, gyökértövis). Az emergenciák szűrös átalakulását *tüske*, a szőrökét pedig *serte* elnevezéssel illetjük. Hasonlóképen a kapaszkodó növények *kacs*-szervei szintén szár- vagy levélképletek.

Mindez azt bizonyítja, hogy pl. a «levél» elnevezés nemcsak arra a lapos, zöld asszimiláló és párologtató szervre illik fejlődéstani értelemben, hanem mindarra a szervre, amely a szár tenyészőcsúcsán meghatározott sorrendben megjelenő levéldudorból keletkezik. Ez a dudor az életmód megszabta feladat szerint megalakulhat mint pikkelyszerű *allevél* (rügypikkelyek), zöld, lemezes, asszimiláló *lomblevél*, apró, pikkelyszerű, sokféle színű *fellelevél* (a virágok közelében), a bimbót borító keményebb *csészелеvél*, színpompás *szíromlevél*, a harasztok spóráit létrehozó *spóralevél*, virágok virágporát termelő *porzók*, a magházat, majd a gyümölcsöt alkotó *termőlevelek*, a szűrőfegyverre alakuló *levéltövis* és *pálhatövis*, a húsevő növények különböző rovarfogó levelei stb. stb. A felsoroltak különböző funkció szervei, de valamennyi egyetlen testrész: a *levél* sokféle formája. Ezek egymással *homológok*, mert mindannyian levélképletek.

A test belső differenciálódása.

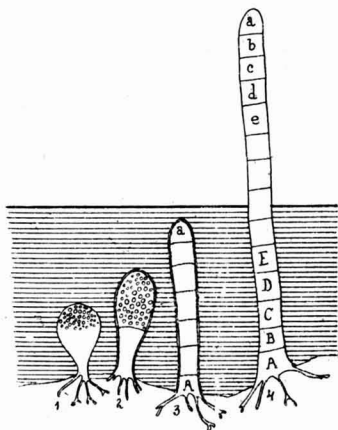
Amint külső differenciálódáshoz vezet a test egyes részei között megnyilvánuló munkafelosztás, úgy a test belsejében is mélyreható különbségek tapasztalhatók az egyes sejtek között.

Legegyszerűbben mutathatók ki azok a differenciálódások, amelyek közvetlenül a táplálkozással és annak egyes szakaszaival vannak összefüggésben. Már saját táplálkozásunkban is megállapíthatjuk ennek négy szakaszát: a nyers táplálék felvételét, a nyers táplálék átalakítását testanyaggá (asszimiláció), az asszimilált anyagok felbontását (disszimiláció) és az energia felszabadítását, végül az anyagcsere melléktermékeinek kiürítését (kiválasztás). Ehhez járul még számos mellékfolyamat, mint pl. a nyers- vagy a szerves táplálóanyagok szállítása különböző testrészekbe, azok felhalmozása, elraktározása stb.

Minél kisebb terjedelmű a test, minél kevesebb sejt vesz részt annak felépítésében, továbbá minél egyenletesebb a testet körülvevő környezet, a sejtek közötti differenciálódás annál alacsonyabb értékű.

Például a vízben lebegő, néhány sejtből álló fonal, amelynek sejtjei egyetlen sorban helyezkednek egymás mellé, aligha árulhat el különbségeket az egyes sejtek között. Minden egyes sejt egyformán felveszi magába a környező vizet és a táplálóanyagokat, mindegyik egyformán kloroplasztás, tehát asszimilál, és egyúttal egyformán végzi gázcseréjét, kiválasztását. Valamelyes különbség akkor lép fel az ilyen fonalas testben, ha pl. a fonal egyik vége az alzathoz rögzített. Ez a rögzítés rendszerint olyképen történik, hogy a test még fiatal egysejtű állapotában, mint rajzó (mozgó) spóra megtapad az alzaton egyik csúcsa segélyével, amelynek kitürem-

kedő részei az alzathoz fogódzkodnak. (17. kép 1.) A megtapadt rajzó-spóra haránt irányban kettéoszlik olyképen, (17. kép 2.) hogy az *alsó* sejt marad a tapadó-rész, míg a felső sejt ismét ketté osztódhatik. Ismételt osztódás révén ilyképen fonal (sejtsor) keletkezik, amelynek legalsó sejtje a tapadás szolgálatában állván alaki



17. kép. A sejtek differenciálódása.

1 = egysejtű, 2 = kétsejtű test, 3 = sejtfonal vízben, a = csúcsejt, A = alapi-sejt; 4 = sejtfonal: A—E alámerült, a—e kiemelkedő sejtsor.

Eredeti rajz N. Sz.

sajátságaival eltér a többitől, sőt gyakran a kloroplasztákat is nélkülözi. (17. kép A) A fonal ellentétes csúcán viszont a legfiatalabb sejt (a) zárja be a sejtsort, amely embrionális állapotú és osztódó. Az alapi (A) és a csúcsi (a) sejt közötti sejtek sora közelítően azonos táplálkozású, mindegyikük működése és szerkezete *azonos*. A sejtsor sejtjei között akkor lép fel differenciálódás, ha ezek *különböző* külső hatások alá kerülnek.

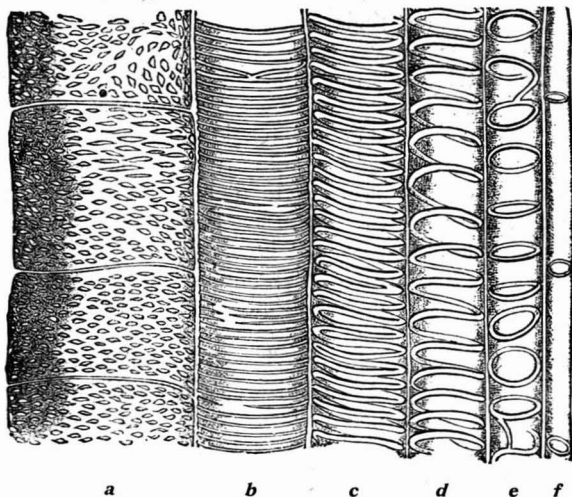
Ha feltételezzük azt, hogy a sejtsor tovább növekedik a víz felszíne fölé és bizonyos sejtmennyiség a levegőbe kerül, ezek a sejtek már egészen más feladat elé kerülnek, mint az alámerült sejtek. Az alámerült ($A-E$) sejtsor vízzel környezett, tehát a vízből elláthatja magát táplálékkal, ellenben a kiemelkedő sejtsor ($a-e$) már levegőn van, innen vizet nem vehet fel, sőt vizet veszít, mert azt elpárologtatja. Ez a két momentum, a *vízfelvétel* és a *vízpárologtatás* az, amely az egész test berendezkedését irányítja, sőt amely még a leghatalmasabb fejlettségű növényi test szervezetségében is a legfontosabb szerepet játsza. A kiemelkedő $a-e$ sejtsor a párologtatás miatt vízfogyasztó szerepű, az elfogyasztott víz pedig máshonnan nem pótlódhatik, mint az alámerült részből, vagyis az $A-E$ sejtek nemcsak a saját szükségletükre elegendő vizet veszik fel, hanem annnyival többet, amennyit a kiemelkedő $a-e$ sejt elfogyaszt. Eszerint bekövetkezik a sejtek között történő vízáramlás $A-B-E-e-b-a$ irányban. Ezzel ellentétben a kiemelkedő sejtsor a levegővel érintkezve könnyebben jut a szükségelt gázállapotú anyagokhoz, például a szénasszimiláláshoz szükséges széndioxidhoz, tehát ezekben a sejtekben a szénasszimilálás erőteljesebb lesz, mint az alámerült sejtekben. Ha pedig még azt tételezzük fel, hogy a vizet talaj helyettesíti, amely még a fényt is kizárja, úgy a szénasszimilálás kizárólagosan a kiemelkedő sejtsorra hárul. Ebben az esetben a funkciók két csoportra oszlanak: az alámerült (talajba mélyedt) sejtek a rögzítés és a vízfelvétel (oldott táplálék felvétele) munkáját végzik, a kiemelkedő sejtek pedig a vízpárologtatást és a széndioxid-asszimilálást. A felvett nyersanyag, valamint az asszimilált anyag felfelé és lefelé sejtről-sejtre, átszivárgás útján vándorol. Ez a funkciómegoszlás, amely a környezetet parancsoló kényszere miatt lép fel, természetesen alak- és

szerkezetbeli megváltozással is jár. A vízfelvevő sejtek például bizonyára vékonyabb sejtfalúak lesznek, hogy az átszívargás könnyen megtörténhessék, míg a levegőre került párologtató sejtek külső fala szükség szerint megvastagodik azért, hogy a párologtatást a lehetőség szerint csökkentse, vagyis, hogy a vízfelvétel és a párologtatás harmóniája meg legyen óva. Az asszimilálás viszont (a fény hatása miatt) klorofilos színtestcskéket tételez fel, miért is ezek a fényre kerülő sejtekben alakulnak meg.

Még tovább halad a sejtek közötti differenciálódás akkor, ha a sejtosztódás nem egyirányú, hanem kétirányú, amikor sejtlemmez keletkezik, vagy pedig háromirányú, amikor sejtestest jön létre. Ebben az esetben nemcsak talajbamerült és levegőn lévő testrészt áll egymással szemben, hanem szemben állanak egymással a felületi és a belső, különböző mélységbe kerülő sejtek is.

A test belsejében lévő sejtek teljesen elesnek attól, hogy a környezetből vegyenek fel táplálékot, tehát csak a felületi sejtek közvetítésével jutnak ahhoz, vagyis átvesznek és átadnak táplálékot. Az átvétel és az átadás, vagyis a *táplálék szállítása* minden belső sejt hivatása közé tartozik azonkívül, hogy önmaga részére is *megtart* bizonyos mennyiségű táplálékot. A belső sejtekbe átszívargó nyers táplálékanyag a napfényen lévő testrészt belső sejtjeiben, legalább azokban, amelyekhez a fény még átjuthat, át is alakulhat, vagyis az asszimiláció folyamata ezekben lejátszódhatik. Megalakulnak tehát a földfeletti testrészekben a felületi sejtréteg alatt asszimiláló, zöld, kloroplasztás sejtörmégek a szénasszimilálás munkájára. Ezekből ismét a szénasszimilálás termékei átszívárognak befelé és lefelé a többi sejtekbe. Ezt a táplálékszállítás munkáját hovatovább külön, mélyebb fekvésű sejtek végzik, mégpedig

a vízben oldott nyersanyagokat felfelé (pl. a gyökértől a levelek felé) továbbító *vízszállító sejtek* és viszont az asszimilált anyagokat lefelé (pl. a levelektől a gyöke-
rek felé) továbbító *asszimiláta-szállító sejtek*. Ezek a szállítósejtek alakilag olyképen kell hogy differenciá-

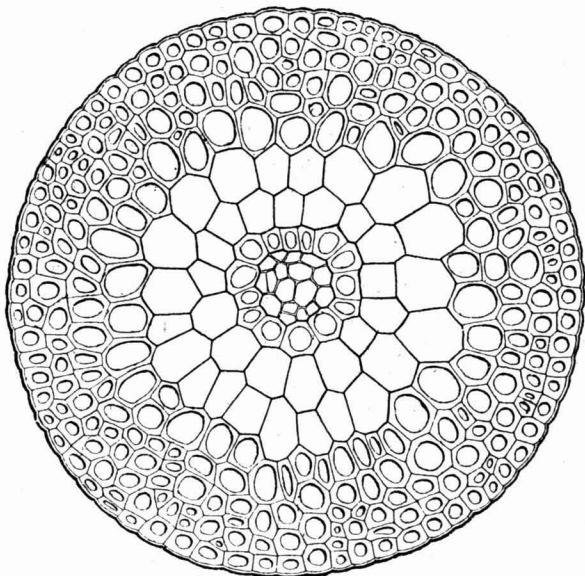


18. kép. Vízz szállító edények a tök szárából.

Az edények hosszanti sejt falán különböző vastagodások láthatók: a) gödör-
késen, b) lépcsősen, c—d) csavarosan, e—f) gyűrűsen vastagodott falúak.
(Erősen nagyítva Belzung után N. T.)

lódjanak, hogy a szállítás munkájába gördülő akadályo-
kat elhárítva azt megkönnyítsék. Emiatt a szállítás
irányában *megnyúlnak*, a szállítás irányára merőleges
sejtfalak vékonyak lesznek, sőt *átlikadnak*, mire a sej-
tek összeolvadva, fuziókat, csőrendszert alkotnak, bel-
sejükben az aktív sejtalkotórészek redukálódnak, a
vakuola, sejtnedv tetemes terjedelmű lesz. Legnagyobb

mértékű az átalakulás a vízszállító sejtekben, amelyek hovatovább teljesen elvesztik élő sejtalkotórészeiket, és mint különféleképpen megvastagodott és megfásodott sejtfalú *edények* szerepelnek. (18. kép.)



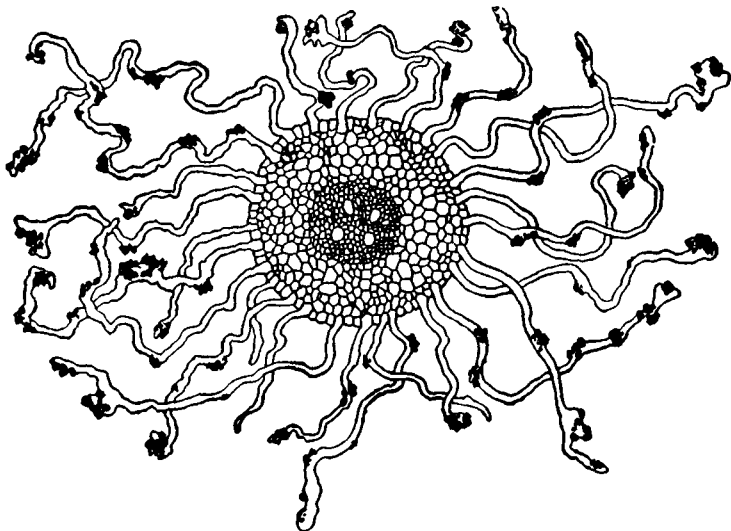
19. kép. Szövetek alakulása egy moha toknyelében.
(*Funaria hygrometrica*.) Középen vízszállítószövet, kerületen szilárdítószövet,
amely a bőrszövethez csatlakozik. Keresztmetszet. (Möller-Berol után N. Sz.)

A víz és általában a táplálóanyagok szállítására szolgáló sejtek és sejtcsoportok differenciálódása azonnal fellép, amint a test terjedelme ezt megkívánja. Megtaláljuk ezeket már a telepes növények és a mohák (19. kép) testében is, de leghatalmasabb fejlettségűek a hajtásos

növények gyökerében és szárában, valamint levélzetében (levélerek) E sejtek és edények összefüggő csoportokat, nyalábokat alkotnak, amelyek részben a talajból felvett vizet osztják el az egész testben, részben a testben készült szerves anyagokat szállítják el a felhasználás vagy raktározás szerveibe. Ezeknek az ú. n. edénnyaláboknak vízszállító részei alkotják pl. a fás növények szárában a fatestet, vagyis a szár tömegének legnagyobb részét. Az ilyen, hasonló célra differenciált és többé-kevésbé alaki szempontból is hasonló sejtek tömegét, amelyek együttesen szolgálnak bizonyos élettani működés elvégzésére, *szöveteknek* nevezzük.

Hasonlóképen igen élesen differenciálódik a növényi testen a felületi sejtek által alkotott szövet is, az ú. n. *bőrszövet*. Ez a szövet az, amely állandóan megtartja az érintkezést a környezettel. Ebben játszódik le a küzdelem a növényi test és a környezet között, miért is a bőrszövet a legtöbb oldalú és a legváltozatosabb szövete a növényi testnek, amely nemcsak az egyes szervek szerint, hanem termőhelyek és az életmód szerint is változó. Általában kétféle bőrszövetet kell megkülönböztetnünk, mégpedig ellentétes élettani működésük miatt. Másféle bőrszövetnek kell kifejlődnie a táplálékfelvevő részen, tehát a gyökéren és másféleképpen a levegőben lévő, tehát párologtató és a gázcserét közvetítő szerveken. E kétféle bőrszövet között lényegében ugyanaz a különbség van meg, mint fentebb a sejtfonal vízbemerült és a levegőbe kiemelkedő részének sejtszelei között. E különbség már csiránövényünkön is észlelhető. Visszatérve csiráztatott paszuly-növényünkre, annak fiatal gyökereit megismerve azt tapasztaljuk, hogy a gyökér csúcsi része mögött a bőrszövet apró, vékony szőrözettel fedett (20. kép.). Ezek a szőrök, az ú. n. gyökérszőrök felszívó képességűek, vagyis ezek a talajvíznek és a vízben oldott sóknak a

felszívására valók. A gyökér és a gyökérágak csúsmögötti bizonyos öve mindig ilyen szőrökkel fedett. Ez a jellemző gyökérbőrszövet (epiblema) tehát felszívó szerepű. Ezzel ellentétben a csiranövény zöld szárának és leveleinek bőrszövege többé nem vesz részt

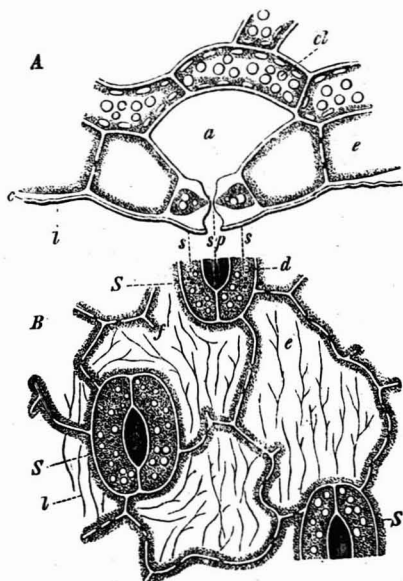


20. kép. A fiatal gyökér szövetei.

A szőrszálak részen készített keresztmetszeten látható a felületi gyökérbőrszövet szőrökké megnyúlt sejtekkel, amelyek talajszemcsékkel tapadnak össze. Középen látható az edénynyaláb, a bőr- és az edénynyaláb között alapszövet foglal helyet (*Frank* után N. T.).

a vízfelszívásban, hanem ellenkezőleg a test vizének elpárologatásában (21. kép.). Ennek a bőrszövetnek (epidermis) sejtjei mint víztartó sejtek szerepelnek és főhivatásuk a vízvesztés szükség szerinti mértékben való korlátozása. Ennek a sejtjeiben feltűnő a bő sejtnedvtartalom, a kifelé erősen megvastagodott sejttal, amely még

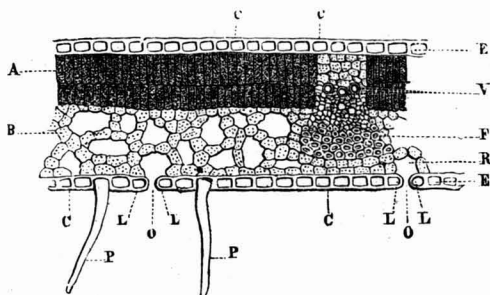
vízáthatlan anyagú (kutinos) hártáival (kutikula) is fedett. Ezenkívül bizonyos segéd szervekkel van ez az epidermis ellátva, amelyek a környezet hatásainak kifejezői. Ezen az epidermisen fejlődnek ki azok az apró, mikro-



21. kép. A levegőnyílás szerkezete a hunyor levelének fonákán. *A)* keresztmetszet, *B)* felületi nézet 300-szor nagyítva, *e)* bőrsajt, *c)* kutikula, *l)* kutikularáncok, *S)* levegőnyílás, *s)* ennek zárósejtjei, közöttük *sp)* légrés, *a)* belső légudvar, *d)* a zárósejtek kloroplasztái, *cl)* az alapszövet kloroplasztái. (Prantl-Pax után N. Sz.)

szkópikus kicsinységű nyílások (*levegőnyílások*, stómák), amelyeken át erőteljesebb párologtatás lehetséges, de amelyek — automatikusan szabályozható nyílások lévén — a párologtatást a szükség szerint változtatni, szabá-

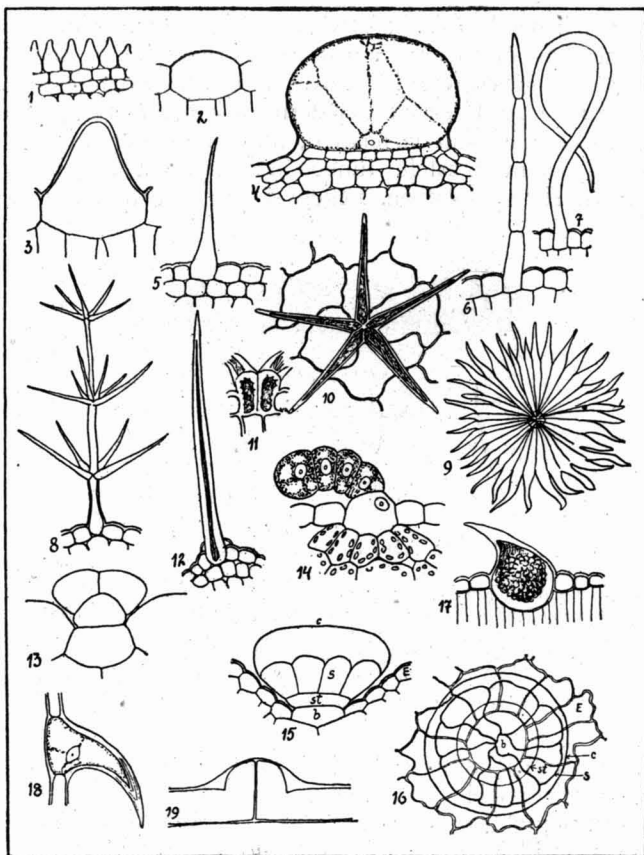
lyozni képesek. (22. kép.) Ugyancsak ezeken a levegőnyílásokon át történik a növény asszimilációs és disszimilációs gázcsereje is, szóval a test szellőztetése is. Másikféle segédszerve az epidermisnek a *szőrözet*. Ez a szőrözet már nem vízfelszívó, mint a gyökér bőrszöve, hanem másféle funkciókat végez a környezet hatásaival kapcsolatban. Legegyszerűbb szőrök a bőrszej-



22. kép. A levél szövetei.

S) a levél színe, I) fonák, C) kutikula, E) bőrszövet, L—L) a levegőnyílást alkotó két sejt (zárosejt), amelyek közötti rés (O) vezet a légudvarba (R). Néhány bőrsajt szőrre nyúlik meg (P). A felső és alsó bőrszövet között kétféle szövet alakul meg, a tömör oszlopos sejtekből álló kloroplasztás asszimiláló szövet (A) és a laza, szellőztető szivacsos szövet (B). Ahol az oszlopos szövet megszakad, látható a levélér keresztmetszete, amelyben edénynyaláb (V) van és ezt a fonák felé rostköteg (F) kíséri. (Emery után N. T.)

tek egyszerű domborodásai, a *papillák*. (23. kép 1—3.) Legelterjedtebb a többféle hosszúságú és sűrűségű vékonysejtfalú, puha *fedőszőrözet*, amely egyszerű, elágazó, csillagszerűen csoportosuló vagy pikkelyszerű elemekből tevődik össze (23. kép 5—11.) és a hőmérséklet hirtelen változásai és a szárító hatások ellen védi a testet. Sokszor víztartó szőrök alakulnak (4). Gyakoriak a vastágsejtfalú, merev és szűrős *sérték* (12), a mérgező nedvet kifecskendező *csalánszőrök*, külön-



23. kép. A szőrök különböző alakja.

1. Papillás szíromepidermis (*Knautia orientalis*); 2. kidomborodó epidermis-sejt (*Trifolium incarnatum*); 3. papillás levélepidermis (*Anthurium leuconeurum*); 4. víztartó hólyagsejt (*Mesembryanthemum crystallinum*); 5. egyszerű fedőszőr; 6. többsejtű fedőszőr (*Hyoscyamus niger*); 7. hosszú,

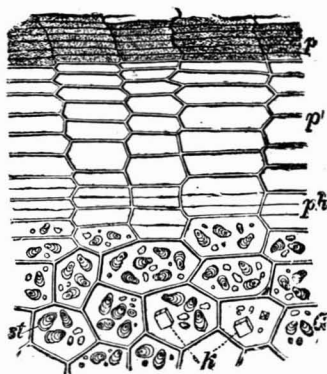
hajlott fedőszőr (*Althaea rosea*); 8. elágazó, emeletesszőr (*Verbascum thapsiforme*); 9. csillagszerű pikkelyszőr (*Elaeagnus angustifolia*); 10. csillagos szőrcsoport (*Althaea*); 11. az előbbi hosszsmetszete; 12. egyszerű serteszőr; 13. emésztőszőr (*Pinguicula vulgaris*); 14. vízkiválasztószőr (*Phaseolus multiflorus*); 15. olajkiválasztó mirigyszőr (*Mentha piperita*); 16. az előbbi felületi nézete: *b*=tartósejt, *st*=nyélsejt, *s*=kiválasztósejt, *c*=kutikula, *E*=epidermis sejt; 17. váladéktartószőr (*Cannabis sativa*); 18. kapaszkodó horgasszőr (*Galium aparine*); 19. érzőpapilla (*Centaurea cyanus* porzószálaról). — 2., 3., 4., 13., 14., 18., 19. *Haberlandt*, 6., 7., 10., 11., 15., 16., 17. *Tschirch*, 8., 9. *Kerner* után, 1., 5., 12. eredeti. (N. Sz.)

bőző váladékot termelő *mirigyszőrök* (13—16.). Ezek nemcsak az anyagcsere melléktermékeit ürítik a szabadba, hanem többféle hasznót is hajtanak, pl. az állati támadások ellen is megvédelmezik a szerveket. A kapaszkodó növényeken *horgasszőrök* szolgálnak a kapaszkodásra, tapadásra (18.).

