



KUMMER EGYIK NEVEZETES SZÁMELMÉLETI TÉTELÉRŐL.

RADOS GUSZTÁV r. tagtól.

KUMMER ERNST EDUARD, kinek fényes számelméleti felfedezései a múlt század legnagyobb matematikai alkotásai közé tartoznak, 1846-ban a «Journal für die reine und angewandte Mathematik» című folyóirat 30. kötetének 109. lapján «Über die Divisoren gewisser Formen der Zahlen, welche aus der Theorie der Kreistheilung entstehen» czímen közzétett értekezésében egy igen érdekes és következményeiben messze kiható fontosságú tételt közölt, mely érdekes tartalmánál fogva már önmagában is megragadná figyelmünket, de a melynek értékét szemünkben első rangúra emeli az a körülmény, hogy e tétel később a minden idők matematikai alkotásai egyik legkiválóbbjának, a KUMMER-féle ideálméletnek, alapjává lett. Elolvasván KUMMER-nek ezt az értekezését, az említett tételnek bebizonyítását hiányosnak, bár a tétel igazságát minden kétségen felül állónak találtam. KUMMER később 1851-ben a Journal de Mathématiques 16. kötetének 377. lapján «Mémoire sur la théorie des nombres complexes de racines de l'unité et de nombres entiers» czímen megjelent értekezésében a 409. lapon visszatér e tételre, a melynek — bár bebizonyítását újra közli — a bebizonyításban fennmaradt hézagját mégsem tölti be. Keresvén a matematikai irodalomban e tétel teljes bebizonyítását, PAUL BACHMANN «Die Lehre von der Kreistheilung und ihre Beziehungen zur Zahlentheorie» Leipzig 1872, Teubner czímű, nagy gondnal készült, jeles művét consultáltam, de benne ismét csak

hatványmaradék, fokszámával megegyező számú, tehát pontosan e számú, egyenlő vagy különböző valós gyöke van.

KUMMER e tételének bebizonyítására véget a

$$\varphi(y) \varphi(y-1) \dots \varphi(y-q+1) \equiv 0 \pmod{q^e} \quad (J)$$

congruentiát vezet le, melyről kimutatja, hogy y minden rationalis egész értékével kielégíthető és ezután így folytatja Crelle Journal 30. k. 109. lapján: «Es müssen also immer e dieser Factoren durch q theilbar sein, oder auch einige derselben den Factor q mehreremal enthalten, wenn $q \equiv g^r \pmod{p}$ und r durch e theilbar ist, das heisst, wenn q ein e -ter Potenzrest der Primzahl p (KUMMER-nél itt sajtóhiba folytán q áll) ist. Hieraus erhält man folgenden Lehrsatz:

«Jede Primzahl, welche ein e -ter Potenzrest von p ist, ist ein Divisor der Form $\varphi(y)$; oder auch so: die Congruenz $\varphi(y) \equiv 0 \pmod{q}$ hat, wenn der Modul q eine Primzahl und zugleich e -ter Potenzrest von p ist, immer e reelle Wurzeln, welche in besonderen Fällen auch zum Theil einander gleich werden können».

Az utolsó sorokban kimondott tétel első részének bebizonyítása a (J) alatt felírt azonos congruentiából közvetlenül foly; nem úgy azonban a tételnek második része, mely az «oder auch so» szavak után következik.

Igaz ugyan, hogy az (J) alatti congruentiából tüstént következik, hogy y minden egész számú értéke mellett a

$$\varphi(y) \varphi(y-1) \dots \varphi(y-q+1)$$

szorzat q^e -vel oszthatóvá lesz és hogyha e szorzatnak e számú tényezője egyenkint q -val osztható, hogy ekkor a

$$\varphi(x) \equiv 0 \pmod{q}$$

congruentiának e számú különböző gyöke van; ha pedig e szorzatnak e -nél kevesebb számú tényezője osztható q -val, akkor kell, hogy egyes tényezők q -nak az elsónél magasabb hatványával oszthatók legyenek. De abból, hogy valamelyik tényező, például $\varphi(y-k)$ a q -nak az elsónél magasabb hatványával osztható, például q^a -val, még nem következik, hogy

$$x \equiv y - k \pmod{q}$$

2

$$\varphi(x) \equiv 0 \pmod{q}$$

congruentiának a -szoros gyöke, sőt ez általánosságban nem is igaz. Tehát egyedül (J) -nek fennállásából még nem következtethetünk e számú különböző vagy egyenlő congruentia-gyök létezésére.

Ez a körülmény indított engem arra, hogy KUMMER-nek bebizonyítását módosítsam úgy, hogy a kimondott tétel helyessége helytálló következtetések alapján lépjen evidentiába.

A bebizonyításom teljesen úgy indul el, mint a KUMMER-é és benne a KUMMER-től bevezetett (J) azonos congruentiának is fontos szerep jut; egyedül abban térnek el KUMMER bebizonyításától, hogy az (J) mellett még más azonos congruentiát is felhasználok, a melyeknek (J) különben közvetlen következménye.

Mindenek előtt állapotdjunk meg abban, hogy két ilyen alakú algebrai szám

$$\eta^{(b)} = b_0 \eta_0 + b_1 \eta_1 + \dots + b_{e-1},$$

$$\eta^{(c)} = c_0 \eta_0 + c_1 \eta_1 + \dots + c_{e-1},$$

a melyekben a

$$b_0, b_1, \dots, b_{e-1},$$

$$c_0, c_1, \dots, c_{e-1}$$

együtthatók racionális egész számok valamely q törzsszám-modulusra nézve, akkor congruensek, midőn a megfelelő együtthatók különbsége q -val osztható, azaz, hogy

$$\eta^{(b)} \equiv \eta^{(c)} \pmod{q},$$

ha

$$b_i \equiv c_i \pmod{q},$$

$$(i=1, 2, \dots, e-1)$$

akkor világos, hogy az ilyen algebrai számok között fennálló congruentiákra nézve ugyanazok az alaptételek állanak fenn, mint racionális egész számok között fennállóakra nézve. Ilyen congruentiákat lehet összeadni, szorozni, hatványozni, belőlük a q -val osztható tagokat elhagyni.

Ezek után induljunk ki a kis FERMAT-félé tételből, melynek értelmében a

$$z^q - z \equiv 0 \pmod{q}$$

congruentiának

$$z \equiv 0, 1, 2, \dots, q-1$$

a gyökei. Ha tehát a congruentia többtagúját gyöktényezőire bontjuk, a

$$z(z-1)\dots(z-q+1) \equiv z^q - z \pmod{q}$$

congruentiát kapjuk, a melyben a bal- és jobboldalon a z hasonló hatványaihoz tartozó együtthatók a q modulusra nézve congruensek. Végezzük el a

$$z = y - \eta_k$$

helyettesítést, akkor az

$$(y - \eta_k)(y - \eta_k - 1) \dots (y - \eta_k - q + 1) \equiv (y - \eta_k)^q - (y - \eta_k) \pmod{q} \quad (I)$$

congruentiát kapjuk, a mely ismét azonosan fog fennállani.

Foglalkozzunk most (I) jobboldalával. Ha $(y - \eta_k)^q$ -t kifejtjük, ezt kapjuk:

$$(y - \eta_k)^q = y^q - \binom{q}{1} y \eta_k^{q-1} + \dots + (-1)^{q-1} \binom{q}{q-1} y \eta_k^{q-1} + (-1)^q \eta_k^q;$$

és mivel ismeretes tételnél fogva

$$\binom{q}{1} \equiv \binom{q}{2} \equiv \dots \equiv \binom{q}{q-1} \equiv 0 \pmod{q}$$

és

$$(-1)^q = -1,$$

következik:

$$(y - \eta_k)^q \equiv y^q - \eta_k^q \pmod{q}.$$

Ha most még figyelembe vesszük, hogy

$$\eta_k^q = (x^{gk} + x^{g^2k} + \dots + x^{g^{(j-1)k}})^q$$

és a hatványozás végrehajtása után elhagyjuk ismét mindazokat a tagokat, a melyeknek együtthatói q -val oszthatók, akkor találjuk, hogy

$$\eta_k^q \equiv x^{qgk} + x^{qg^2k} + \dots + x^{qg^{(j-1)k}} \pmod{q}, \quad (II)$$

ha továbbá q különbözik p -től és

$${}^g\text{Ind } q \equiv r \pmod{p-1},$$

azaz

$$q \equiv g^r \pmod{p},$$

akkor η_k^q további kifejezését kapjuk:

$$\eta_k^q \equiv x^{g^{k+r}} + x^{g^{e+k+r}} + \dots + x^{g^{(f-1)e+k+r}} \pmod{q},$$

azaz

$$\eta_k^q \equiv \eta_{k+r} \pmod{q}$$

és így

$$(y - \eta_k)^q \equiv y^q - \eta_{k+r} \pmod{q}.^1$$

Ezt a (I) alatti congruenciába behelyettesítvén, az

$$(y - \eta_k)(y - \eta_{k-1}) \dots (y - \eta_{k-q+1}) \equiv \\ \equiv y^q - y + \eta_k - \eta_{k+r} \pmod{q} \quad (\text{III})$$

congruenciát kapjuk.

