

1924 MÁJUS 15.

ERDÉSZETI LAPOK

LXIII. ÉVF.

AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET

KÖZLÖNYE

5. FÜZET

KIADJA: AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET

Szerkeszti:

BUND KÁROLY

Megjelenik minden hó 15-én.

Előfizetési díj 1924 év II. felére 40.000 K (erd. altiszteknek 20.000 K)

Az Országos Erdészeti Egyesület tagjai a tagjárulékok (alap. kamat vagy tagdíj) és az időnkint közzétett pótdíj fejében kapják.

Szerkesztőség és kiadóhivatal: Budapesten, Lipótváros, Alkotmány-utca 6. sz. II. emelet

A lap irányával nem ellenkező hirdetések mérsékelt díjért közölhetnek.

(Telefon: 37—22.)

Ujabb kérelem az Országos Erdészeti Egyesület tagjaihoz

A korona vásárlóerejének a múlt év óta bekövetkezett rohamos süllyedése a decemberi közgyűlés által megállapított pótdíjat teljesen tarthatatlanná tette. Ha az Országos Erdészeti Egyesületet, a magyar erdőgazdaságnak ezt a hat évtized óta fennálló régi szervét az anyagi eszközök hiányának mindent megbénító hatása alól fel akarjuk szabadítani — s ki az, aki ezt ne kívánná? — akkor elsősorban önmagunk erejére kell támaszkodni.

Az igazgató-választmány tehát ismét az egyesületi tagok összességéhez fordul kérelmével s a legutóbbi ülésén 1924-re vonatkozóan megállapított alábbi tagdíjakkal a *jelen számunkhoz csatolt postatakarékpénztári befizetési lap* segé-

lyével leendő beküldését tisztelettel kéri. Az eddig már beküldött tagdíjak (alapítványi kamatok) természetesen részletfizetésként figyelembe vétetnek.

Az 1924. évre megállapított tagjárulék (tagdíj, illetőleg alapítványi kamat és pótdíj) együttesen :

1. Földbirtokosok, faiparosok, fakereskedők és jogi személyek (hatóságok, városok, testületek, cégek és részvénytársulatok) részéről 16 aranykorona;

2. tisztviselők s általában kötött jövedelemmel bíró tagok részéről 4 aranykorona, amely összeget az elnökség az illetők szó- vagy írásbeli felszólalására méltányos esetekben mérsékelheti ;

3. főiskolai hallgatók részéről 1 aranykorona.

Ez az összeg f. évi július hó 1-én tul havonként 10 százalékkal emelkedik, célszerű tehát addig az egész évi tagjárulékot beküldeni.

Az aranykorona f. évi június hó végéig 16.000 papirkoronával számítandó.

Az Erdészeti Lapok előfizetési díja (nem tagok részére) negyedévenként 20.000 K, erdészeti altiszteknek 10.000 K. Az eddig már befizetett 24.000 (illetőleg 12.000) K előfizetési díjjal az előfizetés június végéig rendezve van.

Kérjük, hogy a csekknek „befizetési lap“ című részén felül a pénzküldemény rendeltetését ceruzával röviden jelezni sziveskedjék, pl. td (tagdíj), hd (hird. díj) stb. Különösen szükséges ez, ha az utalványozott összegben többféle természetű küldemény foglaltatik. Bővebb közlés a befizetési lap hátoldalán történhetik a levelezőlap mindenkori portódíjának megfelelő portóbélyeg felragasztása mellett.

Budapest, 1924 április hóban.

A titkári hivatal.

Az ákácfa (*Robinia Pseudacacia* L.) vegetatív szerveinek összehasonlító anatómiája*)

III. A gyökerek anatómiája :

Irta: Dr. Fehér Dániel, okl. erdőmérnök, főisk. r. k. tanár.

1. Bevezetés.

Az ákácfa gyökereinek belső és külső morfológiájára vonatkozólag az irodalom több vizsgálattal és adattal rendelkezik. Részletesebb vizsgálatokat közöltek *Vadas*¹, *Mágócsy-Dietz*², *Bernátsky*³, *Büsgen*⁴, *Nobbe*⁵, *Hiltner*⁶, *Frank*⁷ és *Tschirch*⁸. *Vadas* úgy a belső, mint pedig a külső morfológiai sajátságokat tárgyalja, *Büsgen* az ákácgyökér primär szövetéről rajzot is közöl. A többi szerző majdnem kizárólag az ákác gyökereken a nitrogén-asszimilációval kapcsolatban kifejlődő gyökérgumókat tárgyalja anélkül, hogy maguknak a gyökereknek anatómiai viszonyait ismertetné⁹. Az ákácfa gyökereinek egységes anatómiai vizsgálata azonban még mindezideig hiányzik. Vizsgálataim folyamán csakis az anatómiai sajátságok fiziológiai alapon való tárgyalására szorítkoztam, magának a gyökerek útján való nitrogén-asszimi-

*) L. az „Erdészeti Lapok 1921. évi 51. és 1922. évi 1. oldalát, a hol az előző közlemények megjelentek. Jelen közlemény kézírata már 1921. október havában érkezett a szerkesztőséghez. Bár a megjelenés anyagi nehézségei ma is fennállanak, a magyar tudománynak vélünk azzal tartozni, hogy az előzők kapcsán ezt a befejező részt immár megjelentetjük.

Szerk.

1) *Vadas*. Az ákácfa monografiája 1911. p. 64. és köv.

