

NÖVÉNYTANI KÖZLEMÉNYEK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
NÖVÉNYTANI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

VI. KÖTET.

1907.

1. FÜZET.

Hollendonner Ferencz: Néhány Evonymus parájának histologiai fejlődése.*

Hooke óta, aki először ismerte fel a palackdugón a para sejt szerkezetét, a bűvárok egész sora foglalkozott a parával. Brugnatelli, Chevreul, Boussingault, Doepping, H. v. Mohl, Wiesner, Höhnel, Gilson stb. voltak azok, akik főleg kémiai és morfológiai szempontból vizsgálták a parát.

Fejlődéstanilag Sanio** vizsgálta először behatóan a parát. Ő volt az, aki kimutatta, hogy a para a többi szövetekkel megegyezőleg szintén oszlo szövevből — paracambium v. phellogen — keletkezik. Tőle származik a phellogerma elnevezés is. Ugyancsak Sanio igyekezett az egyes növényeken a para keletkezésének helyét is megállapítani. Vizsgálatai alapján 5 tyust*** állított fel, amelyeknek számát azonban szaporítanunk kell, ha az összes növényeket így akarjuk csoportosítani, mert mint látni fogjuk az Evonymus némely faja e csoportok egyikébe sem sorozható.

Az említett bűvárok a legkülömbözőbb növények parájával foglalkoztak és ezek között ott van az *Evonymus europaea* is, amelyet különösen Höhnel† vizsgált behatóbban.

Para fejlődésére vonatkozó adatot mindössze alig néhányat találtam az irodalomban. Egy ilyen De Bary »Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane« című munkájának 565. oldalán, továbbá J. Moeller »Anatomie der Baumrinde« című munkája azon részében található, amely az Evonymus-okról szól.

De Bary az *Evonymus europaea* fiatal hajtásának paralécztét fejlődéstanilag egyenértékűnek mondja az *Acer campestre*, *Liquidambar styraciflua*, *Ulmus suberosa* fiatal hajtásainak, továbbá a *Quercus Suber*, *Qu. occidentalis*, *Qu. pseudosuber* stb. paraléczeivel, amennyiben a paraléczek fejlődését úgy

* Előterjesztette Tuzson János a novénytani szakosztálynak 1906. évi november 14-ikén tartott ülésén.

** Jahrb. f. wissenschaft. Bot., II.

*** A paracambium kialakulhat.

a) epidermiszből,

b) elsődleges kéreg legfelső sejtsorából,

c) elsődleges kéreg 2—3 sejtsorából,

d) elsődleges kéreg mélyebb sejtsorából,

e) másodlagos kéregből.

† Sitzungsberichte d. Wiener Akademie XXVI. I. rész.

magyarázza, hogy azok és a köztük lévő mélyedések azért keletkeznek, mert a para kezdetlől fogva nem egyenletesen fejlődött. De Bary ezen állítását, úgy látszik, csak a para külső megjelenésére alapította, de az egyes eseteket külön-külön nem vizsgálta. Így került azután az *Evonymus europaea*, az *Ulmus campestris* és *Acer campestris*-sel egy sorba, habár az előbbi a két utóbbitól élesen különbözik. Amíg ugyanis az *Ulmus campestris*-en és az *Acer campestris*-en tényleg a De Bary-tól leírt módon történik a paraléczek kialakulása, addig az *E. europaea*-n egészen mások a viszonyok. Ott a léczek száma határozatlan és a felületen bárhol kialakulhatnak, itt a szám mindig 4 és a kialakulás csak az előre kijelölt — előre jelzett — helyen történhetik.

De Barynak ez a nézete átment az irodalomba is, úgy hogy J. Moeller külön nem is vizsgálta az *E. europaea*-t, hanem hivatkozik De Bary-ra és vizsgálatait folytatja az *E. obovata*, *E. latifolia* és *E. verrucosa*-fajokon. Az *E. obovata*-t anyag-hiány miatt nem vizsgálhattam meg, a másik két fajra azonban én is kiterjesztettem vizsgálataimat, mert Moeller mindössze csak a phellogen keletkezésének helyét és idejét állapította meg, de a részletes fejlődéstannal nem foglalkozott.

Az *Evonymus*ok közül — a para-fejlődést tartva szem előtt — leggyakrabban az *E. verrucosa* névvel találkozunk. Abban az irodalomban ugyanis, amely a lenticelláról szól, sokszor felmerült az a kérdés, hogy az *E. verrucosa* parabíresei lenticellák-e. E kérdést végre Stahl dönti el,* a mikor De Bary-tól kapott készítmények alapján sikerült megállapítania, hogy ezek »a kéregparenchymának paradudorai és eltérőleg a valódi pl. *Sambucus* lenticelláitól, nem a szájnylás alatt keletkeznek«.

Vizsgálat tárgyául az *E. europaea*, *E. atropurpurea*, *E. Bungeana*, *E. latifolia*, *E. japonica*, *E. verrucosa*, *E. nana* és *E. radicans* szolgáltak. Dolgozatot a Kir. József-műegyetem» növénytani intézetében készült és a vizsgálati anyagot dr. Mágoecsy-Dietz Sándor tud. egyet. ny. r. tanár és növénykerti igazgató úr volt szíves rendelkezésemre bocsátani, amiért köszönettel tartozom neki. Ugyancsak köszönöm Klein Gyula műegyetemi ny. r. és dr. Tuzson János tud.- és műegyetemi m. tanár uraknak, hogy munkámban támogattak és tanácsaikkal, útmutatásaikkal segítették vizsgálataimat.