Ha most q -ről felteszszük, hogy p -nek e -dik hatványmaramára, akkor

$$q^{\frac{p-1}{e}} \equiv 1 \pmod{p};$$

és mivel

$$p-1 = e \cdot f,$$

azért

$$q^f \equiv 1 \pmod{p};$$

innen

$$f {}^g\text{Ind } q \equiv fr \equiv 0 \pmod{p-1},$$

azaz fr osztható $(p-1)$ -gyel, vagy a vele egyenlő ef -fel, és így r osztható e -vel, tehát

$$r = ue \quad (u \text{ egész szám}).$$

De akkor

$$\eta_{k+r} = \eta_{k+ue} = x^{g^{k+ue}} + x^{g^{k+(u+1)e}} + \dots + x^{g^{k+(u-f)e}}$$

és mivel a

¹ A tárgyalás eddig KUMMER-éval teljesen azonos; sőt a könnyebb összehasonlítás érdekében a KUMMER által használt jelöléseket is megtartottam.

$$k+ue, k+(u+1)e, \dots, k+(u+f)e$$

kitevők a $p-1$ modulusra nézve a

$$k, k+e, \dots, k+(f-1)e$$

számoktól csak sorrendben különböznek, lesz:

$$\eta_{k+r} = \eta_k.$$

Ha tehát a q törzsszám a p -nek e -dik hatványmaradéka akkor (I) így írható

$$(\eta - \eta_k)(y - \eta_k - 1) \dots (y - \eta_k - q + 1) \equiv y^q - y \pmod{q}.$$

Ha most a k -nak a

$$k = 0, 1, 2, \dots, e-1$$

értéket adjuk és az ekként keletkező congruentiókat egymással szorozzuk és figyelemmel vagyunk arra, hogy

$$(y - \eta_0)(y - \eta_1) \dots (y - \eta_{e-1}) = \varphi(y)$$

a periodus-egyenlet többszámúja, akkor a következő azonos congruentiót kapjuk:

$$\varphi(y) \varphi(y-1) \dots \varphi(y-q+1) \equiv (y^q - y)^e \pmod{q}, \quad (IV)$$

mely a további tárgyalásnak alapjául szolgál.

Mivel e congruentia y -nak bármely k egészszámú értékére nézve fennáll és FERMAT tétele értelmében $k^q - k$ mindig zérussal congruens a q törzsszám-modulusra nézve, azért

$$\varphi(k) \varphi(k-1) \dots \varphi(k-q+1) \equiv \varphi(0) \varphi(1) \dots \varphi(q-1) \equiv 0 \pmod{q},$$

azaz a

$$\varphi(0) \cdot \varphi(1) \dots \varphi(q-1)$$

szorzat a q törzsszámmal osztható, a mi csak úgy lehetséges, hogy legalább egyik tényezője, például $\varphi(a_1)$ osztható q -val vagy

$$\varphi(a_1) \equiv 0 \pmod{q};$$

azért ezzel a

$$\varphi(y) \equiv 0 \pmod{q}$$

congruentia egy gyökének, az

$$y \equiv a_1 \pmod{q}$$

gyökének, létezése ki van mutatva. De akkor a $\varphi(y)$ töbtagúja \pmod{q} az $y - a_1$ gyöktényezővel osztható és így fennáll a

$$\varphi(y) \equiv (y - a_1) \varphi_1(y) \pmod{q} \quad (K)$$

azonos congruentia, a melyben $\varphi_1(y)$ egész együtthatós $(e-1)$ -edfokú racionális egész függvényt jelent és a melyben a kijelölt műveleteket elvégezvén, a jobb- és baloldalán az y hasonló hatványaihoz tartozó együtthatók a q modulusra nézve congruens számok. Ennek következtében a (K) congruentiából ismét azonosan fennálló congruentiákat kapunk, ha benne y -t rendre az

$$y-1, y-2, \dots, y-q+1$$

mennyiségekkel pótoljuk. Ezek a congruentiák:

$$\varphi(y-1) \equiv (y-a_1-1) \varphi_1(y-1); \quad (K_1)$$

$$\varphi(y-2) \equiv (y-a_1-2) \varphi_1(y-2); \quad \pmod{q} \quad (K_2)$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\varphi(y-q+1) \equiv (y-a_1-q+1) \varphi_1(y-q+1). \quad (K_{q-1})$$

Ha már most a (K) , (K_1) , (K_2) , \dots , (K_{q-1}) kifejezéseket a IV)-be behelyettesítjük, az

$$(y-a_1)(y-a_1-1)\dots(y-a_1-q+1) \varphi_1(y) \varphi_1(y-a) \dots \varphi_1(y-q+1) \equiv \\ \equiv (y^q - y)^e \pmod{q}$$

azonos congruentia adódik, a melyben FERMAT tétele folytán

$$(y-a_1)(y-a_1-1)\dots(y-a_1-q+1) \equiv \\ \equiv y(y-1)(y-2)\dots(y-q+1) \equiv \\ \equiv y^q - y \pmod{q};$$

úgy hogy

$$(y^q - y) \varphi_1(y) \varphi_1(y-1) \dots \varphi_1(y-q+1) \equiv y^q - y \pmod{q},$$

vagy pedig

$$(y^q - y) [\varphi_1(y) \varphi_1(y-1) \dots \varphi_1(y-q+1) - (y^q - y)^{e-1}] \equiv 0 \pmod{q}$$

azonos congruentia adódik, a melyben a jobb- és baloldalon

ismét y hasonló hatványaihoz tartozó együtthatók azonosak. A baloldalon álló szorzat kifejtése után, tehát y minden hatványának együtthatója zérussal congruens. Mivel e szorzat első tényezőjének, az

$$y^q - y$$

formának nem minden együtthatója congruens zérussal, hiszen y^q együtthatója 1-gyel egyenlő, és q törzsszám, kell, hogy a baloldalon álló szorzat második tényezőjében, melynek minden együtthatója szintén rationalis egész szám, ha ezt y hatványai szerint rendezzük, y minden hatványának együtthatója zérussal congruens legyen, vagyis kell, hogy a

$$\varphi_1(y) \varphi_1(y-1) \dots \varphi_1(y-q+1) \equiv (y^q - y)^{e-1} \pmod{q} \quad (J_1)$$

congruentia ismét azonosan álljon fenn.

De ebből a congruentiából, a következtetés előbb használt módját újból alkalmazván, a

$$\varphi_1(y) \equiv (y - \alpha_2) \varphi_2(y); \quad (K')$$

$$\varphi_2(y) \varphi_2(y-1) \dots \varphi_2(y-q+1) \equiv (y^q - y)^{e-1} \pmod{q} \quad (J_2)$$

azonosan fennálló congruentiák vezethetők le, a melyekben $\varphi_2(y)$ az y -nak $(e-2)$ -edfokú egész együtthatós rationalis egész függvénye. Ezt az eljárást $(e-1)$ -szer ismételvén,

$$\varphi_{e-2}(y) \equiv (y - \alpha_{e-1}) \varphi_{e-1}(y); \quad (K^{(e-2)})$$

$$\varphi_{e-1}(y) \varphi_{e-1}(y-1) \dots \varphi_{e-1}(y-q+1) \equiv y^q - y \pmod{q} \quad (J_{e-1})$$

azonosan fennálló congruentiákat kapjuk, a melyek közül a másodikból végül a

$$\varphi_{e-1}(y) \equiv (y - \alpha_e) \varphi_e \pmod{q} \quad (K^{(e-1)})$$

$$\varphi_e^q \equiv \varphi_e \equiv 1 \quad (J_e)$$

azonosan fennálló congruentia foly, a melyben φ_e már az y -tól független szám, a mely a q modulusra nézve 1-gyel congruens.

