

A gyökerek jelentősége a növény életében.*

Ha a növények külsején környező körülményeik hatása inkább tükröződik vissza, mint az állatokon, ezt első sorban gyökérszövetök okozza, mely őket állandóan a talajhoz köti. Az állatok mozgékony-ságukkal az időjárás káros hatásától ideig-óráig, sőt egész évszakokon át megóvhat-ják magukat, ellenségeik támadása előtt elrejtőzhetnek s ha táplálékkészletet gyűj-tenek, e szűk időkben sem szenvednek hiányt. A növények ellenben esőt, nap-fényt, táplálékhiányt és hiányt egyaránt kénytelenek eltűrni; ellenségeikkel helyö-kön kell megküzdeniök, ha a természet háztartásában állandóan számot tenni akarnak.

Igy a gyökér jelentősége messze túl-szárnyalja közvetlen feladatát, mely egyrészt a vízben oldott nyers ásványi táplálék felvételéből, másrészt meg abból áll, hogy a növényt talajában olykép szilárdítsa meg, hogy többi részei a lét leg-kezdvebb feltételei közé kerüljenek, ne-vezetesen, hogy a törzsön és elágazásain levő lomblevelek a fényélvezetnek leg-kezdvebb állásába jussanak. A legtöbb növénynek a gyökerén kívül más szerve nincs az ásványi táplálék felvételére, mely a levegő szénsavával együtt majdnem az egyedüli nyers anyag, a melyből a nö-vény teste felépül.

* L. K n y berlini egyetemi tanár cikkke a »Himmel u. Erde« 1899. évi folyamának VI. füzetében.

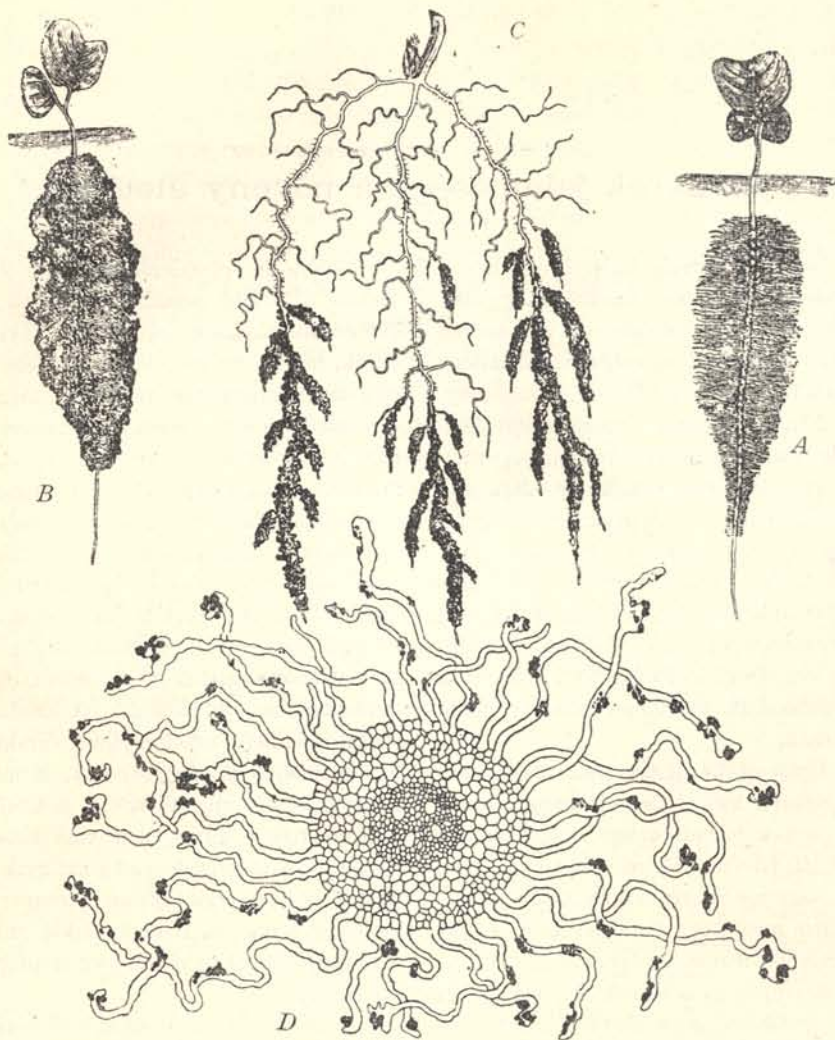
Midőn itt gyökérről szólunk, első sorban a felsőbb rendű virágtalanok és különösen a virágos növények gyökerét értjük, mint a mely a jelzett két feladat-nak teljes mértékben megfelel. Még a lágy szárú virágos növények gyökere is nem ritkán olyan hosszúságot ér el, a melyről a laikusnak sejtelve sincsen; így a sárga csillagfürtnek (*Lupinus luteus*) 2·32 méter, a homoki luczernának (*Medi-cago sativa var. media*) 2·35 méter hosz-szú gyökerét is ismerjük. Ezek leginkább nyulánk, hengerded, bonyolult szerkezetű szövetestek, a melyek majd jobban, majd kevésbé dúsan ágazódnak szét. Ez elága-zással a felület s ezzel együtt a surlódás-beli ellenállás is nagyobbodik, a mi a növény állását megszilárdítja, a kifejtett gyökereknek a húzás ellen való határo-zottan erős szerkezete pedig ezt csak fo-kozza. A gyökerek illetén berendezése biztosítja a szárnak rendes állását, mikor a növény földfeletti részét a vihar kitépés-sel fenyegeti.

A gyökér fiatalabb részei első sorban a táplálék felvételére valók s minthogy a tápláló anyag a talajban rendszerint gyér, a növény fejlődésére nézve a gyökerek gyors hosszanti növekvése és elágazása igen fontos. Már ez is megnagyobbítja a felszívó felületet, de a legtöbb esetben a tovább növekvő gyökércsúcs mögött zsenge kitűrődések, úgynevezett gyökér-szőrök is támadnak és a talaj legkisebb

részecskéi közé hatolnak, a mi a kellő mennyiségű táplálék felvételét még akkor is biztosítja, ha igen híg állapotban fordul

is elő (1. ábra *D*). Pedig jobbra ez a rendes eset.

A mag csírázásakor a védő magburkot



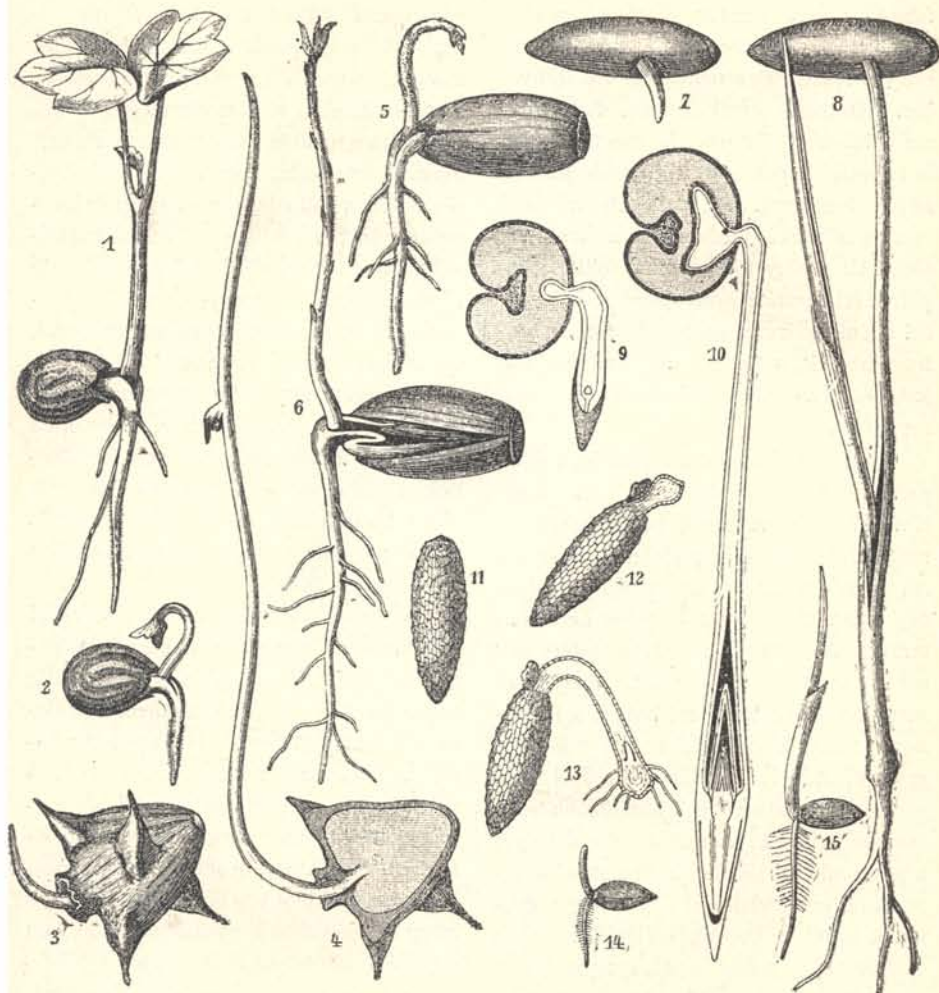
1. ábra. *A* Fiala repcenövény (*Brassica Napus*). *B* Ugyanaz, a gyökérszőrökhöz tapadó talajrészecskékkel. *C* Gabona-növény gyökerei a fiatal részeket burkoló földréteggel. *D* Egy gyökér keresztmetszete. A felbőrből kiinduló gyökérszőrök a talajrészecskékkel részben össze vannak nőve. (Frank és Tschirch nyomán.)