2) *Mágócsy-Dietz*. A növények táplálkozása 1910. p. 386. és köv.

3) *Bernátsky*. 1902. id. *Mágócsy-Dietz* I. c.

4) *Büsgen*. Bau u. Leben unserer Waldbäume 1897. p. 160.

Einiges über Gestalt u. Wachstumweise der Baumwurzeln. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1901. p. 307.

5) *Nobbe*, *Hiltner* etc. Landw. Versuchsstationen 1891. Bd. 38. p. 324.

1891. Bd. 39. p. 327.

„

„

„

„

„

1899. Bd. 52. p. 455.

6) *Frank*. Ber. d. d. bot. Ges. 1890. Bd. 8. p. 33.

Landw. Jahrb. 1890. Bd. 19. p. 523—640.

7) *Tschirch*. Ber. d. d. bot. Ges. 1887. Bd. 5. p. 58.

8) Egy újabb összefoglaló munka, amit, sajnos, nem tudtam megszerezni. E. Wendel. Zur phys. Anatomie der Wurzelknöllchen einiger Leguminosen. Beiträge zur allg. Botanik. Bd. I. Heft. 2.

lálásnak a kérdését teljesen eldöntöttnek veszem¹ olyan értelemben, hogy az ákácnak a gyökerei, a gyökérgumók, illetve a bennük az anyanövénnyel szimbiózisban élő *Bacillus radicolá*-nak nevezett baktériumok segítségével a levegő szabad N.-jét a maga életműködése számára megkötni képes.

(A *Bacillus radicola*² nevet, mint a legelterjedtebbet Engler³ alapján használom. Ezen a néven kívül még sok synonym név volt és van használatban. Frank⁴ legelőször *Rhizobium Leguminosarum*-nak nevezte. Löhnis⁵ pedig ujabban a *Bakterium radicola* nevet használja, sőt az amerikai irodalomban a *Pseudomonas radicola* név is el van terjedve.)⁶

Vizsgálataim folyamán tehát ezt a kérdést, ha az anatómiai összefüggések ennek a tárgyalását szükségessé teszik, a most vázolt értelemben fogom alapul venni.

A gyökér anatómiai viszonyainak a leírásánál épen úgy, amint ezt a fatörzs szöveteinek a tárgyalásánál tettem, a fejlődési sorrendet fogom elsősorban szem előtt tartani.

2. A gyökér primär szövetei.

Az ákácfa gyökereinek szöveti szerkezete a dikotyl-növények gyökereinek általános anatómiai jellegét mutatja. Az egyedüli eltérés a gyökérgumók kifejlődésében nyilvánul meg.

¹) Az idevonatkozó rendkívül terjedelmes irodalom felsorolását és a kérdés genetikai fejlődésének a vázolását annál is inkább mellőzhetem, miután ennek a vizsgálata feladatához nem tartozik és az idevonatkozó részletes vizsgálatok alapján a kérdés a tudomány mai fejlődési fokán minden részletében „res judicata”. Különben az idevonatkozó adatokat részletesen meg lehet találni a következő főbb munkákban:

Kövessí. A növényi szörök N. asszimilálási képességéről. Math. és Term. Értesítő 29. k. 1911. 4. f. p. 881. és köv., Czapek. Biochemie der Pflanze 1920. II. p. 208. és k., Löhnis. Vorlesungen über landw. Bakteriologie. 1913. p. 24. p. 164. és k., Löhnis. Handbuch der landw. Bakteriologie. 1910. p. 640. és k., Lafar. Handbuch der techn. Mykologie III 1906. p. 24. és k., Pfeffer. Pflanzenphysiologie 1897. Bd. I. p. 386. és k., Jost. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie 1913. p. 311. és k. etc. etc.

²) Ezt a nevet Beyerincktól (Bot. Ztg. Bd. 46. 1888. p. 725.) nyerte.

³) Engler. Syllabus. 1919. p. 2.

⁴) Frank. Über die Pilzsymbiose der Leguminosen. Berlin, 1890.

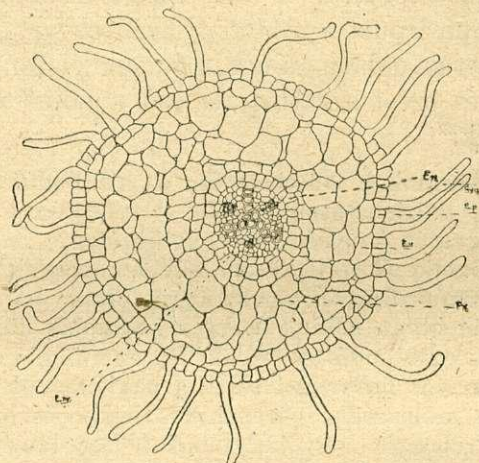
„ Ber. d. d. bot. Ges. 1889. Bd. 7. p. 332. és 1887. p. 87.

Landw. Jahrb. 1890. Bd. 9. h. 523.

⁵) Löhnis. Vorlesungen über landw. Bakteriologie p. 24. és 164. (Maga a név Prazmovszkytól ered.)

⁶) „ l. c. p. 164.