Egy másik fontos szerepe az epidermisnek, mint felületi szövetnek az, hogy ennek a révén történhetik bizonyos külső ingerek megérzése, felvétele (percipiálása). Így a levelek epidermise szolgál a fény ingerének felvételére, aminek következménye a levelek helyzetváltoztatása, mozgása a legkedvezőbb fény mennyiség elnyerése végett. Ez a fényérző epidermis lencsealakú sejtek sorát képviseli (23. kép 2—3.). A mechanikai, érintési ingerek felvételére is gyakran megalakulnak érzősejtek, mint a kacsokon, kapaszkodó szerveken, a búzavirág porzóin (19.).

Az epibléma és az epidermis, a bőrszövet e két formája csakis azokon a testrészekben található meg, amelyeken e kétféle bőrszövet még hivatását teljesíteni tudja, tehát az epibléma a fiatal gyökérvégeken, az epidermis a zöld szár és levélrészekben. Az idősebb gyökereken, idősebb szárrészekben, különösen a földbeli szárazokon és a talajfeletti fásodott szárazokon a bőrszövetnek már csak az a hivatása marad, hogy részben a párologtatást teljesen megszüntesse, részben a külső mechanikai és fertőződések infekciós ártalmak ellen vé-

delmezze ezeket a részeket. Erre már az epiblemma és az epidermis nem való. Ez el is pusztul az illető részek vastagságbeli növekedése folyamán, de helyette a felületen új bőrszövet (másodlagos bőrszövet) keletkezik, amely para-anyagú sejtek szövete (parafa). Ez az idővel elhaló, levegővel és váladékokkal teli parabőr borítja a fásodott gyökereket és szárazakat, mint azok héj-



24. kép. A parabőr metszete (burgonyahéj).

Legkívül idős paraszövet (*P*), lejjebb új szövet (*P'*) látható, amely a para-képző réteg (*Pb*) termelése. Az alapszövetben (*G*) keményítőszemcsék (*st*) és fehérjekristályok (*k*) láthatók. (Wiesner után N. T.)

kérge. Ez a szövet belülről állandóan új szövetelemekkel pótlódik, kívül lehántódik és mint levegőtartó víz-áthatlan szövet kiválóan betölti izoláló szerepét. Könnyen meggyőződhetünk erről, ha megmérünk néhány friss burgonyagumót. Ha ezek egyikének héját bemetszük, úgy ez súlyából folyton veszíteni fog, mert vize elpárolog, míg a sértetleneké nem. (24. kép.)

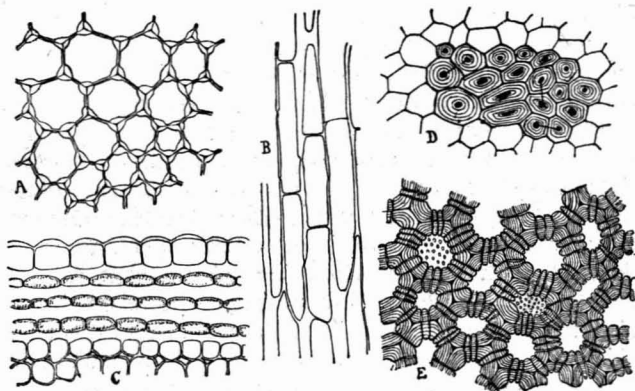
A szállító és a bőrszöveten kívül azonban még egyéb differenciálódások is lefolynak a test belsejében.

Általában *alapszövetnek* szoktuk nevezni azt a szövetet, amely a bőrszövet és a szállítószövetek között helyet foglal. Ez az alapszövet az, amelyben az anyagcsere többi folyamatai lejátszódnak. Mindenekelőtt a fényérte részek (fiatal száraz, levelek) bőre alatti alapszövet alkalmas a fényenergia átalakítására, a szénasszimilálásra. Ezek zöld szintestecskékkel telt sejtekből állanak és az asszimiláló-alapszövetet alkotják (22. kép *A.*). A mélyebben fekvő alapszöveti részek viszont alkalmasak az átalakított táplálóanyagok felhalmozására, tehát, mint raktározó szövetek alakulnak meg, szénhidrátokat (keményítő, cukor), zsírokat (olajokat), fehérjéket tartalmaznak. (24. kép *G.*) Különösen a raktározó szervekben (gyökök, gumók, hagymák, magvak) belsejében alakulnak meg nagyobb tömegben ezek a raktározó alapszövetek, amelyek sejteiben tehát a passzív tartalmi részek uralkodók. Sejt-faluk vékony, hogy ezek az anyagok oldott állapotban könnyen átszivároghassanak és felhasználhatók legyenek, amint a szükség azt megkívánja. Bizonyos növények, és pedig a száraz termőhelyen élők vizet is raktároznak; ezekben az alapszövet mint vízgyűjtőalapszövet alakul meg, mint pl. a pozsgás növényekben (kaktuszok, agavék, varjúhájfélék stb.). Az anyagcserével szorosan kapcsolatos azonban a felesleges anyagok, az anyagcsere melléktermékeinek, váladékoknak kiküszöbölése is az anyagcsereforgalomból. Ezt a hivatást a szűrőkön kívül az alapszövet végezi. Az alapszövet bizonyos sejteiben, sejtcsoportjaiban gyűlik meg ez a váladék (illó olajok, gyanták, mézgák, kristályos anyagok, mint sóskasavas mész stb.) és vagy benn marad izoláltan a parás sejt-falú *váladéktartó-sejteknél*, vagy pedig kiürül a sejtek között a sejt-falak szétválása, elszakadása vagy feloldódása révén keletkező ún. *sejtközi járatokba*, amelyek sok esetben a test felületére vezetnek, ahol a váladék-

kok ki is ürülhetnek (pl. gyanta, mézga). Ezek az említett módon keletkező sejtközütti járatok azonban, mint az alapszövetben mindenütt megtalálható alakulások, igen fontos hivatást töltenek be a test belsejének szellőztetése szempontjából is. Mivel a környező levegővel csakis a bőrszövet sejtjei érintkeznek közvetlenül, a test belsejében lévő sejtek teljesen elvolnának zárva a levegőtől, pedig ezeknek a sejteknek a lélekzéséhez és vízpárolgatatásához a levegővel való közvetlen érintkezés életfeltétel. Ezen olyképen segít a növény szöveteinek kialakulása révén, hogy a sejtek végleges nagyságuk elérése közben egymástól helyenkint elválnak, miáltal sejtközütti üregek, járatok keletkeznek, amelyek egymással összefüggésben maradnak és csatlakoznak a bőrszöveten kialakuló levegőnyílásokkal. Ilyképen összefüggő szellőztetőrendszer keletkezik, amely a test belseje és a felület között a gázcserét biztosítja és a levegőnyílások működése révén azt szabályozza is. A levelek szerkezetében pl. a levél színe felé eső alapszövet mint *asszimiláló*-alapszövet alakul meg, viszont a levél fonákja felé eső alapszövet mint szivacsos, sejtközütti járatokkal átszőtt *szellőztető* szövet szerepel. Emiatt alakulnak meg a levegőnyílások is a levél fonákjának bőrszövetén és nem a levél színén (22. kép.).

A test terjedelmének növekedése azonban még egy igen fontos hivatást ró az alapszövetre, mégpedig a test *szilárdságának biztosítását*. Kisebb terjedelmű testben maga a sejtfalas szerkezet és a sejtek duzzadt állapota elégséges a merevség és a szilárdság fenntartására, azonban erőteljesebb testformákban, különösen, ha az a testrész a levegőben van és nem a vízben, a szilárdságról belső vázrendszerrel kell gondoskodni. Ebből a célból jönnek létre erőteljesen megvastagodott sejtfalú sejtekből álló *szilárdító szövetek*, amelyek részint mint

egyenletesen vastag sejtcsoportok (*kősejtek*, sklerenhima-sejtek), részint mint hosszúra nyúlt, kábelszerűen kötegeket alkotó *rostok* helyezkednek el és élő tartalom nélküli szöveteket alkotnak, részint pedig csak mint részben sarkosan vagy lemezesen vastagodott, nyúlásra és a növekedés követésére alkalmas élő *kollenhima*-szövetek alakulnak meg (25. kép.). Ezek szol-



25. kép. Szilárdító sejtekből alakult szilárdító szövetek.

A) sarkos kollenhima keresztmetszete, B) ugyanannak hosszsmetszete, C) bórszövetréteg és alatta lemezes kollenhima rétegek, D) rostköteg keresztmetszete, E) sklerenhima keresztmetszete. (B. *Haberlandt* után, a többi eredeti N. Sz.)

gáltatják a növénynek a nagy terhet bíró oszlopos-szilárdságot, ezek biztosítják a hajlékonyságot, rugalmasságot és akadályozzák meg a testrészek összeroppanását, megtörését, beszakadását és szétszakítását, tehát az állati test porc és csontszövetét helyettesítik. E szövetek elrendeződése az egyes testrészekben a követelményeknek legmegfelelőbb módon építési pontossággal történik.

A szövetek differenciálódásával kapcsolatban még csak azt a jelenséget kell kiemelnünk, hogy a test belsejében gondoskodásnak kell történnie a szövetek pótlásáról is. Már az embrió fejlődésével kapcsolatban megállapítottuk, hogy az embriónak a petesejt osztódásából keletkező teste osztódóképes, embrionális sejtekből áll, amely sejtek a növekedéskor elérik végleges nagyságukat és bizonyos feladatot töltve be, eszerint érik el végleges alakjukat. A végleges alakjukat és nagyságukat elért sejteket állandósult sejteknek nevezzük, amelyek állandósult szöveteket (bőrszövetet, szállítószövetet és alapszöveteket) alkotnak. A szárnak és a gyökérnek csúcsában helyet foglaló sejtek azonban nem állandósulnak, hanem állandóan megtartják osztódó képességüket, vagyis ezeknek a szerveknek a csúcsán állandóan keletkeznek új sejtek, új szövetek, amelyek hozzácsatlakoznak az előbb megalakult állandó szövetekhez. Ezen ú. n. *tenyészőcsúcsok* révén tehát új szövetek keletkeznek és a test hosszanti irányban növekedik, sőt a tenyészőcsúcs felületén keletkező dudorokból új testrészek (szárágak, levelek) is alakulnak. A tenyészőcsúcs *osztódó szöve*te azonban nemcsak olyan sejteket hoz létre, amelyek állandósult szövevé alakulnak, hanem létrehoz olyan sejteket is, amelyek nem állandósulnak, hanem az egyes szövetek között, pl. az alapszövetben, vagy a szállítószövetben (edénynyalábban) megtartják osztódóképességüket. Ezek az osztódó (*merisztéma*) szövetrészletek tehát mintegy összekötő kapcsolatot alkotnak a gyökér és a szár tenyészőcsúcsa között a test belsejében. Ezek osztódásának az lesz az eredménye, hogy a test belsejében új szövetek keletkeznek, amelyek a test *vastagságát* gyarapítják és felváltják munkájukban a már elöregedett szöveteket és párhuzamosan a test tömegének gyarapodásával a szükséges mértékben növelik a megnövekedett igény-

hez képest a szükséges szövetek mennyiségét. Ezeken az ú. n. elsődleges osztódó szöveteken kívül azonban szükség szerint maga az alapszövet is átalakulhat osztódó szövétté, mint például az epidermis elpusztulása után az epidermis alatti alapszövet osztódásából keletkezik új osztódó szövet (*másodlagos merisztéma*), amely a felületet borító paraszövetet, majd a héjkérget hozza létre és ennek lehulló, leváló részeit folytonosan pótolja (24. kép *ph.*).

Végeredményben a differenciálódásnak nemcsak az a következménye, hogy a test különböző hivatású és alaki sajátosságú szervekből és szövetekből van felépítve, hanem az is, hogy ezek a szervek és szövetek különböző életkorúak is. Eszerint egy 50 esztendősnél csak a törzse és ennek is csak a legbelső szövetei ötven esztendősek, ellenben idei hajtásai és a szár legkülső szövetei még nem is egy esztendősek. A kettő között sorjában megtalálhatók fokozatosan az egyes évjáratoknak megfelelő testrészek, illetőleg szövetek.

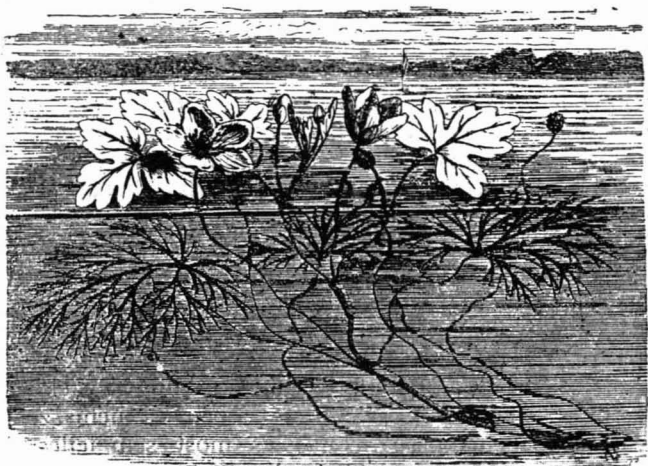
Szervezetbeli és alkalmazkodásbeli jellemvonások.

A csirázás és fejlődés megfigyelésekor megállapítottuk, hogy a környezet külső hatásaira a növényi szervezetek nem azonosan és egyformán reagálnak, hanem a testalakulásnak számtalan formájában a reakciónak igen sokféle módja mutatkozik. Fel kell tételeznünk tehát, hogy minden egyes szervezet-típusnak, sőt növényfajnak, nem ritkán az egyes egyéneknek is oly *belső* tulajdonságokkal kell rendelkezniök, amelyek a reakciók mikéntjének szabnak határozott irányt. A testalak, a szervezet szerveinek működése és össz-

működése e belső és külső hatások együttes szerepének eredményei. Amíg az élettelen anyagra a környezet hatásai korlátozás nélkül érvényesülnek, azok egyszerűen ki vannak szolgáltatva a környezetnek, a fizikai és kémiai törvények könyörtelen szükségképeni érvényesülésének, addig az élő szervezet nemcsak arra képes, hogy működése egységének, épségének harmóniáját fenntartsa, hanem arra is, hogy ezt a megzavart épséget, egyensúlyi helyzetet regulációk, szabályozó jelenségek segítségével helyreállítsa, vagy új, a megváltozott hatásoknak megfelelő egyensúlyi helyzetet állítson elő, vagyis a szükségképeni törvényszerűségeken kívül *célszerűség* is megnyilvánul. Például a táplálkozásban egyensúlynak mondható az a helyzet, amikor az asszimiláció (testanyagalakítás) teljesen fedi a disszimilációt (anyagelhasználást). Ha bizonyos külső hatásokra az asszimilálás mértéke alábbhagy, úgy az a veszély fenyegeti a növényt, hogy felemészítve saját testanyagát, éhenpusztul. Ekkor bizonyos regulációkkal (pl. a szervek helyzetváltoztatásával, új asszimiláló szervek képzésével stb.) igyekszik az asszimilálást fokozni. Ehhez hasonló jelenségek egész sora, mint látni fogjuk, azt bizonyítja, hogy a növényi szervezet részben a külső hatások összességéhez, részben egy-egy külön hatásnak megfelelően rendezkedik be, vagyis röviden *alkalmazkodik* a környezethez.

A szervezet alkalmazkodásának belső, irányító hatások nélkül az volna az eredménye, hogy teljesen azonos életkörülmények között csakis teljesen azonos külső megjelenésű és szerkezetű növények élneek. A tapasztalat ellenben azt bizonyítja, hogy az elődöktől örökölt belső, úgynevezett *szervezetbeli* (organizációs) *jellemvonások* azok, amelyek a növény jellemvonásainak alapját, gerincét adják. Ilyen szervezetbeli jellemvonás pl. az árvacsalán szárának négszögletessége és leveleinek ke-

resztben-átellenes helyzete, amely az egész Labiatae-családra jellemző, vagy a kömény ernyővirágzata (Umbelliferae-család), az ebtejfűfélék tejnedvtartalma stb. Ezek a szervezetbeli jellemvonások a növényország fejlődéstörténete során alakultak meg, miért is az egyes növények megegyező szervezetbeli jellem-



26. kép. A vízi boglárka
alámerült levelei sallangosak, felszínen úszó levelei csak karélyosak.
(Emery után N. T.)

vonásai a növények rokonságaira, viszont az alkalmazkodásbeli jellemvonások, mint az életkörülmények folyományai, a termőhelyre és életmódra engednek következtetni. Alkalmazkodásbeli jellemvonás, hogy bizonyos növények (pl. a vízi boglárkafélék) vízben sallangosan szeletelt leveleket fejlesztenek, levegőn azonban ép vagy legfeljebb karélyos leveleket (26. kép.). Ismerünk

viszont vízben élő virágos növényeket (pl. Ceratophyllum, Myriophyllum), amelyek *csak* alámerülten élnek és csakis sallangos levelűek. Ezekről fel kell tennünk, hogy az alkalmazkodásbeli jellemvonásból az idők folyamán szervezetbeli jellemvonás lett, vagyis, ami ezzel közelítően egyértelmű, hogy a szerzett tulajdonságok némelyike átöröklődővé vált, mégpedig akkor, ha az alkalmazkodásbeli tulajdonságokat kiváltó hatások folytonosan hatnak generációkon keresztül.

A megítélés szempontjából kétféle alkalmazkodásbeli jellemvonást kell megkülönböztetnünk. A vízi boglárkának az a sajátsága, hogy vízben sallangos, levegőn ép levelet fejleszt, arra mutat, hogy ez az alkalmazkodása, amikor a vízben levelei sallangosakká lesznek, a külső hatás megszűntével eltűnik, vagyis az ilyen alkalmazkodásbeli sajátság *visszafejlészthető* (reverzibilis). A kacsokkal kapaszkodó növények ellenben minden körülmények között kifejlesztik kacsákat, akár van mibe kapaszkodniuk, akár nincs. Tekintettel arra, hogy a kacsok átalakult szár vagy levélképletek, sőt levélrészletek, valószínű a feltevés, hogy ezek a kacsok az ősidőkben alkalmazkodásbeli és nem szervezetbeli jellemvonások voltak és most sem fejleszthetők vissza (irreverzibilisek). Közelfekvő a gondolat, hogy általában a most már irreverzibilis alkalmazkodásbeli jelenségek hajdan reverzibilisek voltak, de a folytonos hatás és az átöröklés révén irreverzibilisekké lettek és mint ilyenek époly szilárd sajátosságai a szervezetnek, mint a szervezetbeli jellemvonások. Az irreverzibilis alkalmazkodásbeli tulajdonságok és a szervezetbeli tulajdonságok között végül csak azt a különbséget állapíthatjuk meg, hogy a mi *felfogásunk* és *belátásunk* szerint valamely tulajdonságnak meg tudjuk-e állapítani az okát vagy a célját, röviden célszerűségét. Ezen a téren természetesen a természetbúvár könnyen átcsap

a spekuláció terére is. Azt például könnyen megmagyarázzuk, hogy az erőteljes szőrscuhával fedett növényi test sikeresebben áll ellent a kiszáradásnak, mint a csupasz, viszont az is természetes, hogy a pozsgásszárú vagy levelű növények (kaktuszok, agavék, kövirózsák, varjuhájfélék) testükben sok vizet képesek felhalmozni, tehát sikerrel élik át a száraz időszakot, de azt, hogy *miért* van az árva csalánnak négyszögletes szára, vagy *miért* van az akácának *szárnyasan* összetett, a vadszőlőnek pedig *tenyeresen* összetett levele, külső hatásokkal magyarázni nem tudjuk. A kísérletek hatalmában csak a reverzibilis alkalmazkodásbeli jelenségek állanak; az irreverzibilisekre vonatkozóan csak kevés útmutatást adnak. Viszont a beteg vagy rendellenes fejlődések gyakran abban az irányban is értékes bizonyosságot szolgáltatnak, hogy valamely szervezetbeli sajátság az összehasonlító morfológia szempontjából miképpen értékelhető (homológizálható), mert ezekben az esetekben gyakran az irreverzibilis sajátságok, a módosult szervek is eredeti alakjukban jelennek meg, sőt némely szervezetbeli sajátságról is megállapítható, hogy őseredetileg alkalmazkodás révén jött létre.

A belső alakító sajátságok.

Azok a szervezetbeli jellemvonások, amelyek nyilvánvalóan semmiféle külső okra vissza nem vezethetők, kétségtelenül oly irányító, alakító erők működésére utalnak, amelyek a szervezetnek belső tulajdonságaiban rejlenek. Már az az egyszerű tapasztalat, hogy ugyanazon külső hatásra másféleképpen felelnek az egyes növényfajok, arra mutat, hogy a felelés mikéntjét belső sajátságok irányítják. E belső hatások kiinduló pontja és székhelye ugyanaz kell hogy legyen, amely minden

életműködésnek székhelye, vagyis maga a sejt teste, a protoplazma. Minden egyes növényfajnak protoplazmája fajilag különböző. De nemcsak ilyen *fajplazma* állapítható meg, hanem «egyéni plazma» is, mert hiszen az egyes egyének reakcióképességében és módjában bizonyos különbségek érvényesülnek. De vannak az egyes fajok plazmái között egyező vonások is, amelyek a fajokat magukban foglaló magasabb rendszertani egységekre jellemzőek.

Nem bocsátkozhatunk annak a fürkészésébe, hogy a növényvilág keletkezésétől kezdve mai kifejlődéséig miképen különülhetett el az a megszámlálhatatlan sokaságú faj, illetőleg fajplazma. Csak a mai állapottal számolva azt kell megállapítanunk, hogy ez az elkülönülés megtörtént és hogy az ilyképen specializálódott fajplazmák konstitúciója az utódokra átöröklődik. Azt nem tudjuk semmiféle külső hatással elérni, hogy valamely növény spórájából vagy magvából más növényfaj keletkezzék, legföljebb annyira nyulhatunk bele a fejlődés menetébe, hogy a külső hatások megváltoztatásával bizonyos tulajdonságokat felszínre juttathatunk akkor, ha annak alapjai az illető fajplazmában, bár elrejtve is, megvoltak. Hasonlóképen keresztezésekkel (két faj ivaros keverésével) azt is el tudjuk érni, hogy a fajplazma konstitúcióját megzavarjuk és megváltoztassuk, de ismét csak oly mértékben és minőségben, amint azt a két összekevert fajplazma konstitúciója megengedte.

A bennünket érdeklő belső jellemvonások közül azokat emelhetjük csak ki, amelyek a növények életmódjával vannak szorosabb kapcsolatban. Ilyen mindenekelőtt a növényi szervezet *változékonysága* (variabilitása), amely egyik fő oka annak, hogy a növény alkalmazkodásra képes.

A változékonyságot a mindennapi tapasztalat iga-

zolja. Ugyanazon növényfaj egyénei között is találunk mindig különbségeket, sőt ugyanazon faj azonos testrészei között is, vagyis *ugyanazon* *anya* magvaiból származó utódok sem *teljesen* azonosak, még akkor sem, ha a keveredést öntermékenyítéssel zárjuk ki. Ezek a különbségek (variációk) nemcsak abban nyilvánulnak meg, hogy az utódok a szülők bizonyos jellemvonásait nagyobb mértékben tüntetik fel (mennyiségi variáció), hanem esetleg abban is, hogy új jellemvonások lépnek fel bennük, vagy egyes jellemvonások el is maradnak (minőségi variáció). Ez a variációs képesség (variabilitás) *belső* tulajdonság, bár a különbségek tényleges fellépése sokszor külső okokra vezethető vissza. Így pl. a lombos fák leveleinek alakja és nagysága attól a helyzettől függ, ahová a levél a fejlődés során került, vagy pl. ugyanazon növénynek táplálékdús vagy táplálékban szegény helyre kerülő magvaiból bujább, illetőleg csenevészebb egyén fejlődik ki, a nedves helyen növő más sajátságú lesz, mint a szárazabb helyen növő. Ezek a *modifikáció*-nak nevezett, tehát a külső hatásokra fellépő variációk tulajdonságai általában nem öröklődők, de kiinduló pontjai lehetnek egyes lassankint és fokozatosan szilárduló alakoknak, amint fenntebb a reverzibilis alkalmazkodásról megállapítottuk. Némely esetben megfigyeltek külső hatásoktól függetlenül is fellépő variációkat, vagyis a szülőnövény többi utódjától azonos életmód között is eltérő utódokat, az ú. n. *mutációkat*, továbbá a fajkeveredésből származó *kombinációkat*, amelynek protoplaszma-konstitúciója megváltozott és az életmódtól függetlenül keverednek bennük a szülők jellemvonásai. Ezek és ezek utódainak sajátságaival egy egész külön tudomány, az *örökléstan* foglalkozik.

A belső alakító sajátságok sorában jelentős szerepet játszik a növények életében a változékonyságon

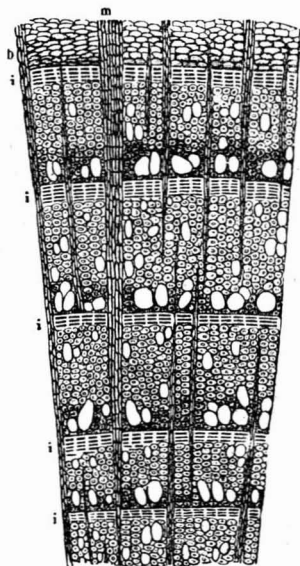
kívül az *időszakosság* is, vagyis a fejlődésben és működésben jelentkező térbeli és időbeli sorrend, egymásra következős.