legelőször a kis gyökerecske hagyja el (2. ábra 7., 9., 14.). Magában az érett mag csírájában is meg volt már s apró csapalakú, melynek alapját a csíra ten-

gelye alkotja. Az utóbbi 1—2, sőt a fenyő-féléken több sziklevelet is hajt, melyek között a *plumula*, a *kelő*, vagyis a szárrügy fejlődik. A mag csíráját fehérjét tartalmazó

s *endospermá*-nak, *magfehérjé*-nek nevezett szövet veszi körül, melynek anyaga csírázáskor a zseme növény első táplálékát szolgáltatja. A csíra azonban sokszor

még a mag érése előtt használja fel e táplálékszövetet s akkor a csírat közvetlenül a magburok veszi körül, miként pl. a tölgyemakon, vadgesztenyén és borsón



2. ábra. Csírázó magvak. 1. és 2. *Tropaeolum majus*; 3. és 4. súlyom (*Trapa natans*); 5. és 6. tölgy (*Quercus austriaca*); 7—10. datolyapálma (*Phoenix dactylifera*); 11—13. gyékény (*Typha Shuttleworthii*); 14. és 15. sás (*Carex vulgaris*). Kerner nyomán.

látjuk. Ily esetekben a vastaghúsú sziklevelek nyújtják a csírázó növénykének az első táplálékot addig, míg gyökere a táplálék önálló felvételére alkalmassá nem válik és a zöld lombszelevek annyira

ki nem fejlődtek, hogy már fel is dolgozhatják.

A földműves, vagy a kertész elveti a magot s nem törődik, hogy gyökérkéje milyen helyzetbe kerül, hanem természet-

tesnek találja, hogy a gyökér megleti útját a föld belseje felé, a törzs pedig a világosságra tör. A botanikus már kevésbé könnyen elégíthető ki, hanem a kedvező helyzetbe nem kerülő magvakból fakadó csírák minden részének merész görbületeit figyelve, arra következtet, hogy e részeknek a nehézségi erő irányában határozott érzékek van. Ez érzék, mely idősebb növényen is megfigyelhető és különféleképen nyilvánul, *geotropizmus* néven ismeretes. Ha valamely növényi szervet növekvés közben más erők el nem térítenek s úgy törekszik a föld középpontja felé, *pozitív geotropikus*-nak, ha ezzel ellenkező irányban halad, *negatív geotropikus*-nak, s ha vízszintes síkban terjed, *haránt-* vagy *dia-geotropikus*-nak mondjuk.

Hogy a csíra gyökere pozitív, a szára pedig negatív geotropikus, az angol Knight* bizonyította be egyszerű és meggyőző módon. Vízszintes tengely körül forgó korongot szerkesztett, melyet egy patak vize hajtott s szélét nedvesen tartotta. A korongnak nedves szélére csírázó babszemeket erősített, melyekkel szemben a nehézségi erő hatása a folytonos forgatás következtében fel volt függesztve, mivel a nehézségi erővel igen rövid időközökben a legkülönbözőbb helyzetekbe kerültek. A nehézségi erő helyét a percenkénti 150 forgás mellett a középpontfutó erő foglalta el úgy, hogy a gyökerek mind a korong szélétől kifelé, a száruk pedig befelé a középpont felé a sugár irányában nőttek. Azután függőleges tengely körül forgó korong szélére erősítette a csírákat, a mikor a nehézségi erő hatása nem szűnt meg, hanem a középponttól futó erővel együttesen hatott; ekkor a fiatal növény e két erő eredőjének irányában nőtt, még pedig a gyökér le- és

kifelé, a szár fel- és befelé; természetesen a forgás sebességétől függött, hogy e két irányító erő közül melyik kapott túlsúlyra.

A csíra gyököcskéjének s az idősebb törzseknek mellékgyökerein az előbb vázoltaktól különböző eltérések fordulnak elő, még pedig mind a növekvés irányát, mind a nehézségi erő hatását illetőleg. Ezek a viszonyok még igen bonyolultak s további tisztázásra szorulnak.* Magától értetődik, hogy a gyökerek ilyen eltérő viselkedése a növény érdekében történik, mert ha a gyökerek elágazásai valamennyien a Föld középpontja felé törekednének: csak egy párvonalos gyökerekből álló csomót alkotnának, melynek egyénei egymástól vonnák el a talaj tápláló anyagát. Így pedig, minthogy az elágazások vagy igen csekély, vagy éppen semmiféle érzékenységgel sem viselkednek a nehézségi erő irányában, hanem kiindulásuk irányát megközelítőleg meg is tartják: a talaj táplálóanyagainak teljes kihasználása biztosítva van.

A csíragyököcskének a nehézségi erő hatására végzett irányulási valószínűségi *növekvésbeli mozgások* s csak addig tartanak, míg a görbülő szakaszok hossz-növekedésben vannak. Ha a gyökér befejezte hosszanti növekvését, a meglevő görbületeket a függőlegeshez való helyzetváltoztatással már meg nem lehet másítani, illetőleg kiegyenesíteni. A növekvésbeli mozgás bizonyos erővel történik, úgy hogy a növekvő gyökérrész súlyánál nagyobb akadályokat is legyőz. Gyökércsúcsot higanyba is be lehet hatoltatni, ha a gyökér korosabb részei elég szilárd támasztékul szolgálnak.** A növény életé-

* L. Czapek: »Sitzungsberichte der Wiener Akademie«. Bd. CIV. (1895) 1197. l. és »Jahrb. f. w. Botanik« Bd. 32. (1898.) 175. lap.

** L. a P i n o t-féle kísérletek ismétlését F r a n k: »Beiträge zur Pflanzenphysiologie« (1868) 22. lapján.

* Philos. Transactions of the Royal Society of London 1806. Part I. 99. lap.

ben ez a tény is nagy jelentőségű, mert az ember csak a termesztett növények talaját lazítja meg, holott a vadon tenyésző növényeknek útjokat a talajba úgy szólván ki kell erőszakolniok.