Egyébként az ákácgyökerek primär szövetei a következő képet adják. (L. 1. sz. ábrát.) Az epidermisz és a rajta kifejlődött gyökérszőrök csak a gyökerek legfiatalabb részein találhatók, relative kis távolságban a tenyészkuptól. A primär kéreg kerek, vékonyfalu sejtekből áll, melyeknek falai között nagy számban vannak sejtközi járatok elhelyezve. Az endodermisz jól kivehető, különös sajátságokat, az ismert általános jellegeken kívül ez sem mutat. A phellogén, illetve a peridermának kifejlődése a pericykelnek az endodermisz



1. sz. ábra. *Robinia Pseudacacia* egy fiatal gyökerének keresztmetszete
Gysz. = gyökérszőr, Ep. = epidermisz, Ex = Exodermisz, Eny. = edény
nyaláb, Pk. = primär kéreg, 500-szoros nagyítás, En. = endodermisz.

alatt lévő sejtsoraiiban itt is, mint általában a Papilionaceaekhez tartozó növényeknél hamar beáll¹ és ezáltal a gyökérszőrök és a primär kéreg korán funkción kívül lesznek helyezve.

Az ákác primär edénynyalábjai rendszerint 3 xylem és 3 phloem sugárral birnak,² az ákác primär gyökerei tehát a triarch gyökerek csoportjába tartoznak. A primär phloemben egy-egy néhány sklerenchym rostból álló lágyhánacs csoportot

¹) Filarszky. Növenymorphologia. 1911. p. 42.

²) V. ö. Büsgen l. c.

lehet még megfigyelni. A primär xylem edényei spirális és hálós vastagodást mutatnak, a tracheidák itt is teljesen hiányoznak.

Különösen jellemző az ákác primär gyökereire a gyökérgumóknak a kifejlődése. Keletkezésük a *Bacillus radicolá*-nak a működésével van kapcsolatban. Ezeket a gumókat csak a fiatal gyökereken lehet megtalálni, alakjuk meglehetősen változó, leginkább körte vagy palack formájúak, néha mogyoró nagyságot is elérnek,¹ azonban rendszerint hosszúságuk 4—6 mm., szélességük 2—4 mm. között váltakozik.

A Robina-típust legelőször Tschirch² írta le Ezek a gumók a gyökerek oldalán ülnek, pólusuk viszonylag erősebben fejlődik ki és ezért a széles alappal a pólus vékony nyakon át érintkezik.³

(A gyökérgumók keletkezésére és kifejlődésére vonatkozólag a vizsgálatok meglehetősen egységes eredményre jutottak. Az egységes tárgyalás kedvéért idevonatkozólag a fontosabb adatok⁴ alapján a következőket kívánom röviden megjegyezni: A baktériumok a gyökérszőrökön keresztül hatolnak be a primárszövetekbe és pedig olyan módon, hogy a behatolás után nagyszámban egyesülnek és egy tömlőt alkotnak. Ha ez a tömlő a gyökérprimárkérgeiben bizonyos mélységet elért, a baktériumok kijutnak belőle, behatolnak a szomszédos parenchymsejtekbe és ezeket osztódásra ingerelve, létrehozzák a gyökérgumókat. Ugy látszik, hogy a talajban levő gyökérszőrök bizonyos kémiai anyagokat választanak ki, melyeknek segítségével a talajban levő baktériumokra kémiai ingert gyakorolnak és azokat ilyen módon maguk köré gyűjtik. Maguk a baktériumok valószínűleg egy enzimet választanak ki, amely azután a sejttal cellulozójának a könnyebb feloldását lehetővé teszi. Löhnis⁵ szerint néha nem aktív gumók is képződhetnek, vagyis olyanok, amelyekben megtaláljuk ugyan a baktériumokat, de ezek N. asszimilálásra nem képesek. Ezt a jelenséget Löhnis

¹) *Vadas* l. c.

²) *Tschirch* l. c.

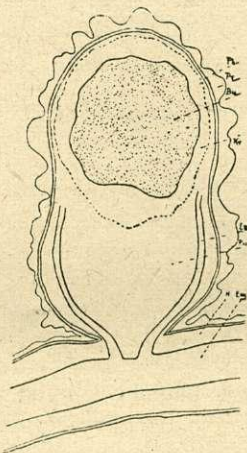
³) V. ö. *Hiltner*. Über die Ursachen, welche die Grösse, Zahl, Stellung und Wirkung der Würzelknöllchen bedingen. Arbeiten a. d. biol. Abt. d. k. Gesundheitsamtes. 1900. Bd. 1. p. 177.

⁴) V. ö. *Prazmovsky*. Landw. Versuchsstationen. 1890. Bd. 37. p. 161. Bd. 38. p. 1. *Bayerinck*. l. c., *Löhnis*. l. c., *Lafar*. l. c., *Mágócsy-Dietz*. l. c. etc.

⁵) *Löhnis*. l. c.

azon az alapon véli felismerni, hogy ezekben a gumókban hiányzik a baktériumoknak az ő általa dolgozó alaknak (Arbeitsform) nevezett elágazódó formája.)

A gumók hosszmetseti képe (l. 2. és 3. sz. ábrát) a következő képet mutatja: legkívül egy helyenként a lenticellákhoz hasonló képződmények által megszakított periderma fedi őket, melyen kívül a gyökér eredeti primär kérgének a foszlányait lehet még megtalálni. Ezen belül vékonyfalu parenchymatikus sejtek által alkotott alapszövet foglal helyet,



2. sz. ábra. A R. Ps. egy gyökér gumójának sematikus hosszmetsete. Ph. = phellogén, Pr. = periderma és primär kéreg maradványai, Bsz. bakterioidszövet, Kr. = keményítő réteg, Psz. = Parenchymatikus alapszövet, H. = hánscs, Eny. = edénynyaláb. 75-szörös nagyítás.