A testrészek kialakulásában mutatkozó sorrendet már tapasztaltuk akkor, amikor a paszulymagot csiráz-tattuk. Ekkor is megállapíthattuk azt, hogy minden egyes paszulymag embriójának legelőször is a gyökere kezd megnyulni és kialakulni, azután következik a rügynek hajtássá fejlődése. Ezen a hajtáson is a levelek bizonyos sorrendben, bizonyos egymásutánban és időrendben fejlődnek ki. Ha felneveljük a palántát, végezetül azt tapasztaljuk, hogy bizonyos mennyiségű levél kifejllesztése után következik a virágzás időszaka, amikor megjelennek az egyes virágok, majd ezekből fejlődnek a termések és ezekben a magvak, majd a magvak megérlelése után bekövetkezik a növény elhalása, elpusztulása. A csirázás időszaka után következett tehát az az időszak, amikor a fenntartó szervek alakultak ki és ezek táplálkoztak (vegetatív testfenntartó időszak), majd ezután következett be a szaporodó szervek (virág, mag) megalakítása, vagyis a szaporító (fajfenntartó reprodukció) időszak és végül a halál. Ezeket az egyes időszakokat pontosabb megfigyelésekkel még tovább is lehet részletezni. A hajtás növekedésében és fejlődésében p. o. a csiralevelek után sorrendben jelentkeznek az egyes levéltájak pontos egymásutánban, előbb az allevelek, majd a lomblevelek, végül a fellevelek, amelyek után a virág leveleinek szintén sorozatos kialakulása következik. Kísérleti úton az egyes időszakok sorrendje nem változtatható meg, legfeljebb időtartama. A nyugalmi időszak természete arra mutat, hogy eredetileg külső hatásokra állott be, de viszont az a sajátossága bizonyos növényi részeknek, hogy ilyen nyugalmi időszak eltöltésére, vagyis inaktív állapotú kitartásra képes, kétségtelenül belső, és pedig a proto-

plazmának a sajátsága. A nyugalmi időszak akkor következik be, ha a külső körülmények nem kedvezőek az aktív működésre. Ilyen az aktív működést akadályozó külső körülmény gyakran bekövetkezik, mert a külső körülményeket, hatásokat szolgáltató klíma maga is változó. Ha a növény változó klímában él, életét csakis olyképen tudja fenntartani, ha önmaga is alkalmazkodik a változásokhoz. Ha a klímában az élethez kedvező és kedvezőtlen körülmények váltakoznak, úgy a növénynek is olyképen kell berendezkednie, hogy a kedvezőtlen időszakot (szárazság, alacsony vagy magas hőmérséklet) inaktív állapotban élje át. E célból vagy feladja testének épségét és maga elhalván csak inaktív állapotú spóráiban vagy magvaiban (utódaiban) folytatja az életet vagy pedig külön kitartó szerveket hoz létre és az aktív állapotúakat elveti magától (pl. lombhullás). Hasonló, nyugalmi időszakokkal váltakozó időszakos fejlődés mutatkozik a test belsejében is az egyes szövetek kialakulásában, amikor azok is határozott egymásutánban és sorrendben jelennek meg, szükség szerinti nyugalmi időszakokkal megszakítva. Innen van pl. a mi lombos fáink fatestében megkülönböztethető gyűrűs szerkezet, amelyben a középpont körül futó sokszor élesen elhatárolt pászták különböztethetők meg és ezek keletkezése pontosan kapcsolatba hozható a bővizű (tavaszi), a szárazabb (nyári) és víztelen (téli) klímaváltozásokkal. Ez utóbbi időszakban a szövetkeletkezés (a fatörzs inaktív állapotában) szünetel, míg a tavaszi és a nyári szövet egységes gyűrűt (évgyűrűt) alkot, az első tágüregű szövetelmekből áll, amelyek fokozatosan szűkülnek a nyári pásztában (27. kép.).

Az időszakos jelenségeken kívül a testfejlődés belső irányításában tapasztalható még az a jellemvonás is, hogy minden egyes testrésznek bizonyos helyzetbeli viszonylagos sajátsága van. Az embrióról megállapított-

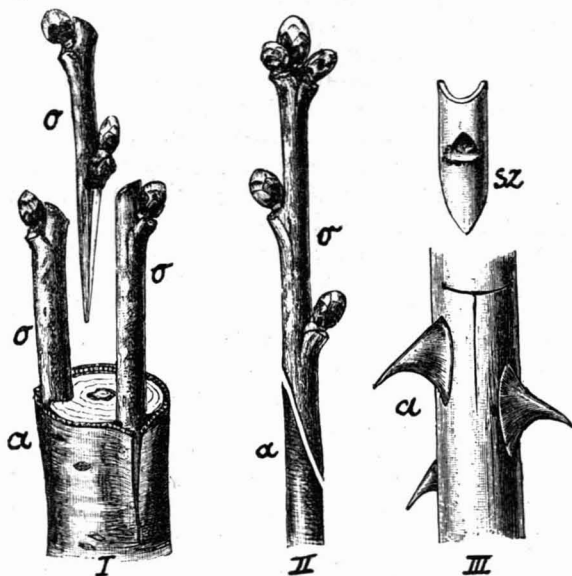
tuk, hogy annak egyik csúcsából a gyökér, másik csúcsából a szár fejlődik ki, vagyis az embriónak szár-csúcsa és gyökércsúcsa van. Ez a két rész már akkor elkülönül, amikor a petesejtben az első sejtfal kettéosztja a sejtet, de megmarad ez a csúcscellentét a



27. kép. A bukkfág keresztmetszetének részlete
 m = bélsugár, τ = évgyűrűk határa, b = bálns. (Frank után N. T.)

későbbi fejlődési fokozatokban is, mint ú. n. *polaritás* jelensége. Még a kifejlett növényen is az egyes szárdarabokon megkülönböztetendő a gyökér felé eső rész (gyökérpólus) és a szárcsúcs felé eső rész (szárpólus), amelyek ellentétes természete szétadaraboláskor is észlelhető épen úgy, mint a szétdarabolt mágnesvasrúd

darabjain is a pozitív és a negatív csúcs. A kivágott szárdarab szárcsúcsából rügyek (hajtások), gyökércsúcsa felé eső részéből pedig gyökerek erednek, sőt a gyökérdarabok szárcsúcsából is fejleszthetők rügyek.



28. kép. A transzplantáció módjai.
I. oltás, II. párosítás, III. szemzés. — *a* = alany, *o* = nemeság vagy oltóvessző, *sz* = szem. (Strasburger után a bonni tankönyvből. N. Sz.)

Növényi részek átültetésekor (transzplantáció), pld. oltás-kor is az alany szárcsúcsára a nemeság darabjának gyökércsúcsát kell illeszteni, mert a szárcsúccsal a szár-csúcs nem növekedik össze (28. kép). Kísérletileg igazolt, hogy az azonos csúcsok vagy egyáltalában nem, vagy beteges tünetek között nőnek össze, míg az ellentétes

csúcok összeforradása akadály nélkül történik meg. Az egyes testrészek között eszerint bizonyos viszonyosság észlelhető, amely viszonyosság még élesebb az ú. n. *korrelációs* jelenségekben. Ismeretes tünetény pl. az, hogy a visszametszett, sőt lombjától teljesen megfosztott fán új lombozat jelenik meg. Ez csak olyképen lehetséges, hogy a fának tartalékrügyei vannak, amelyek tavasszal, lombfakadáskor nem fakadtak ki, ellenben, ha a kifejlődött hajtások bármi okból elpusztulnak, ezek a tartalékrügyek pótolják az elvesztett hajtásokat és helyreállítják a szervezet működésének folytonosságát és zavartalanságát. Megállapítható ellenben az is, hogy az egyes szervek egymásra bizonyos hatást gyakorolnak olyképen, hogy vagy egymás nagyságát vagy mennyiségét befolyásolják. A szár tenyészőcsúcsa állandó növekedése folyamán pl. állandóan hoz létre új leveleket. Ha a tenyészőcsúcs zavartalanul működik, a létrejött levelek bizonyos nagyság elérése után beszüntetik további működésüket. Viszont, ha a tenyészőcsúcsot eltávolítjuk, az előbb létrehozott levelek tovább növekednek, nagyobbakká fejlődnek, mint akkor, ha a tenyészőcsúcs ottmaradt volna. Ez esetben a régi levelek nagyobbá fejlődésükkel egyenlítik ki azt a hiányt, amit az új levélkeletkezés elmaradása okozott.¹ Ez a mennyiségi viszonyosság (kvantitatív korreláció, kompenzáció) igen sok esetben akcióba lép mint *regulációs* jelenség. Másféle jelenség az, amit a csúcshajtásától megfosztott fenyőfákon tapasztalunk. A fenyő oldalágai abban az esetben, ha a csúcshajtás jelen van, oldalsó irányban (diageotróposan) növekednek. Ha a csúcshajtást eltávolítjuk, a legfelső ágörv egy vagy több oldalága felfelé görbül és függőlegesen (negatív-geotróposan) növekedik. A csúctság

¹ Azért csipdesik le a kertészek a *Chrysanthemum* oldalsó bimbóit, hogy a csúcsvirág nagyobbra fejlődjék.

tehát jelenlétével irányította az oldalágakat diageotropos irányú növekedésre. Amint a csúcság hatása megszűnt (eltávolított), az oldalág is negatív-geotroposan (a földtől felfelé) növekedik, vagyis a csúcság minőségileg befolyásolta az oldalágat (kvalitatív korreláció, alteráció). Ez utóbbi példája a viszonyosságnak átvezet bennünket azokra a sajátosságaira a növényi szervezetnek, amikor az a szervezet testi épségét valamely elpusztult testrész kipótlásával állítja helyre, a szervezetet kiegészíti (restitucio) igen nagyfokú *viasszerzőképessége* segítségével. Ennek a kiegészítésnek számos módja van. Némely esetben a sebhelynek szövetei új osztódás révén pótolják ki a hiányt (reparáció), mint a telepes növényeken gyakran tapasztalható vagy a száraz növények embrióin, tenyészőcsúcsain is. Elterjedtebb az az eset, amikor a sebhely közelében alakuló hegesztőszövet (kallus) a kiinduló pontja a pótlószerv képződésének vagy pedig a seb közelében tartalék, eddig ki nem fejlett dudorok, esetleg járulékos szervek alakulnak (regeneráció). Erre számos példa akad a mindennapi tapasztalatainkból, mint a «meggyökereztetett» ágak, dugványok esetében, amikor a «szár» kiegészítődik gyökerekkel teljes növénygé, vagy, amikor a tövig levágott növény szártövén, gyökerén járulékos rügyek és ezekből új hajtások alakulnak. Ezek a *járlékos* (adventiv) szervek (rügyek, gyökerek) nem egyebek, mint az élet megkövetelte helyen és időben létrejött új szervek, amelyek tehát nem a tenyészőcsúcsból keletkeztek, mint a *normális* szervek.

A növények élettartama.

Az időszakosság a növények életében szoros kapcsolatban van a test életkorával, vagyis azzal az élettartammal, amely a csirázástól az egész test elhalálásáig eltelik. Az élettartam megítélésében irány-

adó a vegetatív és a reprodukív időszakok váltakozása és összefüggése a klíma időszakosságával. A paszuly esetében azt tapasztaljuk, hogy a paszulynövény *vegetatív és reprodukív időszaka* tavasztól őszig tart, vagyis a klíma *egyetlen vegetációs ciklusát* tölti ki, amelynek végeztével a növény elhal. A paszuly tulajdonsága tehát egyrészt az volna, hogy az egyén csak *egyetlen egyszer* virít, vagyis a vegetatív periódus után következő reprodukív periódus lezárja a növény életét, másrészt pedig jellemző az is, hogy ez a két periódus a klímának *egyetlenegy vegetációs ciklusában* folyik le, vagyis a növény maga nem éli át a klíma két vegetációs ciklusa közé eső téli időszakot. Az áttelelést csakis a mag végzi, amely a következő tavasszal új életet kezd. A paszuly tehát *egyszervirító, egyényári* (egyciklusú) növény. Hasonlóképpen viselkedik például a kender, len, dohány, mák stb. Ezen egyényári növények között azonban több olyan is van, amelyek élete nem tölti ki az egész klimaciklust, hanem sokkal rövidebb ideig tart, miért is van eset arra, hogy ugyanabban a ciklusban több generáció élete is lefolyhat egymás után. Ezek az *efemer* életű növénykéek, amelyek közül közönségebb pl. a gyöngye csillaghúr (*Stellaria media*), rendszerint kora tavasszal kelnek ki és néhány hét vagy néhány nap alatt el is végzik egész életüket. Ettől eltérő időszakosságot tapasztalunk pl. a sárgarépan. Ennek a magvai is tavasszal csíráznak, a csiranövény palántává fejlődik, anélkül azonban, hogy magas hajtásba nyulnék meg. Ehelyett a rügyből a talaj felett sűrű levélrózsa alakul, továbbá a palánta gyökere indul erőteljes fejlődésnek, vaskosan megvastagodik és a levélrózsa leveleiben keletkező táplálóanyagok a *gyökérbe* vándorolnak és abban halmozódnak fel pl. cukor alakjában. A növény ebben az alakjában éli át az egész *első* vegetációs ciklust. A következő év tavaszán, vagyis

a klíma *második* vegetációs ciklusának kezdetén a levélrózsa rügyéből hosszúhajtás fejlődik, amely virít, nagyrészt felhasználva a gyökér táplálóanyagait, termést érlel. Vagyis a reproductív időszak a klíma második ciklusába esik. Ilyen *egyszervirítő, de két-nyári* (kétciklusú) növények pl. répafélék, amelyek valamennyien még abban is eltérnek az egyciklusú növényektől, hogy amíg az egyciklusúak a táplálóanyagokat csakis a magba gyűjtötték össze, addig a kétciklusú növények az első évben a gyökérbe vagy a szikalatti szárba, a második évben pedig a magba gyűjtik a táplálóanyagokat. Az egyszervirítő növények között azonban több olyan is megfigyelhető, amelynek vegetatív periodusa *több* klímacikluson át tart és csak a második, harmadik vagy még távolabbi ciklusban történik a virágzó hosszúhajtás kifejlődése (pl. több ernyősvirágzatú, a gyűszűvirág és az ökörfarkkóró néhány faja).

Ezekkel az *egyszervirítő* növénytipusokkal szembeállíthatók azok, amelyek életében a reproductív időszak többször megismétlődik, vagyis ezek a növények *többszörvirítők*. A többszöri virítás mindegyike más-más egymás után következő vegetáció-ciklusba esvén, ezeknek a növényeknek is több éven át kell élniök, vagyis ezek *évelő* növények. A többszörvirítást és az áttelelést már most többféleképpen oldhatja meg a szervezet. Az egyik megoldás, amely a legközelebb fekvő az egyszervirítő növényekhez, a *dudvás évelő* növényeké. Ezek a második nyáron nemcsak virítanak, hanem olyan hajtásokat is hoznak létre, amelyek ismét áttelelésre képesek és amelyekben az anyanövény életét folytatja, bár önmaga a ciklus végén, a termésérés után elpusztul. Ezek a hajtások vagy a szár hónalj-rügyeiből alakulnak (pl. hegyi fűzike), vagy mint járulékos hajtások a gyökéren keletkező járulékos rügyekre vezethetők vissza (pl. gyujtoványfű, aszat,

folyóka stb.) vagy pedig indákká fejlődve (pl. számoça) gyökereznek meg a talajban és áttelelve a következő évben új virító egyént alakítanak. Hasonló, de ritkább módja az évelőségnek az, amikor a növénynek egyes rügyei képviselik az áttelelő és kitartó szövet. Így a vízi növényeken gyakori a szár csúcsán megjelenő rügy, amely nem pusztul el a növényvel, hanem a következő tavaszon új növényvé alakul (pl. a rencse hibernakuluma). Ehhez közelít a burgonya életmódja is, amelynek virító hajtásán az alsó levelek hónaljában keletkező hajtások a talajba hatolnak és ezek csúcsrügyei, valamint e hajtás ágainak csúcsrügyei erősen megvastagodva gumóvá fejlődnek. Ezek a gumók tehát módosult rügyek, amelyek a következő évben új növényvé alakulnak.

A többszörvirítás és áttelelés másik módja a *körös növényeké*. Ezek nem fejlődnek elkülönülő, megújító szervek; amelyek az anyanövénytől függetlenné válva folytatják az anya életét, hanem maga az anyanövény bizonyos testrésze telel át. Az áttelelésre legalkalmasabb környezet a talaj, mert abban a test kevésbé van kitéve a tél viszontagságainak, mint a levegőben. E növények földbeli hajtásai tartalék táplálóanyagokat halmoznak fel magukban és rügyeikből tavasszal talajfeletti megnyuló és virító hajtások keletkeznek. E földbeli hajtások többféle formájúak. Egyikben a hajtás szárrésze vastagodik meg és lesz táplálék-raktározó (*gyökértörzs*, rizóma, töke), emellett azonban meg is nyulik (pl. sülfű). E gyökértörzshöz hasonló a talaj felszíne alatt messzekúszó és sok helyen meggyökerező *tarack*, pl. a tarackbúzáé. Más növényeken a szikalatti szárrész vagy egyéb szárrészek vastagodnak meg erőteljesen és *gumóvá* alakulnak (pl. kunrépa: *Cyclamen*). Elterjedt azonkívül a *bagymaalakítás*, vagyis egy oly talajbeli rügynek a megalakítása, amely-

nek a leveleiben van a táplálóanyag felhalmozva, vagyis a rügylevelek vaskosak, míg a szárrész jelentéktelen. A hagyma csúcsa virító földfeletti hajtássá alakul, míg az oldalsó rügyekből új hagymák alakulnak meg az áttelelésre (pl. liliumfélék, hagymafélék). A gumó és a hagyma közötti átmeneti forma a *hagymagumó*, amelynek vaskosabb szárrésze van, mint a hagymának (pl. sáfrány, kikerics).

Ezek a növények a talajban telelnek át és tavasszal új életre kelnek (*renascens* növények).

De némelyek földfeletti vegetatív részei is képesek a *talaj színén*, a hótakaró alatt is áttelelni, mint némely heverő növény (pl. fillér lizinka) szára, a pázsitfűvek levélcsomóinak gyepe, a sziklalakók levélpárnája vagy az útifű levélrózsája (*permanens* növények).

A harmadik megoldása a többszörvirításnak és áttelelésnek a test még mélyebbreható átalakulását tételezi fel, még pedig azt, hogy maga a *virágokat fejlesztő hajtás vagy hajtásrendszer leszén hosszabb életű*. Ez a hosszabbéletűség csakis azáltal érhető el, hogy a talajfeletti hajtásrendszer állandó növekedésre és új szervek és szövetek létrehozására képes. Ehhez a tipushoz tartoznak a *fás növények*, vagyis azok, amelyek hajtásrendszerében a szárrészek egyrészt évről-évre új hajtásokat fejlesztenek, másrészt új szövetek létrehozásával vastagságukban is gyarapodnak. E növények tehát állandó és elméletileg végtelenségig húzódó hosszanti és vastagságbeli növekedésre képesek. Az előző típusokban tárgyalt növények talajfeletti szárrészei nem fásodtak meg, miért is azokat *lágyszárú* növényeknek is szokták együttesen elnevezni, szemben a *fásszárú* növényekkel. Amíg a lágyszárú növényeknek szára és levelei között a munkafelosztás még nem tökéletes, mert ezeknek a földfeletti szárrészei is zöldek, asszimilálásra képesek, sőt vizet is párologtatnak, addig a fás-

szárú növényeken a szár és a levél között éles működésbeli elkülönülés látszik meg, mert a száruk alkotta törzs- és ágrendszer *kizárólagosan* a levelek tartására és azoknak a levegőben való szétosztására, valamint a víz szállítására való, asszimilálni nem képes, a párologtatás héjkéreggel van lehetetlenné téve, a lomblevél pedig *kizárólagosan* mint asszimiláló és víz-párologtató szerv szerepel. Természetes, hogy a földfeletti hajtásrendszer ilyen kifejlődésével párhuzamosan a gyökérrendszernek is erőteljesebbé kell fejlődnie, ez is állandóan továbbnövekedő és idősebb részleteiben megfásodó rendszerre alakul. Az éveken, évtizedeken, sőt évszázadokon keresztül is megélő fának módjában van állandóan szükség szerint levetni leveleit és új levélzetet hozni létre, amely levélváltásnak a módja már a klímaviszonyokkal kapcsolatos, vagy fokozatos (lombtartó, örökzöld fák) vagy pedig időszakos (lombhullató fák), mint a mi éghajlatunk lombos fái. Hasonlóképpen módja van többször, ismételten virítani és termést érlelni, szintén fokozatosan (mint a meleg éghajlatok alatt) vagy periodikusan (mint nálunk).

A fás növényeknek általában két szembeszökően különböző típusa állapítható meg. Az egyiknek képviselői a *pálmák*. Ezeknek csak lassan növekvő, rendszerint el nem ágazó törzsük van és a törzs csúcsán egyetlen rügy fejleszti ki a leveleket. Az ágatlanság és az egyedülálló rügy következménye, hogy jelentéktelenül kevesebb levél fejlődhetik csak ki rajtok, mint a mi lombosfáinkon. A levelek csekélyebb számát azonban helyrehozza a levelek tetemes nagysága, terjedelme. Ezeknek az ú. n. *levélkoronás* fáknek a csúcsrügye állandóan, egymásután hozza létre az új leveleket, míg az alsó levelek fokozatosan elhalnak, lehullanak és csak szorosan egymás fölé illeszkedő alapi részük borítja a lassan növekedő törzset. A másik

fásnövény-típus, a *lombkoronás* fa, gazdagon elágazó törzsű; nagy, ágbogas ágrendszer fejlődik ki fokozatosan, amely ágrendszer legalsó tagja a legidősebb, legfelső a legfiatalabb, mert évente a csúcsrügyekből és a hónalj-rügyekből új és új hajtások keletkeznek. Ezen fejlődés-menet miatt hatalmas terjedelmű *lombozat* alakul meg, levelei már aránytalanul kisebbek, mint a pálmák levelei. E lombos fásnövények között meg szokás különböztetni a közvetlenül a talaj felszínén elágazó *cserjéket* (pl. sósakaborbolya) és a magasabb törzset fejlesztő *fákat* (pl. tölgy, bükk), továbbá a *félcserjéket*, amelyek tavaszi hajtásai megfásodnak, de kései, nyári hajtásai nem (pl. orvosi zsálya).

A melegebb égövek növénytipusai közül még azokat a különleges növényeket kell itt felemlítenünk, amelyek talajfeletti szárrendszere szintén hosszúéletű, de mégsem fásodó. Ezek a *kaktusz-típusú*, úgynevezett *pozsgásszárú növények*, amelyek szára vaskos, vízdús, a párologtatást vastag epidermisével és kutikulájával csökkenti, maga a szár zöld, tehát asszimilálásra képes. Ez az asszimiláló szár vagy levélalakú, vagy oszlop-, hasáb-, gömbalakú, levelei helyett levéltövisek alakulnak rajta (pl. a kaktuszok és kaktuszszerű ebtejfűfélék).

Ezek a növények a száraz-meleg termőhelyek lakói (xerophyták), tehát a leveleket, mint a vízpárologtatás szerveit nélkülözniök kell teljesen. A levelek asszimilációs működését át kell vennie *szár*-nak, miért is ez puhaállományú és zöld. Viszont ez utóbbi körülmény miatt a szár nem lehet kemény védő héjkéreggel bevonva az állati támadások ellen, miért is külön fegyverzetre, *tövisekre* van szükség.

A többszörvirítás és az áttelelés vázolt többféle megoldása képessé teszi ezeket a növényeket arra, hogy egyéni életüket mindaddig folytassák, amíg csak a szervezet működését és egyensúlyát harmónikusan fenn

tudják tartani. Elméletileg ezek a növények örökéletűek. A lágyszárú évelő növények földbeli hajtása állandóan tovább növekedik, idősebb részei elhalnak és az új részek folytatják tovább az életet. A fásszárú növények, mint a hatalmas lombos és tűlevelű fák mindaddig élhetnek, amíg gyökérzetük el tudja látni a hatalmas testet vízzel és tápláló anyagokkal. Ezek a hatalmas növények rendszerint valamely külső hatás következtében mulnak ki nem természetes halállal. Némely fás növényfaj egy-egy példánya több évszázadot is átél (cédrusok, eukaliptusok, hársfák), sőt az északamerikai óriásfenyők életkorát négy évezredre is becsülik.

A külső alakító erők.

Említettük, hogy a szervezet és annak működése a külső és belső hatások együtteségének eredőjeként tekinthető. Kísérletekkel azonban az egyes külső erők egymástól elválaszthatók és azok különhatásai és kombinációi megállapíthatók. Mindenekelőtt elválaszthatók egymástól azok a külső erők, amelyek általában a föld (mint égitest) viszonyaival, pl. a föld keringésével és forgásával függnek össze, amelyek a levegő összetételének, páratartalmának, áramlásainak, a termőhely fény-, hő- és csapadékviszonyainak minemiségében rejlenek. Ezek együttesen az ú. n. *klimatikus tényezők* csoportját alkotják. Ezeken kívül azonban fontosak azok a tényezők is, amelyek a talaj viszonyaiban, annak kémiai összetételében, fizikai viselkedésében és élő lények működésében rejlenek, az ú. n. *edafikus tényezők*. A környezet hatásaihoz számíthatjuk általában az állatvilág befolyását is a növényzetre, sőt az egyes növények hatását egymásra.