Az említett *Evonymus*-fajok parája között már szabad szemmel való vizsgálat által is nagy különbségeket találunk. Az *E. europaea*-n a négy paralécz több milliméter magasságra emelkedik ki és közöttük az epidermisz évekig ép, sértetlen marad. Ugyanezt mondhatjuk az *E. atropurpurea*-ról is, amelyet némelyek az *E. europaea* varietásának tartanak. Az *E. Bungeana*-n a négy paralécz igen gyenge és csak idősebb ágakon található meg. A paraléczek közötti felbőr (epidermis) nem marad sokáig ép, mert a léczek között is kifejlődik a para, amely kisebb-nagyobb foltokat képez. Az *E. latifolia*-n hiába keressük a 4 léczet, helyette az egész felületen megjelenik a para,

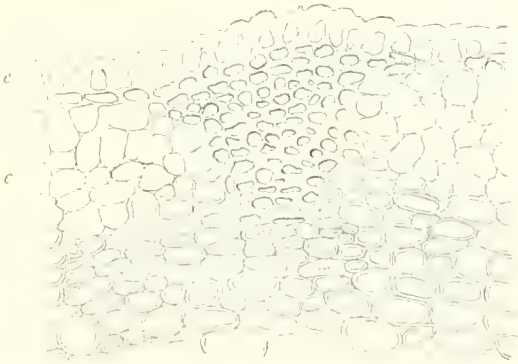
* Bot. Zeit. XXI. 616 old.

amely karvastagságú törzseken is csak 4—6 sejtsorból áll. Az *E. japonica*-n szintén hiányoznak a paralécetek. Itt kisebb nagyobb hosszban elnyúló foltok szakítják meg az epidermisz folytonosságát, amelynek az idősebb ágakon csak roncsait találhatjuk meg. Az *E. verrucosa* pedig egészen elűt az előbbi fajoktól, mert parája, mely már egész fiatal korban megjelenik, apró kis bibircsek alakjában lepi el a szárát.

A szabad szemmel való vizsgálás által nyert különbségek megállapítása után, nézzük most már az egyes fajok hisztologiai és fejlődéstani viszonyait.

Evonymus europaea L.

Egészen fiatal, zöld hajtás keresztmetszetén a következő szöveti elrendezést találjuk. Kívül elég vastag cuticula vonja be a növény felületét, a mely alatt 2—3 sorban levélzöld nélküli sejtek foglalnak helyet. A sejteknek

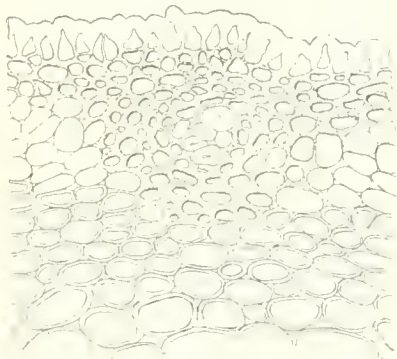


1. kép. *Evonymus europaea* fiatal collenchymás léczének keresztmetszete c epidermisz, c = chlorophyllos réteg. ¹⁵⁰ x.

chlorophyllhiánya, továbbá az a körülmény, hogy a fiatal felbörsejtek között osztódó sejteket találunk, azt engedi következtetni, hogy itt többsoros epidermisz-szel van dolgunk. Az oszlás azonban csak 2—3 sejtsor létrehozásáig tart és a tenyészőküptől lefelé számított 8—10-ik internodiumban végkép megszűnik. A többsoros epidermisztől befelé a 4—5 sejtsorból álló chlorophyll os parenchyma következik. Rögtön feltűnik azonban, hogy az elsőleges kéreg assimiláló sejtjei nem adnak összefüggő gyűrűt, amennyiben ezt 4 helyen erősen collenchymás, kisüregű, chlorophyll nélküli sejtek szakítják meg (1. kép). Ez a 4 collenchymás lécz adja fiatal korban azt a 4 világosabb színű sávot, amelyek a levélállást követik, oly módon, hogy az egymás fölötti csomók leveleinek illeszkedési helyét kötik össze. A világosabb szín egyrészt a chlorophyll-hiánytól, másrészt az erős collenchymától ered. A collenchymás léczek kifelé az epidermisz-szel, befelé pedig a chlorophyll os réteg után következő elsőleges kéreggel olvadnak össze, melynek sejtjei vékonyabb falúak, parenchymatikusak és itt-ott egy pár szem chlorophyllt és buzogányfejalakú kristályhalmazt tartalmaznak. A központi hengert az első-

leges kéregtől a keményítőhüvely választja el, amelyet már J. C. Schoutte tanulmányozott.*

A collenchyma-léceket vizsgálva már az egész fiatal hajtás-részletek keresztmetszetén is föltűnik, hogy a lécz közepe táján lévő sejtek kisebb üregűek, vastagabb falúak, mint szomszédaik. Hosszmetszetben pedig egész világosan látható, hogy a kezdetben közel egyenlő átmérőjű sejtek kezdenek megnyúlni, orsó alakot felvenni, miközben faluk vastagszik és a sejtek ürege mindig kisebb és kisebb lesz. Az így megnyúlt sejtek felületén egyszerű gödörkék találhatók, amelyek töleszerűen nyílnak kifelé és felületi nézetben hasítókos nyílásukat kis udvar veszi körül. A növekedés folyamán az előbb egymásfölött álló sejtek egymásmellé tolódnak és keresztmetszetben a többi collenchymás sejtől körülveve a lécz közepén kis csoportot, azaz stereomát



2. kép.



3. kép.

2. kép. *Evonymus europaea* collenchymás léczének keresztmetszete, közepén a stereomával. ¹⁵⁰/₁.

3. kép. *Evonymus europaea* egyik collenchymás léczének keresztmetszete a stereoma mögött megalakuló phellogen-nel. ¹⁵⁰/₁.

alkotnak, a melyben az egyes rostalakú sejtek a szerint, hogy hol vágtuk őket keresztül, különböző átmérővel bírnak (2. kép).