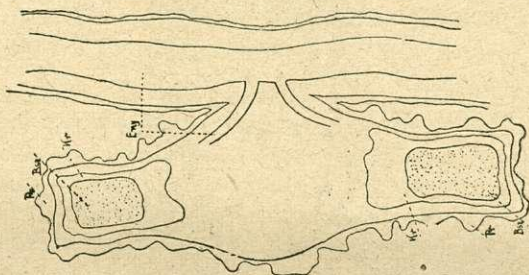
amely ezen gumók belsejét teljesen kitölti. A baktériumokban gazdag sejtek által alkotott u. n. *bakterioid*-szövet eloszlása a gumók belsejében nem egyenletes.

(A bakterioid elnevezés *Brunchorst*-tól ered (Ber. d. d. bot. ges. 1885. Bd. 3. p. 245.), aki ezen mikroorganizmusokban nem valódi baktériumokat, hanem csak ezekhez hasonló, a gyökérsejtek által képezett produktumokat látott. A későbbi kutatások ezen felfogást, melyet különben *Tschirch* is vallott (Ber. d. d. bot. ges. Bd. 5. 1887. p. 58.), teljesen megdöntötték és a szóbanforgó képződmények baktériumtermészetét minden kétséget kizárólag bebizonyították.)

Megfigyeléseim szerint a gumóknak a pólusain lévő sejtekben lehet ezeket a baktériumokat a legnagyobb számban megfigyelni, ahol az általuk tömegesen kultivált sejteket hosszszelvényeken vörösbarna színükről már kézi nagyítóval is jól fel lehet ismerni.

Azon gumóknál, melyeknek nem a végén, hanem a középső kiszélesedő részén van a gyökér csatlakozása, két ilyen baktérium-pólust lehet megfigyelni. (L. a 3. sz. ábrát.)

A gumóknak a hosszszelvényen kiszélesedő részén számuk viszonylag apad, úgy, hogy ezen jelenséget a sejtek gyengébb színeződése (világosbarna) folytán már gyenge nagyítással is jól meglehet figyelni. Azon sejtek mellett, me-



3. sz. ábra. A R. Ps. egy kétpólusu gyökér gumójának shematikus hosszszelvénye. Jelmagyarázat, mint a 2. sz. ábránál. 75-szörös nagyítás.

lyek a legnagyobb számban tartalmazzák a baktériumokat, nagymennyiségű keményítő-szemese jelenlétét lehet kimutatni.

(A *Bacillus radicola* legömbölyödő végső pálcikaalakú baktérium, 3–4 μ hosszú, 1 μ 1 μ : 0.001 mm.) széles, spórája még nem ismeretes.¹ Alakja később eltorzul, pálczika vagy tojásalakú lesz (involució alak).²

A keményítő ezen viszonylag nagyobb mennyisége a gumók többi, a baktériumokat egyáltalában nem, vagy csak nagyon kis számban tartalmazó sejtjeiben minimumra száll

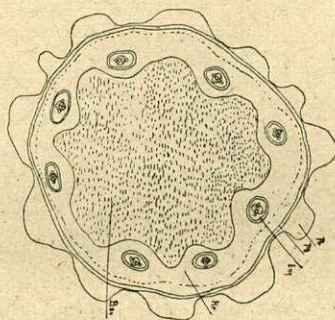
¹) V. ö. Mágócsy-Dietz. I. c. p. 380. és k.

²) Jost. I. c. 315. Löhnis. I. c. p. 24. és k. az elágazódó alakot nem tartja involució alaknak, szerinte ez a baktérium munkás alakja (Arbeitsform.)

alá és helyette gyakran zsíros olajoknak cseppekben való fel-lépését lehet megfigyelni.

Az anyagyökér edénynyalábjaiból kiindulva a gumók nagysága szerint változó számban, a kéreggel párhuzamosan, a gumók perifériáján edénynyalábok futnak végig, amelyek külön-külön egy-egy elparásodottfalu endodermisz réteggel vannak még körülvéve.

A gumók keresztmetszeti képe (l. a 4. és 5. sz. ábrát) a következő általános jelleggel bír: A periderma helyenként meg van szakítva és ezeken a helyeken a lenticellákhoz hasonló nyílások vannak kifejlődve. Ezen nyílásokban a phel-



4. sz. ábra. A *R. Ps.* egy gyökér gumójának keresztmetszete. Jelmagyarázat, mint a 2. sz. ábránál. 150-szeres nagyítás.

Iogén által létrehozott parasejtek megszakadnak, hogy ilyen módon a levegő bejutását a gyökérgumókba lehetővé tegyék. A tenyészeti időszak végén azután ezeket a nyílásokat parasejtekből alakult záró rétegek fedik be.

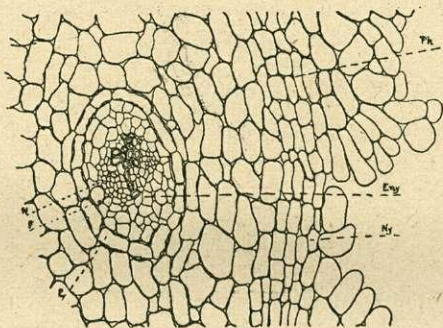
Amint már *Bernátsky*¹ megfigyelte, ezen nyílások elhelyeződése és a *bakterioid*-szövet kialakulása között rendszeres összefüggés van. Vizsgálataim *Bernátsky* ezen állítását mindenben megerősítik. Különösen feltűnő ez a jelenség azokon a keresztmetszeteken, melyeket a gumók pólusairól, tehát a baktériumokban leggazdagabb részeiről veszünk. Eze-

¹) l. c.

ken a metszeteken a bakteroid-szövet csillagalaku elhelyeződést mutat, ezen csillagalaku szövet ágai között helyezkednek azután el az edénynyalábok. Maguk az edénynyalábok azután rendszerint úgy vannak elhelyezve, hogy közvetlenül ezek felett a peridermán egy-egy (már említett) nyílás van.