A *klimatikus tényezők* közül a levegő *kémiai össze-*

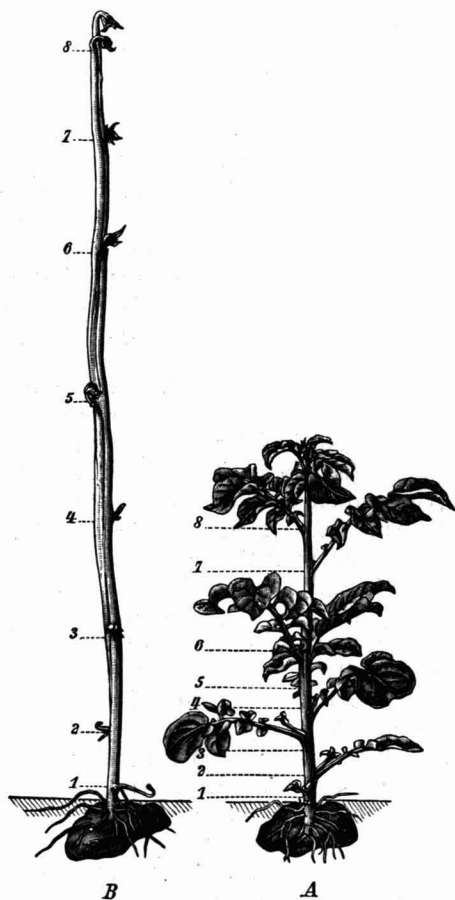
tétele kevésbé szerepel, mert az meglehetősen egyöntetű, ellenben a levegő *nedvessége, páratartalma és a csapadékvízviszonyok* igen jelentős hatásúak. Arra már rámutattunk, hogy a növények szervesen táplálóanyagaikat a vízzel, mint oldattal veszik magukba, ebből a táplálóanyagokat felhasználván, a fölös vizet testükből elpárologtatják. A szárazföldi növények berendezéseinek ismertetésekor tapasztalni fogjuk, hogy a párologtatást szabályozó berendezkedések éppen a talaj víztartalmával és a levegő páratartalmával vannak szoros kapcsolatban. Némely esetben a levegő víztartalmát az erre szoruló növény, mint pl. a zuzmók és a mohák testük egész felületén fel is veszik magukba, sőt vannak magasabbrendű, más növényen fennlakó növények, amelyek szintén képesek a levegő páratartalmát felhasználni. A cseppfolyós csapadéknak magára a növény testére bizonyos mechanikai hatása van, amely hatás szintén kivált alaki jellemvonást, mint a levelek állományának vastagodását, a levéllemezek tagolódását, helyzetváltoztatását, a levélnyelek rugalmas szilárdságát. Nem minden levél esőtűrő. Több levélen az esővíz gyors elvezetésére, eltávolítására irányuló berendezkedések is vannak, mint a síkosság, viaszréteg, papillás felület a ráhulló víz hajszálcsőves szétosztására és ezzel a gyors elpárologtatás elősegítésére. Maga a levélerezet is alkothat a levél színén levezető csatornarendszert, a lecsüngő levélcsúcs pedig csurgóként szerepel.

A *levegő áramlása* sok tekintetben igen jelentős a növények életmódjában. Ha eltekintünk a szaporodást szolgáló segítségtől, amelyet a szél a spórák vagy a virágpor szétvitelében és a termések, magvak elterjesztésében szolgáltat, magában a testalakulásban és alakmódosításban is van a szélnek szerepe. Mindenki ismeri a fák alakjában, elhajlásában és a lombozat formájának megszabásában a szél irányító hatását, amely részint

mechanikai, részint szárító okokra vezethető vissza. A szél szárító hatása különben is igen fontos alakító faktor, amely számos esetben okozza az egyének törpességét, torzulását és amely ellen igen sok növény a társulásban keres menekülést, amikor gypet, párnás tömegeket alkotva marad csak fenn.

Úgyancsak a klimatikus hatások közé soroljuk a *fény hatásait is*. Alakító erejéről könnyen meggyőződhetünk az említett és a csiranövény növekedésében tapasztalt fototrópos jelenségekből, de meggyőződhetünk erről akkor is; ha a fényt csökkentjük vagy teljesen elvonjuk a növénytől. A sötét pincében sarjadzó burgonya hajtásainak azt a sajátságát mindenki ismeri, hogy ezek a hajtások nélkülözik a zöld színt, tetemesen megnyulnak, levelei aprók maradnak. (29. kép.) Amennyiben a pincében valamely halvány fényforrás van, úgy e hajtások e forrás felé nyulnak. A fényben fejlődött hajtások sokkal zömökebbek, szilárdabbak, leveleik nagyobbak, zöldek. Ebből következik, hogy nemcsak a klorofil megalakulása marad el fényhiány esetében, tehát a fény szükséges a megzöldüléshez, hanem az is következik ebből, hogy a fény gátlólag hat a hosszanti növekedésre, vagyis a fény hiánya a hosszanti növekedést elősegíti. A növények fényigénye igen különböző, mert különböző fénymennyiséghez alkalmazkodtak. Már a környezetünkben élő növényeken is tapasztalhatjuk ezt. Az egyik szobanövény csakis az ablaknál tenyészik jól, a másik nemhogy elbírja, hanem meg is követeli az árnyékot.

A szabad természetben is bizonyos növények a verőfényt, mások az erdő mélyének árnyékát kedvelik. Feltűnik e kétféle növény különbsége is. A verőfényes, termőhelyen élő növények levelei aprók, vagy szeldeltek, vagy erős szőrscuhával fedettek a párologtatás csökkentése érdekében, sőt gyakran törpe növéssük is,



29. kép. A burgonya sarjadzása.

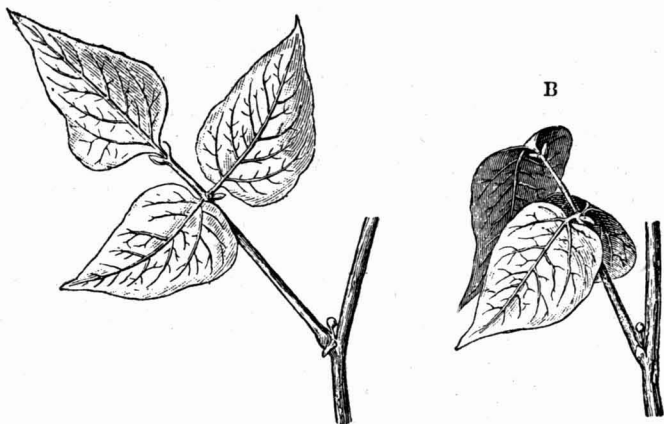
A fényben nevelt növény (A) szártagjai rövidek, a csomók (1—8) közel esnek egymáshoz. A sötétben fejlett sarj (B) megnyult, levelei csökevényesek. (Pfeffer után N. T.)

míg az árnyéki növények rendszerint nyurgák, nagyobb és vékonyabb levelűek. A sűrűn egymásmellett termő növényeken is észlelhető a fényfelé törekvés, mint a sűrű rét szálfüvein, a sűrű erdő fáin a nyurga termet. A fénykeresés és a fényfelé törekvés ösztönzi a kapaszkodó növényeket, hogy kijussanak a mély árnyékból a kedvező megvilágításra. Ezek vagy támaszkodva (pl. *Cucubalus baccifer*), vagy csavarodva (pl. folyondár) kapaszkodnak, vagy különleges kapaszkodó szervekkel, horgas szőrökkel (ragadványfű), tüskékkel (rózsa, szeder) akaszkodnak, járulékos gyökerekkel (borostyán), kacsokkal (szőlő, vadszőlő, bükköny, borsó) fogódzkodnak. Némelyik akaszkodik is és csavarodik is, mint a komló. A kapaszkodás a fás növényeken is elterjedt, mint a mi iszalagjainkon, de legfeltűnőbb példái ezeknek a trópusok liánjai. E kapaszkodó növények szárai nem oly erőteljes oszlopos-szilárdságúak, hogy önmagukban is egyenesen tudjanak állani és hogy lombjukat elbíráják, hanem más szilárd növényre vagy egyéb támasztékra szorulnak. A fánlakó növények (Orchideák, *Nepenthes*, Broméliák, *Monsterák* vagy *Philodendronok*) viszont egyenesen a lombos fák felső ágaira telepednek, ahol ugyanabban a fény mennyiségben részesülnek, mint a lombos fák lombozata. Ezek a «tehernövények» nem élösködnek a fákon, csak épen azokon telepednek meg, mint nálunk a mohák, a zuzmók. A mi fagyöngyeink szintén fénykeresők. Habár ezek élösködnek a fán, vagyis gyökereik behatolnak a fa belső szöveteibe és abból szívószerkezet gyanánt elszívják a vizet és a vízben oldott nyers táplálékot, de zöldlevelűek, tehát a levegő szénoxydját asszimilálják. A nem élösködő fennlakó növények a vizet vagy a levegőbe lecsüngő, vagy egészen a talajba növekvő gyökereikkel veszik fel, vagy képesek a rájuk hulló csapadékot leveleikkel is, felszívó pikkelyek segélyével felvenni.

A klimatikus hatások közé sorolandó a *hőhatás* is. A növekedéshez szükséges hőmérséklet a két véglet: a fagypont és az 50 fok között van. A melegebb égövi növények hőigényének optima magasabb, mint a hidegebb havasi vagy sarki növényeké. Ez utóbbiak már az olvadáspont körüli hőmérsékleten is fejlődnek. Az optimális hőmérsékletnél alacsonyabb hőmérséklet regulációs jelenségeket vált ki. Ilyenkor a lehülést megakadályozandó az asszimiláták is inkább zsíros olajokká változnak (pl. a fákban), a víztartalom a minimumra száll alá és a sejtek inaktív állapotúakká lesznek (pl. magvak, spórák, egysejtűek). Ehhez hasonló inaktív állapot áll elő a maximális hőmérsékleten túli felmelegedéskor is, amely felmelegedést különben a leveles növények megakadályozhatják a hősugarak visszaverése révén is (tükrözően sima levélfelületről). Általában a káros hőmérsékletváltozás, a lehülés és felmelegedés hirtelen bekövetkezését elhárítja a fedőszőröszet alkotta sűrű szőrcsuha, vagy a gyengéd szervek beburkolása ellentálló levelekkel (pl. a rügyek befedése rügypikkelyekkel, gyantabevonattal), amely berendezések egyúttal a párologtatás csökkentését is célozzák. Az élő szöveteket a felületen, például a fatörzseket az izoláló parabőr vagy héjkéreg védelmezi e változások ellen. A levelek asszimiláló szöveteinek zöld szintestecskéit, amelyek a napfény erősebb hőhatására megbomlanának, többféle berendezkedés védelmezi meg, még pedig egyrészt a kloroplaszták előnyös helyzetváltoztatása a sejtek belsejében, amikor azok a felületi sejtfaltól eltávoznak és az árnyékos sejtfalhoz vonulnak, másrészt a leveleknek ú. n. nasztikus mozgása, alvása, amely a levéllemez emelésében, süllyedésében, elfordulásában, göngyölödésében vagy ráncolódásában nyilvánul meg.

A paszuly (és egyéb növények) leveleinek éjjeli

lehajlása (alvása) a levegő lehülésekor következik be (30. kép), megakadályozva így a levélfonákok befedésével a hőkisugárzást és a harmatrácsapódást. Az akácfa levélkéi tűző napfényben felfelé, szórtfényben szétterülten, hűvös időben, árnyékban lefelé hajlanak. Az első helyzetben kikerülnek a hősugarakat, az utolsóban elkerülnek a melegveszteséget.



30. kép. A paszuly leveleinek mozgása.

A: nappali helyzet, *B*: éjjeli, alvó helyzet. (Delmer után N. T.)

Az *edafikus hatások* a talaj részéről nyilvánulnak meg. Azzal már tisztában vagyunk, hogy a talaj szolgáltatja a növény részére a táplálóanyagok nagy részét szervesetlen talajsók alakjában, amelyekből a növények nitrogén-, kálium-, mész-, magnézium-, vas-, kén- és foszfor-szükségletüket fedezik, de felvesznek egyéb anyagokat is, mint kovasavat, nátriumot, cinket, rezet, a tengeri növények jódot, brómot stb. A növények életéhez okvetlenül szükséges, hogy a nélkülözhetetlen

anyagok jelen legyenek a talajban, még pedig oly alakban, hogy azok a növény részéről felvehetőek legyenek, kellő mennyiségű vízzel társuljanak és a talaj levegőtartalma is elégséges legyen, továbbá ne legyenek a talajban káros (mérgező) anyagok. A talaj minémősége, fajtája, kémiai és fizikai tulajdonsága a növények elterjedésére, társulására, az egyes növény-szövetkezetek kialakulására van nagy hatással. Feltűnő, hogy bizonyos növények nem válogatnak a talajban, de ezzel ellentétben ismerünk bizonyos talajviszonyokhoz ragaszkodó, vagy bizonyos talajokat elkerülő növényeket is. A sós talajt a legtöbb növény elkerüli, de bizonyos növények éppen a sós talajt kedvelik (halofiták, pl. libatoppfélék, sóvirág). Hasonlóképpen ismerünk salétromkedvelőket (nitrofiták), amelyek kiváltképpen az emberi és állati lakóhelyek környékén tartózkodnak szívesen, a legelőkön és a trágyás (ammóniák és salétromsavas vegyületekben gazdag) foltokon jelennek meg (*ruderalisak*: libatopp-félék, sok keresztes virágú és csucsorféle, sóskaféle).

A külső alakító hatásokhoz kell sorolnunk a *nehézségi erő* hatását, amelyről már a csirázás megfigyelésekor megállapítottuk, hogy az egyes szervek növekedésének irányításában van szerepe, amikor a szárát általában negatív geotroposnak, a gyökeret pozitív geotroposnak, az ágakat, leveleket diageotroposnak találtuk, vagyis a nehézségi erő is alakító hatású. Ilyen hatásokra vezetik vissza az egyes telepek megalakulásának irányítását, magát a polaritás jelenségét is, a telep, a levél, az ágak olyirányú kifejlődését, hogy azon hasi és háti oldal alakul ki (dorzi-ventralitás). A nehézségi erő hatása alatt keletkezett alaki sajátságok (barimorfózisok) kísérletekkel igazolhatók, valamint azok az alaki sajátságok is, amelyek bizonyos *mechanikai* hatásokra jelentkeznek (mehanomorfózisok). Ezek a levegő

vagy a víz áramlása révén a testrészek mozgása, húzása okozta feszülések miatt keletkeznek, vagy a növény testrészeinek súlya okoz hasonló változásokat, sőt külső mechanikai nyomások, bizonyos ellenállások legyőzése (sziklarepedésbe növekvő gyökér stb.) is erőteljes alaki változásokat okozhat. A külső mechanikai hatások némely szervén mint mozgásokat kiváltó ingerek szerepelnek, mint a kacsok kunkorodásában vagy pedig mint szervképző hatások érvényesülnek kémiai hatásokkal kapcsolatban, mint az élősködő növények szívógyökeireinek megalakulásában. Ilyen mechanikai és kémiai hatásokra lépnek fel azok a képződmények is, amelyeket fertőzések okoznak (bakteriózisok, rákos daganatok) vagy a rovarok szúrására jelentkeznek (gubacsok) és mint szövetburjánzások torzképződéseket okoznak (kemomorfozisosok).

A külső hatások legerőteljesebben az autotrófiás növények alkatára és életmódjára ütik rá bélyegüket, ezeken érvényesülnek legélénkebben az edafikus hatások és a klimatikus hatások közül a fény és a hőmérséklet hatásai. Az edafikus hatások közül viszont a víz az, amely döntő szerepet játszik. A víz bizonyos növényeknek környező médiuma (vizi növények, hidatofiták vagy hidrofiták). Ezek állandóan, vagy legalább is életük legnagyobb részében vízben alámerülten élnek, legfeljebb némely szervük uszik a víz felszínén (pl. a levél), vagy emelkedik ki belőle (pl. a virág). Ezekkel szemben állanak azok a növények, amelyek szervei, eltekintve a táplálékfelvevő és rögzítő gyökérszettől vagy az áttelelő földbeli hajtásoktól, levegővel vannak körülvéve, tehát szárazföldi vagy levegőben lakó növényeknek nevezhetők (erofiták). Amíg a vizi növények közül a teljesen alámerülten élők, mint a legtöbb moszat (alga) és néhány magasabbrendű növény (algoid típus) testük egész felületén vehetnek fel cseppfolyós vizet és

ezt egyáltalában nem párologtatják el, addig a levegővel környezett növényeken mindig jelentkezik a vízpárologtatás. Az alsóbbrendű erofiták, mint a mohák (musci) és a mohákhoz hasonló száras növények (muszkoid típus) huzamosabb ideig tartó kiszáradást, víztelenséget is kibírnak, de ennek fejében egész testük felületén képesek alkalmas időben vizet felvenni. A magasabbrendű gyökeres erofiták ellenben az elvesztett vizet csakis a gyökérzet révén felvett talajvízzel képesek pótolni. Ezeknek az erofitáknak épen a vízzel történő gazdálkodás szempontjából kell változatos berendezkedéssel bírniok.

A szárazföldi növények berendezkedései.

Amint az előzőkből kitetszik, a szárazföldi növények berendezkedéseit és ezzel életmódját a környezet víztartalma irányítja a legerőteljesebben. A víztartalom, amikor mindig a valóban felhasználható vízre gondolunk, két szélsőséges esetet tételez fel. Az egyik a legnagyobb elképzelhető vízhiány, amely mellett a növényi élet lehetséges, a másik pedig a víz fölös jelenléte a környezetben. Mindkét eset olyan, amelyet a természetben fellelhetünk állandó jelleggel. Mindkét eset különleges életmódot kíván, miért is határozottan megkülönböztethető kétféle szervezet típus, a *szárazságtűrő típus* (*xerofiták*, *xerofil* növények) és a *bő nedvességhez* alkalmazkodott típus (*higrofiták*, *higrofil* növények). Természetesen a xerofitákhoz kell sorolnunk nemcsak azokat a növényeket, amelyek valóban eltűrik a víztelenséget, mint a sziklakökök (litofilok), vagy a homoklakók (psammofilok), hanem azokat is, amelyeknek rendelkezésre állana ugyan víz, de ez nem használható fel, tehát annyit ér, mintha ott sem volna, mint a sós-

talaj, humuszos vagy szellőzetlen, savanyútalaj sokszor tetemes vize. Ezek épen oly vízhiányban — oldott táplálékhiányban — szenvednek, mint a teljesen víztelen talajon élők. A xerofiták és a higrofiták nem választhatók el egymástól élesen, mert a természetben is megvan a fokozatos átmenet a száraz és a vízdús termőtalaj között. Ebből a szempontból ítélve meg a helyzetet, önkéntelenül is kétféle érték különböztetendő meg. Az egyik az, amelyik a középértéknek felel meg a vízbő és a víztelen fogalma között, tehát a *közepes nedvességű környezet*. Ebben a környezetben a xerofita és a higrofitá szervezete közé eső *mezofita* szervezet élhet meg legelőnyösebben. A másik érték nem szerepel középérték gyanánt, hanem olyképen adódik, hogy a termőhely víztartalma időszakosan változó, bizonyos időszakban pedig száraz. Eszerint az ilyen környezetben a xerofita és a higrofitá növényeknek kellene egymást időszakosan felváltani. Ehelyett azt is tapasztaljuk, hogy az ilyen termőhelyen olyan növényzet alakul ki, amely a száraz időszakban xerofita jellegű, a nedves időszakban pedig mezo- vagy higrofitá. Ezek az időszakos nedvességhez alkalmazkodott növények az úgynevezett *tropofiták*. E kétféle szervezettípuson tehát, mint közbülső típuson vagy *mezomorfiták*, vagy *tropomorfiták* állapíthatók meg, mint alkalmazkodásbeli alaki sajátságok. Nem hallgathatjuk el ellenben azt sem, hogy a tulajdonképeni víz és szárazföldi életmód között is lehet köztes alakot találni, amelynek életében az időnkint eltűnő víz okozza a változatosságot. Ezek életük egyrészét alámerülten élik, másrészét pedig a víz kiszáradása után egyideig szárazon tengetik, tehát úgy vízben élő mint levegőben élő szervek fejlesztésére képesek, közbülső alakok a hidatofiták és az erofiták között: kétéltűek, *amfibiák* (pl. *Polygonum amphibium*).

A *xerofiták* (szárazságtűrők, szárazságkedvelők)

olyan külső hatások alatt élnek, amelyek egyrészt korlátozzák a víz felvételét, másrészt elősegítik a víz elpárologtatását. Ezeknek a növényeknek tehát olyképen kell berendezkedniök, hogy, ha a rendelkezésre álló víz mennyiségét már nem is változtathatják meg, legalább a legszükségesebb mértékre szorítsák a test vizének elvesztését, a párologtatást, továbbá, hogy az időszakonként vagy esetlegesen rendelkezésre álló vizet saját testükben fel tudják halmozni. A víz rendelkezésre álló mennyiségét nemcsak az befolyásolja, hogy maga a talaj vízszegény, hanem még a vizes talaj vize is lehet a növény szempontjából hasznavehetetlen, ha az talajsókkal vagy humuszsavval telített, vagy pedig oly alacsony hőmérsékletű, hogy sem oldásra, sem felvételre nem alkalmas. Viszont ugyanezekben a termőhelyeken a test vizének fölös elpárologtatását idézi elő a környező levegőnek a szárazsága és magas hőmérséklete, sőt fokozza azt (pl. nagy magasságokban) a levegő ritksága és az erőteljes fényhatás is. E xerofiták életmódját jellemezni fogja tehát a *vízzel történő gazdálkodás*, a párologtatás csökkentése és a víz raktározása.

A *párologtatás csökkentésének* legegyszerűbb módja a párologtató felületek kisebbitése, tehát a szétterült nagy lemez helyett az apró vagy erősen tagolt levéllemez, sőt a levéllemez teljes hiánya, esetleg átalakulása levéltövissé (pl. kaktuszok, *Sarothamnus scoparius*, *Spartium junceum*). Amennyiben a levelek jelen vannak, úgy ezeken, valamint a zöld szárrészekben a felületi szövet, az epidermis ölt xeromorfjellegét, még pedig olyképen, hogy felületi sejtfala tetemesen megvastagodik, kutinanyaggal keverődik, sőt külön kutinanyagú hártya keletkezik a bőr felületén. E kutinhártya (kutikula) vízáthatlan anyagú és szükségsszerűen vastagágú (pl. az *Agavék*, *Aloeék* levelein). Hasonlóképen xeromorf jellemvonása az epidermisnek a párologtató

levegőnyílások számának tetemes korlátozása, ezek bemélyesztése az epidermis szintje alá, erős fedőszőrözet alakítása vagy pedig tükröző felület képzése. Némely esetben a bőrszövet gyantaváladéka vagy viaszbevonata (pl. gyümölcsökön) szintén korlátozza a párologtatást. Elterjedt xeromorfizmus a párologtató levélfelület csökkentése besodródás segélyével, amint a mi pusztai pázsitfűveink teszik. Xerofita pázsitfűveink levelei vagy teljesen árszerűek, serteszerűek, vagy hengeresen összpöndörödöttek, míg a higrofitáké szélesek, szalagalakúak.

A másik xeromorfizmus a vízzel való gazdálkodást célozza. Ez nem egyéb, mint a *felszívott víz felhalmozása* szűkösebb időkre. E célra külön víztartó sejtek, szövetek alakulnak ki, részint az epidermisben, részint az alapszövetben. Az epidermis különben is mint víztartó szövet szerepel a növények zöld részeinek felületén. Eme epidermisműködés még inkább fokozódik, amikor tekintélyes hólyagszerű epidermis-sejtek, víztartó szőrök (23. kép 4) vagy a többitől eltérő nagyságú sejtek szolgálnak erre a célra, de az epidermis alatti alapszövet is megalakulhat, mint víztartó szövet. A tetemes vízhalmozás teljesen különleges alakúvá formálja a testrészeket. Az Agavék, Aloék, varjuhájfélék, kövirózsák levelei, a kaktuszok, kaktuszszerű ebtejsüfélék szára szerepelvén víztartóul, ezek vaskosak, nedvdúsak, pozsgások, kívülről vastag kutikulával és viaszbevonattal védettek, belül víztartó alapszövettel telvék, amelyek sejtjeiben nyálkaanyaghoz kötött víz halmozódik fel. Még a földbeli hajtások is képesek vizet halmozni, mint a rhizómák, gumók, de főképen a hagymák.

A vízzel való takarékoskodás és a termőhely víztelen viszonyaival együttjáró erős hő és fényhatás gyakran clóidézi a xerofiták alacsony, zömök természetét, a leveleknek csoportosulását talajra lapuló levélrózsában, a lecsepült, heverő száralakzatokat. Nagyalföldünk

száraz-meleg homokján gyakran akadunk olyan apró növénykére, amelynek levélrózsája alig látszik ki a talajból, szára is igen alacsony és zömök, ellenben gyökérzete több méteres mélységbe furódik a talajba mindaddig, amíg valahol vízre nem talál.

A *higrofiták* olyan vízbő termőhelyen élnek, amelynek vízmennyisége nemhogy a táplálkozás igényeit elégíti ki, hanem fölös mennyiségben van jelen, miért is a párologtatás veszély nélkül fokozható, vízhalmozásra pedig szükség nincsen. Ezeknek párologtató szervei, levéllemezei tetemes nagyságúak lehetnek, a párologtató levegőnyílásoknak a száma is magas lehet, sőt ezek ki is emelkedhetnek az epidermis szintje fölé. A higrofiták még azáltal is fokozhatják a párologtatást, hogy a levélre hulló csapadékot a levélről gyorsan eltávolítják, megakadályozzák a levél epidermisének nedvesen-maradását bársonyosság, viaszbevonat, vízlevezető berendezkedések segítségével, sőt emelik a vízeltevő berendezkedéseket azzal is, hogy cseppfolyós vizet választanak ki különböző szervek, víznyílásokká alakult levegőnyílások, vízkiválasztó szőrök (23. kép 14.), gödrök stb. segítségével.

A *mezofiták* mintegy középhelyet foglalnak el a xerofiták és a higrofiták között. Nem kell küzdeniök a vízhiánnyal, de nem is kell arra törekedniök, hogy a fölös víz eltávolításával bajlódjanak. Berendezéseik a xerofiták és a higrofiták között foglalnak helyet, párologtató levélfelületük közepes, levegőnyílásaik mennyisége a viszonyokhoz mért, ezek sem ki nem emelkedők, sem be nem mélyedtek, hanem az epidermis szintjében fekvők. Rendszerint karcsú természetűek, vékony levelekkel.