A csíra gyököcskéjének azon szakasza, öve, mellyel geotropikus görbületeit végzi, a legnagyobb hosszanti növekedésének szakaszával azonos. Ez pedig nem közvetlenül a csúcsban, hanem néhány milliméterrel hátrább fekszik. Közel volt e szerint az a gondolat, hogy ugyanezen szakaszra hat a nehézségi erő is, de a kísérlet e következtetést nem igazolta. Charles Darwin* kimutatta, hogy egy függőlegesen lefelé növvő csíragyököcskének végéből 1—2 milliméternyi darabka levágása után megmaradó gyökérrész vízszintes fekvésben a nehézségi erő hatására nem reagál. E kísérletnél azonban azt a kifogást is lehet tenni, hogy ez az érzéketlenség a metszés következtében a gyökér zsenge szövetein okozott sérülből ered. Sokkal kifogástalanabb Czapek kísérlete.** Ő olyan csíragyököcskéket, melyek a nehézségi erő hatása iránt érzékenységet vízszintes tengely körül való lassan forgatás által elvesztették, olyan egyenes üvegcsövekbe növesztett bele, a melyeknek vége be volt forrasztva s 1.5—2.0 milliméternyi hosszúságban derékszögben el volt hajlítva. Természetes, hogy így az egyenes gyökér is 1.5—2.0 mm hosszú végével 90 foknyi szöget zárt be. Ha ily gyökeret vízgőzzel telített térben úgy helyezett vízszintes, hogy csúcsa lefelé fordult, tehát a nehézségi erő minden görbítő hatása ki volt zárva, a vízszintes részben tényleg el is maradt minden geotropikus görbület. De ha fordítva, a gyökeret függőlegesen he-

lyezte el úgy, hogy rövid vége vízszintes helyzetbe került, már néhány óra mulva görbülni kezdett a gyököcske, még pedig úgy, hogy a csúcstól elfordult oldal mind homorúbbá vált, végre elérte a 90 fokot, miáltal a csúcs geotropikus, függőlegesen lefelé irányuló egyensúly helyzetébe került.

Ez érdekes kísérletek arról tanuskodnak, hogy a növényben is épen úgy, mint az állatban, az ingert felfogó s az arra mozgással reagáló szakaszok egymástól térbelileg is el lehetnek különítve.

De nemcsak a nehézségi, hanem más erők is hatással vannak a gyökerek növekedésének irányára. Ilyen a növények földfeletti részein uralkodó fény, mely azonban a gyökerekre általában csak keveset hat, leginkább néhány kúszó növény légygyökereire, mint pl. a borostyánéira. Ezek a fényt kerülik s ekként olyan állásba kerülnek, hogy a hajtást a támasztékhoz odaerősítik. Irányítólag hat még az egyoldalú megmelegedés, a talaj kisebb-nagyobb fokú nedvessége, az elektromos áram és valószínűleg a tiszta oxigénnek alacsonyabb vagy magasabb fokban való jelenléte. A növény táplálkozására különös jelentősége van még a gyökerek azon nyilvánvaló tehetségének is, hogy a talajban csak csekély mértékben s egyoldalúlag előforduló, de rájuk nézve nélkülözhetetlen anyagokhoz oda vonzódnak, a kártékonyakat pedig elkerülik. Ebben az értelemben tehát a növény is fölkeresi táplálékát, habár egészen más eszközökkel, mint az állat. Táplálékban bővelkedő talajban a gyökerek sokkal dúsabban ágazódnak el s így tehetségeket tökéletesebben ki is használhatják.

A legerősebb *hossznövekvés szakasza*, mint láttuk, néhány milliméterrel a növekvő csúcs mögött fekszik, a legelénkebb *sejtoszlóadás szakasza* pedig magában a gyökércsúcsban van. Ez apró, de protoplazmában bő sejtekből van összetéve,

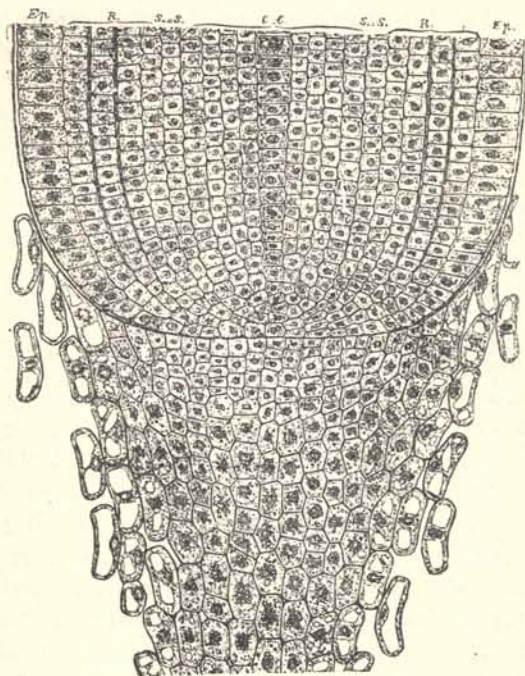
* »The power of movements in plants«. 1880. 523. lap.

** »Untersuchungen über Geotropismus«. Jahresb. f. w. Bot. XXVII. (1895.) 243. és köv. lapjain kivált a 256—259. lapokon.

melyek mindegyikének igen finom hártájára s nagy sejtmagja van (3. ábra). A gyorsan ismétlődő sejtosztódást a sejtmag kettéosztódása közvetlenül megelőzi. E gyorsan haladó sejtszaporodás mellett a keletkező sejtek alakja és elrendezése csak lassan változik. Ez a körülmény teszi lehetővé, hogy a gyökér

tenyésző pontja sejteinek elrendeződéséből az osztódás egymásutánjára következtethetünk.

Olyan finom sejtszövet, mint a milyen a gyökér tenyésző csúcsát alkotja, különös védelemre is szorul. Arról kell gondoskodni, hogy az a nyomás, mely a talajban néha tetemes, meg ne sértse. A



3. ábra. A rozs (*Secale cereale*) gyökércsúcsának tengelybeli hosszmetSZete. CC fiatal központi henger, melynek alsó vége legömbölyített kúp alakú képzőszövetbe csap át; SS fiatal endodermis; R a többi kéregszövet; Ep epidermis. E három utóbbi szövetrészlet a gyökérfőnek egyrétegű képzőszövetéből ered. Az ábra alsó részét a gyökérsüveg foglalja el, melynek saját külön képzőszöve van. 218-szor nagyítva.

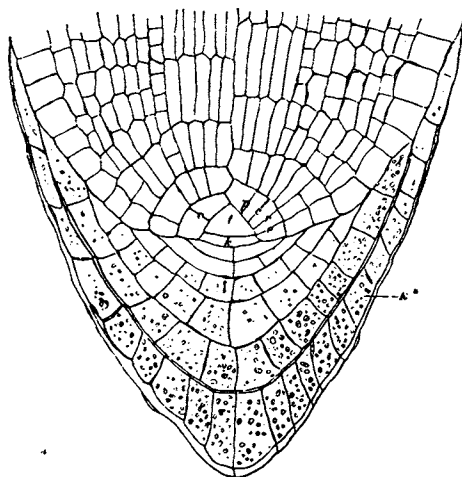
földfeletti hajtás tenyészpúpját, mely szintén sok viszontagságnak van kitéve, az alatta fejlődő levél-kezdemények védik akként, hogy fölé borulnak s vele együtt a végrügyet alkotják. De a gyökerek nem fejlesztenek leveleket, hanem helyettök *gyökérsüveg*-et alkotnak, mely ép oly kitűnően felel meg céljának. A gyökér tenyészpúpját betakaró kúp alakú burok, z,

melynek a gyökér hossz tengelye meghosszabbításában van a legnagyobb átmérője. Legfiatalabb rétegei a gyökértesttel szoros kapcsolatban vannak s a továbbképzésre szolgáló sejtosztódások a gyökértest sejtoszólásaival karöltve járnak. (3. és 4. ábra.) A mint a gyökérsüveg szövetei a gyökértest határán megújulnak, ugyanazon mértékben válnak le külső felületéről a

legrégibb rétegek, még pedig akként, hogy sejtjeik kigömbölyödnek, a sejthártyák rendszerint elnyálkásodnak s a sejtek a talajba kerülnek. A fiatal gyökércsúcsot körülvevő ilyenén nyálkalepel nagy jelentőségű, mert egyrészt fiatal, zsenge szöveteit a kiszáradástól óvja meg, másrészt pedig a gyökércsúcsnak a talajban való továbbcsiklását segíti elő.