A bakteroid-szövetet és az edénynyalábokat keményítőben gazdag sejtek veszik körül. Ez a jelenség a keresztmetszeteken éppen olyan jól megfigyelhető, mint a hossz-metszeteken.

Különös jelenség, hogy ezt a keményítőt, amint már említettem, a többi sejtekben, vagy egyáltalában nem, vagy pedig csak viszonylag igen kis mennyiségben lehet megtalálni.



5. sz. ábra. A R. Ps. egy gyökér gumójának keresztmetszete erősen nagyítva. Ph. = phellogén és periderma, Eny. = edénynyaláb, benne H. = háncs, F. = farész, E. = Endodermisz, Eny. = nyílás a peridermában. 500-szoros nagyítás.

Valószínűleg a baktériumok számára szükséges szénhidrátokat a növény a keményítő formájában halmozza fel. A keményítő helyét a bakteroid-szövet alatt lévő sejtekben cseppek alakjában jelentkező zsíros olajok foglalják el. A zsíroknak a keményítő helyett való fellépése a gumók belsejében lefolyó anyagcsere különös tünete, amelynek az oka egyelőre még nem ismeretes, bár a keményítőnek és a zsíroknak kölcsönös transzformálása a fiziológiában meglehetősen gyakori jelenség.¹

¹⁾ V. ö. Jost. l. c. p. 315. és 228.

Magában a bakterioid-szövetben úgy a Millon-féle reagens,¹ mint pedig a xanthoprotein reakció² jelentékeny fehérje tartalmat mutat. A bakterioid- és a keményítőszövet mellett ezenkívül helyenként számos oxálsavas mészkristályt lehet még kimutatni. Ezeket minden valószínűség szerint a bakterioid-szövetben lejátszódó anyagcsere melléktermékeinek lehet tekinteni.

Az edénynyalábok az endodermiszen belül vékonyfalú parenchym-sejtekből álló alapszövetben vannak elhelyezve és rendszerint 2 xylem és 2 phloem-sugárból állanak, (l. 5. sz. ábrát.) harmadik xylem-sugár legtöbbször alig, vagy egyáltalában nincsen kifejlődve úgy, hogy a gumók belsejében futó edénynyalábok ellentétben a gyökér primär edénynyalábjai-*val diarch* kifejlődést mutatnak. Maguk az edénynyalábok az anyagyökér edénynyalábjából élágaznak és legtöbbször a gumók területével párhuzamosan futnak.

A két xylem-sugár mellett egy-egy phloem-csoport van elhelyezve úgy, hogy az edénynyalábok megközelítőleg bikollaterális nyaláb típusát mutatják.

Az edénynyalábok és periderma között helyenként rövid csersavtömlőket lehet konstatálni. *Egyébként a gyökér primär szöveteiben csersavvakuolák és csersavtömlők jelenlétét, ellentétben az ákác földfeletti szárképleteivel, a gyökérgumókon kívül nem figyeltem meg.* A sekundär-szövetekben a csersavat csak a kéreg elhalt elemeinek a falában és az elgesztesedett szövetekben lehet találni.

3. A kéreg és a sekundär hancs kifejlődése.

Amint már a primär szöveteknek a tárgyalásánál említettem, az ákác fiatal gyökereiben, mint Leguminosáknál általában, korán fellép a phellogén. Ennek a keletkezési helye: az endodermisz és az edénynyalábok közötti szöveti zóna a pericykel, vagy másképen a pericambium. A phellogén által

¹⁾ ²⁾ *Molisch.* Mikrochemie. 1913. p. 289.

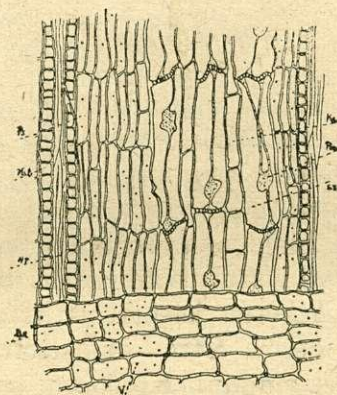
létrehozott parasejtek nyomott, lapos téglalakúak, a földfeletti hajtások peridermájának parasejtjeihez viszonyítva jóval alacsonyabbak, amely jelenség nézetem szerint a talajban a gyökérre gyakorolt nyomásban leli a magyarázatát. A phellogén a későbbi fejlődés folyamán a gyökerekben általában nem változtatja olyan hamar a helyét, illetve nem nyomul olyan hamar mélyebbre, mint a földfeletti részekben. A legtöbb esetben a phellogén 3—7 évig is a helyén marad és ezen idő alatt helyenként 20—25 sejtsor magas peridermát is létrehozhat.