Amíg a mezofiták közepes nedvességhez alkalmazkodnak, addig a *tropofiták* időszakos nedvességből élnek és hosszabb időszakon át is kibírják a száraz-

ságot. Ezek a növények olyan termőhelyen fordulnak elő, amely termőhelyeken a nedves és a száraz időszak váltakozik, tehát e szervezeteknek a nedves időszak alatt higrofita vagy legalább is mezofita viselkedést kell tanúsítaniuk, a száraz, víztelen időszak alatt pedig xerofita-módon élnek. Legegyszerűbb példái ezeknek a növényeknek a mi éghajlatunk dudvás növényei és lombhullató fái. A dudvás növények talajfeletti zöld hajtásai, valamint a fás növények levelei akkor, amikor a párologtatás veszedelemmel nem jár, zavartalanul párologtatnak szükség szerinti mennyiségben vizet. Akkor ellenben, amikor akár fizikai, akár élettani szempontból (télen) víztelen időszak köszönt be, ezeket a párologtató felületeket levetik. A lombhullás, és pedig ez az időszakos lombhullás ezeken a növényeken tropofita jellemvonás (*tropomorfizmus*), tehát semmi egyéb, mint gazdálkodás a vízzel, regulációs jelenség. Ezek a tropofiták a nedves időszak természete szerint mezofil, vagy higrofil, sőt esetleg xerofil viselkedésűek. Amíg Brazília bokorerdei (Caatingas) a száraz-meleg nyári időszakban lombtalanok és az esős-hűvös téli időszakban lombosak, a mi mérsékelt égövünk lombváltó fái általában télen lombtalanok, amikor a talaj alacsony hőmérséklete okoz élettani víztelenséget. Ezeknek a lombváltó fáknek levelei vékonyak, párologtatók, tavasztól őszig, mezofita vagy higrofita jellegűek. A lombtartó fák, mint pl. a fenyők (kivéve a vörösfenyőt), levelei xerofilok, tűszerűek, vastag kutikulával fedettek vagy az «örökzöldek» levelei bőrszerűek, vaskosak, miért is a telet kibírják. A mérsékelt öv meleg-száraz területein nyári lombhullás is illeszkedhetik be alkalomszerűen a lombváltó fák életében, amint azt a mi Nagy-Alföldünk pusztáin is tapasztalhatjuk.

Az alacsonyrendű növények között a baktériumok azok, amelyek a legváltozatosabb vízellátásban részesül-

nek. Ezek a mikroszkópos kicsinységű egysejtű szervezetek mindenütt, ahol a legcsekélyebb nedvesség, a kellő hőmérséklet és szerves táplálóanyag rendelkezésre áll, megtelepednek és gyorsan szaporodnak. A nedvesség elmúltával azonban életképtelenné válnának és elpusztulnának, ha kellő óvintézkedések nem állnának rendelkezésükre. A betegségokozó baktériumok jórésze, mint pl. az influenza és a tüdőgyulladás baktériumai valóban nem is bírnak el semmiféle szárazságot és kiszárítva menten el is pusztulnak, ellenben a rothadást okozó baktériumok huzamosabb ideig is képesek elviselni a szárazságot. Más baktériumok ismét különleges kitartó sejtet hoznak létre, amely a baktérium belsejében keletkezik (endospóra, endokonidium) abban az esetben, ha víz- vagy táplálékhiány következik be vagy a baktériumtelepek kiválasztott anyagai túlságosan felszaporodtak a tápláló anyagban. Ezek az endokonidiumok hosszabb ideig, gyakran évtizedig is képesek inaktív állapotban megmaradni és a kedvező körülmények, főképen a kellő nedvesség helyreálltával rendszer baktériummá alakulni, élni és szaporodni. A baktériumok eme szárazságtűrő szervéhez teljesen hasonló feladatú szerve minden növénynek van. Az alsóbbrendű, úgynevezett spórás növények, a moszatok és a gombák, a vékonyfalú, nagy mennyiségben létrejövő szaporító spóra-alakokon kívül létrehozhatnak kitartó képességű, vastagfalú spórákat (11. kép Z), amelyek a víztelenséget, hideget, meleget tűrik (pl. az üszög fekete spórái, a gabonarozsda barna spórái). A gombák áttelelését vagy kitartását sokszor különleges szervek szolgálják, mint a száraz, kemény hifaszövetű sklerócium (32. kép D) vagy zsinegszerű micélium (rizomorfa). A virágos növények magvainak vastag héja az, amely ez említett hatásoknak ellenáll és megőrzi a csira életét a kedvező időszak beálltaig. Némely nö-

vény magva egyedül van bezárva a termés (gyümölcs) belsejébe. Ilyenkor nem a maghéj, hanem a terméshéj kemény, ellentálló (makk, gabonaszem, cseresnye csont-héja) és ez tölti be a maghéj szerepét.

Nem egy virágtalan növény, különösen a zuzmók, mohák telepe vagy száras-leveles teste, sőt a harasztok közül is némelyik (Selaginellák) egész testükkel kibírája a teljes víztelenséget huzamos ideig, összeaszott, száraz, inaktív állapotban, de adandó alkalommal egész testükkel mohón szedik magukba a vizet és felélednek. Ez a vízfelvevőképességük még holtuk után is megmarad, amire híres példa a *Selaginella lepidophylla*.

A vízben élő növények berendezkedései.

Ha csak a magasabbrendű növények sorában tekintünk szét, máris megállapíthatjuk azt, hogy fokozatos átmenet tapasztalható a szárazföldi és a vízi életmód között. Átmeneti szervezeteknek tekinthetjük azokat a növényeket, amelyek egyaránt képesek vízi és szárazföldi életmódra. Ilyen például a *Polygonum amphibium* (a kéttanyás vidra-keserűfű). Ennek általánosan elterjedt alakja vízen úszó hajtásaival borítja be tavaink, álló- vagy lassan folyó vizeink színét, széles levelei teljesen ráfeksznek a víz felszínére, akár a távirózsáké, csakis virágzatuk emeli fel fejét a víz hullámaiból. Ugyanez a növény azonban a vizek partján, a sekélyben mereven felálló vagy felemelkedő hajtásokat fejleszt keskeny levelekkel és úgy viselkedik, mint a szárazföldi növények. Hasonlóképpen viselkedik akkor is, amikor a víz kiszárad. E növény tehát oly alkalmazkodó képességű, hogy a vízben is, szárazon is meg tud élni. Mégis a vízi növényekhez soroljuk inkább, mert állandó száraz termőhelyen sohasem fordul elő, tehát csak alkalmilag szárazföldi.

Másik átmeneti szervezet a szárazföldi és a vízi növények között az az alak, amelynek gyökérzete és áttelelő része a víz fenéktalajához kapcsolódik, a hajtás alja is különböző mélységben vízzel borított, de lombozata és ezzel virágzata is a víz felszíne fölé emelkedik, tehát a levegőben terül szét. E növények asszimilációs szervei levegőben élők, nincsenek vízzel körülvéve, szerkezetük nagyrészen a szárazföldi növényekével egyező. Ezek abban az esetben, ha a gyökérzetet borító víz és talaj eléggé levegős, bő vízellátásban részesülhetnek, tehát higrofitá berendezésűek lehetnek. Abban az esetben azonban, ami nem is ritkaság, ha a kiemelkedő növényt körülvevő levegő szárazabb, vagyis nagyobb párologtatásra készíti a növényt, mint amennyi vizet a talajból fel tud venni, ezek a «vízi» (vízbenlakó) növények is xerofil berendezésűek lesznek. A vízpótlás látszólagosan könnyűszerrel történhetné meg e növények részéről, mert gyökérzetük víz alá merült. Tudnunk kell azonban, hogy a lápok, mocsarak, amelyekben ezek a növények élnek, alig szellőző talajúak. A gyökerek lélekzése részére nincs meg a kellő oxigéntartalom, sőt a szénoxid emelkedik túlsúlyra, a talaj savanyúvá válik, a humuszsavtermelés is jelentékeny, a nyerstelevény pedig táplálékszegénységet jelent. Mindezek és egyéb körülmények felhasználhatatlanná, vagy csak korlátozott mértékű használatra teszik alkalmassá a talajvizet, vagyis ez a talaj élettani értelemben száraz (tápláléknélküli), tehát e növénynek még inkább gazdálkodnia kell, mint a szárazföldi növényeknek, vagyis nem lehet higrofil, hanem xerofil berendezkedésű (nád, sás stb.).

A tulajdonképeni vízben élő növények szintén többféle testalkatúak és életmódúak lehetnek. Egyrészük talajhoz kötött, vagyis gyökérzete, sőt áttelelő szerve (gyökértörzse) a víz fenéktalajában rögzített,

másrészüik nem gyökerezik a talajban, hanem az egész szervezet a vízben úszik. A *fenéktalajhoz* kötött vízi növények egyrésze viszont, mint a sulyom vagy a vízi boglárka, részben alámerült, részben felszínenúszó levélzetű, másrésze, mint a vízi- vagy a tündérrózsafélék (*Castalea*, *Nymphaea*, *Nuphar*) fejlett levelei csakis felszínenúszók; ismét másrészenek, mint pl. a tócsagaznak, *Vallisneriának*, több békatutaj (*Potamogeton*)-fajnak, hinárféléknek egész lombja a víz belsejében él és nincs felszínenúszó levele. Ezek a vízi növények, bár fokozatosan függetlenítik magukat a szabad légköri levegőtől és e tekintetben a víz gáztartalmára utalvák, a fenéktalaj táplálóanyagaitól mégsem függetlenítték magukat, sőt egészben, vagy részben legalább a talaj táplálóanyagait használják fel. A vízbenélés legmagasabb foka a fenéktalajtól történő teljes függetlenítés. Ezek a *szabadonúszó* növények azonban ismét a víz feletti légkörrel léphetnek kapcsolatba olyképen, hogy az egész növény a víz felszínén úszik, bár szárrészei vagy gyökérzete a vízbe függ alá, de levelei a víz felületén terülnek el vagy pedig teljesen kiemelkedő levélrózsát alkotnak, mint a Missisipi hullámain élő *Eichornia*.

A mi vizeink békalencséinek apró, levélszerű, lencsealakú szárai úsznak a víz felszínén és hosszú gyökérfonalaik hatolnak a vízbe. A rucaöröm-haraszt (*Salvinia natans*) leveleinek egy része szintén a víz felszínén úszik, de a levelek másrésze viszont gyökérszerűen rojtozottan függ a vízbe. Végezetül a vízbenélés tipikus szervezetei azok, amely a fenéktalajtól és a vízfeletti levegőtől teljesen elkülönülten *egész testükkel a vízben alámerülten, lebegve* úsznak. Ilyen lebegő vagy alámerülten úszó szervezetek óriási formagazdaságához példát szolgáltat a növényország több törzse, de kifejezetten alámerülten élő szervezetek a moszatok (algák). A virágos növények sorában úszó pl. az

Aldrovandia és az Utricularia, csakis virágukat emelik ki a víz felszíne fölé. Szervezetükben ezek a magasabbrendű virágos növények is teljesen a moszatokhoz válnak hasonlónak (algoid-tipusúak).

A vízi növények életmódját és szervezetének berendezkedését a víz, mint környezet és mint korlátlan mennyiségben jelenlévő táplálékanyag irányítja, amelynek tulajdonságaival együttjár a korlátolt gáz (oxigén) mennyiség, a fény eloszlásának korlátozottsága és a víz mozgása, hullámozása, áramlásai, sodra.

A legalsóbbrendű szervezetek túlnyomó többsége vízi életű. Ezek, az általában *moszat*-oknak jelzett szervezetek egysejtű alakjai, mint az említett ostoros véglegesek (Flagelláták, 7. kép), a cellulóze-páncélos peridineák (Dinoflagelláták, 8. kép) és a kovapáncélos diatomeák (Bacillariák), valamint a zöld és a kék moszatok egysejtű alakjai és ezeknek kolóniái népesítik be a vizek felső szintjét különböző mélységben és megalkotják az úgynevezett *plankton*t, amelynek jellemző állati szervezetei is vannak. Ezek a szervezetek a vízi lebegő életmód képviselői. Apró, csak mikroszkóppal látható egysejtű testük gázvakuolákkal, olajtartalommal, nyálkaelválasztással, különböző függelékekkel, a test igen változatos formájával és úszó mozgásával részben a környező víz fajsúlyát közelítik meg, részben a víz felhajtó erejét használják fel ahhoz, hogy lebegve maradjanak a kellő fényt, hőt és táplálékot tartalmazó szintben, abban a szintben, amelybe már nem hatol le a hullámverés veszélye, de még lehatol az éltető napfény szükséges mennyisége.

A magasabbrendű moszatok egy része úszóképességű, illetőleg a talajtól függetlenül lebegő, mint édesvizeink fonalas zöldmoszatai (békanyál, 14. kép), de már úgy a zöld, mint a barna és a veres moszatokon, valamint a csillárka (Chara)-féléken az alzathoz rögzül a telep

és tagja lesz a víz alzathoz rögzített flórájának, a *benthos*-nak. Ezek természetszerűen csakis oly mélységű vízben élhetnek meg, amely még a kellő mennyiségű fényt átereszt. A mélyebb tengervizekben viszont oly moszatalakok fejlődnek ki a barna és a veres-moszatok sorában, amelyeknek hatalmas szár vagy törzsszerű részei alakulnak meg, amely részek a fényigényes asszimiláló, levélszerű teleprészleteket viselik. Ezek a növények nagyság és méret szempontjából sokszor tetemesen meghaladják a szárazföldi fás növények nagyságát és méreteit (15. kép.) Ezt könnyen megtehetik, hiszen a vízben nem kell a lombzat tetemes súlyával számolniok, amelyet a víz felhajtóereje is megtart-hat, ha kellő berendezkedésű a növény. A táplálóanyagokat oldatban tartalmazó víz korlátlan mennyiségű jelenléte megengedi a test dús táplálását, a buja testgyarapodást és növekedést, viszont feleslegessé teszi a tetemes gyökérfejlődést. A telep gyökérszerű része vagy az alámerülten élő és rögzített virágos növények gyökérszete majdnem kizárólagosan a rögzítés munkáját végzi csak. Amíg a szárazföldi növények testében a gyökér felvette víz szétvezetésére hatalmas edénynyalábrend-szer alakul meg, addig e vízi növényekben csak igen korlátozott mértékben alakulnak meg e vízvezető szöve-tek, hiszen a test egész felületén vehet fel vizet. Hasonlóképpen a szárazföldi növények szárában kialakuló és tervszerű rendszert alkotó szilárdító szövetek, amelyek a szárnak, a fatörzsnek oszlopos szilárdságát, teherbírását biztosítják, a vízi növényekben az előbb említett okból szintén feleslegessé válnak. Ezek a vízi növények, amelyek, a víz belsejében büszkén emelik lombjukat a víz felszíne felé és ott, a napfényen oszt-ják szét zöld, levélszerű szerveiket vagy leveleiket, abban az esetben, ha kiapad a víz, összeomlanak saját súlyuk alatt. Erről mindenki meggyőződhetett, aki

akváriumának vizét lebocsátotta és megszemélte az előbb még vígan lebegő hinárlombok fenekére tapadó rongyait.

Az a körülmény, hogy az alámerült vízi növények egyáltalában nem érintkeznek a levegővel, feleslegessé teszi azt is, hogy ezeken a növényeken vagy legalább is az alámerült szerveken megjelenjenek a levegőnyílások, amelyek gázcserét-szabályozó működését a fentebbiekben már ismertettük. Ezek a levegőnyílások csakis a vízből kiemelkedő részekben vagy a felszínen úszó levelek színén, tehát a levegővel érintkező felületén alakulnak meg és működnek, mint párologtató szervek. Az alámerült szervek bőrszövege nem is alakul meg úgy, mint a szárazföldi növényeken. Nincs szükség a párologtatás szabályozására. Felesleges a kutikula, de viszont szükséges a nyálkás felület, amely sikamlóságot idéz elő, megakadályozza az elázást, kilugozást, sőt elbírja az időszakos szárazságot is. Az alámerült szervek gázszükségletüket a vízből szerzik meg, tehát e gázfelvevő szerveknek tetemes felületnagyságot kell elérniök, részben hatalmas asszimiláló felületeket kell fejleszteniök, amint az a barna és a veres moszatok sokszor óriási levélszerű teleprészletein látszik, de a virágos alámerült növények is rendszerint nagy levélfelületet alakítanak meg, hogy a víz fényvisszaverése és fényelnyelése miatt megcsökkent fény mennyiség ellenére is kellő mennyiségű fény jusson az asszimiláló szövetekhez. Emiatt a levelek megalakulásában nyugodt vízben az árnyékos levéltípus az uralkodó, a nagyfelületű, vékony, áttetszőállományú levél, gyenge, nyálkás kutikulával, zöld színtestecskéket tartalmazó epidermissel. A felületnagyságnak azonban az alámerült szerveken, főképen a gázcsere érdekében az leszen a legalkalmasabb formája, ha a levél erőteljesen, sallangosan, rojtosan tagolt, mint a boglárkák (26. kép), tócsagazok,

rencsék levelei, amelyek részben gyökerekhez, részben kopolyúkhöz hasonlítanak, vagyis nem annyira a fénykihasználás, mint inkább a víz gáztartalmának, táplálékanyagának kihasználása parancsolja ezen levélalak felépését, amely ezenkívül még a víz mozgása által kifejttet mehanikai hatás ellen is inkább képes rugalmasságával ellentállani. A víz mozgásai tetemes húzó és hajlító szilárdságot követelnek meg azoktól a növényektől, amelyek folyó vagy mozgó, áramló, erősen hullámzó vízben vagy vízrétegben élnek. A tengerek hullámveréses partjain élő moszatok bojtszerű vagy korbácsszerű tagolódásúak, borszerűek. Amíg tehát a teherbírást fokozó és biztosító oszlopos szilárdság hiányozhatik az alámerült növényekben, addig tetemes rugalmasságuaknak kell lenniök ily helyeken a víz húzó, szakító, hajlító erejével szemben, tehát az ily szilárdságot biztosító, nyújtható és rugalmas, de nem merev szöveteknek már az erőteljesebb természetű moszatokban is meg kell lenniök. Az az említett körülmény pedig, hogy az alámerült szervek teljesen elzárva a környező víz révén a szabad levegőtől, szükségessé teszi oly berendezkedések kialakulását, amelyek révén a levegő, főképen a lélekzéshez szükséges oxigén kellőképen szétoszoljon a testben. Emiatt igen tágüregű, hatalmas sejtközzti járatok alakulnak meg, amelyek részben a testen belől biztosítják a levegő jelenlétét, részben pedig könnyebbé is teszik az alámerült testrészt. Mindenki meggyőződhetik erről, aki levágja a vízi tündérrózsa (*Castalea alba*) hosszú, sokszor a métert is meghaladó hosszúságú levélnyelét vagy virágkocsányát. Ez a kacsukcsőszerű levélnyél könnyen összenyomható, átmetszetén szabadszemmel is láthatók a levegővel telt csatornák, sőt könnyűszerrel átfújható rajtuk a dohányfüst. Ez a levélnyél viseli a víz színén szétterült úszó levelet, amely viszont a felszínén viseli

a levegőnyílásokat. Ha a levelet valamely edénybe vízbe alámerítjük és a levélnyélbe levegőt sajtolunk, úgy ez a levegő a levél színén a vízbe buborékok alakjában távozik el. E vízben fejlett, hosszú levélnyél húzás ellenében elég szilárd, hajlékony és rugalmas, ellenben a levegőben nem tudja megtartani a levelet, oszlopos szilárdsága nincsen. Szárazra került parti példányok levélnyelei és levéllemezei már merevebb alkotásúakká lesznek.

A heterotrófiás növények.

Több növény az állatokhoz hasonlóan szerves anyagokat vesz fel és használ fel táplálkozásában, vagyis *heterotrófiás*.

A heterotrófiás táplálkozásnak háromféle módját ismerjük. Az egyik a *szaprofitizmus*, amikor a növény más szerves lény hullájából, szerves anyagokból, más lény szerves váladékaiból él; a másik a *parazitizmus*, élősködés, amikor a növény más élő szervezet, állati vagy növényi test felületén vagy belsejében, annak élő anyagából táplálkozik; a harmadik a *karnivorizmus*, amikor a különben autotrófiás növény bizonyos berendezkedésekkel képessé vált arra, hogy különféle fogókészülékekkel élő állatokat (apró rovarokat) fogjon el és azok oldható részeit felhasználja táplálkozásában (húsevő, rovarévő növények).

A heterotrófiának ez a háromféle fajtája nincs egymástól minden esetben tökéletesen elválasztva, hanem átmeneti táplálkozásmódok is gyakoriak épen úgy, mint köztes alakok az autotrófia és heterotrófia között.

A heterotrófiás növények között legelterjedtebbek a szaprofiták, vagyis azok a szervezetek, amelyek szerves anyagokból, hullákból szerzik meg táplálékukat.

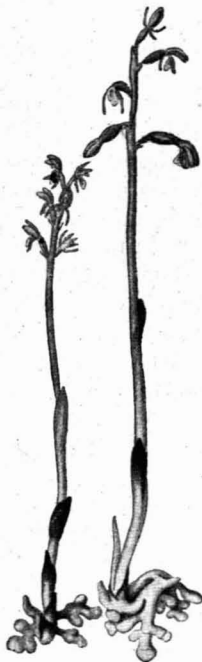
Főképen szénhidrátokat, zsírokat és fehérjéket támadnak meg, de ezenkívül felvesznek bizonyos hamualkotórészeket is, mint kén, foszfort, vasat, káliumot. A penészek, amelyek ilyen szaprofita életmódot folytatnak a mi tápszereinken, lisztes, cukros, zsíros vagy fehérjetartalmú anyagainkon, szénszükségletüket ezekből az anyagokból, esetleg alkoholokból és szerves savakból és nem a levegő széndioxidjából, nitrogénszükségletüket pedig szerves nitrogén vegyületekből vagy salétromsavas ammoniából merítik. Több közöttük nem válogat a forrásban (omnivora, mindenevő), de igen sok közülük specializálódik bizonyos anyagokhoz. Ilyen specialisták úgy a baktériumok, mint a gombák sorában megtalálhatók, pl. bizonyos gombák, penészek csak bizonyos állatok ürülékén vagy csakis a szarun, cellulozén és bizonyos rovarhullán élnek stb., mások ellenben bármilyen szerves hulladékon megtelepednek. Sőt vannak a gombák között olyan szaprofiták is, amelyek eleintén valóban szaprofiták, mint pl. a fatörzs sebhelyének elhalt szöveteire megtelepült taplógomba, amelynek szívó fonalai (micéliuma) azonban később az élő szövetekbe is behatolnak és így ez a gomba parazitává válhatik. Ezek az esetlegesen élősködő (fakultative parazita) szervezetek.

A klorofill nélküli szaprofiták (holoszaprofiták) szervezetében a szaprofita életmód tetemes átalakulást okozott. Különös példái ennek az életmódnak a gombák, amelyeket a fejlődéstörténeti összehasonlítás a moszatoktól származtat. Az életmód teljesen feleslegessé teszi az asszimiláló szervek kialakulását, tehát a vegetatív test pusztán táplálékfelvevő fonalzattá alakul, amely fonalzat, az úgynevezett micélium (II. és 13. kép) behálózza a szerves anyagokat, az erdő lehullatott lombját, a talaj szerves anyagait és ezt veszi fel magába vízzel kapcsolatban. Tetemesebb testalak, eltérő, tagolt

testrész csakis a szaporodó szervek, a spórák létrehozására alakul ki. A gombák, különösen a magasabb rangú kalaposgombák húsos teste nem is a vegetatív, táplálkozó test, hanem a spórákat létrehozó terméstartó.

Ezek a szaprofita gombák a szaprofita baktériumokkal együtt a természet háztartásában igen jelentős és fontos munkát végeznek. Felbontják a hullákat és lassankint átalakítják televénné (humusszá), miközben a bonyolult szerves vegyületek átalakulnak egyszerűbb, majd végül oly szervetlen vegyületekké, amelyeket az autotróf növényi szervezet ismét felhasználhat táplálkozása céljaira. Ez az átalakulás részint korhadás, amikor a szerves vegyületekben lévő szén szén-savvá, a hidrogén vízzé és a nitrogén ammoniává és salétromsavvá alakul a talaj oxigénjének hozzájárulásával, részint pedig rothadás, amikor a bomlás oxigén nélkül, bonyolult vegyi folyamatok révén történik meg. A korhadás, amely mérsékelt nedvességen, de levegőn folyik le, szelid televényt, a rothadás, amely levegőtől elzártan és inkább vízzel kapcsolatosan történik, savanyú televényt hoz létre, amely tovább átalakulva és a talajjal elkeveredve ismét hasznosíthatóvá válik.

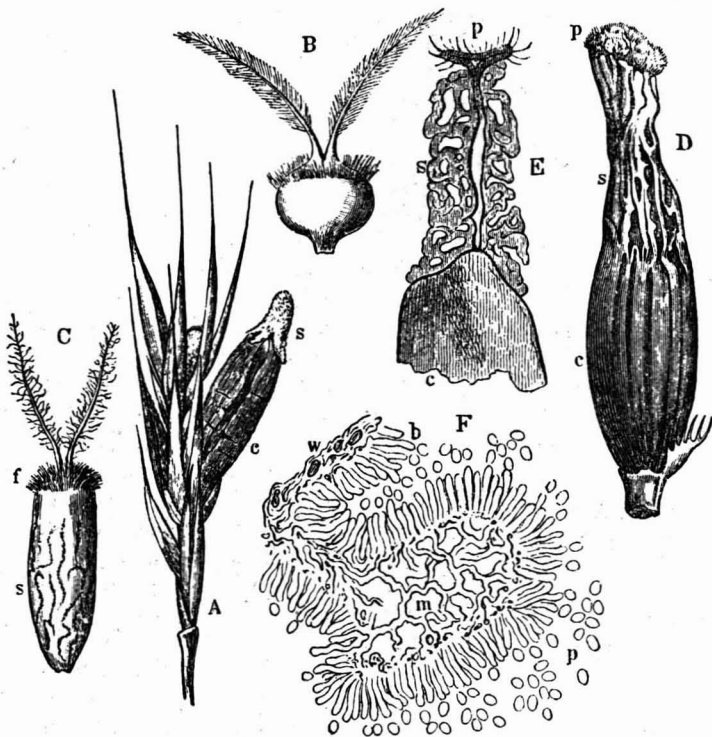
Szaprofita növények a virágosak között is vannak. Ezeknek egyik főjellemvonása az, hogy asszimiláló



31. kép. A televénytápláló erdei kláristó.
(*Coralliorrhiza innata*.)

szerveik szintén hiányoznak, száras, talajból kiemelkedő hajtásuk csakis a virágok és a termés létrehozására való, leveleik csökevényesek, pikkelyszerűek, szintelenek. Másik jellemvonásuk, hogy gyökérzetük nem fejleszt olyan vízfelvevő gyökérszőrőket, mint az autotrófiás virágos növényeké, hanem vaskos, kláriszerű ágbogas képletekké alakul (31. kép), amely a televényben terül el és annak szerves anyagait is felveszi, hogy miképen, még nem teljesen tisztázott, de valószínű, hogy csakis bizonyos gombák közvetítésével képes erre. E növények gyökereit gombamicélium veszi körül, amelyek fonalai be is hatolnak a gyökér belsejébe. A gomba által felvett humuszanyagokat a gombafonalakban történt átalakítás után veszik át a növények, tehát mintegy élősködnek a gombákon. Ez a közvetítése a humuszanyagoknak több zöld erdei növény táplálkozásában is hasonlóképen történik, a gyökerek és a gombamicéliumok együttélése révén (mikoriza).