A harasztok és surlófélék és egyes felők legközelebbi rokonságban levő felsőbbrendű virágtalanok gyökere végén

egy háromoldalú piramishoz hasonló nagy sejt van (4. ábra). Alapja a gyökérsüveg felé van fordulva, csúcsa a gyökér testébe nyúlik. A szabályos sorrendben keletkező osztódásbeli sejtfaalak a piramis négy külső oldalával váltakozva párvonalosak, mi által a tenyésző sejtből lapos sejtek metsződnek le, melyek alapja természetesen háromszög. A tenyésző sejt alapjánál fekvők további osztódás útján a gyökérsüveget alkotják s belülről pótolják, a mi a korosabb sejtek lekopásával a külső



4. ábra. A *Pteris cretica* gyökerének hosszanti medián (középsík) metszete. *t* a tenyésző csúcssejt; *k* a gyökérsüveg szeletsejtje. A többi betűk a gyökértest szövetrészeinek határolására vonatkoznak. Strasburger nyomán.

felületen elpusztul. A gyökér belseje felé három sorban ferdén fekvő szeletsejtek fejlesztik tovább a tulajdonképeni gyökértestet. Ez oszlások mind szabályos sorrendben történnek s a gyökér felépülésének tervezetében minden utódnak megvan a maga meghatározott helye.

A gyökérképzés ilyen egyszerű szabályát azonban csak igen korlátolt számú felsőbbrendű virágtalan növényen találni. Már ezekkel közel rokon családban, a *Marattiaceae* nevű haraszt-csoportban, a szövetek nem egy tenyésző sejtől vezethe-

tők le, hanem négy egymemű, szomszéd sejtől származnak, melyek a gyökér csúcsán egyenletesen vannak eloszolva. A virágos növényeken még inkább bonyolódnak e viszonyok. Közöttök több típust különböztettek meg, melyek nagyjából mind megegyeznek abban, hogy nem minden szövetök ered a gyökértest és a gyökérsüveg határán fekvő sejtcsoportból, hanem, hogy a kész gyökér szövetei vagy magánosan, vagy párosan külön-külön képzőszövetekből keletkeznek. A mi célunknak tökéletesen meg

fog felelni, ha ezt *egy* esettel világítjuk meg. De ennek megértésére elébb meg kell ismerkednünk a *kifejlődött gyökér belső szerkezetével*.

Minden gyökérben, azon a tájon, a hol az első sejtszálás állapota már befejeződött, közös középpont körül három szövetrészt különböztethető meg.

A külső takaró a *felbőr* vagy *epidermis*, mely majdnem minden gyökéren csak *egy* sejtrétegből áll. Ebből nyúlnak ki a már említett *gyökérszőrök*,* melyek a gyökér felületének nagyobbítására s a víz és vízben oldott nyers táplálék felvételének könnyítésére valók. A gyökérszőrök csak néhány milliméternyire a gyökércsúcs mögött keletkeznek, gyorsan érik el végleges nagyságukat és rövid életkor után hátrább ismét elhalnak. Hosszanti növekedések közben szorosan odasimulnak kisebb-nagyobb göröngyökhöz s részben össze is nőnek velök (1. ábra *D*). Hosszanti növésben levő gyökércsúcson, melyet a talajból kiemelünk és vízzel óvatosan leöblítünk, a még életrevaló gyökérszőrök szakaszát megközelítőleg fel lehet ismerni, mert mintegy homokszemecskékkel tele rakott köpenyalkot, melyet a gyökértesttől a gyökérszőrök elszakítása nélkül elválasztani nem lehet. (1. ábra *B* és *C*.) A gyökérszőrök feladata a felszívó gyökerek felületének megnagyobbítása lévén, nem csoda, ha hiányzanak ott, a hol illetén felszíni nagyobbításra szüksége nincsen. Különösen

* A gyökérszőröket bizonyos növényeken, kivált a televényes talajban gyökérszőkön, *gombafonalak* is pótolhatják. A talajban burjánzó gombák, melyek rendszerbeli helyzete még biztosan megállapítva nincsen, a bőrsejtekbe nyomulnak és sűrű fonadékkal töltik meg. S minthogy ilyen körülmények között gyökérszőrök nem fejlődnek, a gyökértestből kisugárzó gombafonalak közvetítik a táplálékfelvételt. Így van ez pl. az erdei fenyőn s a bükkön. L. Frank: »Lehrbuch der Botanik«. I. (1892.) 259. 1:

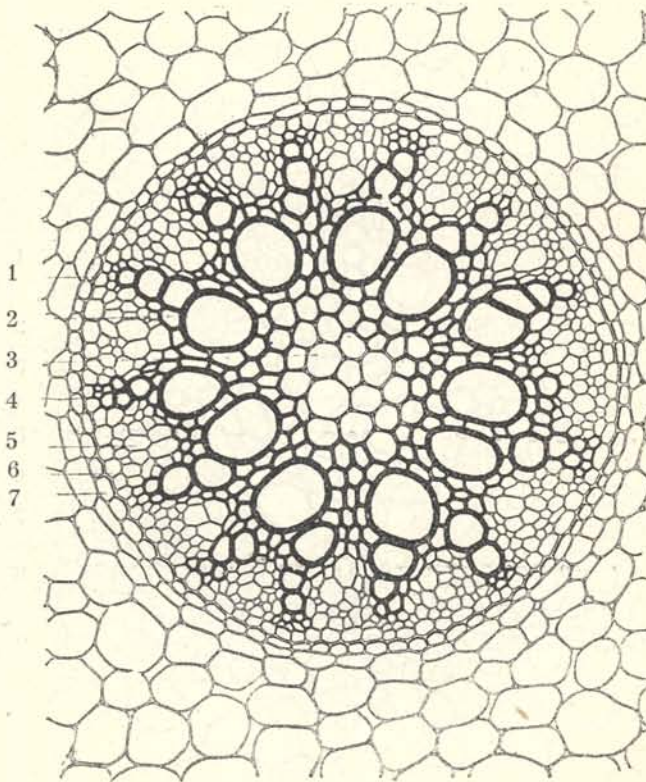
két esetben hiányzanak, vagy csak gyéren fordulnak elő. Először nagyon száraz éghajlathoz szokott növényeken, melyeknek föld feletti szervei a túlságos párolgás ellen meg vannak védve, ilyen az úgynevezett százéves aloe (*Agave americana*) és a datolya-pálma (*Phoenix dactylifera*). Másodszor pedig a vízi és mocsári növények legtöbbjén azért, mert ezek ismét határtalan mennyiségű vízzel rendelkeznek. De vízbőségben tenyésztett olyan szárazföldi növényeken is elvesznek, a melyek a talajban rendszerint számos gyökérszőrt fejlesztenek, így pl. a vizes táplálék-oldatban tenyésztett kukorica vagy borsó gyökérszőrei kisebbednek, gyérülnek, sőt egészen el is enyésznek.

A felbőrhöz mint második egyközepű szövetrendszer az *alapszövet*, vagyis a *kéreg* csatlakozik. Ez több, gyakran sok sejtrétegből áll (1. ábra *D*). Ámbar a rétegek többnyire vékonyfalú, vízben gazdag sejtekből állnak, egyes sejtsorok, sőt egész sejtrétegek szilárdabban is fejlődnek, ha a növénynek erre különösen szüksége van. Ilyen eset például, midőn a gyökerek részben kiállanak a talajból s a szárnak, vagy kiágazásainak támasztékul szolgálnak, mint például a trópusi *Mangrove*-bokrokon és a mi melegházainkban gyakran tenyésztett *Pandanus*-féléken. A kéreg legbelsőbb rétege, az *endodermis*, mindig különös szerkezetű s a víz-csere szabályozására szolgál a kéreg és a tőle befogott *központi henger* között.