Az erőteljesebb kifejlődésű tőhajtásokon a stereoma kifejlődése is erőteljesebb, ami ezélszerűnek is bizonyul, mert az egész hajtás erőteljesebb kifejlődése szilárdabb atkotást is igényel.

A stereom-sejtek — stereida-k — fokozatosan fejlődnek. Ezt bizonyítja az, hogy hosszúságuk mint az alábbi táblázat is mutatja, nagyon tág korlátok között mozog.**

1.	489.4 μ .
2.	505.0 —
3.	613.0 —

* Die Stelár-Theorie 1903.

** A méréseket T u z s o n - H e r r m a n n-féle mérő-asztalal végeztem Schultzele folyadékkal izolált sejteken.

4.	883·3	tl.
5.	984·3	
6.	995·8	
7.	1002·0	
8.	1063·02	»
9.	1244·0	»
10.	1699·2	.

A stereida-k eme változó hossza abban leli magyarázatát, hogy nem egyszerre alakulnak meg, hanem a levelek fokozatos fejlődésével ezek is lépést tartanak és egyúttal számban gyarapodnak, amit a keresztmetszeten látható számuk is igazol. A tőhajtásokon u. i. ahol a levelek nagyobbak, számuk 30-ra is felrug, míg az oldalágakon kevesbednek, sőt teljesen el is maradnak. Ebben az utóbbi esetben azonban a collenchyma lesz erősebb. Megemlítem, hogy egy és ugyanabban az internodiumban is nagyon ingadozik a stereida-k száma, de itt is van némi szabályosság, amennyiben a csomóból mindig hiányzanak, majd számuk hirtelen felszökik és ezt a számot megtartva húzódnak lefelé, hogy azután hirtelen csökkenéssel a csomóban újra eltűnjenek.

Az erre vonatkozó adatokat a következő táblázat tartalmazza:

0 mm-nyire a nodustól a stereom-sejtek száma	0
2 » » » »	11
10 » » » »	15
16 » » » »	15
18 » » » »	18
20 » » » »	10, 12, 7, 5, 1, 3, 2, 1, 0

az egymásután következő metszetekben.

Előfordulhat az is, hogy egy és ugyanannak az ágnak internodiumai közül az idősebbekből hiányzik a stereoma, míg a fiatalabbakban megvan.

A fejlődéstani vizsgálatok sorába beiktattam a stereom-sejtek mikro-chemiai vizsgálatát is, az ez irányú reakciók a következő eredményre vezettek. Az oly collenchymás léczekben, amelyekben stereoma nincs, a collenchyma tiszta cellulóza, mert chlórözinkjódval a jellemző szennyes ibolyaszínt adja. Idősebb és idősebb részről véve a keresztmetszetet a lécz közepe mindinkább az elfásodott sejttel reakcióját mutatja, úgy hogy a stereoma sejtein kialakulásuk után a következő reakciókat kapjuk: phloroglucin- és sósavval a rostok meggyiprosak, anilinsulfáttal pedig élénk sárga színűek lesznek. Az elfásodást mutatta a kaliumpermanganat-reakció is, amelyet C. Müllér ajánl* a valódi elfásodás kimutatására, mert szerinte a phloroglucin és sósav akkor is adja a reakciót, ha csak a Czapek hadromálja van jelen, de egyébként az elfásodás még nem következett be.

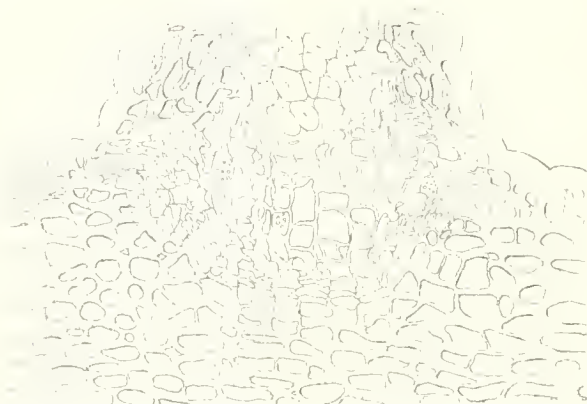
Az anatómiai és fejlődéstani viszonyok tárgyalása után nézzük a másodlagos vastagodással járó elváltozásokat, különös tekintettel a paraképződésre.

* F ü n f s t ü k's Beiträge z. wissensch. Bot. IV. rész II.

A cambium oszlasával a kifelé eső szöveteket a másodlagos háncs és fa kifelé nyomja. A térfogatnagybodással egyelőre a külső parenchymás szövet is lépést tart; sejtszelei nyúlnak, elliptikusakká lesznek és így a kerületet nagyobbítják. Az *Evonymus*-oknál ezt a folyamatot még az epidermisz oszlása is elősegíti. A külső szövetek azonban csakhamar elvesztik nyúlóképességüket és az epidermisz felreped. A felpattanás helyét a 4 collenchymás lécz előre kijelöli, mert a 4 lécz collenchymája és stereomája az, mely legkevésbé tud nyúlni. *Mielőtt azonban az epidermisz felrepedne, a paracambium (phellogen) már előre kialakul félkörben a stereoma mögött* (3. kép).

A phellogen-nek ily módon való fellépése indokolva van egyrészt azért, hogy egy nyúlásra nem alkalmas és a szár megerősödése után már amúgyis felesleges rész kiküszöböltesse, másrészt az által is, hogy a phellogodermis

st



1. kép. *Evonymus europaea* egyik léczének keresztmetszete: a stereoma mögött megalkult phellogen kiemeli a stereoma-t (st). 150/1.