(Egy megvizsgált és 9 évgyűrűt számláló mellékgyökérben oly phellogéngyűrűt találtam, amely váltakozva 18—24 sejtsor magas peridermát hozott létre. Tizennégy évgyűrűt számláló mellékgyökérben viszont 4—7 phellogéngyűrűt figyeltem meg, amelyek egyenként 6—10-szeres peridermával bírnak. A phellogéngyűrűk változó számban való kialakulása a kéregcserepek kifejlődésének felel meg, a nagyobb számban kifejlődő phellogénrétegek hozzák azután a kéregcserepeket létre.)

Phellodermát lehet ugyan helyenként megfigyelni, de ennek a kifejlődése nem mindig szabályos. Egyébként, amint már említettem, a kéreg kifejlődésére a talajban a gyökér növekedése folytán természetszerűleg fellépő nyomás gyakorol sok tekintetben befolyást; a növekedést szabályozó és létrehozó belső erőnek itt a talajban fellépő nyomással kell megküzdeni és egyensúlyt tartani. A gyökerek kérge még idősebb korukban is viszonylag vékony és vastagságuk a földfeletti kéreg vastagságának mindig alatta marad.

A sekundär háncs kifejlődése a földfeletti törzsrészek háncsához mindenben hasonló kifejlődést mutat. A cambium itt is váltakozva háncsrostnyalábokat, ezeknek az érintő irányába eső oldalain oxálsavas mészkristályokat tartalmazó rövid sejteket és hánccparenchym-sejtekbe beágyazott szitacső kíséresejt-csoportokat hoz létre. A parenchym- és szitacsőrétegek kialakulása ugyanazt a szabályszerűséget mutatja, mint a törzsben: váltakozva egy széles és két keskenyebb réteg következik. Rendszerint tavasszal a cambium itt is széles szitacsőréteget hoz létre és ezután két keskenyebbet. Eltérések vannak ugyan, de ritkán, a keskeny rétegek száma

ritkán több, vagy kevesebb kettőnél. A szitacsövek csak az első évben maradnak életben, azután callus tömi el a szitalapjukat, melyeket ezen sajátságuk folytán úgy a kereszt, mint pedig a hosszszelvényeken erős fénytörőképességüknel fogva jól fel lehet ismerni. A még élő szitacsövek belsejében, ha a vizsgálati anyagot alkoholban rögzítettük és utána jód-jodkáliumban kezeltük, épen úgy, mint a földfeletti hajtásokban meg lehet találni a már a fatörzs anatómiai ismeretetésénél tárgyalt amorph és a fehérjék reakcióit adó erősen fénytörő és plasma szálakon függő nyálkatömeget. (L. a 6. sz. ábrát.)



6. sz. ábra R. Ps. Hosszszelvény egy idősebb gyökér egyéves hancsából, Kst. = kristálysejtek, Hr. = hancsrostok, Ps. = parenchym sejtek, Ks. = kísérősejtek, Sz. = szitacsövek, Pm. = koagulált nyálkatömeg, V. = egyszerű gödörkés vastagodások. 500-szoros nagyítás.

4. A sekundär farész kifejlődése.

A cambium fellépése után ennek a gyökereknél már ismert kiegyenlítő működése következtében a sekundär fás részek a sekundär hancschoz hasonlóan teljesen a földfeletti törzsrészek fás részeihez hasonló kifejlődést mutatnak olyannyira, hogy az idősebb gyökereket a törzstől anatómiai uton megkülönböztetni csak akkor lehet, ha ezeknek a legelső, primär szöveteit vizsgáljuk; mert egyébként ezeket egymástól anatómiai jellegek alapján elkülöníteni nem lehet. A gyöke-

rek sekundär fás részeinek elemeire és ezek elrendeződésére vonatkozólag tehát teljesen a II. részben elmondottak érvényesek. A sejtelemek méreteinek változására vonatkozólag már a II. részben kifejtettem az általános törvényszerűségét. Idevonatkozólag egy tizenhat évgyűrűt számláló metszet vizsgálatának az eredményeit a legnagyobb méreteknél átlagai¹ alapján a III. sz. táblázatban foglaltam össze. Ez a táblázat is világosan mutatja, hogy az edények bősége a gyökerekben is kezdetben rohamosan növekedik, kb. a 8—10. évig és ezután a növekedés a minimumra száll alá.

5. A kéreg, a háncs és a fás részek organikus zárványai.

A gyökér különböző organikus zárványainak részletezését az I. sz. táblázat mutatja. Ezekhez az adatokhoz röviden a következőket szeretném még megjegyezni: Az ákác primär háncsában hiányoznak a cstersavtömlők.² Rövid, cstersavat tartalmazó sejteket csak a gyökérgumóknak közvetlenül a periderma alatt fekvő részeiben figyeltem meg. A kéregben a cstersav meglehetősen korán jelentkezik, mégpedig olymódon, hogy a legelső periderma által leválasztott és elhalt elemek falában már ki lehet mutatni. Későbbben, különösen az elhalt szitacsövek és parenchym-sejtek falában mutatható ki. A parasejtek és a háncsrostok falában alig, vagy egyáltalában nem jelentkezik.³

Az ákác gyökerében helyenként zsiros olajokat tömegesen lehet kimutatni, mégpedig kisebb-nagyobb cseppek alakjában, melyeknek átmérője 2—4 μ között váltakozik.

¹ Az átlagos adatokat 30—30 legnagyobb méret számbavétele alapján számítottam ki.

² Cstersav alatt úgy itt, mint pedig az eddig tárgyalt fejezetekben, miután laboratóriumhiány folytán makrochimiai analysisist nem végezhettem, nem határozott chimiai fogalmat kívánok tárgyalni, hanem a cstersavdefiníciót a szó *botanikai* értelmében használom. (V. ö. *Molisch*. I. c. p. 155. *Dekker*. Die Gerbstoffe. 1913. p. 279.)