Ez a központi henger tartalmazza azokat a szöveteket, melyek a gyökerek fiatalabb részeivel felvett vizes táplálékoldatokat a növényben felfelé, a gyökér további fejlődésére s kiágazásainak képzésére szükséges tápláló anyagokat pedig, mint pl. a cukrot, keményítőt s növényi fehérjéket, lefelé vezetik. Az 5. ábrán a spárganövény (*Asparagus officinalis*) aránylag gyenge gyökere leg-

belsőbb részének keresztmetszetét látni, mely a központi henger normális szerkezetét átnézetesen ábrázolja. Az endodermisre (7) egyszerű vékonyfalú sejtrétegként következik a *pericambium* (6). Ebből ered minden oldalgyökér, mely a spárgán különben csak alárendelt szám-

ban keletkezik. A pericambiumhoz egymással váltakozó sötétebb és világosabb 13 szövetrészlet csatlakozik. A sötétek kívülről igen szűk elemekkel kezdődnek (1), melyekhez beljebb tágabbak sorakoznak (2), a hengernek majdnem közepéig hatolnak s ott zárt gyűrűvé egyesülnek. E



5. ábra. A spárga (*Asparagus officinalis*) gyökere központi részének keresztmetszete. 7. endodermis; 6. pericambium; 1. csavaros vastagodású edények, melyek kifejlődésével a fatest (4) képződése kezdődik; 2. a fatest legkésőbbben fejlődő részéhez tartozó gödörkés edények; 5. háncscsoportok; 3. bélszövet a középponti henger tengelyében.

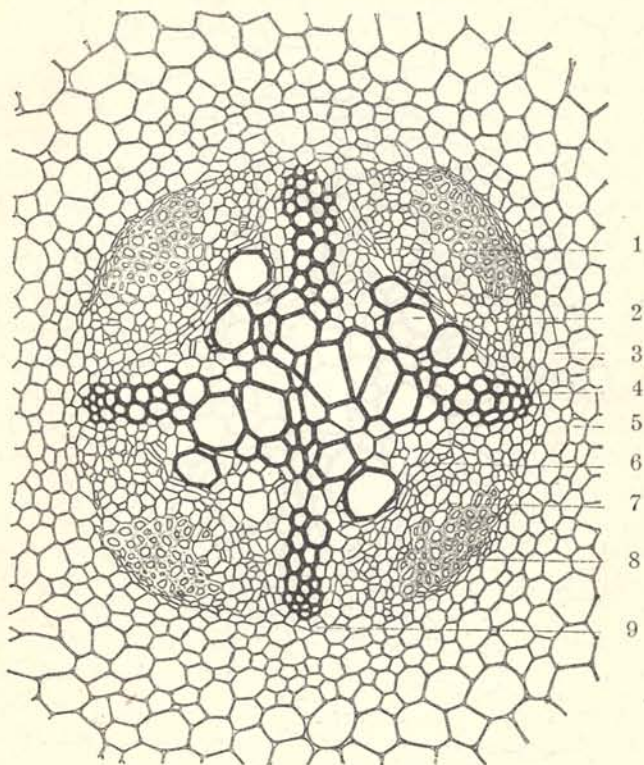
keresztmetszet képe fogaskerekhez hasonlít. A leírt szövetek a maguk egészében sugaras alkotású vezető nyaláb *fásrészeit* (4) tüntetik fel, mely a gyökerek fölvette nyers ásványi tápláló oldatokat szállítja fel, a miben természetesen az ábrán is szembeötlő nagy edények (2) járnak elől.

A kerék fogai között elhelyezett s egymástól állandóan elkülönített világos, vékonyfalú csoportok (5) a vezető nyalábok *háncsrészleteit* alkotják és az a feladatuk, hogy az új sejtek képzésére szolgáló szerves anyagokat, az úgynevezett »képző anyagot« a fogyasztás helyére vezessék.

A spárga s egyáltalában valamennyi egyszikű növény gyökere egész életén át úgy tartja meg belső szerkezetét, a hogy eredetileg felépült. Az egyszikűek gyökere utólagos vastagságbeli növekedésre nem termett rá, miért is az egyszikűek ott, a hol szükséges, gyökereiket mindjárt kezdetben nagyon erősen fejlesztik. Csak

némileg erős pálma-gyökéren több mint 100 hánccsoportot s ugyanannyi velők váltakozó fatestsugarat, a Pandanusok nagyon erős támasztó gyökerein pedig 400-at is számláltak! Más esetekben azonban, így a jáczint és tulipán gyökerében, számuk kettőre is lepadhat.

A zárwatermő kétszikűek gyökerei



6. ábra. Keresztmetszet a disznóbab (*Vicia Faba*) fiatal gyökerének központi részéből 5. az endodermis; 3. a pericambium; 1. elsődleges fa; 2. a másodlagos fa; 7. a vékonyfalú hánccsoportok; 8. vastagfalú sejtcsoportok a hánccsoportok külső részében; 9. a cambium.

rendesen vastagságbeli növekvést is tanúsítanak úgy, hogy a már kiképződött elsődleges szövetek közé új, másodlagos szövetek iktatódhatnak közbe. Például szolgáljon erre a disznóbabra (*Vicia Faba*) vonatkozó 6. és 7. ábra.

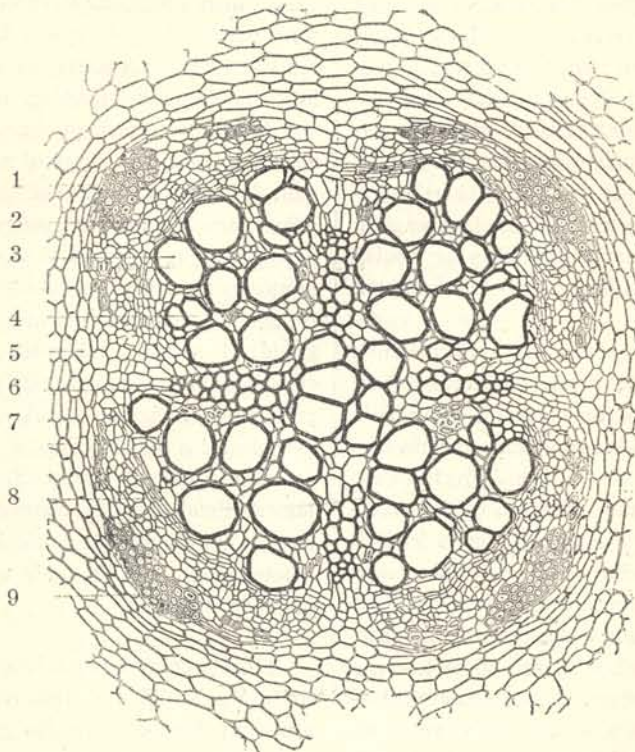
A 6. ábrán fiatal, első kifejlődésén éppen átesett gyökér központi hengerének

keresztmetszetét látni. Az egyetlenegy sejtrétegből álló endodermisen (5) belül, melynek sugárirányban álló sejtfalai középkörön göbszerűen megvastagodtak, látjuk a 2–3 sejtrétegű pericambiumot (3), mely a központi hengert veszi körül. A központi henger mint edényes fa-szövet (1) négy ágú csillagformájú, melynek

öbleiben négy nagy hánccsoport látszik ; ezek külső sejtjei nagyon megvastagodtak, a belső sejtek ellenben igen vékonyak.