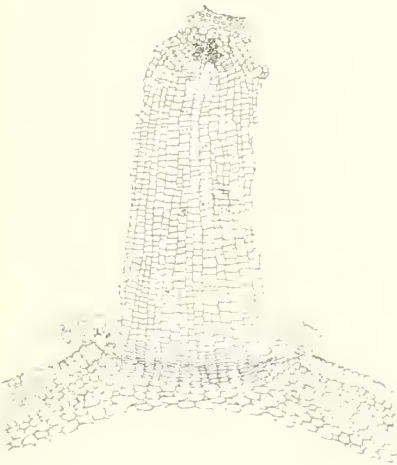
kifejlődésével a kerület nagyobbodjék és így az újonnan keletkező szövetek helyet és védelmet kapjanak. *Haberlandt* is megemlíti,* hogy az ilyen mechanikai szövetek, az ágak megfelelő megerősödése után a paraképzés által rendesen ledobtnak. Az epidermisz felpattanása után a phellogen fokozottabb mértékben osztódik (4. kép), úgy hogy végeredménykép előttünk áll a négy paralécz. Ezek mindegyikének élén ott találjuk a stereom-sejtekből álló csoportot (5. kép), amely az epidermisz-szel együtt fényes sávként húzódik végig a lécz gerinczén és igen könnyen lehúzható. Idősebb léczeken ritkábban található már meg, mert le hull.

Hosszú időn belül ezután nem válik szükségessé az epidermisznek új helyen való felrepedése, mert a négy helyen támadt rés oszló szövege megtartja osztódását és így az epidermisz a 4 paralécz között évekig ép marad.

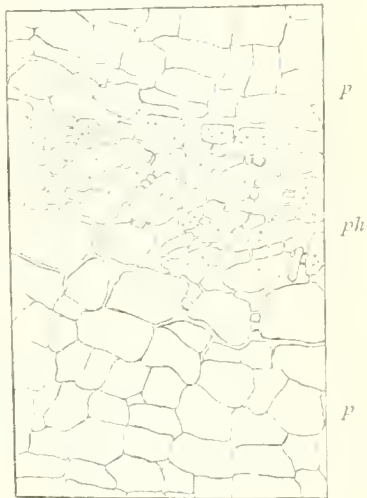
* *Physiol. Pflanzenanat.* III. kiad. 168 old.

A folytonos vastagodásnak idővel a 4 lécz paracambiuma nem elegendő, és a phellogen, amely az epidermiszhez csatlakozott, lassan *tovább terjed az epidermiszben, úgy hogy végül az egész kerületen kialakul.* Ezen alapúlhat Moeller* és J. E. Weisz** azon tétele, hogy az *Evonymus europaea* phellogenje az epidermiszből fejlődik ki. Ez tehát megfelelő ugyan, de csakis azzal a hozzátevással, hogy az epidermisznek phellogenné való átalakulása csak akkor következik be, amikor a stereidák mögött, tehát az *elsődleges kéreg meglehetősen mély rétegeiből keletkezett phellogen nem tud elegendő tenni a kerület nagyobbodásának.*

Az idősebb ágak oldalhajtásain rendszeresen azt tapasztaljuk, hogy felreped



5. kép.



6. kép.

5. kép. *Evonymus europaea* teljesen kifejlődött paraléczenék keresztmetszete, a kiemelt stercoma val és a leszakadt epidermis-szel. ⁴⁰ 1.

6. kép. *Evonymus atropurpurea* paraléczenék keresztmetszete: *p* = para, *ph* = phelloid. ²⁴⁰ 1.

ugyan 4 helyen az epidermisz, be is következik e négy helyen az elparásodás, de oly tipikus paraléczeket, mint a milyeneket a tőhajtásokon találunk, itt hiába keresünk. Sőt a négy elparásodott hosszvonal is csakhamar eltűnik, mert összeolvad az egész kerületen kialakuló parával.

A paraléczek ezen kisebbfokú kifejlődésének magyarázata ugyancsak megtalálható a histológiai viszonyokban. Ezekben az ágakban is megvan a 4 collenchyma, de a stereidák hiányoznak, vagy számuk 1—2-re apad. Itt tehát a phellogen helye nincs oly módon előre kijelölve, hogy az elsődleges kéreg mélyében alakuljon meg, *hanem mindjárt az epidermiszből fejlődik ki.*

* i. h. 284 old.

** Beiträge zur Kenntnis der Korkbildung 65 old.

de amint a tipikus léczek fejlődésénél, úgy itt is mindig a négy collenchyma a kiindulási pont.

A paraléczeknek kialakulása tehát szoros viszonyban van a stereomával illetőleg a levélállással. *Minél nagyobb a stereidák száma, annál erőteljesebb lesz a paraléz is*, ha pedig hiányzanak, akkor bekövetkezik ugyan a 4 collenchyma-léz fölé az epidermisz felrepedése és a paraképzés is megindul, de a szárnyak tipikus kifejlődése elmarad.

A paraléczeknek a levelekhez való viszonyát elsősorban az bizonyítja, hogy a *levélállással a léczek elhelyezése is szorosan összefügg* s a léczek a már említett világosabb színű sávoknak megfelelő helyen a levélnyél-tövének két oldalától húzódnak a következő levél hónaljáig, *a hol kis rés választja el a következő internodium léczeitől.*

Ha a levélállás rendellenes, akkor ez a paraléczekben is kifejezésre jut. Így pl. 4 helyett 6-ot találtam egy példányon, mert a keresztben átellenes levelek közötti internodiumba egy páratlan levél volt beiktatva, amelynek aljából szintén két paraléz indult ki, sőt ezek a levéltövével összeolvadva felfelé is folytatódtak.

Vastagabb törzseken, a hol az epidermisznek és a paraléczeknek nyomát sem találjuk, a mélyebben fekvő szövetek ledobására is reá kerül a sor, oly módon, hogy a phellogen székhelye mindig mélyebbre vándorol és a régihez *ivalakban* csatlakozó új phellogen, újabb és újabb darabokat vág ki az elsődleges kéregből illetőleg a másodlagos hancsból.