Maga az élősködő életmód is tetemes alaki változást idézhet elő a növényeken. A gombák vagy baktériumok sorában a szaprofitizmus és az élősködés alakító hatása meglehetősen egyöntetű, azzal a különbséggel, hogy az élősködő gombák micéliuma nem a talajt hálózza be, hanem behatol az élő növények vagy állatok testének belsejébe, a sejt élő anyagába és szívómicéliumágak segítségével a sejt testének anyagait vagy az ott felhalmozott szerves anyagokat szívja el és ezáltal az illető szerv, sőt az egész szervezet elhalását idézi elő. Ezek az élősködő gombák egész vegetatív testükkel a növény vagy az állat testében élnek, felszínre csak a spórákat létrehozó micéliumágak, spóratartók sklerotiumok vagy termőtestek kerülnek. Az élősködő gombák okozzák a növények betegségeit (peronoszpora, lisztharmat, monília, burgonyavész, üszög, rozsda, anyarozs; 32. kép) és az állatok



32. kép. A rozs kalászában fejlődő anyarozsgomba.

A) kifejezett sklerócium alak (c); B) a rozs egészséges termője, alsó része a magház, csúcsán két tollszerű bibével; C) a megfertőzött magház megnyúlik (f) és megjelenik rajta a mézharmat (s); D) idősebb fertőzött termő, amely alsó részében már skleróciummá alakul (c), felül még mézharmatos, csúcsán a termő maradványaival (p); E) az előbbi állapot csúcsi részének hosszmetsete, F) a mézharmatos rész keresztmetsete hifonalakkal és leváló spórákkal. (Frank és Tulasne után. N. Sz.)

megbetegedését (sugárgomba, különböző bőrbajok, légypenész 33. kép). A magasabb rangú növények szervezete is hasonló nagy változást szenved az élősködés révén, amely végső esetben teljesen a gombákhoz hasonlóvá teszi az élősködő virágos növény testét is. E szélsőséges esetben, amilyen például a trópusok Rafflesiája, a növény egész vegetatív teste a gazdanövény belsejében él fonalhálózat gyanánt (fungoid test) és

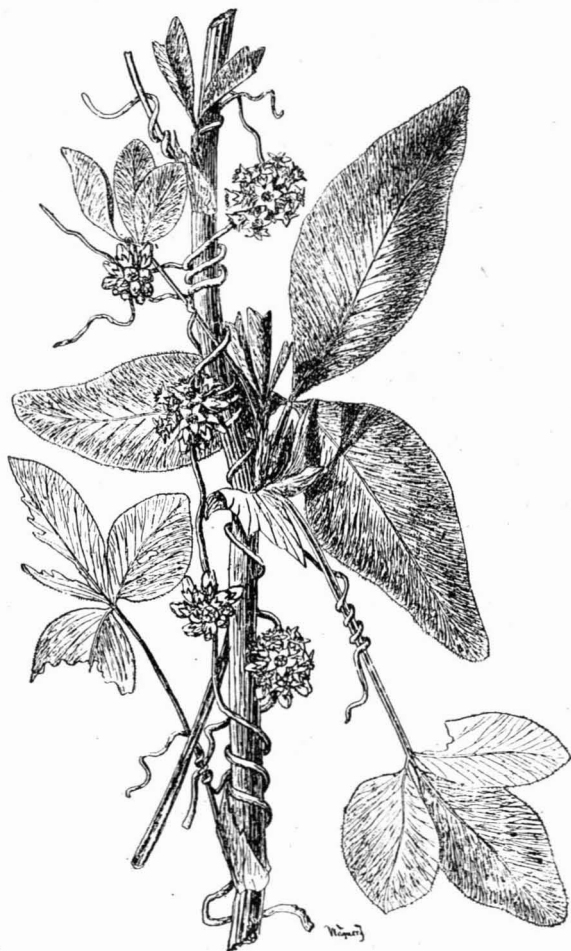


33. kép. A légy-
penész (*Em-
pusa Muscae*).

A megtámadott és
megölt légy körül
fehér udvart al-
kotnak a leszórt
spórák.

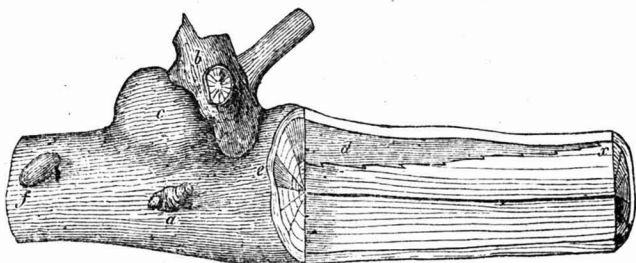
csak virágja jelenik meg a gazdanövény törzsének felületén. A mi hazai élősködő növényeink is példát szolgáltatnak az élősködő testalakhoz. Ilyen például a gazdasági növényeinken is sok kárt okozó több arankafaj (*Cuscuta*), amelyek közvetlenül a csirázás után elvesztik összefüggésüket a talajjal, fonalszerű, sárgás száruk rácsavarodik más zöld növény szárára és abba az érintkezés helyén szívógyökereket bocsát. E szívógyökerek szívják fel a táplálóanyagokat a gazdanövény testéből, természetesen annak kárára és vesztére. (34. kép.) Az ily tökéletes élősködő növényeknek levelük egyáltalában nem is fejlődik, klorofillnélküliek, de szívó-

gyökerekkel bírók. Nem egy élősködő növény azonban a szénasszimilálásra képes marad, zöld lombja fejlődik, mint pl. a fagyöngynek, fakinnak. (35. kép.) Ezek, mint ilyen félélősködők (hemiparaziták) főképen a vízben oldott anyagokat veszik át a gazdanövénytől. Nem egy olyan teljes vagy félélősködőt is ismerünk, amely látszólagosan talajlakó, de ha a talajban követjük gyökereit, azt tapasztaljuk, hogy azok más növények gyökereihez kapcsolódnak és azokba bocsájtanak szívószőrszálakat. Ilyen színtelen holoparazita-gyökérelősködő



34. kép. Herefojtó aranka a réti lóherén.
(Károly R. után N. T.)

pl. a szádor (Orobanche, 36. kép) a dohányon vagy más növényen élő specialista; zöld hemiparazita-gyökérelősködő sok Thesium, Euphrasia, Melampyrum stb. közönséges mezősségi növényünk. A parazita növények nemcsak önmaguk más alkotásúak és szervezetszerűek, mint az autotrófiások, hanem rendszerint a megtámadott autotrófiás növényeken is kóros elváltozásokat, megbetegedéseket, daganatokat, igen sajátos alakuláso-



35. kép. A fakinn (*Lanthus europaeus*) a csertőlgy ágán.

a fiatal csiranövény, *b* idősebb fakinnövény alsó része, *c* a megtámadott ág daganata; *a* cserfaág hosszanti metszetében látszik a fakinn behatoló gyökere (*d* — *x*, *e*), *f*) az ágra tapadt fakinmag. (Hartig után N. T.)

kat okoznak, amilyen a gombaokozta bábaszilva vagy a sokféle boszorkányseprő elnevezésű deformáció.

A húsevő növények általában külső alakjukban csak annyiban térnek el az autotróf növényektől, hogy valamilyen rovarfogó berendezkedéssel is bírnak. Egyébiránt rendszerint autotróf táplálkozásúak, rendes lombhordozással, zöldszínű levelekkel bírók, de levelei a képeken látható berendezkedésűek, mint pl. tapadós nedvet kiválasztó és begömbölyő szőrökkel, emergenciákkal bírnak (37. kép) vagy kancsóalakú (38. kép) vagy összecsapódó levelekkel van a növény felszerelve, amelyek a rovarok megfogására valók. Ugyanezen a szerveken

kiválasztó- és felszívószőrök is vannak, amelyek oldó váladékot választanak ki, illetőleg a feloldott anyagokat felszívják. E növények szénasszimilálása független a rovarfogástól, hasonlóképen gyökereik is felveszik a többi táplálóanyagot, de leveleik révén alkalmilag fehérje- és zsíryananyagokat is képesek felbontani és felvenni. E növények berendezkedésében a szélteben ismert mozgásjelenségek kifejlődése különösen érdekes. Ilyen látható a mi flóránk harmatfüvein, amikor annak bunkós emergenciái hajolnak össze a megfogott rovar fölött vagy pedig a melegéővek *Dionaeáin* (Vénusz légy-csapója), amelynek levéllemeze könyv módjára csukódik össze, amint a rovar reászáll. E mozgások az érintés ingerére következnek be és az inger felvételére rendszerint külön érzőszőrök, papillák szolgálnak.

A növények együttélése.

A növények életmódjára ható külső hatások forrásai közé kell számítanunk még a környező szervezeteiket is, amelyekkel a növényi szervezet élete folyamán kapcsolatba jut. Már a közvetlen szemlélet, sőt a saját életviszonyaink megítélése is arra a következtetésre kell, hogy vezessen, miszerint az egyes egyének életében,



36. kép. A rekettyeszádor (*Orobancha genistae*),

melynek töve a rekettye gyökerére rögzült (Bonnier és DaSablon után N.T.)

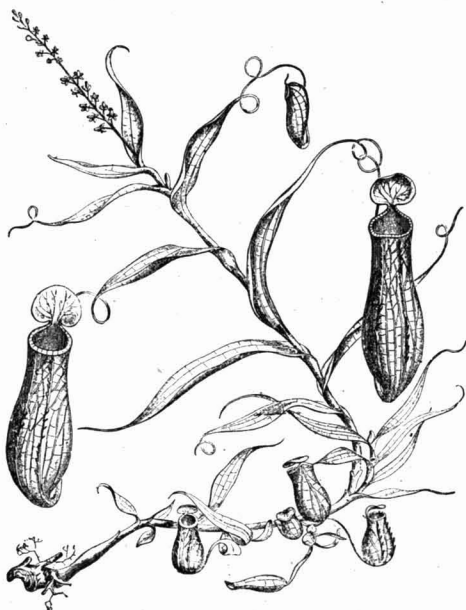


37. kép. A kereklevelű harmatfű.
(*Drosera rotundifolia*.)

Törzsjának levelei bunkós, nyeles mirigyekkel fedettek, amelyek a rászálló rovarokat megfogják (Emery után N.T.)

életmódjában, berendezkedésében a többi élő lény élete egyenkint, valamint azok összesége, társasága jelentőséggel bír. Már maga az a körülmény, hogy ugyanazon a talajon, ugyanabban a környezetben az egyének nagyobb száma él egymás mellett, egymás közelében, legelsősorban is a táplálék mennyiségére van hatással. Korántsem közböbs az egyes egyénre az, vajjon a rendelkezésre álló táplálékanyagot önmaga használhatja-e fel vagy azon meg kell osztzkodnia. Hasonlóképpen osztzkodás következhetik be pl. az autorófiás növények között a fény mennyiség felhasználása szempontjából is. Az osztzkodás hovatovább küzdelemmé válik, nemcsak az egyének, hanem sok esetben ugyanazon a növényi testen fejlődő szervek (pl. levelek) között is. Az ugyanazon a termőtalajon együttesen

élő szervezetek bizonyos társas életmódot folytatnak, valamilyen közösségbe kerülnek (kommenzalizmus), sőt hovatovább ez a közösség nemcsak arra vonatkozik, hogy a társaság tagjai közös forrásból merítik táplálé-



38. kép. A kancsóka. (*Nepenthes gracilis*.)

A trópusi erdők tehernövénye, kancsószerűen alakult levelekkel ($1/4$ nagyságban), amelyekben emésztő folyadék oldja fel a behulló rovarok lágy részeit (*Schuman-Gilg* után N. T.)

kukat, hanem arra is, hogy a társaság tagjai egymással bizonyos függő viszonyba kerülnek, sőt csakis közösen képesek bizonyos külső hatásoknak ellenállni (pl. a párnás, gyepes növények a szárítóhatásoknak). Ilyen

függő viszony létesülhet egyes növények között, de növények és állatok között is. A legtágabb értelemben az élők egész világában megtalálható a kölcsönös egymásra utaltság, hiszen tapasztaltuk azt, hogy a növényvilág ama kiváló sajátsága, hogy a szervetlen anyagokból szerves vegyületeket képes készíteni, viszont az állatvilág e szerves vegyületeket használja fel táplálkozásában, arra mutat, hogy az állati élet a növényzet életműködésén alapul, de ismét az is megállapítható, hogy az állati táplálkozás produktumai szolgáltatják ismét azokat a vegyületeket, amelyeket ismét a növényzet vesz fel a talajból vagy a levegőből (széndioxid, nitrogénvegyületek stb.). Eltekintve ettől a tágabb értelemben vett egymásrautaltságtól, valamint annak a részletezésétől, vajjon az egyes növénytársaságok bizonyos talaj vagy klímaegységekben miképpen jönnek létre és ezek egymást a talaj megváltozása következtében miképpen váltják fel, amelynek vizsgálatára egyik későbbi fejezetünkben térünk rá, a következőkben csak azokat a jelenségeket vizsgáljuk meg, amikor az egyes szervezetek egymás életmódjára vannak különös hatással.

Ilyen kapcsolatokat már megismertünk az élősködő növények életmódjának jellemzésekor. Ez a módja a társulásnak már erőteljesen szélsőséges, mégpedig azért, mert ebben az esetben a két társult egyénnek nem egyenrangú szövetkezése alakult ki, hanem a társulás olyképpen történt, hogy az egyik egyén a másik egyén rovására él, az élősködő a gazdanövény valamennyi vagy bizonyos anyagmennyiségét tulajdonítja el saját életének biztosítására. Ha az egyes szervezetek között létrejövő táplálkozásbeli kapcsolatot együttélésnek (*szimbiotizmusnak*) nevezzük, úgy az ilyen, többféle formájú és fokozatú élősködést ellenséges együttélésnek, *antagonizmusnak* kell bélyegeznünk, amelynek

rendszerint az a következménye, hogy a gazdanövény egész teste vagy legalább is bizonyos szerve megbetegedik, sőt el is pusztul.

Nem így durva és tragikus végű az együttélésnek az a módja, amikor az együttélő két szervezet mind-



39. kép. Az erdei fenyő gyökere, amely földalatti gombával (*Elaphomyces granulatus*) társult.

(Rees után N. T.)

egyike hasznot lát ebből az együttélésből (kölcsönös-ség, *mutualizmus*). Megemlítettük, hogy az autotrófiás virágos növények általában nem képesek a televény-talaj nyers, szerves anyagait gyökérszőreikkel felvenni, hanem közvetítőre van szükségük. Ezt a közvetítőt találják meg a televény szaprofita gombáiban, amelyek a televényanyagok felvételére és felbontására képesek.

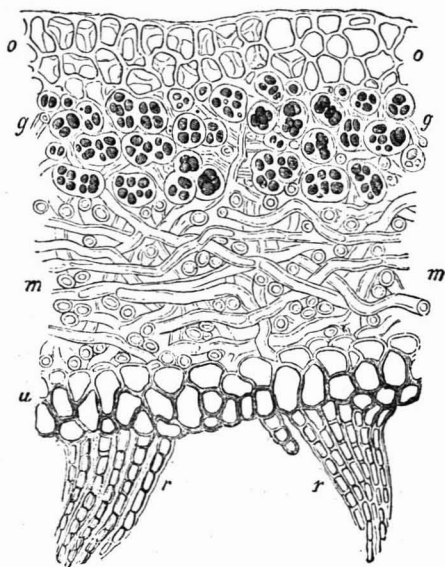
E gombák fonalai behatolnak a televénylakó virágos-növények gyökereibe, azoknak felületi vagy belső szöveteibe jutnak, s a vékony gyökérágakat fonalhálózattal fonják be (mikoriza). Nemcsak a klorofill nélküli televénylakó növények ilyen mikorizásak, hanem a televény, erdei talajon élő tűlevelűek (39. kép), sőt lombos fák (pl. bükk, tölgy) is, ilyen *mixotrófiásokká* válnak, sőt bebizonyult, hogy a virágos növényeknek igen nagy része, közel a fele mikorizássá válik televénytalajon. E növények gyökerein a gyökérszőröket gombafonalak helyettesítik, amelyek kapcsolatosak a talaj micéliumrendszerével. E micéliumrendszer szaprofita-életre képes, főképen a nitrogénvegyületeket szerzi meg a talaj szerves vegyületeiből és ezeket a nitrogénvegyületeket szétbontva, abból a virágos növények gyökereibe is juttatnak. A tapasztalat arra mutat, hogy a gyökerek szöveteiben ezek a gomba fonalak szétbomlanak és tartalmukat a gyökér sejtszövetjei használják fel. A zöld televénylakó növények ilyképen nitrogénszükségletüket fedezik a mikoriza segítségével, de alkalmuk van arra is, hogy a gombáknak viszont szénvegyületekkel szolgálnak, mert szénvegyületet önmaguk is képesek előállítani. A zöld televénylakó virágos növény és a gomba között tehát kölcsönösség állapítható meg. Ellenben a nem zöld televénylakó virágos növények, mint már említettük, inkább élősködnek a gombafonalakon, mert úgy szén-szükségletüket, mint nitrogén-szükségletüket a gombáktól nyerik.

Ilyen táplálkozásbeli kapcsolat megállapítható bizonyos virágos növények és bizonyos baktériumok között is. Széltében közismert jelenség az, hogy a pillangósvirágú növények, amilyen pl. a paszuly, borsó, bükköny, lóhere, lucerna stb. gyökerein gumócskák jelennek meg, amely gumócskákban a *Bacterium radicicola* nevű baktérium nagy tömege tanyázik és él

meg. Ezekről a baktériumokról bebizonyult, hogy képesek a talaj levegőjének nitrogénjét megkötni és nitrogénvegyületek előállítására felhasználni. Ezeket a vegyületeket a gazdanövény felhasználja táplálkozásában és cserébe a baktériumoknak a tápanyagokhoz alkalmas lakóhelyet és egyéb táplálékot nyújt. E baktériumos-együttélés a pillangósvirágú növényeket nitrogényűjtő növényekké avatja, sőt ezek már talajjavító növényekként is szerepelnek, amennyiben nem a talaj nitrogénvegyületeit fogyasztják el, hanem gyökérgumóikkal még a levegő nitrogénjét is összegyűjtik és felhasználásra alkalmassá teszik. Hasonló jelenség több más növényen is megfigyelhető.

Igen szoros együttélésnek példái a zuzmók (40. kép). Ezek a szervezetek, amelyek a növények rendszerében a telepes növények között foglalnak helyet, mint a gombák és a moszatok párhuzamos csoportját alkotó szervezetek, a maguk nemében igen különleges alkotásúak. A zuzmók testének vizsgálatából meg volt állapítható az, hogy magát a testet tulajdonképpen gombafonalzat alkotja, amely a klorofillt nélkülözi, tehát a szervezetnek is, épűgy, mint a gombáknak parazita vagy szaprofita életmódot kellene folytatnia. A zuzmó testében megtalálhatók azonban a klorofill-szemcsék is. E klorofill azonban nincs a zuzmótest gombasejtjeiben benne, mint sejtalkotórész, hanem ezektől elkülönülve, a különálló egysejtű vagy fonalas moszattelepekben van meg, amelyek a gombafonalak szövédéjében rejtőzködnek (gonidiumok). Behatóbb vizsgálatok beigazolták azt, hogy a zuzmótestet alkotó gombafonalak (hifák) bizonyos ágai a zöld gonidiumokat behálózzák, sőt azokba behatolnak és belőlük a szénvegyületeket felhasználják. E gombafonalak tehát élősködnek a gonidiumokon, olyképen azonban, hogy azokat nem használják ki és nem teszik tönkre, hanem mintegy rab-

szolgaként tartják fenn azokat és élvezik az ő széndioxid-asszimilálásuk termékeit. A gonidiumok egészen jól érzik magukat a zuzmók testének belsejében, hiszen a



40. kép. Zuzmó testének metszete (*Sticta fuliginosa*) 500-szoros nagyítással.

Gombafonalak alkotta testben moszattetelek (gonidiumok) helyezkednek el egy rétegben (g), amelyhez laza gombafonalréteg (m) és kéregréteg (o, u) csatlakozik. A telep alól rizinákkal (r) rögzítődik az alzathoz. (Sachs után N. Sz.)

megélhetésükhöz szükséges vizet a felszívó képességű zuzmó teste gyűjti össze részükre, sőt a talajsók is ezen a réven jutnak a gonidiumokhoz. E gonidiumok moszattermészete beigazolódott akkor, amikor ezeket a

zuzmótestből kiszabadítva önálló életben lehetett tartani és moszatfajukat megállapítani. A gomba és moszat ilyen együttélése (helotizmus, lichenizmus) alkotja meg a zuzmók különleges teleptestét (konzorcium), amely kiválóan alkalmassá lesz ezáltal arra, hogy a leg-sivárabb és legkietlenebb termőhelyeken, (szikla, kőzet-felület, puszta homok stb.) is folytassa életét, oly helyeken, ahol sem a gomba, sem a moszat külön meg sem élhetne.

A növény és az állat együttélése.

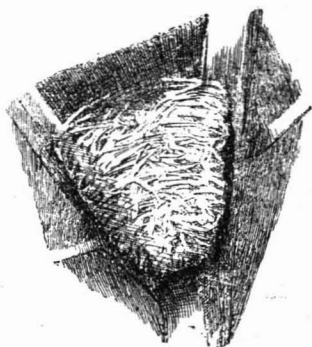
Eltelktve a növény- és az állatország előbb említett szoros táplálkozásbeli kapcsolatától, az élők világa tagjainak egymásra utaltságától, igen sokféle egyéni kapcsolat mutatható még ki állatok és növények között.

Kiindulhatunk mindjárt abból a jelenségből, amelyet a zuzmók testének, konzorciumának együttélésében tapasztaltunk. Hasonló eset tapasztalható akkor, amikor a klorofillos moszat valamelyik állat testében üti fel tanyáját és azzal él táplálkozó közösségben. Erre példát találunk az egysejtű zöld moszatok, a klorellák sorában, amelyek alsóbbrendű állatok, ázalékok, hidrák, szpongillák, planáriák plazmájában élnek szimbiózisos életet és ezeket az állatkákat mintegy kloroplasztás állatokká avatják és életmódjukban a zöld növényekké teszik hasonlóvá.

Ennek az esetnek megfordítottjaként lehet megjelölni azt az érdekes jelenséget, amikor viszont apró állatkák keresnek menedéket valamely növény testének üregeiben és ezáltal szolgálatára vannak a növénynek. Ilyen viszony tapasztalható a kerekessérgek (Rotatoria) és a májmohák között. A fakérgeken élő májmohák némely fájának levele az alzatra simult alsó felületén

kosárkaalakú öblösödéseket visel, amelyben víz gyűlik meg. E víz magával hozza az oldott és egyéb szerves és szervetlen anyagokat, apró törmelékszemcséket, sőt ázálékok, moszatok is élnek bennük. A levelek ezen kosárkáiban helyezkednek el a kerekessérgek, lakást és ellátást kapnak, viszont ürülékük révén nitrogéntartalmú trágyával fizetnek a májmohának.

A rovarok és a növények együttélésére különösen két rovarcsoport szolgáltat igen tanulságos példát. Az egyik az atkák, a másik a hangyák csoportja.



41. kép. Atkafészek a hársfa levelének fonákán, az erek zugában.

(Lundström után N. T.)

Az atkák a virágosnövénnyek, főképen fásnövénnyek levelein élnek. E növények leveleinek bizonyos részeit használják fel lakásul és költőhelyül az atkák, mint pl. a nagylevelű hárs levelének fonákán, az erek zugaiban fejlődő szőröcsomókat (41. kép), a tölgyfélék levelein a levélnyel melletti kis üregeket, az ükörkelonc levélerei mentén alakuló gödröcskéket stb. Ezekben

az atkafészekben (akarodomacium) kikelő apró atkák olyképen szerzik meg táplálékukat, hogy a levél felületén indulnak vadászatra és azon minden ennivalót elpusztítanak. Felszedik a levélre hulló gombaspórákat, a levél felületére tapadó szerves anyagok porát stb., szóval alaposan tisztántartják a levelet. Az atkáknak ilyen munkássága a levél életében nagy haszonnal jár, mert egyrészt megvédelmezi a levelet a gombaokozta betegségektől, másrészt megakadályozza a levél felüle-

tének elborítását és a levegőnyílások eldugaszolását idegen anyagokkal. Mindezt az atkák lakás ellenében végézik. Lombhullás előtt az atkák eltávoznak a levélről és a növény más helyén, ágzugokban, rügyekben keresnek téli szállást, de nyaralni és költeni ismét a levélre vándorolnak.