A (K) , (K') , \dots $(K^{(e-1)})$ congruentiák összefoglalása a

$$\varphi(y) \equiv (y - \alpha_1)(y - \alpha_2) \dots (y - \alpha_e) \pmod{q}$$

azonos congruentiára vezet, a mely most már világosan mutatja, hogy a

$$\varphi(y) \equiv 0 \pmod{q}$$

e -edfokú congruentiának pontosan e különböző vagy egyenlő gyöke van, a mivel KUMMER tétele teljesen be van bizonyítva.

Az itt kirekesztett $q=p$ esettel már KUMMER végzett teljesen. Teljesség kedvéért legyen szabad KUMMER-nek erre az esetre vonatkozó bebizonyítását néhány szóval közölnöm. Ha $q=p$, akkor a (II) egyenlőség az

$$\eta_k^p = f$$

egyenlőségbe megy át, de akkor

$$(y - \eta_k)^p \equiv y^p - \eta_k^p \equiv y - f \pmod{p};$$

($k=0, 1, 2, \dots, e-1$).

E congruentiákat egymással szorozván, a

$$[\varphi(y)]^p \equiv (y - f)^e \pmod{p},$$

vagy FERMAT tételének ismételt alkalmazásával

$$\varphi(y) \equiv (y - f)^e \pmod{p}$$

congruentia adódik, mely világosan mutatja, hogy a $q=p$ esetben a

$$\varphi(y) \equiv 0 \pmod{p}$$

congruentiának

$$y \equiv f \equiv \frac{p-1}{e} \pmod{p}$$

e -szeres gyöke.

Végül legyen szabad KUMMER-nek immár teljesen bebizonyított tételét egy egyszerű esetre alkalmazva bemutatni.

Legyen

$$e=p-1, f=1,$$

akkor az összes periodusok egytagúak és — ha x ismét primitív p -dik egységgyök — a következők:

$$\eta_0 = x^{g^0}, \eta_1 = x^{g^1}, \eta_2 = x^{g^2}, \dots, \eta_{p-1} = x^{g^{p-2}},$$

úgy, hogy a periodusok azonosak a p -dik primitív egység-

gyökkel. Ennek következtében a periodus-egyenlet a következő lesz:

$$\varphi(x) = x^{p-1} + x^{p-2} + \dots + x + 1 = 0.$$

Ha már most a q törzsszám a p -nek e -dik hatványmaradéka, akkor

$$q^{\frac{p-1}{e}} = q^{\frac{p-1}{e}} \equiv q \equiv 1 \pmod{p};$$

és így q a

$$2kp + 1$$

($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$)

szám-tani haladványban foglalt bármely törzsszámot jelentheti.

KUMMER tételét erre az esetre alkalmazván, azt kapjuk, hogy a

$$\varphi(x) \equiv x^{p-1} + x^{p-2} + \dots + x + 1 \equiv 0 \pmod{2kp + 1}$$

congruentiának mindenkor $p-1$ számú gyöke van.

Erről — KUMMER tételétől függetlenül — következésképpen is meggyőződhetünk.

Mivel

$$\varphi(x) = \frac{x^p - 1}{x - 1},$$

azért a

$$\varphi(x) \equiv 0 \pmod{q}$$

($q=2kp+1$)

congruentia gyökei az

$$x^p - 1 \equiv 0 \pmod{q}$$

gyökeiből az $x \equiv 1 \pmod{q}$ gyöknek eltávolítása által adódnak. Az

$$x^p \equiv 1 \pmod{q} \tag{1}$$

gyökeit pedig ismeretes úton számíthatjuk ki. Legyen γ a q törzsszámnak primitív gyöke, akkor (1) congruentiából következik

$$p^{\gamma} \text{Ind } x \equiv 0 \pmod{q-1},$$

azaz

$$p^{\gamma} \text{Ind } x = 2kpu;$$

($u=0, \pm 1, \pm 2, \dots$)

és így

$$\gamma \text{Ind } x = 2ku;$$

($u=0, \pm 1, \pm 2, \dots$)

a honnan $\gamma \text{Ind } x$ számára $(\text{mod } q-1)$ a következő incongruens értékek adódnak:

$$\gamma \text{Ind } x \equiv 0, 2k, 4k, \dots, 2(p-2)k \pmod{q-1}$$

és innen végül az x számára az

$$x \equiv \gamma^0, \gamma^{2k}, \gamma^{4k}, \dots, \gamma^{2k(p-2)} \pmod{q}$$

értékeket nyerjük, melyek az

$$x^p \equiv 1 \pmod{q}$$

összes $(\text{mod } q)$ különböző gyökei, úgy hogy

$$\gamma^{2k}, \gamma^{4k}, \dots, \gamma^{2k(p-2)} \pmod{q}$$

a

$$\varphi(x) \equiv 0 \pmod{q}$$

congruentia gyökei, melyek ez esetben mindannyian különbözők.

Ha például $p=7$ és $q=4 \cdot 7 + 1 = 29$, akkor azt találjuk, hogy a

$$\varphi(x) \equiv x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1 \equiv 0 \pmod{29}$$

congruentiának (mivel $\gamma=2$ a 29 modulusra nézve primitiv gyök) gyökei:

$$x \equiv 2^4 \equiv 16$$

$$x \equiv 2^8 \equiv -5$$

$$x \equiv 2^{12} \equiv 7 \pmod{29}$$

$$x \equiv 2^{16} \equiv -4$$

$$x \equiv 2^{20} \equiv -6$$

$$x \equiv 2^{24} \equiv -9,$$

a mit a $\varphi(x)$ -be való közvetlen behelyettesítés is igazol.

MEGADOTT TAGOKKAL KEZDŐDŐ HATVÁNYSOROKRÓL.

RIESZ FRIGYES I. tagtól.

Székfoglaló értekezés.

Bevezetés.

Értekezésemben első sorban a következő kérdéssel foglalkozom: *Tekintsük mindazokat az egységkörben és kerületén holomorph $f(z)$ függvényeket, melyeknek z pozitív egész hatványai szerint való sorfejtése a megadott*

$$a_0 + a_1 z + \dots + a_n z^n$$

tagokkal kezdődik. Képezzük valamennyire az

$$I[f] = \int_{|z|=1} |f(z)| |dz| = \int_0^{2\pi} |f(e^{it})| dt$$

az egységkör mentén, illetőleg 0-tól 2π -ig vett integrált, röviden: a függvény abszolút értékének integrálját. Azt kérdezem, van-e a vizsgált függvények közt olyan, melyre az $I[f]$ integrál értéke a lehető legkisebb; és ha igen, melyek a minimumot szolgáltató függvénynek további tulajdonságai?

A fölvetett kérdés érdekesebbnek fog föltűnni, mihelyt az $I[f]$ integrált geometriailag interpretáljuk. Jelentse $F(z)$ az $f(z)$ egy integrálfüggvényét. A

$$v = F(z)$$

egyenlet a $|z| \leq 1$ egységkörnek a v -sík egy tartományára,

illetőleg egy a v -sík fölött fekvő RIEMANN-féle felületdarabra való conform ábrázolását értelmezi. A felületdarabot a

$$v = F(e^{it}) = \xi(t) + i\eta(t) \quad (0 \leq t \leq 2\pi)$$

görbe határolja és az

$$I[f] = \int_{|z|=1} |F'(z)| |dz| = \int_0^{2\pi} [(\xi'(t))^2 + (\eta'(t))^2]^{1/2} dt$$

integrál nem más, mint e határoló görbe *hosszúsága*.

Mint hogy pedig $f(z)$ -vel együtt $F(z)$, viszont $F(z)$ -vel együtt $f(z) = F'(z)$ is holomorphok az egységkör belsejében és kerületén, mint hogy továbbá az integratio constansának megváltoztatása esupán a felületdarab eltolását involválja és ennél fogva a határoló görbe hosszúsága e constans megválasztásától független, azért kérdésünk most így is fogalmazható:

Tekintsük mindazokat az egységkörben és kerületén holomorph $F(z)$ függvényeket, melyeknek hatványsorai a megadott

$$A_0 + A_1z + \dots + A_{n+1}z^{n+1}$$

tagokkal kezdődnek. Van-e e függvények között olyan, melynél a $v = F(e^{it})$ görbe a lehető legrövidebb; és ha igen, melyek a minimumot szolgáltató függvény további tulajdonságai?