³ V. ö. *Büsgen*. Beobachtungen über das Verhalten des Gerbstoffes in den Pflanzen. Jena 1889.

Ugy a háncsban, mint pedig a fás részekben elsősorban a parenchymatikus elemekben jelentkeznek és pedig olymódon, hogy helyenként a keményítő helyét foglalják el. A két zárványt egymás mellett is lehet ugyan megfigyelni, azonban rendszerint az egyik vagy másik jut azután helyenként még eddig ismeretlen okokból kifolyólag tulsulyra. A két anyag váltakozására határozott szabályszerűséget nem tudtam megfigyelni.

(A zsiros olajok fogalmi és kémiai meghatározásánál megfelelő laboratóriumi hiány folytán egyelőre csak mikrokémiai reakciókra hivatkozhatom és éppen azért, amíg megfelelő makrokémiai adatok a rendelkezésemre nem állanak, ezen anyagok exakt kémiai meghatározását függőben kívánom hagyni és így a „zsiros olajok” fogalmat egyelőre itt is a szó botanikai, illetve mikrokémiai értelmében vagyok kénytelen használni.)¹

A mikrokémiai meghatározásra az *A. Meyer*² által összeállított reakció-sorozatot használtam és az eredményeket a II. sz. táblázatban foglaltam össze.

Az *asparagin* előfordulását *Wehmer*³ kifejezetten említi, mikrokémiai uton azonban teljesen megbízható módon kimutatni nem tudtam.

A gyökér gesztesedése a törzshöz hasonlóan a 6—8. évgyűrűben áll be, erre vonatkozólag egyébként teljesen a II. részben mondottak érvényesek.

A thyllisek fellépése azonban lényegesen eltér azon szabályszerűségtől, amelyet a II. részben a földfeletti törzsrészekre vonatkozólag kifejtettem. *Vizsgálataim szerint ugyanis, míg a földfeletti sekundär edényekben rendszerint már az 1. évben jelentkeznek a thyllisek és a 3. éves bő elemek majdnem kivétel nélkül el vannak ezekkel tömve, addig*

¹) V. ö. *Molisch*. I. c. p. 107. *Czapek*. *Biochemie der Pflanze*. Bd. I. 1913. p. 710 és k.

²) *A. Meyer*. *Analyse der Zelle*. 1920. Bd. I. p. 276. és k. *Czapek*. I. c. p. 270.

³) *Wehmer*. *Pflanzenstoffe* 1911. p. 349. V. ö. még *Hasivetz*. *Sitz. Ber. der Wien Akad. math. phys. Cl.* 1855. Bd. 13. p. 526. (*robiniasaures Ammoniak*). *Reinisch*. *Jahr. prakt. Pharm.* 1845/46. Bd. 11. p. 423. mind a kettő: cit. *Wehmer* I. c.

a gyökerekben a thyllisek csak a 3—4. évgyűrűben jelentkeznek és itt csak az 5—6. évgyűrű bő elemei vannak teljesen eltömve. Ennek a jelenségnek a magyarázatát azon körülményben kell keresni, hogy az ákácnak hosszú karógyökere nincsen¹ és így a rövid mellékgyökereknek kell a felvett vizet a néha jelentékenyen nagyobb köbtartalommal bíró törzsbe és koronába vezetni. Ezen feladatnak, vagyis a nagyobb köbtartalommal bíró törzs és koronának vízzel való ellátásának a viszonylag kisebb terjedelemmel bíró gyökerek csak úgy tudnak megfelelni, ha az aktív vízvezető elemeiknek a számát a thyllisek redukálásával megfelelően szaporítják.

Ezen jelenség megerősíti a már a II. részben kifejtett nézetemet, hogy a thyllisek az ákácnál elsősorban a vízzel való ökonomikus gazdálkodás feladatát szolgálják.

A fontosabb eredmények összefoglalása.

1. Az ákác fiatal gyökereiben a csersav jelentékenyen kisebb mennyiségben fordul elő, mint a földfeletti részben. *A hosszú csersavtömlők egyáltalában hiányoznak, rövideket pedig csak a gumók kéreg alatti parenchymatikus szövetében lehet találni.*

2. *Az ákác fiatal és idős gyökereiben, továbbá a gyökérgumókban helyenként relative nagy mennyiségben zsíros olajok jelenlétét lehet megállapítani.*

3. A N.-kötő baktériumok különösen a gumók pólusai körül jelentkeznek nagy számban, közvetlen közelükben mindig keményítő jelentkezik viszonylag nagy mennyiségben.

4. A gyökerek primär edénynyalábjai a triarch, a gumókban futó edénynyalábok pedig megközelítőleg a diarch-rendszerű felépítést mutatják.

5. *A thyllisek nem mint a törzsben az 1., hanem később a 3. évgyűrűben lépnek fel először, amely jelenség valószínűleg a gyökereknek a vízszállítóképeségét van hivatva fokozni.*

6. A phellogén a fiatal gyökerekben viszonylag korán lép fel.

* * *

1) Vadas l. c. p. 64. és k.

Jelen munkámban nagyon sok fontos kémiai és physiológiai probléma részletes vizsgálatát laboratórium hiánya folytán későbbi jobb időkre kellett halasztanom.