A phellogen és általában az elparásodott sejtek kimutatására az amoniákos gentiana ibolyát* használtam, mely a parás részeken kívül, a cuticulát is ibolyaszínűre festi. Különösen erősen festi a phellogent és a fiatalabb parasejteket.

Hö h n e l szerint** az *E. europaea* peridermája azzal a tulajdonsággal bír, hogy a valódi parasejtek között elfásodott úgynevezett phelloid-sejtek is találhatóak. A phelloid-sejteknek egymáshoz való csatlakozása alapján megkülönböztet tömeg- vagy pótló-phelloidot (Massen- oder Ersatzphelloid) és leválasztó-phelloidot (Trennungs Phelloid), amely megint lehet aktív vagy passzív, aszerint hogy a kéreg elválása a pararétegben vagy a phelloidban történik. Az előbbi esetben a para, az utóbbiban pedig a phelloid sejtei a vékonyabb falúak. Hö h n e l az *E. europaea*-t az első nagy csoportba, a *tömeg vagy pótló phelloidos növények közé sorolja* és így tévesen utal Weiss*** Hö h n e l-re, amikor azt állítja, hogy az *Evonymus europaea*-nak leválasztó phelloidja van.

Az *E. europaea* léczeit a léczek között kifejlődő parától Hö h n e l szerint az a lényeges különbség választja el, hogy a léczek közötti peridermában levő phelloid kisebb-nagyobb rétegeket képezve összevissza hajlik, kiékel; a léczekben pedig, hol a phelloid a túlnyomó, a para- és phelloid-

* Strassburger, Grosses Bot. Practicum. 4. kiadás. 276 old.

** i. h. 601 old.

*** i. h. 5 old.

sejtek szabályosan váltakozva szép rétegzettséget mutatnak. A phelloid sejtei aránylag vastagfalúak, merevek, radiális irányban megnyúltak, egyszerűen gödörkések és bennük egy vagy több vörösbarna, chromsavban oldódó rögöt találunk. Ezekkel szemben a parasejtek keskenyek, táblásak, vékonyfalúak, gödörkék és vörösbarna tartalom nélküliek.

A phelloid- és parasejtek megkülönböztetésére Höhn el három reagenst használ: 1. kalilúgot, 2. Schultze-féle folyadékot és 3. a chromsavat.

Használva e három reagenst, amelyet még phloroglucin-sósav, anilinsulfát, ammoniákos gentiana-ibolya, kaliumpermanganát reakciókkal, illetve festési módjal egészítettem ki, a következő eredményre jutottam. A lécek közötti peridermában, nemcsak Höhn el módszereivel, hanem a többi reagenssel is sikerült a phelloidot kimutatnom, amely teljesen megegyezik Höhn el leírásával. *A lécekben azonban a többször ismételt kísérlet után sem találtam meg azt a rétegzettséget, amelyről Höhn el említést tesz.* Arról azonban meggyőződtem, hogy a lécek parája más természetű, mint a lécek közötti para, mert phloroglucin- és sósavval, továbbá kaliumpermanganáttal gyengén az egész lécz adja a fareaktiót, ami arra mutat, hogy *van ill ugyan egy kis elfásodás, de még nem olyan nagyfokú, mint a valódi phelloidban.* A morphologiai viszonyok azonban teljesen a phelloid-sejtek mellett szólnak, mert a sejtek túlnyomó részénél a fal vastag, gödörkés, merev, de vörösbarna tartalom csak a kerületen lévő sejtekben található.

Evonymus atropurpurea JACO.

Az *E. europaea*-hoz paraképzés tekintetében a megvizsgált fajok közül az *E. atropurpurea* áll legközelebb. A hasonlóság különösen akkor szembe-tűnő, ha oly *E. europaea*-hajtást választunk, amelyben a stereoma nincs kifejlődve.

Az *E. atropurpurea*-nal ugyanis a négy collenchyma-léczből *rendesen* hiányzik a stereoma, ha pedig megvan, akkor is legtöbbször kevés számú stereidából áll. Az utóbbi esetben a paraléczek kialakulása az *E. europaea*-ra leírt módon megy végbe.

Gyakoribb azonban, hogy nincs stereoma és a phellogen a négy collenchyma-lécz fölötti epidermiszből alakul meg, de szárnyakat nem hoz létre. Idősebb korban az *E. europaea*-hoz hasonlóan a phellogen itt is egy össze-függő gyűrűt alkot.

Különbség tehát csak abban van, hogy itt gyakrabban hiányoznak a stereidák és így a jól kifejtett paraléczek is ritkábbak.

A phelloid (6. kép) itt már nemcsak a lécek közötti peridermában, hanem magukban a lécekben is úgy morphologiailag, mint mikrochemiailag élesen megkülönböztethető a parától és nagyon jellemzően mutatta a reakciókat az összes említett reagensekkel.

A lécek gerinczén található a collenchyma a stereomával, alatta következik a vastagfalú, egyszerű gödörkés és vörösbarna tartalmú phelloid, amelyek mögött 4—5 sorban a tartalom és gödörke nélküli vékonyfalú parasejtek foglalnak helyet.

A phelloid-sejtek kifelé éles vonalban válnak el a para-sejtektől, míg befelé fokozatos az átmenet, úgy hogy phelloid és para között éles határt vonni nem lehet.

Evonymus Bungeana MAXIM.

A para-léczek fejlődését véve alapul, az *E. Bungeana* az *E. atropurpurea* után következik, de ettől lényegesen különbözik.

A fiatal ág keresztmetszetén a cuticula sokkal erősebb; az epidermisz-sejteknek különösen a külső és radiális fala vastagszik meg és három sejt-sorú. A léczek száma négy, sejtjei collenchymásak és beléle az egyenletesen megvastagodott, 4—5 sejtsorra terjedő, tágabb üregű sejtekbe mennek át, amelyekben, mint a többi *Evonymus*-nál, úgy itt is buzogányfej alakú kristály-halmazok találhatók. A négy collenchyma-lécz között foglal helyet az assimiláló réteg.