Kérdésünk abba a jól ismert problemakörbe sorolható, mely CARATHÉODORYNAK a PICARD-LANDAU-féle tételre vonatkozó vizsgálataiból fejlődött ki és általában megadott kezdőtagokkal bíró hatványsorok sajátásaival foglalkozik. Ebbe a körbe tartozik többek közt az a CARATHÉODORY ÉS FEJÉR által egy közös dolgozatban vizsgált és megoldott kérdés is, mely az imént részletezettől abban különbözik, hogy $|f(z)|$ -nek nem az integrálját, hanem a *maximális értékét* kívánja a lehető legkisebbé tenni.¹ Eredményüket utóbb GRONWALL nagyon elemi, már tovább aligha egyszerűsíthető módon igazolta.² Ha mégis az első sorban föl-

¹ C. CARATHÉODORY u. L. FEJÉR: *Über den Zusammenhang der Extremen von harmonischen Funktionen mit ihren Koeffizienten* etc., Rendiconti del Circ. Mat. di Palermo, t. XXXII. (2^o sem. 1911), p. 232.

² T. H. GRONWALL: *On the maximum modulus of an analytic function*, Annals of Mathematics, 2^o ser., vol. 16 (1914—1915), p. 77.

vetett kérdés vizsgálata után a használt módszereket a CARATHÉODORY-FEJÉR-féle kérdésre is alkalmazom: ezt azért teszem, mert ezáltal módomban lesz e látszólag egymástól távol álló két kérdés egy érdekes kapcsolatára rámutatni.

Végül megjegyzem, hogy az első sorban tárgyalt kérdés z^{n+1} -gyel való osztás után (a mi az $I(f)$ integrál értékén nem változtat) így is fogalmazható: A megadott

$$\frac{a_0}{z^{n+1}} + \frac{a_1}{z^n} + \dots + \frac{a_n}{z}$$

rationalis függvény megközelítendő holomorph függvénynyel lehetőleg jól abban az értelemben, hogy a különbség abszolút értékének az egységkör mentén vett integrálja lehetőleg kicsiny legyen. Az általánosabb, tudniillik tetszészerint megadott rationalis függvény megközelítésére vonatkozó problema módszerünkkel teljesen hasonlóan tárgyalható.

1. §.

Fogadjuk el egyelőre bizonyítás nélkül, hogy az

$$a_0 + a_1 z + \dots + a_n z^n$$

megadott tagokkal kezdődő ama hatványsorok közt, melyek által értelmezett $f(z)$ függvények az egységkörben és kerületén holomorphok, vagyis melyeknek convergentiasugara 1-nél nagyobb, van legalább egy olyan, melyre az $I[f]$ integrál értéke a lehető legkisebb. Jelöljük a minimumot szolgáltató függvényt f^* -gal. Feltesszük, hogy $a_0 \neq 0$; ez a megszorítás csak látszólagos, mert ha a sor $a_k z^k$ -val kezdődne, akkor, minthogy $f(z)$ -nek z^k -val való osztása az $I[f]$ integrál értékét nem befolyásolja, a kisebb számú

$$a_k + a_{k+1} z + \dots + a_n z^{n-k}$$

kezdőtagra vonatkozó analog problémára jutunk.

Jelentsen λ egy complex parametert, μ pedig egy tetszészerinti, n -nél nagyobb egész számot. Akkor az

$$f(z) = f^*(z) (1 + \lambda z^\mu)^2$$

függvény hatványsora ugyancsak a megadott tagokkal kezdődik, ennél fogva $I[f] \geq I[f^*]$, azaz, minthogy az egységkörön

$$|(1 + \lambda z^p)^2| = (1 + \lambda z^p)(1 + \bar{\lambda} z^{-p}) = 1 + \bar{\lambda} z^p + \lambda z^{-p} + |\lambda|^2,$$

azért

$$\int_{|z|=1} |f^*(z)| (1 + \lambda z^p + \bar{\lambda} z^{-p} + |\lambda|^2) |dz| \geq \int_{|z|=1} |f^*(z)| |dz|,$$

vagyis az

$$I^* = I[f^*], \quad I_p = \int_{|z|=1} |f^*(z)| z^p |dz|, \quad \bar{I}_p = \int_{|z|=1} |f^*(z)| z^{-p} |dz|$$

jelöléseket alkalmazva, az

$$I_p \lambda + \bar{I}_p \bar{\lambda} + I^* |\lambda|^2$$

HERMITE-féle alak *nem-negatív*. Ennél fogva e HERMITE-féle alak determinansa ≥ 0 . De másrészt a determinans

$$-I_p \bar{I}_p = -|I_p|^2 \leq 0;$$

és így végül pontosan

$$I_p = \int_{|z|=1} |f^*(z)| z^p |dz| = 0$$

minden $p > n$ -re. Ebből a $z = e^{it}$, $z^p = \cos pt + i \sin pt$, $|dz| = dt$ helyettesítéssel és valós és képzetes részre való fölbontással azonnal következik, hogy az $|f^*(e^{it})|$ folytonos és 2π szerint periodusos függvénynek n -nél magasabb indexű FOURIER-féle együtthatói mindannyian eltűnnek, azaz hogy $|f^*(e^{it})|$ legfeljebb n -edrendű trigonometrikus polynom.

Visszatérve a z változóra, a most nyert eredményt úgy is fogalmazhatjuk, hogy $|f^*(z)| z^n$ az egységkörön megegyezik egy $P(z)$ legfeljebb $2n$ -edrendű rationalis polynommal. Azt állítom, hogy $f(z)$ -nek minden az egységkörben vagy magán a körön fekvő zéróhelye $P(z)$ -nek is, és pedig legalább ugyanolyan magasrendű zéróhelye. A magán az egységkörön fekvő zéróhelyekre ez a tény közvetlenül leolvasható a

$$P^2(z) = f^*(z) \bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right) z^{2n}$$

identitásból, melyben \bar{f}^* az $f^*(z)$ hatványsorának együtthatóihoz conjugált együtthatókkal képezett hatványsort, $\bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right)$ tehát a megfelelő, negatív hatványok szerint haladó sort jelenti. Minthogy az egységkörön z és $\frac{1}{z}$ conjugált értékek, azért $f^*(z)$ és $\bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right)$ is azok és így $f^*(z) \bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right) = |f^*(z)|^2$. E szerint a fenti identitás csakugyan érvényes az egységkör kerületén, érvényes tehát a szereplő függvények holomorph viselkedése folytán a kerület bármely pontjának, speciálisan bármely a kerületen fekvő a zéróhelynek környezetében is. De $a = \frac{1}{\bar{a}}$ az $\bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right)$ -nek ugyanolyan rendű zéróhelye, mint magának $f^*(z)$ -nek; ennél fogva és a fenti identitás alapján a a $P^2(z)$ -nek kétszer olyan magas rendű, vagyis $P(z)$ -nek pontosan olyan rendű zéróhelye, mint $f^*(z)$ -nek.

Legyen már mostan a az $f^*(z)$ -nek egy az egységkör belsőjében fekvő k -adrendű zéróhelye. Jelentsen λ ismét egy complex parametert, h pedig egy legfeljebb k -val egyenlő pozitív egész számot. Akkor az

$$f(z) = f^*(z) \left(1 + 2\lambda \frac{z^{n+1}}{(z-a)^h}\right)$$

függvény az egységkörben és kerületén holomorph és hatványsora ugyancsak a megadott tagokkal kezdődik. Ennélfogva

$$I[f] \geq I[f^*].$$

Másrészt azonban

$$\begin{aligned} I[f] &= \int_{|z|=1} |f^*(z)| \left|1 - 2\lambda \frac{z^{n+1}}{(z-a)^h}\right| |dz| \leq \int_{|z|=1} |f^*(z)| \left[\left|1 + \lambda \frac{z^{n+1}}{(z-a)^h}\right|^2 + \right. \\ &\quad \left. + |\lambda|^2 \left|\frac{z^{n+1}}{(z-a)^h}\right|^2 \right] |dz| = \\ &= \int_{|z|=1} |f^*(z)| \left(1 + \lambda \frac{z^{n+1}}{(z-a)^h}\right) \left(1 + \bar{\lambda} \frac{z^{-n-1}}{\left(\frac{1}{z} - \bar{a}\right)^h}\right) |dz| + \\ &\quad + |\lambda|^2 \int_{|z|=1} |f^*(z)| \frac{|dz|}{|z-a|^{2h}} = \end{aligned}$$

$$= I[f^*] + \lambda \int_{|z|=1} |f^*(z)| \frac{z^{n+1}}{(z-a)^h} |dz| + \bar{\lambda} \int_{|z|=1} |f^*(z)| \frac{z^{-n-1}}{\left(\frac{1}{z} - \bar{a}\right)^h} |dz| + \\ + 2|\lambda|^2 \int_{|z|=1} |f^*(z)| \frac{|dz|}{|z-a|^{2h}}.$$

Vagyis a

$$J_h = \int_{|z|=1} |f^*(z)| \frac{z^{n+1}}{|z-a|^h} |dz|,$$

$$K_h = \int_{|z|=1} |f^*(z)| \frac{|dz|}{|z-a|^{2h}}$$

jelöléssel, a

$$J_h \lambda + J_h \bar{\lambda} + 2K_h |\lambda|^2$$

HERMITE-féle alak nem negatív. Ennélfogva ugyanúgy, mint az I_p -k esetében, J_h is eltűnik. Azaz, minthogy $|f^*(z)|z^n = P(z)$ és $z|dz| = -i dz$, azért

$$\int_{|z|=1} \frac{P(z)}{(z-a)^h} dz = iJ_h = 0 \quad (h=1, 2, \dots, k);$$

vagyis a a $P(z)$ -nek valóban legalább k -adrendű zéróhelye.