A hánccsoportok legbelsőbb szélén feltűnik, hogy a legkésőbbben keletkező sejtfalak az öblökkel majdnem mind párvonalosak. Itt ugyanis a nagy hánccso-

port mindegyikének belső oldalán a szövetek gyarapításának egy zónája, a cambium képződött (6) s ez az eredetileg elkülönített négy cambiumszalag a fás szövetű csillagnak négy ágán túl zárt, öblös cambiumgyűrűvé egyesült (9). Ebben azután folytonos sejtosztódások támadnak, olyan falak útján, a melyek az eredetiekkel közel



7. ábra. Keresztmetszet a disznóbab (*Vicia Faba*) gyökerének központi részéből, mint a 6. ábrán, csak hogy valamivel korosabb helyéről. A jelölés is ugyanaz mint a 6. ábrán.

párvonalosak, mitől a sejtrétegek a vastagság irányában folytonosan szaporodnak. A négy öblől alapján e másodlagos új sejtrétegek legbelsőbbjei a fatesthez, a külsők pedig a hánccstesthez járulnak, mint az ő legfiatalabb elemeik (3). A fatest négy csillag-ágán a cambiumból kifelé és befelé kiváló sejtrétegek rendszerint igen vékonyfalúak maradnak és a bél-

sugarak jellemét öltik fel. S minthogy kezdetben ez újképződés a fatest négy öblében folyik legélénkebben, ezek csak hamar másodlagos képződésű fával töltődnek ki, s csak ennek megtörténte után halad a vastagságbeli növekvés minden részben közel egyenlő mértékben. A 7. ábra ugyanazon gyökér keresztmetszetét tünteti fel mint a 6. ábra, csak hogy

idősebb részéből s kevésbé van nagyítva, de azért az eredeti négy ágú fás csillag teste (4) még igen jól észrevehető. ●

A kétszikűek gyökerének további vastagságbeli növekedése is hasonló módon folytatódik. Törzsen és gyökerezenentül lényegesebb szerkezeti különbség már nincs.

Az előadottak eléggé megvilágítják a virágos növények normális gyökerének szerkezetét. Eltérések előfordulnak ugyan, de ritkán s épen nem lényegesek. A gyökerek alkatának illetően állandósága e szerint nagyon eltér a törzsek és levelek szerkezetének nagy változatosságától. Ennek oka abban rejlik, hogy a gyökerek életviszonyai nagyban és általánosságban egyformábbak amazokénál s így belső alkatuk változtatására ható külső indíték hiányzik.

A virágos növények gyökérzetének belső szerkezetét megismertetve, nem nehéz, hosszanti növekedésük módját is megértetni. Ezeknél ugyanis, miként fentebb mondva volt, minden szövet eredete már nem vezethető vissza a gyökércsúcsnak *egyellenegy* sejtjére, mint a legtöbb haraszt (4. ábra), de csak néhány sejtből álló csoportra sem, hanem a kész gyökér megkülönböztetett szövetrendszereinek külön-külön képzőszövetök van a a gyökércsúcsban. A növekedés különböző típusaiból a füvek s több velök rokon csoportát választjuk ki. A 3. ábra a rozsgyökér hossztengegyében tett metszetet mutatja be. Középmagasságában egy sötétebb vonalat látunk, mely lapos ívben harántul megy rajta keresztül. Minden, a mi e vonalon kívül és alul esik, a gyökérsüveghez, a mi felette van, a gyökértesthez tartozik. A gyökérsüveg képzőszöveget az apró sejtek alkotják, melyek a gyökértest közép részének közvetlen alsó határát teszik. Harántoszlással lefelé állandóan új sejtek válnak ki belőlök s ezzel a gyökérsüveg hosz-

szabódását eredményezik, hosszanti osztódással pedig számuk a szélességben gyarapodik és így a fiatal gyökértest vastagságbeli növekedését segítik elő. Ez osztódások következtében a gyökérsüveg olyan sejt sorokból áll, melyek több helyütt alulról felfelé két-két sejt sorra hasadnak. A mit a gyökérsüveg külső felszínének elnyálkásodása s a legidősebb sejtek elválása után veszít, azt ilyenformán belülről a képző réteg helyre pótolja. A mint tehát látni, a rozsgyökérsüvegének továbbképződése egészen önállóan történik.

A tulajdonképeni gyökértestre nézve a továbbképzésnek két elkülönített zónája van. A legelső közvetlenül gyökérsüvegéhez simul s a gyökércsúcsban fekvő *egyszerű* sejt rétegből áll. A 3. ábrán két, pontosan a tengelyben fekvő sejt jelöli. E sejtek ismételt hosszanti oszlásokkal kifelé új sejteket alkotnak, a melyek eléggé szabályos sorrendben a felülettel párvonalos s felváltva ezekre merőleges osztódással a felbört (*Ep.*), a kérget (*R.*) az endodermis-szel együtt (*S.—S.*) alkotják. A fiatal központi hengert (*C.—C.*), mely a mi ábránkban lefelé kúp alakúan gömbölyödik, az itt levő apró sejtek önállóan alakítják.

Előzetesen már megemlékeztünk azokról a mechanikai feladatokról, melyeket a növény életében a rendes gyökereknek végezniök kell; nevezetesen, hogy a növényt a talajban megerősítsék, és földfeletti részének fejlődéséhez s életműködéséhez szükséges lehető legkedvezőbb helyzetet állandóan biztosítsák. A földfeletti részek a lombotatnak nem csekély súlyát kénytelenek viselni s a viharok hatalmával dacolni, azért ezek főkélléke, hogy a *hajlítás* ellenében legyenek szilárdan alkotva, a gyökereknek pedig a *húzás* elleni szilárdság alkotja első alapfeltételét. A húzásbeli szilárdságot úgy éri el a természet a legtöbb esetben,

hogy a legellenállóbb szöveteket, a jelen esetben a fa-testet, a tengely közepében helyezi el. Ennek megfelelőleg láttuk is, hogy a fa-test csillaga a keresztmetszet közepét foglalja el s a védelemre szoruló gyengébb hánacs-szövetek az ő ágai közé ékelődnek.

Sok esetben azonban a gyökerek nemcsak passzív, hanem aktív mechanikai munkát is végeznek. Már régen ismeretes, hogy némely lágy szárú növény vég-rügye, mely a csirázás első stádiumát a föld színén végezi, a fejlődés további folyamataiban többé-kevésbé a földbe süllyed. Ez az egyszikű hagymás és gumós növényeken, így a *liliomon*, a *nöszirmon*, s a kontyvirágféléken tűnik fel leginkább. A nálunk honos *foltos kontyvirág* (*Arum maculatum*) s mások kifejlődött s minden tavasszal újra kihajtó gumója átlag 10 centiméternyi mélységben van a föld színe alatt. Az a mélység, melyet az illető fajok kifejlődött állapotukban értek, szűk határokon belül állandó marad. Ezt az eredményt vagy úgy érik el, hogy, miként az *őszi kikerics*-en (*Colchicum autumnale*), a csira vég-rügye addig nő lefelé, míg évek múlva megfelelő mélységben meg nem találta egyensúlyi helyzetét, vagy pedig akként, hogy a vég-rügy megtartja ugyan felfelé való növekedését, de a megrövidülő gyökerek, minthogy megrövidülésök a vég-rügy hossz-növekvését meghaladja, mélyebbre vonják. A virágos növényeken ez utóbbi jelenség elterjedtebb, mint régebben gondolták. Még pedig vagy a főgyökér rövidül állandóan s éveken keresztül, mint a *gyermekláncfű*-é (*Taraxacum officinale*), vagy pedig korlátolt élettartamú s minden tenyészeti időszakban újra fejlődő mellékgyökerek végzik e feladatot, mint a *Gladiolus* és *Narcissus* fajokon. Ezt a nem csekély mechanikai tevékenységet vagy valamennyi gyökér végzi, vagy csak egy, avagy néhány meghatározott gyökér, me-

lyeket nagyobb átmérőjük tesz felismerhetővé. A rövidülés maximuma a 70 százalékot is eléri s rendszerint csak egy bizonyos, többé-kevésbé kiterjedt alapi részre szorítkozik, melynek kérge ekkor világosan látható ránczokat vet. Minthogy ez összehúzódást csak a kéreg belső, nedvekben igen gazdag szöveteinek tettelegis közreműködése eredményezi, a kül-kéreg s a központi henger az ő vezető edénnyalábjával együtt hosszirányban passive összenyomódik.