Hasonló tisztogató munkát végezhetnek a hangyák is a növényeken, de ezt a munkát megtoldják azzal is, hogy a káros rovarokat is távoltartják a növényektől, megvédik azokat a levélpusztító rovarok, pl. hernyók kártétele ellen. Ezen munkájuk fejében táplálékot nyernek a növény testén, mégpedig a leveleken, szárrészeiken elhelyezkedő mirigyek mézes, cukortartalmú váladékát használják fel táplálékkul. Igen sok növényünk, mint a bükkönyfélék, mandulafélék, bodza, rezgőnyár stb. táplálja a hangyákat e mézfejtők mézével. A hangyabolyok rendszeren ilyen mézes növény tövében találhatók meg és ennek lakói ezeken a fákon kalandoznak táplálék után, de egyúttal harciasan megölnek minden más, kártékony rovar is, amely az ő növényüket bántalmazhatná. A Földközi-tenger mellékén a hangyák e tulajdonságát fel is használják a gyümölcsfatenyésztők olyképen, hogy a hangyák fészkeit ráerősítik a gyümölcsfákra. A trópusi növények egész sorát ismerjük, amelyek a hangyákat még olyképen is biztosítják a maguk részükre, hogy a táplálékon kívül a legkülönbözőbb módon lakást is biztosítanak részükre.

A növény és a hangya élettársulásának legérdekesebb esetei azok, amikor az egyes hangyafajok egymással érdeköszeütközésbe kerülnek. Kitűnő példa erre a dél-amerikai trópusok Atta-hangyáinak viselkedése. Az Atta-hangyák ugyanis lakásaikban gombatenyésztet tartanak. A táplálkozásukra szolgáló gombákat faüregekben vagy talajodukban lévő lakóhelyükön tenyésztik olyképen, hogy önmaguk hordják össze a gombatenyésztéshez

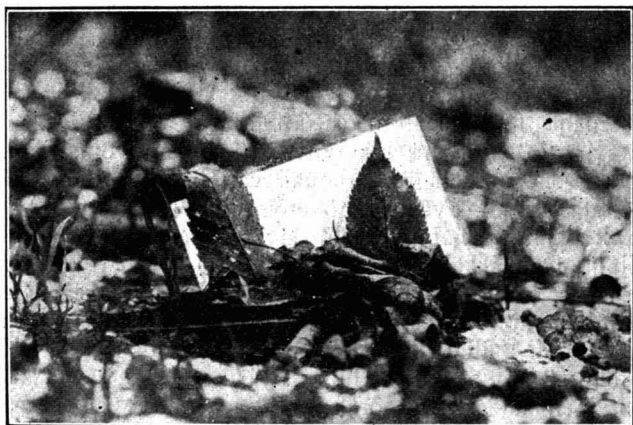
szükséges anyagokat és önmaguk készítik a gombaágyat. A gomba spórái a gombaágyon kikelnek és micéliumai az ágy felületén apró, de dús táplálóértékű gömböcskéket (hangya-kalarábé) fejlesztenek, amelyekből a hangyák táplálkoznak, miközben az ágyat tisztántartják, gyomlálják, új anyaggal pótolják, szóval szorgos kertész munkát végeznek. Ez a gombafaj (*Rozytes gongylophora*), csakis ezekből a hangyákertekből ismeretes, tehát a hangyák ezen gondozása nélkül nem is él meg. Az Atták és egyéb hasonló működésű hangyák e gombatenyésztése azonban veszedelmet is jelent. Veszedelmet jelent azokra a növényekre, amelyekről a gombaágy elkészítéséhez szükséges anyagot szerzik meg a hangyák. Tenyésztőanyagul élő fásnövények leveleit használják ugyanis fel, amelyek megszerzésére egész hadjáratokat indítanak bizonyos fák ellen. Ezek leveleit teljesen lepusztítják, apró darabokra vágva fészkeikbe hordják, ott összegrágják és péppé gyúrva készítik ebből a gombaágyat. Amíg tehát e hangya együttélése a gombára hasznos, más növényre veszedelmet jelent. E lomblepusztítás veszedelmétől csak azok a fák vannak megkímélve, amelyek mérgesek, serteszőrűek vagy amelyek ismét hangyalakta (mirmekofil) fák, vagyis amelyek testükben másféle hangyáknak lakást és ételmet biztosítanak, mint az Acaciák, Cecropiák és egyéb melegéögvi fák. Azok a hangyák ugyanis, amelyek a fák üregeiben rendezkednek be és e fák váladékaiból élnek, erős védő hadsereget szerveznek a fák védelmére és azt még a levélszabdaló hangyák ellen is megvédelmezik.

Még egy kapcsolatról kell megemlékeznünk, amely a növények és bizonyos állatok között megállapítható. Ez a kapcsolat ismeretes mindenki előtt, aki figyelemmel kísérte erdeink fáit. E fákon gyakran találunk különös alakú képződményeket, amelyek teljesen a növény-

hez tartozónak látszanak, szerkezetük is növényi, mert növényi sejtekből vannak felépítve, de szétmetszve őket, bennük apró lárvát találunk. Ezek a köznyelven *gubacsoknak* nevezett képződmények szintén állati hatásra alakulnak meg. Bizonyos férgek, atkák, legyek, hártyás-szárnyúak azok, amelyek petéiket a fiatal levelek, száraz, rügyek szöveteibe rakják, miközben e növényi részeket megsebesítik. A petéből kikelő lárvá váladéka e sebhelyen erős szövetburjánzást idéz elő és e burjánzás az illető állatfajra jellemző alakú és szerkezetű gubaccsá fejlődik. A lárvá e gubacs növényi anyagait használja fel táplálékkul és kifejlődve a gubacsot elhagyja. Ez az együttélés nyilvánvalóan antagónisztikus, mert ebből csakis az állatnak van haszna. Ellenszolgáltatást nem nyer a növény, csak anyagot veszít azáltal, hogy saját szervein kívül még a gubacsot is ellátja táplálékkal.

Ha nem is együttéléstről, de a növény és az állat munkája közötti kapcsolatról emlékeztünk meg akkor, amikor a földi giliszták szerepét említjük meg. Feltehetően mindenkinek, hogy nyárutón és ősszel a talaj felszínén a lehulló lomb kis kupacokba van összegyűjtve, vagy akácfák alatt a lehullott levélgerincek egy-egy csomóba vannak összehalmazva, egy-egy levél, levéltöredék pedig hegyével behálózódik a talajba (42. kép.). A befuródás helyén nyílás vezet a talajba és abban kis csatornácskában folytatódik, amelyeket levéltörmelék bélel. Ezek a csatornácskák a földi giliszták útjait jelzik, amelyek keresztül-kasul behálózzák a talajt, felszíni nyílásuk körül pedig apró rögöcskék, talajgömböcskék hevernek. Már *Darwin* észrevette és méltatta a giliszták ilyen működését, amellyel ezek a szorgalmas és hasznos állatok a talaj felszínén összegyűjtik a lehullott lombot, a növényi hullák részeit, azokat megesszik és a talajjal egybekeverve ürülékükkel a fel-

színén ismét kiürítik. A talaj sokszor méteres mélységig ilyen, a giliszták révén átdolgozott anyaggal van alaposan elkeverve. Ezek a csendben és feltűnés nélkül működő állatkák megbecsülhetetlenül fontos munkát fejtenek ki a lehullott lomb felaprózása, elbontása, a talaj elkeverése, szellőztetése körül. Az ő munkájuk



42. kép. Levéltörmelék-kupac,
melyet a giliszták hordtak össze. (Egy fehér papíroslap van a levelek mögé téve). Eredeti felvétel a budapesti növénykertben.

készíti elő a televény keletkezését és elkeveredését a talajjal és ezzel a növények tápláló anyagainak felújítását, a hullák szétbontását. A giliszták e hasznos munkáját még elősegíti egyéb állatok munkája is. A vakond, a nyúl, továbbá hangyák, rovarálcák, százlabúák és egyéb talajban élő állatok elvégzik a durva munkát, amit azután a baktériumok működése és a kémiai átalakulások fejeznek be.

A növények életében nagyjelentőségű a talaj szervezeteinek (*edafon*) élete, ezek életének egymásbakapcsolódása!

A növények társulása.

A növények együttéléséről szóló fejezetben kifejtettük, hogy a növények életmódjában nemcsak a klimatikus és a talajhatások irányadók, hanem megnyilvánulnak kölcsönös egymásrahatások is. Ezt az egymásrahatást, vagyis a szervezetek egyéni kapcsolatát, az együttélések különféle megnyilvánulását növény és növény, növény és állat között főbb példáiban megismerve, még a tágabb értelemben vett együttélést, a növények társulását kell figyelemre méltatnunk.

Aki elhagyja a falvak, városok háztömegeit és a környék tájait szemléli, azonnal arra az egyszerű tapasztalatra jut, hogy a tájak jellemvonásait főképen a növényzet adja meg. A vidék domborzata, a síkság, dombos vidék, hegység rajzolata a gerinc, amelyre a húst, a színt, az életet a növényzet varázsolja. Ez a növénytakaró pedig nemcsak pusztá jelenlétével vesz részt a táj képeinek megalkotásában, hanem nagy változatossága az, amely épen mint jellemző érték szerepel. Ez a sajátossága a növénytakarónak annyira közismert, hogy szinte nehéznek tűnik erre külön felhívni a figyelmet. Már gyermekkorában ismeri mindenki az erdőt, a berket, a csalitot, a dús rétet, a szikár legelőt, a pusztát, a nádat és még sokféle tájrészletet. Tapasztalja mindenki, hogy ezek a tájrészletek más és más növények társulásai. Senkisésem talál búzavirágot a fenyvesekben, nádat, kákát a sziklabércen, havasi gyopárt a Tisza-parton, tavirózsát a legelőn, árvalányhajat a bükkerdőben. Ha nem is ismeri névszerint a növénye-

ket, jól tudja mindenki, aki nyitott szemmel jár a természetben, hogy minden tájegységnek jellemét bizonyos növények csoportos fellépése adja meg, oly növényeké, amelyek egymással kapcsolatosan, mint egységes, jól megszervezett növényközösséget képviselnek.

Az eddig elmondottakból nincs kétség aziránt, hogy a növények életmódját a külső hatások szabják meg. Ezek a külső hatások, tehát úgy a klimatikus, mint az edafikus tényezők egy-egy tájrészleten azonosak, miből következik, hogy ezen a tájrészleten csakis oly növények élhetnek meg, amelyek belső sajátágaik alapján életmódjukat ezekhez a külső viszonyokhoz alkalmazni képesek. Azonos külső körülmények között azonos életmódú növények élnek és ezek ott ilyen megszervezett közösséget, *formációt* alkotnak. Ezek a formációk, mint ökológiai-növényföldrajzi tájegységek, tehát a külső hatásoktól, a klíma- és talajviszonyoktól függő növénytársulások, amelyek külső képét az azokat megalkotó növények testalkata adja meg. A növények külső képe, fiziognómiája az, amely a tájegység fiziognómiáját megadja. Ezt érezzük meg a tájak szemléletekor, ezt érzi meg a festőművész, amikor vásznára utánózni akarja a bükkerdő mélyét, a verőfényes pusztát, a párás ingoványt. Más a mi Kárpátjaink fenyvese, mint a bükkös, vagy a trópusok pálmaligete, a dzsungel őserdeje; más a mi alföldünk pusztája, mint a Szahara sivatagja, vagy a havasok színpompás rétje. Apróbb részletekre fordítva a figyelmet, ki ne ismerné alföldünk különböző szikeseit, a különféle lápok, mocsarak, amelyek egymástól is eltérnek növényzetükben. Ezek az eltérések mind a klíma és talajviszonyoktól függenek, vagyis azoktól a hatásoktól, amelyeket mind mint külső alakító erőket ismertünk meg. A növényzet mindenütt a klíma és talaj jelzője. A klimatikus tényezőkről megállapítottuk,

hogy azok a levegő sajátságainak, áramlásainak, csapadékviszonyoknak, fény- és hőhatásoknak együttes hatásai, az edafikus hatások főképen a talaj víztartalmában, szerkezetében, kémiai és fizikai viszonyaiban rejlenek.

A társulásokban is épúgy, mint az egyén életmódjában a legjelentősebb szerep a vízviszonyoknak jut. A legélesebb ellentétben vannak egymással a vízben és szárazföldön megalakult formációk. Emiatt nagyjából a formációkat is hidatofita (vizi) és erofita (szárazföldi) csoportba foglalhatjuk, mint azt az edafikus hatásokról szólva, a növényekkel tettük (98—100 old.). Ez utóbbi csoportot ismét szétbonthatjuk nagy vízbőségű (higrofita), közepes vízellátású (mezofita) és alacsony vízellátású (xerofita) alcsoportokra. Tekintetbe véve már most a termőhelyek egyéb klimatikus és edafikus tényezőit, *Diels* szerint, akinek jellemzését az alábbiakban követjük, a föld növénytakarójában nagyjából a következő formációtípusokat állapíthatjuk meg:

A higrofita formációknak vízben élő növényzetére a víz sótartalma (kloridossága) nem közömbös, úgy hogy a sósvízű és édesvízű vegetáció egymástól élesen különbözik. E formációk megalakulásában a hőmérséklet nem játszik oly szerepet, mint a fényeloszlás. A vízbe hatoló fény erőssége a mélységgel fokozatosan csökken, tehát a vízben lakó növények fényigényük szerint szintekben helyezkednek el, legfelül a bőséges fényt kedvelők (eufotikusak), azután a gyenge fényben élők (diszotikusak), végül azok, amelyek már meg sem mérhető fényben is megélnek (afotikusak). Hasonlóképen fontos irányító hatással van e szervezete eloszlására az is, hogy ezek szabadon lebegnek-e a vízben, megalkotván a *plankton*t, vagy pedig a fenéktalajhoz rögzítettek és a *benthosz*-vegetációt alkotják. E körülmény hatását a berendezkedésekre (106—113 oldalon) már ismertettük.

A *tengeri plankton* túlnyomó részben apró, egysejtű, lebegő szervezetek (8. kép.) miriádjainak hatalmas tömege, amely közé néha bevetődik a fenékről leszakadó tengeri moszatok, hinárok egy-egy darabja. Ezek bizonyos tengerrészeken (Sargasso-tenger) a tenger áramlásai miatt oly mennyiségben is összegyűlhetnek, hogy a közlekedés akadályáivá lesznek.

A *tengeri benthosz* virágos növényei (pl. tengerifű: «Seegrass») a tengerfenéken réteket alkotnak, míg a moszatok az alámerült sziklák kisebb-nagyobb, sokszor óriási termetű (15. kép) lakói, amelyek sűrű bozót vagy erdő gyanánt fedik e helyeket. A zöld és barna moszatok inkább a világos, a veres moszatok inkább az árnyékos részeket keresik fel és apálykor, mint összecsapzott tömegek élük át a néhány víztelen órát, amialatt az élelmes tengerparti gazda szekérszámra hordja őket haza trágyának vagy takarmányul, vagy némelyiket — jódtartalma miatt — gyógyszerül.

Természetes, hogy úgy a tengeri plankton, mint a benthosz formációk igen változatosak. Más a Földközi-tenger vegetációja, mint az ausztráliai tengerké vagy a Vörös-tengeré. Még a sarkkörüli hidegvízű tengereknek is hatalmas vízi növényzete van, pedig ezeknek hőmérséklete alig emelkedik a fagypont fölé és hosszú éjszaka borul fölējük.

Az *édesvízi plankton* inkább az állóvizekben honos és hasadó moszatokban, kovamoszatokban igen gazdag, az *édesvízi benthosz* pedig változatosabb, amennyiben a zöld moszatok az uralkodó növények, de a mohák, harasztok és virágos növények is részt vesznek folyóvizeink, tavaink formációinak megalkotásában.

A szárazföldi növényformációk az őket alkotó növény testalkata szerint nagyjából két nagy csoportba foglalhatók, a fás növények alkotta *erdőségek* és a lágyszárú, dudvás növények alkotta *mezőségek* csoportjába.

Az erdőségek formációi közül hazai tájainkon a lombos erdőket és a fenyveseket ismerjük. Akinek alkalm volt azonban megfordulni más világrészekben, vagy legalább jó útleírásokat olvasott, jól tudhatja, hogy mily nagy formagazdagságban jelennek meg az erdőségek a különféle égtájakon. Ezek az erdőségek a legkülönbözőbb fiziognómiájúak, összetételűek és életűek.

A forró és melegebb (tropikus és szubtropikus) égtájak erdőségei közül sokszor olvashatjuk a mangrove, a dzsungel, a monszun-erdő leírását. Mindegyik nagy melegigényű, de a csapadékviszonyok szerint mégis különféle.

A *mangrove* a tropikus és szubtropikus tengerpartok védettebb, iszapos öbleiben alakul ki, az egyenlítőtől 30—32° É. szélességi körig. A keleti mangrove jellemző parti vegetációt alkot az Indiai Óceán partjain és a Csendes-Óceán nyugati partján, a nyugati mangrove pedig az Atlanti-Óceán tropikus partjain és a Csendes-Óceán keleti partján. Növényzete speciálisan sótűrő, alig néhány növényfajból összetett. A vízben, iszapban álló fák tövét gulába állított fegyverekhez hasonlóan léggyökerek támogatják. Mivel az iszapban nincs elég levegő, külön lélekző gyökerek emelkednek ki az iszaptól, amelyek kis hajtásokhoz hasonlóan veszik körül a fa tövét. Több mangrovefa (pl. *Rhizophora*) az utódok megmaradásáról pedig meghatóan gondoskodik, nehogy a lehulló mag az iszapba fulladjon, még mielőtt kikelt volna belőle a kis csíra.

Még a fán magán, a gyümölcsben csírázik ki a mag és amikor a kis palánta már erőteljes, akkor hull le az iszapba és kezdi meg életét! Amíg a mangrove a tengerpartok formációja, a *dzsungel* (angol szó: jungle) hatalmas méreteivel, vad bujaságával és szinte visszarettentő komorságával a szárazföldi trópusi őserdő, amely a természet erejének legmegkapóbb képét

festi. A dzsungel csak ott fejlődik ki, ahol a bőséges esőzéseket (200—400 cm.-es) sohasem váltja fel száraz időszak, miértis a legkülönbözőbb vegyülékben igen sok faj és igen különböző testalkat buján tenyészhet. Örökzöld fák a dzsungel uralkodó növényei, amelyeknek igen gyenge héjkérgük van, mert nem kell védekezniök a kiszáradás ellen, lombjuk kis terjedelmű, mert oly sűrűn állanak, hogy nagy lomb ki sem fejlődhetik. Viráguk apró, nem feltűnő színű, rendszeren az idősebb ágakon, törzsek felületén jelenik meg. A sokféle termet miatt a dzsungel mintegy galériás felépítésű (4—5 emeletes) a bokros termetűtől a sudarfákig. A sudarfák bőrslevelűek, a legalsók puhalevelűek, de leghigrofilebbek az aljanövényzet dudvái. Igen jellemző elemei a dzsungelnek a kapaszkodó *iszalagfák* (liánok), amelyek áthatolhatatlanná teszik sűrű szövödményükkel, fáról-fára csavarodó szárukkal az úgyis sűrű erdőt. A *tehernövények* pedig a fák ágaira telepedve, menekülnek az erdő mélyének sűrűjéből a napfény felé és lefüggő léggyökereikkel veszik fel a páradús levegőből, vagy a talajból a szükséges vizet.

A trópusoktól a mérsékelt égövek felé az esőmennyiség csökkenésével a dzsungel változatossága csökken, jellemző sajátosságai elmosódnak, épenúgy, mint a tropusok hegységeinek lejtőjén felfelé haladó irányban.

Amint a trópusi klíma nem egyenletes, hanem az esős és esőtlen időszak váltakozik, lombhullató, trópusi erdőtípus, a *monzunerdő* alakul meg. Ennek fái már alacsonyabbak, vastag héjkérgűek, nagyobb lombúak, de kisebb levelűek, fatestükben már évgyűrűk alakulnak. Jáván és Hátsóindiában a monzunerdő a melegszáraz időszakban júniustól-októberig lombtalan, amikor inkább a virágzás ideje esik, az év többi részén zöldel.

A dzsungelből és monzunerdőből észak és dél felé mintegy fokozatosan alakul ki a lombváltó *nyári erdő*,

amelyben a lombtalanság a hideg időszakra esik, amikor a talaj lehűlése miatt annak vize nem használható ki. A lombhullás szabályozó voltáról a szárazföldi növények berendezkedéseivel kapcsolatosan (104. old.), mint tropomorfózisról szólottunk, amisperint a nyári erdőt az élet időszakossága jellemzi, a tavasztól-őszig terjedő, fokozatosan fejlődő és alábbhagyó táplálkozás a rügyfakadástól a lomb őszi színeződéséig és a lombhullásig tartó alak és színváltozás. A nyári erdő sokkal kevesebb növényfajból van összetéve, mint a dzsungel. Amíg a dzsungel változatosságát a fajgazdagság teszi, addig a mi nyári erdeink változatossága és szépsége életének változatosságában rejlik. Lombos erdeink fáinak terjedelmes, sűrű és egyenletes levélzetű, gyengéd, élénkzöld lombja alkotja az erdő kupoláját, amely alatt csak néha fejlődik egy-két emelet cserjékből és alacsony fákból. Aljanövényzet csak akkor fejlődik, ha nem túlságosan sötét az erdő, vagy még lombfakadás előtt a kora tavaszon éli le életét és azután már csak a gombák és élősködők élnek a lehullott avarban. Minél távolabb esik a tropusoktól a nyári erdő, annál kevesebb benne az iszalag és a tehernövény, ezek helyét a mohák, majd a zuzmók veszik át, amelyek tarka foltokat festenek a fák kérgéin. Amíg az ázsiai nyári erdők fokozatosan különülnek ki a dzsungelből és monzunból és így sok átmeneti, gazdag és kevert flórát rejtenek, addig a mi erdeink, akár a kevert erdők, akár a tiszta bükkösök, tölgyesek vagy nyíresek külön-külön jellegzetes előfordulásukkal és jellegzetes aljanövényzetükkel tűnnek ki.

Az időszakos fiziológiai (téli) szárazságot más berendezkedéssel védik ki a *fenyőerdők*, amelyek a föld növénytakarójának igen tetemes részét teszik. Megjelennek a lombváltó, nyári erdők birodalmában, azokat nagy területen felváltva, de túlhaladnak azon a hegy-

ségek magaslatain és a sarkok felé. Ugyanolyan, vagy hasonló viszonyok között megélnek, mint a lombváltó erdők, de a téli szárazságot xerofita berendezésükkel, mégpedig tűszerű, kemény, áttelelő levelükkel élik át. Épen ezért bírják el a hidegebb klimát is az északi félteke sarkvidékei felé, ahol egy-egy faj magában is nagy kiterjedésű erdőséget alkot.

A száraz-meleg területek erdőségei egészen más alkatúak. Azokon a hiányos vízellátású területeken, ahol nagyobb terjedelmű, buja erdő meg sem élhet, egy sokkal lazább összetételű, kevésbé egységes xerofil, inkább parkszerű fás növényzet keletkezik, amely a szárazság csekély fokozódásával könnyen elpusztul. Ezek, az úgynevezett *szárazerdők* keményfájú és igen vastagkérgű, vagy vízgyűjtő szövetű fák, gyakran ernyőszerűen szétterülő koronával, kis, örökzöld, néha lehulló lombbal. Az aljanövényzet szintén xerofil. Különleges szárazerdők az ausztráliai magastörzsű, árnyéktalan, hosszúéletű Eucalyptuserdők, fényátbocsájtó lombbal s függőleges elhelyezésű levelekkel. A füves Szavannaerdők és Brazília töviserdei, a Catingák szintén alacsony törzsű szárazerdők. Egy másik típus az *örökzöld* bokroserdő, a mezofita lombtartó cserjék sokszor igen sűrű állománya. Jellemző kifejlődésű a Földközi tenger mellékén uralkodó *mahhia*, (maquis, machia) melynek sokszor fatermetű és ligetet, erdőt alkotó babér és olajfája, továbbá a mirtusa, erikája és cisz-tusa, az Arbutus és a Pistacia bokra leghíresebb. A *Cercis siliquastrum*-ot elhoztuk innen kertjeinkbe és az oleandert udvarainkba. Néha néhány, néha igen sok faj alkotja ezeket a cserjéseket, amelyek a legtöbb helyen sanyarú viszonyok között élnek, meleg-száraz nyárral és esős téllal. A meleg és a víz egymástól elkülönül, ezért sokszor xerofiták a mahhia növényei, meglehetősen egyhangú, sötétzöld, tompított, fakó lombbal,

apró, vastagabb levelekkel. A mahhia közé csak a sok hagymás és gumós növény kever tavaszi szint és röpke életű dudva friss zöldet. A zsályák és zanótok és egyéb alacsony és félcserjék váltják fel a mahhiát, mint a *frigana*-bozót alkotói.

A mahhiának párja a délafrikai örökzöld bozót, amely azonban sokkal változatosabb. Uralkodó növényei a színpompás Erikafajok. Ezek a «tavaszi» (november-decemberi) gumós és hagymás növények pazar virításuk után fakasztják rügyeiket a Protea és Ruta-félékkel, számos hüvelyessel együtt. Más-más növényfajokkal, de hasonló fiziognómiával jelenik meg ez a bozót Délausztriában, Kaliforniában és Csilében, valamint a trópusok havasainak felső öveiben. Északnyugat-európa hejdéi, amelyek nagy kiterjedésű, hatalmas, de sovány, homokos területeken néhány növényfaj óriási tömegével cserőcécévé alakulnak meg, szintén ide sorolhatók. A német festőművészet örök tárgya e hejdék virágzása. A kis cserjék, kallunák (csarapok) és erikák rózsaszínű virágainak tengerét csak itt-ott szakítja meg egy-egy komorzöld boróka vagy fehértörzsű nyír.

A mezőségi formációkat általában a lágyszárú növények, kórós vagy fűféle fajok alkotják meg, bár némelyikben a fásnövények is szerepelnek anélkül, hogy erdőt alkotnának.

Ilyen például a *szavanna*-típus, amelynek uralkodó növényei az embermagasságára megnövő mezofita pázsitfűvek, melyek hatalmas szalmatengeréből helyenkint egyes xerofil lombosfa emelkedik ki sziget gyanánt. A szavannák a melegebb időszakos klímájú 90—150 cm.-es esőjű földrészekben, főképen Braziliában és Afrikában, kisebb mértékben Ázsiában, de ismét jelentősen Ausztráliában fejlődtek ki.