Leglényegesebb különbség az, hogy a léczek közepéből a stercoma véglegesen elmarad és a szilárdítást a lécz közepén levő kisebb üregű sejtek teljesítik, melyeknek különösen tangenciális fala vastagodott meg, míg a horizontális fal vékony, de ez is, mint az előbbi, tele van különböző, egyszerű gödörkével.

A phellogen a négy collenchyma-lécz tájkán (fölött, vagy oldalán) az epidermiszből alakul meg, a honnét jobbra-balra terjedve, végre egy összefüggő gyűrűt ad.

Néha előfordul, hogy a másodlagos vastagodás miatt a collenchymás lécz ketté szakad és a két részt vékonyfalú, tágüregű sejtek kötik össze, amelyek a collenchyma oszlasából keletkeznek. Megtörténik az is, hogy kétszer alakul meg rövid időn belül a phellogen, még pedig először a collenchyma-lécz fölött az epidermiszből, azután a collenchyma-lécz közepén, úgy hogy a collenchyma fele kitolatik, fele pedig bennmarad a rendes helyén.

A kész periderma itt is parából és phelloidból áll. A phelloid-sejtek majd 3—4 esével csoportosúlnak, majd pedig egyesével egymásmellé sorakozva, összefüggő sort alkotnak, úgy hogy akármelyik reagenst használjuk is, mindig tarka képet kapunk.

Evonymus latifolia MILL.

Ninesenek kiemelkedő paraléczei, mint az *E. europaea*-nak, sőt az epidermisznek a felrepedésében sem lehet megtalálni az azoknak megfelelő helyet, mert már az egy éves ágakon is köröskörül fejlődik a para.

A parának ily módon való kialakulása, mint az előbbi esetekben, úgy itt is a belső anatómiával függ össze.

A cuticula és az osztódó epidermisz-sejtek alatt, melyeknek falai néha tekintélyes vastagságot érnek el, a kisebb számú asszimiláló sejtek következnek. *Fontos azonban, hogy itt nem négy a léczeknek száma, hanem a négy főlécz mellett, még mellék-léczek is kialakulnak, melyek sokkal gyengébb kifejldésűek s így a négy főlécztől mindig megkülönböztethetők. Stereida-k úgy a fő, valamint a mellék-léczekből hiányoznak.* A szilárdítást tehát csupán a collenchyma végzi;

mivel stereida-k nincsenek, a levelek pedig igen nagyok (*E. latifolius*!), azért a szár szilárdítására a föléczeken kívül újabb melléklécek alakúlnak, amelyeket kifelé az erős epidermisz, befelé pedig az elsődleges kéreg vastag falú sejtjei kötnek össze. A hosszmetsetből kitűnik, hogy a sejtek szélességét a hosszúság 2—5-szörösen múlja felül; falaik vastagok, nagy számú, kerekded nyílású, egyszerű gödörkékkel. A befelé eső sejtek hosszabbak, keskenyebbek és a gödörkék száma is nagyobb, mint a kerületen levő sejteken.

A felbőr először a négy fő- s azután a melléklécek fölött reped fel; ugyanezt a sorrendet követi a phellogennek az epidermiszből való kialakulása is, amely csakhamar az egész kerületet elfoglalja. A parasejtek gyűrődött falúak és vörösbarna tartalommal teltek.

Hö h n e l *phelloidját nem találtam meg.* Valószínű, hogy nem is fejlődik ki, mert Hö h n e l szerint* minden évben a tenyészetű élet megindulásakor kellene képződnie.

Míg tehát az előbbi fajoknál a paracambium kifelé felváltva phelloidok és parát, befelé pedig phelodermát hoz létre, addig itt csak para és pheloderma lesz az oszlás eredménye. A periderma nagyon vékony; karvastagságú törzseken is csak 4—6 sor parasejtből áll.

Evouymus japonica L.

A parának a felületen való megjelenésében semmiféle szabályosságot nem vehetünk észre.

Nincsenek paralécek, sőt az epidermisz fölrepedésében sem tudjuk azoknak a helyét fölismerni. A felületen kisebb-nagyobb, a hossz tengely irányában megnyúlt foltok alakjában jelenik meg a para, amely minden rend nélkül helyezkedik el.

A fiatal hajtásokon megvan ugyan a négy világos zöld sáv, de a keresztmetseten kitűnik, *hogy ezek egészen más természetűek mint az előbbiek.*

Legkívül 4—6 sor chlorophyll nélküli sejt van, és csak ezután következik a gyengén kifejlődött asszimiláló réteg, amely lassan az elsődleges kéreg chlorophyll nélküli sejtjeibe megy át. A négy világos sáv helyén az epidermisz sejtjei kissé megnyúltak, az asszimiláló réteg helyét a számban megszorodott chlorophyll nélküli sejtek foglalják el, amelyek néha igen gyengén collenchymásak. *Stereoma, s általában minden erősebb mechanikai berendezés hiányzik.*

A másodlagos vastagodással belülről kifelé ható nyomás tehát nem összpontosul a négy lécezen és így az epidermisz fölrepedésének, illetőleg a phellogen kialakulásának nincs is előre kijelölt helye.

A világosabb sávok helyén levő több sejtsor és a gyöngye vastagodás, mégis gyakorolhatnak akkora befolyást, hogy *legtöbbször* itt történik az epidermisz felpattanása. A sebhely azután úgy szélességben, mint hosszúságban gyorsan nagyobbodik, amit követ a phellogen kialakulása is.

* i. h. 604 old.