A *szamócza*, több *szederfaj* s mások indáinak rügyeit is, a mint meggyökeredztek, gyökereik megrövidülése lefelé húzzák. Ennek ketségtelenül az a jó oldala van, hogy a talaj megvédi őket a hőmérséklet és nedvesség gyors változásának káros hatása, sőt ellenségeik támadása ellenében is.*

A gyökerek szerkezetéről és életéről előadottak vajmi hiányosak maradnának, ha nem tárgyalnók még azokat a messze menő átalakulásokat is, a melyek a gyökereket az illető növény sajátos életviszonyaival kapcsolatban érhetik. A gyökerek rendes működéséhez ez úton egy vagy több új és idegenszerű működés járulhat, vagy egészen más tevékenység helyettesítheti. Minden esetre igen szemléltető módon derül ki, hogy mennyire tud a növényi szervezet megváltozott életviszonyokhoz alkalmazkodni.

Hogy a szilárd támaszon felkúszó növényeken, mint pl. a borostyánon, mennyire másodrangú a gyökerek táplálékfelvevő tehetsége ahhoz a tehetséghez képest, hogy a hajtást a szilárd támaszhoz odaerősítse, már említettem, de a táplálék-

* L. A. R i m b a c h : »Die contractilen Wurzeln und ihre Thätigkeit« (Beitr. zur wissenschaftlichen Botanik, herausgegeben von Fünfstück II. 1. (1897) 1. lapon s az indákat illetőleg Kerner »Pflanzenleben« 2. kiad. 1. (1896) 736. 1.

felvevő erő egészen el is veszhet, úgy, hogy a gyökerek csak tisztán kapaszkodó szervekké idomulnak át. Ekkor fiziológiailag úgy viselkednek, mint a kacsok (kacsoringó, bajusz), mikké a szőlőn bizonyos ágképletek, a borsón pedig a levelek felső része alakul át. E kacsokká átváltozott gyökerek igen jellemző módon képződnek ki a *fánlakó növényeken*, az *epiphytákon*, azaz olyan növényeken, a melyek más növényeken élnek, a nélkül, hogy élősdiek módjára táplálkoznának belőlök. Számos példát nyújt erre a *Bromeliaceák* családja, mely azonban sok földön lakót is számlál, mint például az ananászt. Rokonainak legtöbbször azonban trópusi fák koronájában honol, a hol az ágakon csírázik, virít és gyümölcsözik. Gyökereik érintkezésbeli ingerlékenysége épen olyan, mint a kacsoké s az ághoz olyan szorosan hozzásimulnak, hogy megsértése nélkül onnan el sem távolíthatók. Ezek a növények a kifejlődésükre szükséges vizet s a vízben oldott táplálékot leveleik tövén veszik fel, melyek szorosan tölcseralakra záródnak. Ilyen tölcserékben esővíz gyülemlik meg sok szerves maradvánnyal, leginkább apró állatok tetemével.*

Eltér ettől a *Clusia rosea* életmódja, mely ugyancsak trópusi fák koronájában telepszik meg. Ennek kétféle gyökere van: olyan, a mely a fánlakó *Bromeliaceák*-hoz hasonlóan őt az ágon megerősíti, az ágat erősen átkarolja, és olyan, a mely nagyobb átmérőjű s rendszeren minden elágazás nélkül gyorsan növekszik lefelé, úgy hogy aránylag rövid idő alatt eléri a talajt. Ezek a tápláló gyökerek kötelek módjára lógnak le a fák ágairól, a földben dúsan elágazódnak s a növényt vízzel s táplálékkal látják el. Azért ben-

* C. F. W. Schimper: »Die epiphytische Vegetation Amerikas.« (Botanische Mittheilungen aus den Tropen.) 2. (1888.) 66. 1.

nők mindkét vezető nyaláb: a fa, és a háncs, teljesen ki van fejlődve, a kapaszkodó gyökerekben pedig, épen úgy, mint a fánlakó *Bromeliaceák*ében, a mechanikus szövetek vannak többségben.*

Ismeretes, hogy bizonyos növények gyökerei a talajból való táplálékfelvétel után nagyobb mennyiségű képző anyagot és vizet halmoznak fel szöveteikben, hogy a rá következő tavasszal az új hajtás képzésére fordíthassák. Az ilyen gyökereket, a szerint, a mint a felső vagy a középső részök vastagabb: *répa*- vagy *gumós* gyökérnek nevezzük. Így a *czukorrépa* szöveteinek dús nádcukortartalmát a következő év virágzatának és termésének képzésére fordítja. Ezek csak kivételesen fejlődnek ki már az első évben.

A *czukorrépa*, a *murok*, a *georgina* (*Dahlia variabilis*) ugyanegy gyökerében van egyesítve a nyers táplálékfelvétel és a képző anyagok raktározása, más növényeken pedig, teszem némely *földi Orchideán* vagy a saláta-boglárkán (*Ficaria ranunculoides*) ez a kétféle életműködés többé-kevésbé teljesen kétféle gyökér között oszlik meg. A saláta-boglárka alsó lombleveleinek hónaljában, tehát a föld színe felett is keletkeznek olyan gumós rügyek, melyek a növény elhervadásával a talajba kerülnek s az általánosan elterjedt növénynek dús elszaporodását nagyon előmozdítják.

A gyökereknek a növény *védő szerveivé* való átalakulása már sokkal ritkább. Ilyenkor rövid hosszúnövekedés után végök kihagyosodik s a sejtfalak megvastagodásával és megfásodásával igen szilárd állományuakká válnak. Ezeket ugyanolyan joggal nevezhetjük *tövisek*-nek, mint a *galagonyá*-nak (*Crataegus Oxyacantha*) és a *lepényfá*-nak (*Gleditschia triacanthos*) szívós képletté alakult hegyes ágát,

* C. F. W. Schimper idézett műve az 56. lapon.

a *sóskafá*-nak (*Berberis vulgaris*) három-ágú levelét és az *ákáczfá*-nak (*Robinia Pseudoacacia*) a levélnyel tövében lévő két pálháját. Kiválóan szépek az ilyen tövissé vált gyökerek némely pálmán, mint például a trópusi Amerikában honos s üvegházainkban is tenyésztett *Acanthorrhiza aculeatán*. A talajba hatoló normális gyökerek fölött más gyökerek többszörös koszorúja van, melyek ívszerűen felfelé fordulnak s kiágazásaikkal egyetemben törölké alakú hegyekkel merednek a szemlélőre.

A mocsarakat lakó *Jussiaea*-fajok számos fajának gyökerei *úszóhólyagokká* változnak át. A *Jussiaea repens* a föld minden melegebb országában el van terjedve s a talajon tovább kúszó fűnemű szárából kétféle gyökeret ereszt: először tápláló gyökereket, melyek az iszapba hatolnak s dúsan elágazódnak, és másodsor többnyire 2 cm hosszú úszó gyökereket, melyek a szár csomóján többesével támadnak s a víz tükre felé fordulnak; szövetök nagyon sok levegőt tartalmaz s azért a növényt lebegve tudja tartani.

Szellőztető, illetőleg *légvetelő* szervként működő gyöker-elágazásokat a forró égöv mocsaras tengerpartjain élő *mangrove* növények egy részén találni. Az *Avicennia officinalis*, *A. tomentosa*, *Sonneratia acida* stb. fajoknak az iszap csekély mélységében nagyon hosszú, kábelszerű gyökereik vannak, melyek számos spárga-alakú s a levegőbe felnyúló kiágazást növesztenek. A levegővel érintkező részek külső szövetei légüregekkel bőven el vannak látva, melyek a levegővel közlekednek, úgy hogy a növénynek iszappal borított részeit is elegendő mennyiségű szabad oxigénnel látják el. Ugyanazon czélt szolgálják a *Bruguiera*-fajok és a *Lumnitzera coccinea* gyökereinek éles térdalakú meghajlással keletkező ágai, valamint a *Carapa obo-*

vata-nak* az iszapból majdnem késpenge-szerű éllel kiemelkedő lapos gyökere. A mi parkjainkban sem ritka északamerikai *Taxodium distichum* gyökereinek ismeretes kiemelkedései a föld felszínén ugyanazon rendeltetésűek.