A közölt vizsgálatokat a főiskola egyik legszomorubb, nehéz korszakában, a legnagyobb nehézségek árán *ad hoc* berendezett hiányos laboratóriumban kellett végrehajtanom, amelyet az 1921 augusztusában bekövetkezett események folytán, sajnos, ismét le kellett bontani. Ez a körülmény szolgáljon mentségül a munka azon hiányaiért, amelyeket ilyen körülmények között elkerülnöm, rajtam kívül eső okok folytán, lehetetlen volt.

Sopron, 1921 október hava.

I. számú táblázat

A gyökér sejtelemeinek

Növényi rész megnevezése		A sejtelemek					
		kemé- nyítő	fehér- jék	oxál- savas mész	zsiros olajok	cser- sav	gumi
		1	2	3	4	5	6
Kéreg	phellogén	+	—	—	+	+	—
	periderma (parasejtek)	+	—	—	+	+	—
	elhalt háncs	—	—	—	—	—	—
Gyökér- gumók	kéreg	+	—	—	+	+	—
	bakterioid szövet	+	+ 1	+	+	—	—
	alapszövet a kéreg alatt	+	—	+	+	+	—
Élő háncs	szitacsövek	+	+	—	—	—	—
	kisérő sejtek	+	+	—	+	—	—
	háncs- parenchym	+	—	+	+	—	—
	háncs- rostok	—	—	—	—	—	—
	kristály- sejtek	—	—	+	—	—	—
Farész	edények	—	—	—	—	—	—
	fa- parenchym	+	—	+	+	—	—
	bélsugár- sejtek	+	—	+	+	—	—
	thyllisek	+	—	—	+	—	—
	farostok	+	—	—	—	—	—
	elgesztese- dett elemek közös zár- ványai	—	—	—	—	+	+
	a szíjács elemeinek közös zár- ványai	+	—	+	+	+	+

organikus zárványai

zárványai			A használt mikrokémiai reakciók				Megjegyzések
asparagin	coniferin	fásodás	1, 3, 5, 6, 8, 9	2	4	7	
7	8	9					
—	—	—	1. Millon reagens: Hg. (NO ₃) ₂ + HNO ₃ = téglavörös színeződés. 2. Xanthoprotein reakció: conc. HNO ₃ melegítés után sárga színeződés. 3. Biuret reakció: Cu SO ₄ + Na OH = melegítve sötétsárga színeződés. I. a II. r. III. számú táblázatot. I. a II. számú táblázatot. Oldhatóság vízben, alkohol kicsapja, szintelen rhombos prizmák.			— negatív eredmény. + pozitív eredmény.	
—	—	—				1. A fehérjét mint zárványokat csak ott jelzem külön, ahol a sejtek (plasma) normális fehérje tartalmát meghaladó mennyiségben jelentkeznek.	
—	—	+ (csak a háncrest. fásodnak)				2.3. Az asparagint kifogástalanul mikrokémiai reakciókkal nem tudtam kimutatni.	
—	—	—				4. 5. A szíjács és geszt közös zárványai közül csak azokat tüntettem fel, amelyeket mikrokémiai reakciókkal ki tudtam mutatni. Hogy a törzsek ezen részében más szerzők vizsgálatai alapján a II r. III. táblázatában közölt zárványok itt is megvannak-e, azt csak a későbbi mikrokémiai vizsgálataim fogják eldönteni.	
} 2 +	—	} csak az edénynyalábok fás része gyengén					
	—						
} 3 +	—	—					
	—	—					
	—	—					
—	+ fásodás után	+					
—	—	(gyengén)					
—	+ fásodás után	+					
—	+ fásodás után	+					
—	—	—					
—	+ fásodás után	+					
—	+	+					
+	+	+					

II. számú táblázat

Az ákác gyökereiben található zsíros olajok mikrokémiai sajátosságai

Reagens ¹⁾	Jellemző reakció	Talált reakció	Megjegyzés
Alkohol (abs.)	oldódik vagy nem oldódik	oldódik	1) V. ö. Meyer l. c. p. 276. Molisch l. e. p. 107—108.
Chloroform CHCl_3	oldódik	oldódik	
Benzol C_6H_6	„	„	A cseppek nagysága vízben 2–4 u között változik
Phenol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	„	„	
Szénkéneg CS_2	„	„	
Ecetsav $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	„	„	
Conc. HNO_3	24 órán belül észrevehetően nem támadja meg	48 óra múlva változatlan maradt	
Conc. HCl	„	„	
Os. O_4 Osmiumsav	fekete színeződés	1 óra múlva fekete kiszíneződés	
Elszappanosítás $\text{KOH} + \text{H}_2\text{OH}$	néha jellemző szappankristályokat ad	nem kaptam kifogástalan reakciót	

III. számú táblázat

A legnagyobb edények átlagos átmérőinek változása a kor szerint

Kor években	A legnagyobb átmérők átlaga m/m		Növekedés m/m		Megjegyzés
	gyökér	törzs	gyökér	törzs	
Primär edények	0·010	0·020	—	—	Az analizált törzs és gyökér darab két külön fából lett véve
1	0·119	0·100	0·109	0·080	Az átlagos adatokat 30–30 adat alapján számítottam
2	0·145	0·150	0·026	0·050	
4	0·179	0·200	0·032	0·050	
6	0·215	0·230	0·036	0·030	
8	0·236	0·270	0·021	0·040	
10	0·247	0·280	0·011	0·010	
12	0·262	0·290	0·015	0·010	
14	0·263	0·295	0·001	0·005	
16	0·264	0·300	0·001	0·005	