Fanélküli mezőségi alakulat a *steppe* (sztjep), amely már xerofil pázsitfűvek formációja, melybe magas kó-

rós, hagymás és gumós növények vegyülnek. Tiposus kialakulással Délországban jelenik meg, szélsőséges téli és nyári hőmérsékletű 30—40 cm.-es esőmennyiségű klíma hazájában, ahonnan déli Szibéria felé húzódik. A steppékhez sok hasonló vonást mutat a magyar alföld *pusztá*-ja, amelyet a nagy Kerner¹ oly mesterien jellemzett, továbbá Északamerika *préri*-je és Délamerika *pámpá*-ja.

Habár a magyar pusztán is lenget a szél árva-lányhaját, amely az orosz steppék uralkodó növénye, és a magyar puszták is röviden zöldelő és a nyárderékon nincs egy árva fűszál a torzs közt kelőben, a *puszta* mégsem igazi steppe, mint a német szerzők írják, hanem inkább szavanna. A magyar Alföld fátlan-sága az emberek fairtásának eredménye. Hajdan hatalmas erdőségek és vizek borították az Alföldet. Csak újabban rohan a puszták a kiszáradás felé az erdőirtások és vízszabályozások, tehát «kultúrális»-hatások miatt. Igen nagyrésze Alföldünknek jó termőföldű szántó, az állattenyésztés kaszálóit és legelőit, hol száraz-homokos, hol nedves-homokos vagy homokos-szikes, agyagos-szikes talajú gyepek szolgáltatják változatos, jellemző növénytakaróval. Borbás² magán a homokon három formációt különböztet meg, a kötött-homok *fenyér*, a lazább homok *árvaleányhaj* és a futóhomok *rozsnok*-formációját, amelyekhez a *szik*i *szikör*-formáció csatlakozik jellegzetes növényeivel és átmeneti formáival. Találón jellemzi e formációkat legújabb Bernátsky³ és Thaisz⁴. Az újabb

¹ Kerner A. Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck 1863.

² Borbás. A magyar homokpuszták növényvilága 1886.

³ Bernátsky Jenő. A magyar alföld sziklakó növényzetéről. Annales mus. nat. hung. III. 1905.

⁴ Thaisz Lajos. Az alföldi gyepek fejlődéstörténete és azok minősítése gazdasági szempontból. Orsz. Erdészeti Egyesület 1921.

kultúra a régebbi kultúra következményeit akarja eltüntetni, a pusztát fásítani, a sziket termőföldre alakítani.

Ha a fátlan területek klímája nem oly szélsőséges és a vízellátás is előnyösebb, úgy a *rétformációk* alakulnak meg, amelyek higrofiljellegű pázsitfüvei még enyhébb teleken zöldek is maradnak. A *rét* szelid humuszú talaján a steppékkel és pusztákkal ellentétben, buja vegetáció és gazdagabb flóra jelenik meg. Egyegy réten 20—30-féle pázsitfű is tömörül sűrű szálfüves gyeppé, amely közé több évelő, kórós növény is csatlakozik, mint a réti boglárka, mécsvirág, réti gerely, lósóska, sok ernyős és fészkes.

Amikor a fátlan területek tápláló sókat tartalmazó talajvíze magasra emelkedik, mint a mélyfekvésű síkságokon a sekélyvizű tavakban, a rét helyét a *rétláp* foglalja el. Ennek talaja már tőzegetalaj, mert a víznövények, kákák, sások és nádak elhalt gyökerei és földbeli, vízbeli részei felhalmozódnak. Különösen hatalmas kiterjedésűek e rétlápokon a *nádasok*, amelyek a kultúra térfoglalása előtt nagy berkeket, turjánokat alkottak Alföldünkön is. A nád közé kálmosgyökér, nyiltabb részeken tavirózsák és más lápi növények gyűlnek. A partokon a sásfélék az uralkodók, amelyek kiterjesztik uralmukat a nádtőzeg fölé és zsombékos lápot alkotnak. A régi lápok okszerű kezeléssel, vízszabályozással rétekké és termőföldekké alakíthatók át, mert a rétlápok tőzege javítással, különösen a foszfor és káli pótlásával jó termőtalajjá alakítható. Hazánk területén híres nagy rétlápok vannak, mint a Hanság, a balatonmenti Nagyberék, Ecsedi láp stb., amelyek már eltűnőben vannak és a tőzeget felhasználja a szántóvas.

Más természetűek a felvidékek *mohalápjai* (felalápjai), amelynek vize nem talajvíz, hanem hó vagy esővíz, tehát táplálóanyagot nem tartalmaz. Ebben a sóatlan hideg vízben nem él meg más növény, mint

az igénytelen vizimoha, tőzegmoha (*Sphagnum*), amelynek kiváló hidegtűrő és vízfelszívó képessége van. Levélkéi apró pórusukkal vízgyűjtő sejtekbe szívják fel a vizet, akár a szivacs. A tőzegmoha gyepe a partok felől fokozatosan halad a sekély tó belseje felé, míg végül a tó fenekét elborítja és fokozatos növekedésével vastagodik, kitölti a lápot. Felszínén megjelennek jellemző mohalápnövények, áfonyafajok, *Erica tetralix*, *Ledum palustre*, rovarrevők, mint nálunk a harmatfű (*Drosera* 37. kép), hizóka (*Pinguicula vulgaris*), Észak-amerikában a Vénusz légycsapója (*Dionaea*) és a *Sarracenia* kancsólevelű fajai.

A mohalápok a hidegebb tájak formációi, amelyek évi hőmérséklete a 10° -on alul marad és egyenletes csapadékú a vegetációs időszak. Ilyen területek Amerika, Európa és Ázsia északi vidékein, a melegebb övek magasabb hegységeiben fordulnak elő.

Úgy az erdők aljanövényzetében, mint rétek pázsitfüveinek és a láp sásainak kíséretében már szerepet játszottak a kórós évelő növények. Ezek akkor tesznek uralkodó szerepre szert és válnak a formációk vezérnövényévé, ha rövidebbé válik a vegetációs periodus. Így különösen a hegységek közepes szintjében, ahol a hóolvasdás után éppen ezek a növények vannak abban a helyzetben, hogy azonnal szárba hajtsanak, mert földbeli szárrészeik tartalékanyagait felhasználhatják. A sisakvirágok, szarkalábfélék, tárnicsok, gólyaorrok és egyéb kórós növények alkotják meg ezt a mezofil hegyi *kórós mezőformációt*, amely magasabb szintekben átmegy a hegyi és havasi gyepek virágos, illatos legelőibe és kaszálóiba.

Szárazabb, xerofita növényzetű *szikárgyepek* alakulnak meg a szikárabb lejtőkön, domboldalakon, különösen homokon, meszes lejtőkön, amelyek csak tavasszal virítanak élénkebb színekkel és üde zölddel, de

hamarosan úrrá válik felettük az aszály. Az uralkodó xerofil évelőnövények gyepesfészkeit gyakran fedetlen, homokos vagy köves, sziklás talajrészletek váltják fel. Ilyen megszakított növénytakaró jelenik meg a hegységek és havasok meredek lejtőin is a kórós mező helyett, ahol a közzettalajon nem alakulhat elég humusz, ahol kevés a csapadék, erős a naptűzés. A mezofil kórós mező formációja és a xerofil száraz gyepe egymást váltja fel a hegyek északi és déli, nyugati és keleti lejtőin. A havasok öveiben egészen párnás, tömör gyepekké tömörülnek az alacsonyszárú, töálló levélrózsás havasi növények az erős verőfény, az alacsony hőmérséklet, a szárító szél hatására, de ezzel együtt a legpazarabb színpompájú virágokkal tarkítják ezt a tömörszövéssű szőnyeget.

A havasi gyepek formációjához hasonlóak sok tekintetben a sarkvidékek gyepei is, amelyek messze északon csak kéthónapos vegetációs időszakban élnek le életüket, mert az év többi részeiben a fagypontra alá süllyed a hőmérséklet. Az egész sarkvidéki flóra ezalatt az idő alatt zöldel és virít, nincs külön tavasz, nyár és ősz!

Végezetül marad az a formáció, amely már a legkietlenebb. Amikor már a klíma és a talaj a legnagyobb erőpróbára hívja ki a növényi szervezetet, amikor már majdnem megtagad mindent, ami a növény megélhetéséhez szükséges, a vizet, a táplálékot, a meleget, a fényt. A *sivatag* növényzete a legvégsőbb ellentéte a dzsungel növényzetének. A sivatagban több a meztelen talaj, mint a benőtt. Ahol évente átlagosan legfeljebb 25 cm. eső esik — a sivatag lesz úrrá. Ahol a sivatagban még valami talajvíz van, helyenkint alakulhat maradandó növénytakaró, legtöbbször pozsgás, erős-gyökérzetű, vagy más xerofilszervezetű dudvák, gömböstermetű, tövises cserjék, sótűrő növények. Ahol

talajvíz nincs, hanem csak időnként hull le egy-egy eső, ott igen rövidéletű efemérvényyekék zöldülnek ki az eső után, hamar elvirítanak és kitartó magvakkal élük át a tartós aszályt. Ezek a sivatagok legnagyobb kiterjedésben a téritőkörök mentén alakultak meg, főképen az északi féltekén, nyugati Afrikától Ázsián át a Csendes-óceánig, de megjelenik Amerikában is a kaktuszokkal és Ausztrália belsejében is törpe és pozsgás növényeivel. Helyenkint a mi Alföldünkön is ijesztget a sivatag, a futó homokon és a vakszikéken!

A fő formációtípusoknak ebből az általános és felszínes áttekintéséből is meglátszik, hogy ezek megalkulásában mily hatalmas szerep jut a vízellátásnak, a hőmérsékletnek, vagyis azoknak a külső hatásoknak, amelyek a növények életmódját irányítják, és amelyek égővenkint és a termőhely tengerszín feletti magassága és fekvése szerint különbözők.

Erre a két faktorra, a vízre és a hőmérsékletre helyezte a súlyt már De Candolle is, amikor a növényzetet hat klimatípusba sorozta. A legmagasabb hőmérsékleten (20° közepes hőmérsékleten felül) és a legmagasabb vízellátásban részesülnek a *hidromegaterma* növények, a dzsungel növényei. Tropikus hőmérséklet, de már kisebb vízigény jellemzi a *megaterma* növényeket, amelyek a monzunerdőt alkotják és víztelenség a *xerofil-megaterma* szavanna növényzetét. A hőmérséklet (15—20°) és a vízellátás csökkenése meleg nyárral és langyos téllal a *mezoterma* örökzöld fás növényzet megélhetését biztosítja száraz erdőkben és mahhiákban. Még alacsonyabb hőmérséklet (15° alatt) és változó nedvesség a lombhullató fák, tűlevelűek és a mezőségi *mikroterma* növények életmódját irányítja. Végül a sarkvidékek és a havasok növényei a legkisebb hőigényűek *hekisztotermák*, tipikus alakjai a mo-

hák és zuzmók, legnagyobb formációkat alkotva az északi sarkvidék tundraín.

A klimatikus faktoroknak *Schimper* is nagy jelentőséget tulajdonít a formációk megalakulásában, de legnagyobbat a vízellátásnak; szerinte három klimatikus formáció van: az erdő (fás), a mező (füves) és a sivatag. Háromféle klíma van: erdei klíma, mezei klíma és sivatag klíma. Az erdő a legnagyobb csapadékigényű (60—150 cm. évi csapadék), ennek csökkenése a cserjést, további csökkenése a mezőséget hozza létre és legvégül következik a sivatag. A talaj *Schimper* szerint ismét különleges formációk létrehozója, amilyenek a mangrovék, lápok, sziklák, homokok formációi.

A faktorokat nem lehet azonban a természetben ilyen élesen elválasztani és egymással szembeállítani. A talaj a klímával a legszorosabb kapcsolatban van, hiszen a klíma (hőmérséklet és csapadék) irányítja a talaj kémiai mállását, kialakulását. «A talaj a klíma próbaköve», amint *Ballenegger*¹ módosítja *Flahault* mondását a növényzetről. A talaj különféle fajtája különféle szerkezetével, de főképen vízáteresztő és víztartó képességével egyik legfontosabb tényezője a formációk kialakulásának. Ennek eredménye az, hogy *ugyanazon* klimatikus viszonyok között többféle formáció alakulhat ki a *talajnemek* szerint. Messzire vezetne a talajkeletkezések és talajhatások ismertetése, amelyeket *Ballenegger* könyve részletesen felölel, ezek közül csak arra mutatunk rá, hogy mily sokféle formációváltozat alakul meg Alföldünkön a lápon, az agyagon, a nedves és száraz homokon, a szikek, sósterületek többféle képviselőjén, úgyannyira, hogy a növények

¹ Ballenegger Róbert: «A termőföld». Budapest, 1921. c. művéből a termőtalajokról, ezek keletkezéséről és szerepéről tájékozódhatik az olvasó.

talajjelzőkké lesznek és oly finom érzékenységgel mutatják meg a talajösszetételt, amilyen finom műszerük és módszerük az agrogeológusoknak sincsen.

A klimatikus és a talajviszonyok a formációk megalakulásának külső tényezői. Belső tényezők azok a növényfajok, amelyek a formációk megalkotásában résztvehetnek, megadván annak vezérnövényét és ennek társait, megalkotván egyes jellemző növényfajok társaságát, az *asszociációt*. A formációk *faji* összetétele természetesen már nem ökológiai, hanem genetikai és florisztikai kérdés, amely az egyes növényfajok földrajzi elterjedésével az egyes területek benépesedésének történetével kapcsolatos és a *növényföldrajz* tárgya. Ugyanaz a formációtípus, pl. a lombhullató erdőké, vagy a lápoké, vagy a réteké más *összetételű* a különféle flóratereleteken, habár hasonló *fiziognómiájú*. Ugy a hegyvidékeken, mint a síkságokon gyakran a legkülönbébb formációk kerülnek egymás mellé az illető flóratérület növényeinek társulásaként. Habár pl. az Andokban, a Pireneusokon, az Alpokban, a Kárpátokban, a Himaláján hasonló formációtípusok alakulnak ki, úgy a fás mint a mezőségi formációk közül, ezek más és más növényfajok asszociációiból keletkeznek. Egyik legváltozatosabb terület pl. a Kárpátoké, amelyek formációi *Pax*¹ művében találtak leírásra, vagy a Balaton környékéjé, amelynek mesteri jellemzését *Borbás*² adta. Reméljük, hogy a mi nagy Alföldünk is megtalálja nemsokára az őt megillető író, aki az eddigi kutatásokat egységes műben foglalja össze.

¹ Pax F., Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen. I. Band 1898, II. Band 1908. — Ez a mű a «Die Vegetation der Erde» című vállalat két kötete, amely a föld vegetációját egyes monografiákban közli.

² Borbás, A Balaton flórája. A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. Budapest 1900.

Természetes azonban, hogy a földön minden változó. Változó a formáció is. A formációk polgárai, azok a vezérnövények, amelyek a formációk képét megadják, egymással szoros szövetségben élnek, egymást támogatják, egymás életét biztosítják. Nemcsak a külső hatások megváltozása bontja meg a formációt, hanem az is véget vethet egy formáció életének, ha a vezérnövények összetartása meglazul. Az erdő fái egy részének kipusztulása az egész formációt átalakíthatja. Valamely idegen, új növény betolakodása az egész gyept, rétet átalakíthatja. De nemcsak ilyen erőszakos változás történhetik a formációban. Maga a formáció is leéli önmagát, a külső hatások állandósága ellenére is. Említettük már a lápok átalakulását, de megemlíthetjük az erdők átalakulását is, amikor az ősi erdők nyers televényén, a lehullott lomb alkotta nemezkérgen kis palánta már meg nem él, a mag ki sem csírázik. Ez a formáció csak addig él, amíg az öreg fák élnek benne, mert utánpótlás ugyanazon a helyen nem lehet.

Hasonlóképpen fokozatos átalakuláson mennek át a mezőségi formációk is abban az esetben, ha talajátalakulások, vagy klimaváltozások következnek be, különösen, ha a vízellátásban csökkenés vagy emelkedés történik. Megváltozhatik azonban a formáció lényegesen az ember hatása alatt is. A legjobban ismeri mindenki pl. azt a változást, amit az erdőirtás okoz, amikor a vágások egészen új alakzata jelenik meg az erdő helyén. Mindenki meggyőződhet erről pl. most, ha felkeresi Budapest mellett a Farkasvölgy felső részét, ahol a kiirtott, kevert lomberdő helyén kórós vegetáció ütötte fel fejét és nehezen jelenik meg a sarjú, hogy megkísérelje a régi állapot fokozatos visszaállítását. A mezőség formációiban is jelentős változásokat okoz a kultúra. A gyepek összetételét teljesen meg

tudja változtatni a kaszálás vagy legeltetés, nem is szólva arról a változásról, amit a növénytermelés okoz. Az emberi települések környékének növényzete a jellemző növényekkel népesül be és csak ezektől távol találhatjuk meg a vidék eredeti formációit. A termelt gazdasági növényekkel az azokat kísérő gyomok lépnek fel, sőt elterjednek, «elvadulnak» maguk a gazdasági növények is. Külföldi vetőmagvakkal, kereskedelmi cikkekkel, a közlekedés eszközeivel külföldi növények magvai jutnak be és ezek a behurcolt, bevándorolt növények megküzködnek az új viszonyokkal és némelyik győztes lesz. Az amerikai bennszülött «a fehérember lábanyomának» nevezi az útífüvet, nálunk pedig már asszociációkat alkot és a legelterjedtebb gyommá vált a kanadai küllőrojt vagy veszedelemmé az átokhinár! Ezek a jelenségek azonban már a növényvilág és az ember viszonyát jelzik.

A növény és az ember viszonya.

A növény és az állat együttéléséből azt a tanúságot meríthettük, hogy bizonyos állatok oly növényekkel, amelyek az ő megélhetésüket biztosítják, közeli kapcsolatba kerülnek, sőt térbelileg is egymáshoz kapcsolódnak. Sőt az az eset, amikor a hangyák a táplálékul szolgáló gombákat ösztönük igen magas színvonalával tenyésztik is, az együttélésnek oly példája, amely már közel jár az ember és a növény kapcsolatahoz. Kétségtelen ugyanis, hogy az ember is a növényországra van utalva az ő megélhetésében. Az ember is diszjunktus együttélésben él a növényvilággal és ez az együttélés, helyesebben az a körülmény, hogy az ember a növényvilág anyagait a saját megélhetésére fordítja, a növény szempontjából is fontos jelenség

Az ember az ő művelődésének fejlődésével igen erőteljesen avatkozott be a növénytakaró kifejlődésébe és alakulásába, részben a káros vagy a felesleges növények pusztításával, részben a reá nézve hasznos növények termesztésével.

A haszon, amely az emberre a növényvilágból származik, oly nyilvánvaló, hogy azt részleteznem sem kell. Elég ha arra gondolunk, hogy táplálkozásunkban mily jelentős szerepet játszanak a lisztszolgáltató növények, a gyümölcsök, konyhanövények, fűszernövények, italszolgáltatók, továbbá gazdaságunkban a takarmánynövények, az emberi civilizációban a hasznos fák (épület, bútor stb.), a rost, papiros, para, kaucsuk és vegyszerszolgáltató ipari növények, gyógyszeresnövények és végül a dísnövények.¹

Ha azt vizsgáljuk, hogy az embernek nyújtott haszon vagy előny ellenében vajjon a növény részére szintén mutatkozik-e előny, azt épügy megállapíthatjuk, mint a hangya és a gomba esetében tettük. Az ember azokat a növényeket, amelyekből hasznót látott, már a primitív civilizáció korszakában is pártfogásába vette. Kifejlődött a növénytenyésztés és a növényvédelem, úgy a mező, mint az erdő és kertgazdasági tevékenysége az emberiségnek. Ezen tevékenység révén a hasznos növények az emberiség dédelgetett védenecsei lettek. Egész tudományos és gyakorlati készültségét veti latba az emberiség, hogy úgy a hazai, mint a gyarmati területeken részben a vadontermő növényzetet védelmezze és gondozza, részben pedig a termelhető haszonnövények természetét kiismerve, azok részére a lehető legelőnyösebb megélhetést biztosítsa. Teszi ezt nemcsak abból az önző cél-

¹ *Szutorisz F. i A növényvilág és az ember.* Budapest. Term. Tud. Társ. 1905.

ból, hogy táplálkozásának, iparának, szóval megélhetésének anyagát biztosítsa, hanem azért is, hogy szépezzék, esztétikai igényeit kielégítse. Ez a törekvése már odáig emelkedett a művelt társadalomban, hogy nemcsak a hasznos növény részesül az ember védelmében, hanem minden egyes fűszál, amely kiküzdötte keserves munkával a maga helyét közöttünk, a természet élő lényei között. A természettudományosan művelt és érző ember megérti azt, hogy a növényi szervezet is a magasabb, felettünk álló koncepció remek alkotása, amelyet nem rombolni, pusztítani és csonkítani, hanem annak életét megismerve, azt istápolni és védelmezni kell!

Irodalom.

- Diels*, Pflanzengeographie. Leipzig, 1908.
Drude, Die Oekologie der Pflanzen. Leipzig, 1913.
Fekete-Mágocsy-Dietz, Erdészeti Növénytan. Budapest, I. 1891. II. 1896.
Haberlandt, Guttentberg, Baur, Physiologie und Oekologie.
Kerner-Hansen, Pflanzenleben, 3. Aufl. 1913—1916.
Ludwig, Lehrbuch der Biologie der Pflanzen. Stuttgart, 1895.
Mágocsy-Dietz, A növények táplálkozása. Budapest, 1909.
Migula, Pflanzenbiologie. Leipzig, 1909.
Neger, Biologie der Pflanzen. Stuttgart, 1913.
Schimper, Pflanzengeographie. Jena. 1898.
Szabó Z., A növények szervezete. Budapest, 1922.
Warming-Graebner, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 3. Aufl. Berlin, 1914—1918.
Warming-Meinecke, Lehrbuch der allgem. Botanik. Berlin, 1909.
Wiesner, Biologie der Pflanzen. 3. 1913.

SZENT ISTVÁN KÖNYVEK

Katolikus kultúrát fejleszteni, *katholikus tudományt* terjeszteni és népszerűsíteni, ez a hivatása a *Szent-István-Társulatnak*, ez a hivatása a kiadásában megjelenő **Szent István könyveknek**.

A **Szent István könyvek** sorozata az emberi tudás minden ágát fel akarja karolni. A **Szent István könyvek** a tudomány mai színvonalán mozognak. Oly stílusban óhajtuk a könyveket megjelentetni, amely alkalmassá teszi őket arra, hogy minden művelt egyén érdeklődéssel olvashassa. Viszont súlyt helyezünk arra, hogy a **Szent István könyvek** mindegyike a katolikus világnézetnek legyen beszédes hirdetője.

Ily módon — reméljük — elérjük azt a célt is, mely e könyvek kiadásánál szemünk előtt lebegett: az olvasni vágyó katolikus közönségnek oly műveket nyújtani, amelyek kielégítik igényeiket anélkül, hogy veszélyeztetnék hitüket, sőt amelyek alkalmasak arra, hogy a tudás és műveltség eszközeivel is megerősítsék őket vallásos meggyőződésükben és világnézetükben.

Természetesen e programmi megvalósítása nagyban függ attól, hogy a kath. közönség felkarolja-e, támogatja-e nagylelkűen e vállalatot. A Szent-István-Társulat igen nagy anyagi áldozatokkal indítja útjára a **Szent István könyvek** sorozatát, a nagy közönségtől függ, hogy a könyvek eljussanak oda, ahova szánva vannak.

A SZENT ISTVÁN KÖNYVEK sorozatából megjelentek:

1. *Zubriczky Aladár dr.*: Jézus élete és a vallástörténet. (Elfogyott.)
2. *Wolkenberg Alajos dr.*: A teozófia és antropozófia ismertetése és bírálata.
- 3—4. *Wolkenberg Alajos dr.*: Az okkultizmus és spirítizmus multja és jelene. (Elfogyott.)
- 5—6. *Balanyi György dr.*: A szerzetesség története.
- 7—8. *Alszegehy Zsolt dr.*: A XIX. század magyar irodalma.
9. *Miskolczy István dr.*: Magyarország az Anjouk korában.
10. *Palau-Timkó Jordán*: Krisztus útján. A katolikus tevékenység főelvei.
11. *Quadrupani-Babura László dr.*: Útmutatás jámbor lelkek számára.
12. *Prohászka Ottokár*: Elbeszélések és utirajzok. (Elfogyott.)
13. *Triklál József dr.*: Természetbölcselet.
14. *Bognár Cecil dr.*: Értékelmélet.
15. *Prohászka Ottokár*: A bűnbocsánat szentsége.
16. *Babura László dr.*: Szent Ágoston élete.
17. *Lepold Antal dr.*: Szalézi szent Ferenc válogatott levelei.
18. *Áldásy Antal dr.*: A kereszteshadjáratok története.
19. *Marosi Arnold dr.*: Átörökítés és nemzetvédelem.
20. *Zoltvány Irén dr.*: Erotika és irodalom.
21. *Horváth Sándor dr.*: Aquinói szent Tamás világnézete.
22. *Balogh Albin dr.*: Művelődés Magyarország földjén a magyar honfoglalás előtt.
23. *Marczell Mihály dr.*: A katolikus nevelés szelleme.
- 24—25. *Motz Atanáz dr.*: A német irodalom története.
26. *Babura László dr.*: Szent Ambrus élete.
27. *Márki Sándor dr.*: II. Rákóczi Ferenc élete.
28. *Kiss Albin dr.*: A magyar társadalomtan története.
29. *Szabó Zoltán dr.*: A növények életmódja.
30. *Weszelszky Gyula dr.*: A rádium és az atomelmélet.
31. *Balanyi György*: Assisi szent Ferenc élete.