A trópusi fákon epiphyta módon fészkelő több *Orchidea*-faj, mint pl. az *Angraecum globulosum*** és a *Taeniophyllum Zollingeri**** viselkedése is feltűnő. Száruk virágkocsánna, leveleik pedig apró kis piőkelyekké redukálódnak. Mindkettő helyett a *gyökerek foglalják magukban a chlorophyllt*, s ezért felismerhetőleg zöld színűek, aránylag vaskosak s a *Taeniophyllum Zollingeri*-n a világosság felőli oldalon meg is vannak lapítva. A hiányzó lomblevelek helyett tehát csakis ők látják el a növényt képző-anyagokkal.

Lényegileg ugyanezt a jelenséget találni az *Orchideáktól* mind külsejükben, mind életmódjukban tetemesen eltérő *Podostemaceák* egyénein is. Ezek a trópusokon, a sebes folyású folyamok fenekén sziklákra és fatörzsekre szorosan oda tapadva élnek. Első tekintetre inkább moszatokhoz, mint virágos növényekhez hasonlítanak. Attól a szélső esettől kezdve, midőn a lapos gyökerek egyedül tartalmazzák a chlorophyllt, minden fokú átmenet van közöttök egész addig a formáig, a melynek már zöld leveles szára van.

Az *élősködők* egészben vagy részben más idegen szervezetből kénytelenek táplálkozni, s így gyökérzetüket a legnagyobb fokú átalakulás éri. Itt is megvan minden képzelhető fokozat. Az élősdí életmód

* A. F. W. Schimper: »Die indomalayische Strandflora.« (Botanische Mittheilungen aus den Tropen. 3. (1891) 34. 1.

** Pfitzer: »Grundzüge einer vergleichenden Morphologie der Orchideen.« (1882) 20. 1.

*** Göbel: »Pflanzenbiologische Schilderungen« I. (1889.) 193. 1.

legkevésbé van kifejlődve két természetes csoportban: a *Santalaceák* családjában, a hova a keletindiai szantál-fa, és *Scrophulariaceák*-ében, melyhez a mi flóránk számos faja tartozik. Az ezekhez tartozó növényeknek rendes gyökérszövetük van, mellyel szükségleteik legnagyobb részét a talajból fedezik. De e gyökerekből oldalt jelentékteleneknek látszó szívó nyújtványok keletkeznek, melyek más szomszéd növények gyökereibe ereszkednek. Úgy látszik, hogy e növények a tápláléknak illetően szaporítása nélkül a csírázáson túl már nem boldogulnak.

A *fagyöngy* (*Viscum album*), mely, mint általánosan ismeretes, a lomb- és tűlevelű fákon egyaránt idegenszerű gömbölyded bokrokat alkot, és fehérszínű, gyöngyalakú termést hoz, a talajtól eltávolodott s egészen a megszállotta fára van utalva; de ennek megtámadott szövevényében még világosan megismerhető gyökereket alkot az ág fája és kérge között, melyeknek gyökérsüvegök is van. E gyökerekből különös szívó szervek erednek, melyek a fa-testbe hatolnak. A fagyöngy zöld színe tanúsítja, hogy a gazda növényből leginkább csak nyers ásványi táplálékot merít, és azt önállóan szerves vegyületekké tudja feldolgozni.

A gazdák előtt rossz hirben álló *lenfojtó aranká*-nak (*Cuscuta Epilinum*) már nincs ilyen tehetsége. Vékony drótszerű szárát a lenre csavarja, mely alsó részének gyors elhalása következtében csakhamar elveszti összeköttetését a talajjal. A gyökerek helyébe ezentúl szívó szervek lépnek, a melyek az érintés születe inger következtében a gazda-növény felé forduló oldalon keletkeznek, testébe hatolnak, és a végükön a sejtsorok ecetszerűen szétágazó felszívó szövevény alakulnak. Ez az élősdű sokkal inkább függ a gazdájától, mint a fagyöngy, mert túlnyomóan kész képző anyagokat von el tőle. Ez az oka,

hogy színezete minden részében halavány s levelei, melyek a rendes növényeken a zöld színanyag legfontosabb tartói, apró, jelentéktelen kis pikkelyekké törpültek.

Rendkívül nagy változatosságot és részben még nagyobb visszafejlődést tanúsítanak a leginkább csak a trópusok alatt élő *Balanophorák*, *Cytinédék* és *Rafflesiaceák* családjának táplálékfelvevő szervei. E felette érdekes viszonyokra itt ki nem terjeszkedhetünk, de a szélsőség példajaképpen álljon itt a nálunk honos *elágazó szádor*, *Orobanche ramosa* esete. Ennek a gazdanövényvel való összeolvadása oly benső, hogy összes felelkező szövetrendszereik közvetlenül átmennek egymásba. Itt semmi sincsen, a mi a differenciálódott felvevő szervre emlékeztetne. A halavány élősdű anatómiailag és élettanilag éppen úgy viszonylik a gazdanövényhez, mint bármely növény virágzata az őt viselő hajtáshoz.

A nem élősködő zöld növényeken is előfordul, hogy a gyökér egészen elvész, de ez esetben a növénytest egy más tagjának kell azt helyettesítenie. Ez némely *Orchidea* és *Podostemaceae* fentebb említett esetének ellentétje, a melyeken a gyökér pótolja a hiányzó lombleveleket.

Különbén úgy látszik, hogy a legtöbb víz alatt élő növény minden fiatalabb része útján tud vizet és nyers táplálékot felvenni s így a gyökereket részben vagy egészben nélkülözheti. Így az *Elodea canadensis*-en s rökön fajain a gyökerek az összes részekkel arányban nem álló, csekély számban és jelentéktelen kiterjedéssel fejlődnek. Másokon egészen eltűnnek. A nálunk honos *tócsagaz*, *Ceratophyllum*, fél méter hosszú szárát az iszaptól ki lehet húzni, a nélkül, hogy a gyökérképzésnek még csak a nyomára is akadjunk. Pedig a mag csírájában a főgyökér alapja mégis le volt téve. Gyökértelen

továbbá a középeurópai virágos növények legkisebbje, a *gyökeretlen békalencse*, *Wolffia arrhiza*, mely az álló vizeknek gyakran nagy kiterjedésű felszínét borítja. Meglepő azonban, hogy *gyökértelen növényeket a szárazföldi nem élőködők* között is lehet találni. Így a középeurópai erdők televényes talaját lakó két Orchidea, a *korallgyök Corallorrhiza innata* és a *bájuszvirág Epipogium*, *Gmelini* hiányzó gyökereit gyökérszörőkkel borított földalatti száruk pótolják. A Bromeliaceákhoz tartozó s a forró égövi Amerikában általánosan elterjedt *Tillandsia usneoides* is sajátos egy növény.* Jelentéktelen levélrozzettákkal ellátott hosszú vékony szárai mint valami szakálzuzmók lógnak le a fák koronájáról, a melyhez nincsenek is hozzánőve. A szél lerántja és sokszor messzire hordja őket, míg ismét valamely útjukba akadó ágra nem csavarodnak, vagy más akadályba nem ütköznek s ott ragadnak. Vízrel és

* L. a Természettudományi Közlöny 1890. évi folyamának 521—529. lapján »A fán lakó növényekről« szóló cikket.

táplálékkal levelein levő igen különös és czélszerű szerkezetű mirigyszőrei látják el.

Az elmondottakból nyilvánvaló, hogy a növények felépülésének tervezete milyen hajlékony, ha arról van szó, hogy szervezetet a megváltozott életviszonyok között fejlődésre és szaporodásra alkalmas állapotban fentartsák. A virágos növényeknek gyökérből, törzsből és levélből való felépülése és az életműködéseknek olyatén eloszlása, mint a melyet a szárazföldi növények nagy többségénél találni, nem rideg séma, a melytől eltérés nincsen. Valamely faj fenmaradásának az az alapfeltétele, hogy a megfelelő életfeladatoknak a legteljesebb és legczélszerűbb módon feleljen meg. Hogy azok a szervek végzik-e azokat a feladatokat, melyeket rokon alakok összehasonlítása után természetszerűeknek tartunk, vagy pedig más szerv lép-e a helyökbe, inkább csak mellékes jelentőségű.

Fordította GABNAY FERENCZ.