Eddigi eredményeinket összefoglalva, megállapítottuk egyrészt, hogy $|f^*(z)|z^n$ az egységkörön megegyezik egy $P(z)$ legfeljebb $2n$ -edrendű rationalis polynommal, másrészt, hogy $f^*(z)$ -nek minden az egységkörön vagy azon belül fekvő zéróhelye $P(z)$ -nek legalább ugyanolyan magas rendű zéróhelye. Ez eredmények alapján most már az $f^*(z)$ függvény structurájáról nagyon részletes tájékozást nyerhetünk. A

$$P^2(z) = f^*(z) \bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right) z^{2n}$$

identitás először is az analyticus folytatás elve alapján értelmezi az $\bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right)$ függvényt az egységkör egész belsejében:

$$\bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right) = \frac{P^2(z)}{z^{2n} f^*(z)} = z^{-2n} \left(\frac{P(z)}{f^*(z)}\right)^2 f^*(z) = z^{-2n} Q^2(z) f^*(z),$$

a hol a $Q = \frac{P}{f^*}$ függvény a zéróhelyekre nyert eredmény szerint az egységkörben és kerületén holomorph. Ennélfogva $f^* \left(\frac{1}{z} \right)$ is holomorph ugyanott, esetleg a $z = 0$ hely kivételével, mely legfeljebb $2n$ -edrendű pólusa. Vagy $\frac{1}{z}$ helyébe ζ -t írva, az $f^*(\zeta)$ függvény folytatását nyerjük az egységkörön kívül; az így értelmezett függvény mindenütt holomorph és a végtelenben legfeljebb $2n$ -edrendűen válik végtelenné. Azaz $f^*(z)$ és ennélfogva maga $f^*(z)$ is *legfeljebb $2n$ -edrendű rationalis polynom*. A mi e polynom 0-helyeit illeti, legyen először is a egy az egységkörön belül fekvő k -adrendű zéróhely. Minthogy föltevés szerint $f^*(0) = a_0 \neq 0$, azért $a \neq 0$. Az

$$f^* \left(\frac{1}{z} \right) = z^{-2n} Q^2(z) f^*(z)$$

formula szerint tehát a az $f^* \left(\frac{1}{z} \right)$ -nek is legalább k -adrendű zéróhelye, és pedig pontosan k -adrendű, ha $Q(a) \neq 0$, ellenkező esetben pedig páros számmal magasabb rendű. Az a -kon kívül $f^* \left(\frac{1}{z} \right)$ -nek az egységkörön belül még más zéróhelyei is lehetnek, tudniillik a $Q(z)$ polynomnak az a -któl különböző β zéróhelyei; ezek $f^* \left(\frac{1}{z} \right)$ -nek mind párosrendű, ugyanis kétszer olyan magas rendű zéróhelyei, mint $Q(z)$ -nek. De az $f^* \left(\frac{1}{z} \right)$ függvénynek minden az egységkörön belül fekvő a vagy β zéróhelyének az $f^*(z)$ függvénynek egy-egy a körön kívül fekvő ugyanolyan magas rendű zéróhelye felel meg, tudniillik $\frac{1}{a}$, illetőleg $\frac{1}{\beta}$. Ezzel tehát az egységkörön belül és kívül fekvő zéróhelyekre nézve a következőket állapítottuk meg: *minden belső a zéróhelylyel együtt szükségszerűen fellép kívül is egy ugyanolyan vagy párossal magasabb rendű zéróhely: $\frac{1}{a}$, azaz a -nak a körre vonatkozó tükörképe; az esetleg ezeken kívül létező külső zéróhelyek pedig párosrendűek.*

Végül az egységkörön fekvő zéróhelyekről láttuk, hogy azok $P(z)$ -nek pontosan ugyanolyan rendű zéróhelyei; de

$$\frac{P(z)}{z^n} = |f^*(z)|$$

a körön valós és nem negatív, tehát minden ott fekvő zéróhelye páros rendű. Ennélfogva $f^*(z)$ -nek az egységkörön fekvő valamennyi zéróhelye párosrendű.

2. §.

Eddig feltettük, hogy az $I[f]$ integrál minimumát szolgáltató f^* függvény létezik. Az f^* függvény értelmezésére és ezzel létezésének bebizonyítására a hasonló esetekben bevált következő eljárás kínálkozik. Jelentse I^* az $I[f]$ integrálértékek alsó határát; akkor létezik olyan f_1, f_2, \dots függvénysorozat, hogy $I[f_n] \rightarrow I^*$. Könnyen megmutatható, hogy ez a sorozat vagy már maga egy az egységkör *belsejében* holomorph f^* (z függvény felé tart, vagy ha nem, kiválasztható belőle egy f^* felé tartó részsorozat. Könnyen látható továbbá, hogy f^* hatványsora szintén a megadott tagokkal kezdődik, hogy továbbá minden 1-nél *kisebb* r sugarú $|z| = r$ körön

$$\int_{|z|=r} |f^*(z)| |dz| \leq I^*.$$

Ugyanis az $I[f_n]$ integrálértékek segítségével a CAUCHY-féle integrálformulák alapján az f_n függvények hatványsorainak együtthatói, valamint maguk a függvényértékek is — az egységkör *belsejében* — könnyen megbecsülhetők. Azonban az egységkör *kerületén* felvett függvényértékekre az integrálértékek ismerete, még ha a megadott tagokat is figyelembe vesszük, semmiféle korlátot nem szab meg. Semmiesetre sem teszi nyilvánvalóvá ez az eljárás az f^* függvény holomorph voltát az egységkör *kerületén*, a mit pedig egyrészt feladatunkban követelünk, de másrészt még az előző § meggondolásaiban, legalább látszólag, lényegesen kihasználtunk.

Ejtsük el egyelőre követeléseink közül a magán a körön való holomorph viselkedést és helyettesítsük egy tágabb, minimum-

problemánkhoz természetesebben simuló föltevessel. Vizsgálataink most is rationalis polynomhoz fognak vezetni, mely, minthogy mindenütt holomorph, a régi szűkebb problémának is megoldása.

Új föltevésünket teljesen minimumproblemánkhoz szabjuk. Hogy a föltevést egyszerűen fogalmazhassuk meg, czélszerű problémánk második alakjából kiindulni. Ebben a

$$v = F(e^{it}) \quad (0 \leq t \leq 2\pi)$$

görbe hosszát, vagy más szóval az $F(e^{it})$ függvény teljes ingadozását (totalis variatio) akarjuk lehetőleg kicsinnyé tenni. A teljes ingadozás létezhetik akkor is, ha a függvény a kerületen részben vagy akár seholsem holomorph; ilyenek az egységkört egy polygon, vagy általában egy rectificálható görbe által határolt véges tartományon conform módon ábrázoló függvények.

Tekintsük tehát mindazokat az egységkör belsejében holomorph és korlátos $F(z)$ függvényeket, melyeknek $F(e^{it})$ kerületi értéke mindenütt létezik és korlátos ingadozású. A kerületi érték létezését az $F(re^{it}) \rightarrow F(e^{it})$ sugármenti határátmenet értelmében postuláljuk. Azonban azonnal megjegyezhetjük, hogy ez a kikötés tulajdonképpen fölösleges. Ugyanis az imént jellemzett $F(z)$ függvények még a kerületen is folytonosak. Ez nem evidens következménye az ingadozás korlátos voltának, mert tudvalevőleg a korlátos ingadozású függvénynek általában megszámlálhatóan végtelen sok szakadási helye lehet. Azonban ezek a szakadási helyek, ha föllépnek, csupán elsőfajúak lehetnek. Hogy viszont $F(e^{it})$ -nél ilyenek nem léphetnek föl, az benne foglaltatik abban az általános tételben, hogy holomorph és korlátos függvény kerületi függvényének nincsenek elsőfajú szakadási helyei.¹

¹ A. PRINGSHEIM: *Über das Verhalten von Potenzreihen auf dem Convergenzkreise*, Sitzungsber. d. math.-phys. Cl. d. k. b. Akademie d. Wiss. zu München, 1900, Heft I., p. 96—98; P. FATOU: *Séries trigonométriques et séries de Taylor*, Acta mathematica, t. 30 (1906), p. 363; E. LINDELÖF: *Sur un principe général de l'Analyse et ses applications à la théorie de la représentation conforme*, Acta Societatis Scientiarum Fennicae, Tom. XLVI. No. 4. (1915), p. 7.