Először ugyanis az epidermiszben és az elsődleges kéreg különböző mélységű rétegeiben egy radiális repedés támad és a rést körülvevő sejtek fala elparásodik, még mielőtt a phellogen kialakulna, azután a rés alján levő második-harmadik sejt oszlani kezd és kiinduló pontja lesz a phellogennek. Miközben a rés a másodlagos vastagodás miatt szélesebbé válik, a phellogen is mindig tovább és tovább terjed, úgy hogy végre eléri az epidermiszet. Ezután a phellogen is kifelé tolódik és az előbb homorú cambium most domborúvá válik, és az alatta keletkező hézagot phellogermával tölti ki.

A periderma az *E. japonica*-nál is phelloidból és parából áll, de a kettő együttvéve is csekély vastagságú. A phelloid leginkább egysoros és nemcsak a phelloid, hanem a parasejtek is tele vannak vörös-barna tartalommal, úgy hogy a phelloidra csak az elfásodott, vastagabb fal és az egyszerű godórkék a jellemzők.

A már többször említett vörös-barna tartalom *Strassburger* szerint* »phlobaphene«, amely csersavból és ennek bomlási termékeiből áll. Erre mutatott az a halványzöld csapadék, amelyet ferrisulfát-oldattal kaptam.

Evonymus verrucosa L.

A para külső megjelenésben is elüt az eddig tárgyalt fajokétól. A felületen ugyanis kisebb-nagyobb bibireseket látunk, amelyek igen emlékeztetnek a *Sambucus lenticella*-ira, paraszemölcsöseire, de a kettő között — mint láttuk — jelentékeny különbség van. (A továbbiakban azért a parabibires alatt mindig az *E. verrucosa* parája értendő.)

Körülbelül egyéves ág keresztmetszetén a többsoros epidermisz sejtjeit, melyeknek külső és radialis fala erősen megvastagodott, kívül cuticula borítja. Az epidermisz után következő asszimiláló parenchyma 5—6 sejtsorra terjed, amelyre vastagabbfalú, chlorophyllt gyéren tartalmazó sejtek következnek. A négy collenchyma lécz helyén találunk ugyan négy bordát, de ezeknek szerkezete merőben elüt az eddig tárgyalt *Evonymusok* léczzeitől.

A felbőr ugyanis itt nem olvad össze az alatta levő sejtekkel, mert utána a bordában is chlorophyllos sejtek következnek, amelyek a bordák közötti asszimiláló sejtektől csak annyiban különböznek, hogy megnyúltabbak, és számuk nagyobb. Az asszimiláló sejteket befelé egyenlő átmérőjű, chlorophyllt gyéren tartalmazó sejtek követik, amelyek szintén megszaporodnak és igen gyöngén collenchymásak. Jellemző azonban, hogy a bordák alatt vékonyfalú, nagyüregű parenchymás sejtek foglalnak helyet, amelyek metszés közben könnyen szétszakadoznak. Ezek után pár sorban ismétlődnek az elsődleges kéreg chlorophyll nélküli sejtjei.

Keresztmetszetet készítve oly helyről, ahol egy para-bibires fejlődésnek indul, azt látjuk, hogy a phellogen kifelé homorú, befelé domború ívben alakul meg és négyszögletes, vékonyfalú parasejteket hoz létre, amelyek közül a szélsők phlobaphene-vel vannak megtöltve. Amint tehát a *E. japonica*-n, úgy az *E. verrucosa*-n is több rétegből alakul a phellogen.

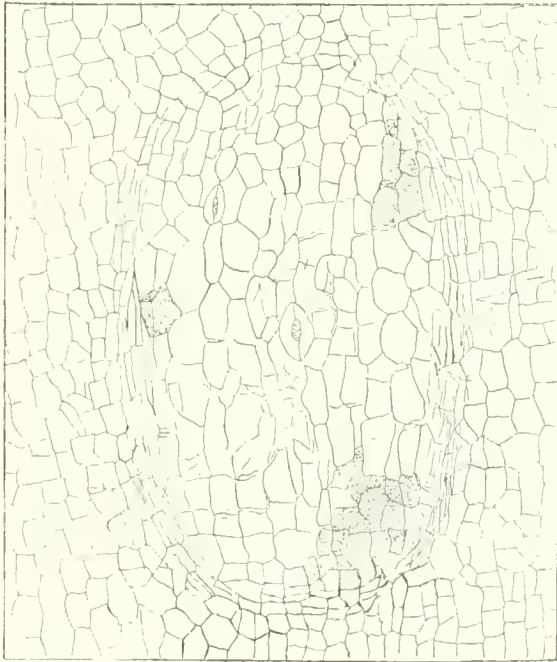
* Lehrb. d. Bot. VIII. kiad. 126 old.

Nemesak a kereszt, hanem a radialis hosszmetseten is ivatakú a phellogen. Úgy hogy az *E. verrucosa* paracambiumát egy elliptikus, homorú fenekű teknőhöz hasonlíthatjuk, amely legerősebben osztódik közepén, míg a szélek felé működése lassúbb lesz.

A másodlagos növekedéssel ezek a bibiresek folytonosan szaporodnak, de egyszersmind hamar le is válnak.

Mínt hogy a paracambium a bibiresek közötti epidermiszben is folytatódik, csakhamar a többi *Evonymus*-hoz hasonlóan itt is kialakul a phellogen gyűrű.

A kéreg anatómiai vizsgálatánál láttuk, hogy az *E. verrucosa*-nál is van



7. kép. *Evonymus verrucosa* parabibirese felületi nézetben; az epidermisz-hez csatlakozó phellogen-nel, phlobaphene tartalmú sejtekkel és szárnnyilással. 180 x.

négy borda, melyeknek lefutása megegyező a levélállással. Felmerül tehát az a kérdés, hogy itt miért nem alakul meg a négy lécz, vagy legalább a parabibiresek miért nem követik a borda lefutását? Erre a kérdésre a borda fölépítését szem előtt tartva a következőképpen feltehetünk. Láttuk, hogy paraléc csak akkor fejlődik ki, ha a szár erősítésére a collenchymás léczekben stereidák voltak. Jelen esetben semmi erősebb mechanikai berendezés nincs, s így a másodlagos vastagodásnak csak az igen gyenge collenchyma és a sejteknek nagyobb száma állná útját, ha az ebből származó akadályt a bordák alatti tág üregű parenchyma sejtek le nem rontanák.