FEJÉR LIPÓT tagtársunknak szóbeli közlése szerint a tételt ő a következő nagyon egyszerű megfontolással bizonyította: Korlátos függvény

Ugyanehhez a függvényosztályhoz úgy is eljuthatunk, hogy a t valós változónak mindazon 2π szerint periodusos és korlátos ingadozású $F(e^{it})$ függvényeit tekintjük, melyeknek FOURIER-féle sora *hatványsortypusú*, azaz e^{it} pozitív hatványai szerint haladó sor gyanánt is felfogható, vagyis a hol a sinus-együtthatók a megfelelő cosinus-együtthatók i -szeresei. Képletbe foglalva:

$$\int_0^{2\pi} F(e^{it}) e^{ikt} dt = 0 \quad (k=1, 2, \dots).$$

Az ilyen $F(e^{it})$ függvény FOURIER-féle sorában e^{it} helyébe z -t téve, egy-egy $F(z)$ függvény hatványsorát nyerjük. Korlátos ingadozású függvények FOURIER-féle sorára vonatkozó klasszikus tételek szerint az így nyert hatványsor nemcsak az egységkör belsejében, de kerületén is mindenütt összetartó és itt a kerületi függvény felé tart. Minthogy továbbá a fenti megjegyzés szerint a kerületi függvény nemcsak korlátos ingadozású, hanem folytonos is, a hatványsor az egységkörben és kerületén *egyenletesen* tart $F(z)$ felé.

Az így értelmezett $F(z)$ függvények közül vegyük most azokat, melyeknek *hatványsora a megadott*

$$A_1 z + A_2 z^2 + \dots + A_{n+1} z^{n+1}$$

tagokkal kezdődik, a hol

$$A_1 = a_0, \quad A_2 = \frac{a_1}{2}, \dots, \quad A_{n+1} = \frac{a_n}{n+1}.$$

hatványsora egyszersemind a kerületi függvény FOURIER-sora és így elsőfajú szakadási helyen arithmetikai közepekkel összegezhető. Ennélfogva az általánosított ABEL-FROBENIUS-féle tétel szerint a kör belsejéből a szakadási helyhez vezető bármely egyenes úton a függvény *ugyan a felé* a határérték felé, tudniillik a sor summája felé tart. Másrészt az $F(x+iy)$ függvény, vagy ha úgy tetszik, valós és képzetes részei harmonikus függvények; a harmonikus függvény határértéke pedig a kerületi függvény elsőfajú szakadási helyén a beesési szöggel arányosan változik, tehát különböző egyeneseken *különböző*.

A tételt a következőkben tulajdonképpen nem használjuk föl lényegesen, inkább csak annyiban, hogy általa az $F(e^{it})$ -vel való számolásban szakadási helyek esetén ajánlatos óvatosság fölöslegessé válik.

Jelöljük $T[F]$ -fel az $F(e^{it})$ függvény teljes ingadozását, vagy más szóval az

$$\int_{|z|=1} |dF|$$

integrált. Legyen T^* a $T[F]$ értékek alsó határa. Akkor van olyan F_1, F_2, \dots sorozat, hogy $T[F_k] \rightarrow T^*$. Az $F_k(e^{it})$ függvények összességükben korlátos ingadozásúak, azaz teljes ingadozásaik egy korlát alatt fekszenek. Azonkívül a függvények összességükben korlátosak is; ugyanis, minthogy

$$\int_0^{2\pi} F_k(e^{it}) dt = 0,$$

azért $F_k(e^{it})$ -nek sem valós, sem képzetes része nem lehet állandó előjelű és így mindkettő abszolút értékre $\leq T[F_k]$.

Az összességükben korlátos és korlátos ingadozású függvények bármely sorozatából HELLY tétele¹ szerint kiválasztható egy mindenütt konvergens részsorozat. A tételt sorozatunkra alkalmazva, legyen $\{F^{(k)}(e^{it})\}$ a kiválasztott sorozat és $F^*(e^{it})$ annak határfüggvénye; akkor az egységkör bármely

$$t_0, t_1, t_2, \dots, t_r = t_0$$

béosztásánál

$$\begin{aligned} \sum_{m=0}^{r-1} |F^*(e^{it_{m+1}}) - F^*(e^{it_m})| &= \lim_{k \rightarrow \infty} \sum_{m=0}^{r-1} |F^{(k)}(e^{it_{m+1}}) - F^{(k)}(e^{it_m})| \leq \\ &\leq \lim_{k \rightarrow \infty} T[F^{(k)}] = T^*; \end{aligned}$$

azaz az $F^*(e^{it})$ függvény is korlátos ingadozású és teljes ingadozása $\leq T^*$. Minthogy továbbá F^* -nak, mint korlátos sorozat határfüggvényének, FOURIER-féle együtthatói az $F^{(k)}$ függvények megfelelő FOURIER-féle együtthatóinak határértékei, azért F^* FOURIER-sora is hatványtípusú és a megfelelő $F^*(z)$ hatványsor szintén a megadott tagokkal kezdődik. Ebből egyszerismind az

¹ E. HELLY: *Über lineare Funktionaloperationen*, Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss., Wien 1912, Bd. CXXI. Abt. IIa., p. 283.

is következik, hogy F^* (e^{it})-nek teljes ingadozása a T^* alsó határnál kisebb nem lehet; tehát pontosan

$$T[F^*] = T^*.$$

Ezzel megmutattuk, hogy a tekintetbe vett $F(z)$ függvények közt van olyan, melynek az egységkörön való teljes ingadozása a lehető legkisebb.

3. §.

Vizsgáljuk most az F^* függvény teljes ingadozását az egységkörnek a $z = 1$ -től $z = e^{it}$ -ig terjedő ívén, mint a t változó függvényét. Azt fogjuk nyerni, hogy ez a függvény lényegében — azaz egy lineáris tagtól eltekintve — legfeljebb n -edrendű *trigonometrikus polynom*.

Előrebocsátjuk a következő általános megfontolást. Legyen $F(z)$ egy a jellemzett typushoz tartozó tetszésszerű függvény, $g(z)$ pedig egy az egységkörben és kerületén holomorph függvény. Képezzük a

$$\begin{aligned} H(z) &= \int_0^z F'(z) g(z) dz = \int_0^z g(z) dF(z) = \\ &= F(z) g(z) - F(0) g(0) - \int_0^z F(z) g'(z) dz \end{aligned}$$

függvényt. Az integrál utolsó alakja szerint az integráció tetszésszerű, az egységkör belsejében vagy részben *kerületén* haladó út mentén történhetik; az integrál értéke az úttól független. A $H(z)$ *függvény korlátos, az egységkör belsejében holomorph, az egységkör kerületén pedig korlátos ingadozású*. A holomorph viselkedés az integrál bármelyik alakjából, a korlátosság pedig az utolsóból könnyen leolvasható; a kerületi függvény korlátos ingadozású volta pedig akár a középső, akár az utolsó alakból látható; az utóbbiból azáltal, hogy megjegyezzük, hogy folytonos (vagy csak korlátos, vagy általában integrálható) függvény integrálfüggvénye korlátos ingadozású, hogy továbbá két korlátos ingadozású függvény szorzata és különbsége szintén korlátos ingadozású. Az integrál középső alakja alapján a $H(z)$ függvény teljes ingadozását pontosan is megadhatjuk:

$$T[H] = \int_{|z|=1} |g(z)| |dF(z)|.$$

Ha ugyanis az egységkörön elég sűrű $z_0, z_1, \dots, z_r = z_0$ beosztást választunk, akkor a $H(z)$ függvény $T[H]$ teljes ingadozását tetszésszerű pontossággal megközelíti a

$$\sum_{m=0}^{r-1} |H(z_{m+1}) - H(z_m)| = \sum_{m=0}^{r-1} \left| \int_{z_m}^{z_{m+1}} g(z) dF(z) \right|$$

összeg. Viszont a

$$\int_{|z|=1} |g(z)| |dF(z)|$$

integrált a

$$\sum_{m=0}^{r-1} |g(z_m)| |F(z_{m+1}) - F(z_m)| = \sum_{m=0}^{r-1} |g(z_m)| \int_{z_m}^{z_{m+1}} |dF(z)|$$

összeg közelíti meg tetszésszerű pontossággal. Ha pedig a beosztás olyan sűrű, hogy egy-egy ívén $|g(z) - g(z_m)| \leq \delta$, akkor a két összeg különbsége $\leq \delta T[F]$; azaz elég sűrű beosztásánál a két összeg különbsége is tetszésszerűt kicsiny. Ennélfogva pontosan

$$T[H] = \int_{|z|=1} |g(z)| |dF(z)|.$$

A $H(z)$ függvény hatványsorát $F'(z)$ és $g(z)$ hatványsorainak összeszorzása és a tagonként való integratio adja. Ebből azonnal következik, hogy ha $F'(z)$ hatványsora a megadott tagokkal, $g(z)$ hatványsora pedig az $1 + cz^p$ ($p > n$) tagokkal kezdődik, akkor $H(z)$ hatványsora is a megadott tagokkal kezdődik. Tegyük speciálisan $F'(z)$ helyébe a minimumot szolgáltató F^* függvényt, $g(z)$ helyére az $(1 + \lambda z^p)^2$ kifejezést. Akkor a

$$H(z) = \int_0^z (1 + \lambda z^p)^2 dF^*(z)$$

függvény hatványsora a megadott tagokkal kezdődik; tehát

$$\begin{aligned} T^* = T[F^*] &\leq T[H] = \int_{|z|=1} (1 + \lambda z^p)(1 + \bar{\lambda} z^{-p}) |dF^*(z)| = \\ &= (1 + |\lambda|^2) T^* + \lambda I_p + \bar{\lambda} \bar{I}_p, \end{aligned}$$

a hol most

$$I_p = \int_{|z|=1} z^p |dF^*(z)|, \quad \bar{I}_p = \int_{|z|=1} z^{-p} |dF^*(z)|;$$

I_p és \bar{I}_p conjugált értékek. Vagyis ugyanúgy, mint régebbi megfontolásainkban, az

$$I_p \lambda + \bar{I}_p \bar{\lambda} + T^* |\lambda|^2$$

HERMITE-féle alak nem negatív és ennél fogva determinansa

$$-I_p \bar{I}_p \geq 0.$$

De másrészt

$$-I_p \bar{I}_p = -|I_p|^2 \leq 0;$$

és így végül pontosan

$$I_p = \int_{|z|=1} z^p |dF^*(z)| = 0,$$

és pedig minden n -nél nagyobb p -re.

Hogy eredményünket interpretálhassuk, jelöljük $V^*(z)$ -vel az $F^*(z)$ függvény teljes ingadozását az egységkörnek 1-től z -ig haladó ívén. Írjunk integráljainkba a $|dF^*(z)|$ helyére $dV^*(z)$ -t. A megfelelő közelítő összegek különbsége elég sűrű beosztásnál tetszésszerint kicsiny; ugyanis nem lehet nagyobb, mint

$$T[F^*] - \sum_{m=0}^{r-1} |F^*(z_{m+1}) - F^*(z_m)|.$$

Ennél fogva integráljaink nem változnak, ha $|dF^*|$ helyére dV^* -ot írunk. Tehát

$$\int_{|z|=1} z^p dV^*(z) = 0 \quad (p=n+1, n+2, \dots).$$

A z változó helyébe e^{it} -t írva és partialisan integrálva, mint-hogy $V^*(z)$ változása a körön $= T^*$, azért

$$T^* - ip \int_0^{2\pi} e^{ipt} V^*(e^{it}) dt = 0 \quad (p=n+1, n+2, \dots).$$

Másrészt

$$T^* = ip \int_0^{2\pi} e^{ipt} \frac{T^*}{2\pi} t dt;$$

és így végül

$$\int_0^{2\pi} \left[V^*(e^{it}) - \frac{T^*}{2\pi} t \right] e^{ipt} dt = 0 \quad (p=n+1, n+2, \dots);$$

azaz a szögletes zárójelben álló valós függvény egy *legfeljebb n -edrendű trigonometrikus polynom*.

Eddigi megfontolásaink, bizonyos mértékben párhuzamosan haladtak az 1. § megfontolásaival. Könnyen folytathatók ezt a párhuzamot; többek közt megmutathatók, hogy a $V^*(e^{it})$ függvény differencialhányadosa egy $\frac{P(z)}{z^n}$ alakú függvény kerületi értéke, a hol $P(z)$ legfeljebb $2n$ -edrendű racionális polynom; továbbá, hogy $F^*(z)$ differencialhányadosának minden belső zérőhelye $P(\lambda)$ -nek legalább ugyanolyan magas rendű zérőhelye. Ezentúl azonban a párhuzamot nehéz volna folytatni, mert $f^*(z)$ -nek a *kerületen* való holomorph voltát lényegesen kihasználtuk, míg most $F^*(z)$ -ről, illetőleg differencialhányadosáról a kerületen egyelőre sokkal kevesebbet tudunk.

Az ebben a §-ban nyert eredményt nem használjuk fel a továbbiakban teljes mértékben, hanem abból az $F^*(z)$ függvénynek és differencialhányadosának kerületi értékeire csupán néhány következtetést vonunk. A $V^*(e^{it})$ függvény speciális alakjából tudniillik csak azt következtetjük, hogy *különbségi hányadosa korlátos* és hogy *differencialhányadosa csak véges számú helyen lehet zéró*. Ennélfogva $F^*(e^{it})$ különbségi hányadosa is korlátos, tehát az $F^*(e^{it})$ függvény differencialhányadosának (melynek majdnem mindenütt, azaz legfeljebb egy 0 mértékű halmaz kivételével való létezése már a korlátos ingadozásból következik) *integrálfüggvénye*. Továbbá ez a differencialhányados, minthogy abszolút értékre majdnem mindenütt megegyezik a V^* differencialhányadosával, azért *legfeljebb egy 0-mértékű halmazon lehet zéró*.

Megjegyzem, hogy az F^* függvényre most megállapított és a továbbiakban felhasználandó ez a két eredmény tulajdonképpen minden a vizsgált osztályba tartozó F függvényre érvényes, mint ezt fivéremmel, RIESZ MARCEL stockholmi egyetemi

magántanárral közösen végzett és az idei skandináv matematikai congressuson előadott vizsgálatainkban megállapítottuk. E vizsgálatokra való hivatkozás tehát tulajdonképpen a jelen §-t teljesen fölöslegessé tenné. Azonban ezek az általános vizsgálatok sokkal mélyebben nyúlnak bele a LEBESGUE-féle integrációelméletbe, mintsem az a jelen dolgozathoz szükséges.

4. §.

Jelentsenek most $g(t)$ és $h(t)$ a $(0, 2\pi)$ számközben értelmezett, valós vagy képzetes értékeket felvevő, a LEBESGUE-féle értelemben integrálható függvényeket, λ pedig egy tetszőszerinti complex parametert. A $g(t)$ függvényről még fölteszünk, hogy legfeljebb egy 0-mértékű halmazon 0. Vizsgáljuk az

$$I(\lambda) = \int_0^{2\pi} |g(t) + \lambda h(t)| dt$$

integrált. Meg fogunk állapítani egy szükséges és elegendő föltételt arra nézve, hogy $I(0) \leq I(\lambda)$ legyen, azaz, hogy $I(\lambda)$ minimumát a $\lambda = 0$ helyen érje el. Ez a föltétel a következő:

$$\int_0^{2\pi} \overline{sg} g(t) h(t) dt = 0,$$

a hol

$$\overline{sg} g(t) = \frac{\overline{g}(t)}{|g(t)|} = \frac{|g(t)|}{g(t)}.$$

Vegyük ugyanis λ -t először valós változónak és számítsuk ki az $I(\lambda)$ függvény differentialhányadosát a $\lambda = 0$ helyen. Az integráljel alatt szereplő kifejezés megfelelő különbségi hányadosa λ szerint

$$\frac{|g(t) + \lambda h(t)| - |g(t)|}{\lambda}$$

absolut értékre $\leq |h(t)|$, azaz kisebb egy integrálható függvénynél; ennél fogva szabad az integráljel alatt differenciálni.