A belülről kifelé ható nyomás tehát nem összpontosulhat oly nagy mértékben a négy bordára, mint pl. az *E. europaea* nál és így a *para kialakulásának helye nincs is előre kijelölve.*

Stahl nak a fentebb említett fejlődéstani tételét, amely a lenticella és a parabíres közti különbségre vonatkozik, az én vizsgálataim is megerősítették és a mint a 7 kép mutatja, egy bibíresen több szájnnyílás is foglalhat helyet. *A fejlődésbeli különbséghez azonban hozzájárul még egy másik különbség is. A míg ugyanis a lenticella belső sejtjei leggombolyodottek és lazán illeszkednek egymáshoz, addig a parabíres sejtjei láblásak, szorosan egymás mellé sorakozók.*

Az *E. verrucosa* parájának chemiai vizsgálatával már *A. Zahlbruckner* foglalkozott és azt mondja,* hogy a töltelék-sejtek falai tartalmazhatnak ugyan fa- és paraanyagot, de vizsgálatai nem vezettek megnyugtató eredményre. A már előbb felsorolt reagensekkel nekem határozottan sikerült egy kevés lignin-anyagot kimutatnom, *de phelloid-sejtek nincsenek.*

Evonymus nana M. B.

A levélnyel tövétől két kiemelkedő borda húzódik lefelé, melyeknek belső anatómiai viszonyai megegyezők az *E. verrucosa* bordáinak szerkezetével; számuk azonban a szórt levélállás miatt több mint négy.

Szabad szemmel való vizsgáltkor a felületen már fiatal korban megjelenő parabíressek szintén az *E. verrucosa*-ra emlékeztetnek, de sokkal apróbbak, sűrűbben állók és csakis a fiatal részeken találhatóók, mert csakhamar összefüggő pararéteggé olvadnak össze.

Az *elparásodás első helye az epidermisz*, de nem marad itt állandóan a phellogen, hanem áttétetik az epidermisz alatt következő sejtsorra. Ott tehát, ahol először kezdődött az elparásodás megindulni, a phellogen mindig mélyebben fekszik, mint egyebütt; úgy hogy a phellogen képe a keresztmetszeten egy önmagában zárt, de girbe-görbe vonalnak felel meg.

A bibíresnek megalakulása lényegében megegyezik az *E. verrucosa* parabíreseinek fejlődésével, amennyiben mindkettőnél *ítage-phellogen*-nel van dolgunk. Különbség az, hogy az *E. nana*-n csak egy-két epidermisz-sejt oszlik és a phellogen elég soká itt marad a felbőrben, míg az *E. verrucosa*-n egyszerre különböző mélységű rétegek sejtjei kezdenek oszlani és a phellogennek befelé való nyomulása sokkal gyorsabb.

Evonymus radicans. SIEB.

Epidermisze alatt, amelyen egysejtű szemölcsök találhatóók több — 5 — chlorophyll nélküli sejtsor következik. Asszimiláló rétege egy teljesen összefüggő gyűrűt ad, amelyet sem stereoma, sem collenchyma-lécz nem szakít meg; sőt kiemelkedő chlorophyllos bordák sincsenek. A parakeletkezésnek helye

* Justs Bot. Jahrsbericht. 1881. 267. old.

nincsen előre kijelölve; bárhol megalakulhat a phellogen az epidermiszből, amely hosszú ideig megtartja oszlóképességét, mint *dipleuricus paracambium*, mely kifelé parát, befelé pedig phelodermát hoz létre.

A felbőr sejtei közül először csak néhány kezd osztódni, amelyeket csakhamar követnek a tőlük jobbra és balra, de különösen a fölöttük és alattuk álló sejtek is, úgy hogy a phellogennek megfelelően a felületen is a hossz tengely irányában megnyúlt parafoltok láthatók.

Összefoglalva az eddigieket, a fől sorolt *Evonymus*-ok parájára a következő eredményeket kapjuk:

A phellogen vagy az elsődleges kéreg és az epidermiszből, vagy tisztán az epidermiszből fejlődik ki.

A paralécsek kialakulása, illetőleg az epidermisznek négy hosszvonalban való fölrepedése előre kijelölt helyen történik, amelyet már szabad szemmel is kivehetünk, mert fiatal korban ezen négy helyen világoszöld sávok húzódnak végig.

A négy sávnak négy erős collenchyma-lécz felel meg, amelyben egyes fajoknál stereida-k húzódnak végig.

Minél nagyobb a stereida-k száma, annál erőteljesebbek a paralécsek.

A collenchyma-léczek és stereida-k kifejlődése alapján az itt tárgyalt 8 *Evonymus*-t a következő sorrendbe lehet foglalni:

1. *E. europaea*: négy erős collenchymás lécczel és a keresztmetszeten számos — néha 30 — stereida-val.
2. *E. atropurpurea*: négy erős collenchyma-lécz; a stereida-k száma kevés, vagy teljesen hiányoznak.
3. *E. Bungeana*: négy erős collenchyma-lécz; stereida-k nincsenek.
4. *E. latifolia*: négy fő és számos melléklécz; stereida-k nincsenek.
5. *E. japonica*: négy igen gyenge, vagy semmi collenchyma-lécz; stereida-k hiányoznak.
6. *E. verrucosa*: csak négy kiemelkedő chlorophyllos bordával, de sem collenchyma-lécz, sem stereida-k nem fejlődnek ki.
7. *E. nana*: négynél több chlorophyllos bordával; mechanikai berendezés nincs.
8. *E. radicans*: a chlorophyllos bordák is hiányoznak.