De $|a + \lambda b|$ differentialhányadosa a $\lambda = 0$ helyen, ha $a \neq 0$, a $\bar{b} \overline{sg} a = \frac{\bar{a}}{|a|} b$ szorzat valós része.¹ Ennélfogva $I(\lambda)$ differentialhányadosa a $\lambda = 0$ helyen az

$$\int_0^{2\pi} \bar{sg} g(t) h(t) dt$$

integrál valós része. Ha tehát $I(\lambda)$ -nak a 0 helyen minimuma van, akkor ez integrál valós része 0.

Változtassuk most λ -t a képzetes tengely mentén, vagy a mi ugyanaz, írjunk $h(t)$ helyébe $ih(t)$ -t; akkor ugyanúgy látjuk, hogy integrálunk képzetes componense is 0.

Tehát, ha $I(\lambda)$ -nak a $\lambda = 0$ helyen minimuma van, az integrál értéke 0. Föltételünk e szerint csakugyan szükséges.²

Viszont tegyük föl, hogy a föltétel teljesítve van. Megmutatjuk, hogy akkor $I(0) \leq I(\lambda)$. Elég λ -nak valós értékeire szorítkoznunk; az általános eset $h(t)$ -nek egy alkalmas $e^{i\theta}$ constanssal való szorzása által erre vezethető vissza. Minthogy az $I(\lambda)$ integrálban az integrandus λ -nak convex függvénye, azért convex függvény maga $I(\lambda)$ is. Convex függvénynek pedig ott, a hol differentialhányadosa 0, nemesak a hely környezetéhez viszonyított, hanem abszolút minimuma van.

Föltételünk tehát elegendő is.

Vegyük most $g(t)$ gyanánt az F^* (e^{it}) függvény differentialhányadosát, $h(t)$ gyanánt pedig $e^{i(p+1)t}$ -t, a hol $p > n$. Akkor

¹ Legyen ugyanis

$$a = a' + ia'', \quad b = b' + ib'',$$

akkor

$$|a + \lambda b|_{\lambda=0} = \frac{b'(a' + \lambda b') + b''(a'' + \lambda b'')}{|a + \lambda b|_{\lambda=0}} = \frac{a'b' + a''b''}{|a|}.$$

² Speciálisabb esetben (valós függvények és valós parameter, véges számú előjelváltás) a föltétel szükséges voltát már TH. J. STIELTJES mutatta meg legelső dolgozatában: *De la représentation approximative d'une fonction par une autre*, Delft 1876, Oeuvres complètes, I., p. 11.

$g(t) + \lambda h(t)$ az $F(z) = F^*(z) - \frac{i\lambda}{p+1} z^{p+1}$ függvény kerületi értékének t szerint vett differentialhányadosa és így

$$I(0) = T^* \leq T(F) = I(\lambda).$$

Ennélfogva

$$\int_0^{2\pi} \overline{\text{sg}} g(t) e^{i(p+1)t} dt = 0 \quad (p=n+1, n+2, \dots).$$

Ezt az eredményt röviden így is fogalmazhatjuk: A

$$r(t) = e^{i(n+1)t} \overline{\text{sg}} \left(\frac{dF^*(e^{it})}{dt} \right) = e^{i(n+1)t} \overline{\text{sg}} g(t)$$

függvény FOURIER-féle sora *hatványsort* típusú. Ezen, épp úgy, mint eddig, csupán azt értjük, hogy a formalisan képezett sor e^{it} pozitív hatványai szerint haladó sornak is tekinthető. Azt állítom, hogy az

$$e^{i(2n+1)t} \overline{g}(t) = e^{i(2n+1)t} g(t) (\overline{\text{sg}} g(t))^2 = r^2(t) g(t) e^{-it}$$

függvény FOURIER-féle sora is *hatványsort* típusú.

Hogy ezt átlássuk, bizonyítsuk be a következő általános tételt: *Ha két integrálható függvény FOURIER-féle sora hatványsort típusú és ha a két függvény közül legalább az egyik korlátos, akkor a szorzat FOURIER-féle sora is hatványsort típusú.*

Legyen ugyanis a két függvény: $\varphi(t)$ és $\psi(t)$ közül például φ korlátos, akkor megadható az e^{it} -ben rationalis egész kifejezésekből álló $P_m(e^{it})$ sorozat, mely egyrészt korlátos, másrészt majdnem mindenütt $\varphi(t)$ felé tart. Ilyen sorozatot alkotnak például FEJÉR és LEBESGUE jól ismert tételei szerint a $\varphi(t)$ FOURIER-féle sorának arithmetikai középei. A sorozatot $e^{ikt} \psi(t)$ -vel szorozva:

$$\psi(t) P_m(e^{it}) e^{ikt} \rightarrow \varphi(t) \psi(t) e^{ikt},$$

és minthogy a baloldalon álló függvények abszolút értékre kisebbek, mint $C |\psi(t)|$, azaz kisebbek egy integrálható függvénynél, azért tagonként integrálhatunk:

$$\int_0^{2\pi} \phi(t) P_m(e^{it}) e^{ikt} dt \rightarrow \int_0^{2\pi} \varphi(t) \phi(t) e^{ikt} dt.$$

De mivel $\phi(t)$ FOURIER-sora hatványsortypusú, azért az $e^{it}\phi(t)$ szorzatnak 0-tól 2π -ig vett integrálja minden positiv egész r -re zéró és ennél fogva zérók minden positiv egész k -ra a baloldalon álló integrálok, tehát azoknak jobbról álló határértéke is. Vagyis

$$\int_0^{2\pi} \varphi(t) \phi(t) e^{ikt} dt = 0 \quad (k=1, 2, \dots),$$

és ennél fogva a $\varphi(t)\phi(t)$ szorzatfüggvény FOURIER-sora is csakugyan hatványsortypusú.

Alkalmazzuk tételünket a $\gamma^2(t)g(t)e^{-it}$ szorzatra. Minthogy $\gamma(t)$ korlátos és FOURIER-sora hatványsortypusú, azért hatványsortypusú a tétel szerint $\gamma^2(t)$ FOURIER-féle sora is. Másrészt $F^*(e^{it})$ -nak és ennél fogva differentialhányadosának, $g(t)$ -nek FOURIER-sora is hatványtypusú és $iA_1 e^{it}$ -vel kezdődik; ennél fogva hatványsortypusú a $g(t)e^{-it}$ szorzatnak és így végül a $\gamma^2(t)g(t)e^{-it}$ szorzatnak FOURIER-féle sora is.

Azonban $\gamma(t)$ értelmezése szerint

$$\gamma^2(t)g(t)e^{-it} = e^{i(2n+1)t} \bar{g}(t).$$

Azaz minthogy e függvény FOURIER-sora hatványsortypusú, azért minden positiv egész k -ra

$$\int_0^{2\pi} e^{i(2n+1+k)t} \bar{g}(t) dt = 0,$$

vagy a conjugált értékekre átmenve

$$\int_0^{2\pi} e^{-i(2n+1+k)t} g(t) dt = 0.$$

Azaz $g(t)$ hatványsortypusú FOURIER-féle sorában e^{imt} együtt-hatói $m = 2n + 2$ -től kezdve zérók; ugyanez áll tehát $F^*(e^{it})$ FOURIER-sorára, vagy a mi ugyanaz, $F^*(z)$ hatványsorára is; azaz $F^*(z)$ legfeljebb $2n + 1$ -edrendű polynom.

Áttérve végül $F^*(z)$ deriváltjára, melyet $f^*(z)$ -vel jelölünk, $f^*(z)$ egy legfeljebb $2n$ -edrendű polynom, kezdőtagjai a megadott

$$a_0 + a_1 z + \dots + a_n z^n$$

tagok és abszolút értékének integrálja $I[f^*] = T^*$ a lehető legkisebb. Vagyis minimumproblémánknak csakugyan van az egységkörben és kerületén holomorph megoldása.

Az f^* függvény további sajátságait, tudniillik a zéróhelyek sajátságos eloszlását, már az 1. §-ban megállapítottuk. Megjegyzem azonban, hogy ezt a §-t, mely inkább tájékoztatásul szolgált, könnyen el is hagyhatnók, mert a gyököknek ez az eloszlása azonnal leolvasható abból, hogy

$$e^{i(n+1)t} \operatorname{sg} g(t) = -ie^{int} \operatorname{sg} f^*(e^{it})$$

FOURIER-sora hatványsortypusú.

5. §.

Az imént láttuk, hogy minimumproblémánk mindig megoldható; most megmutatjuk, hogy csak egy megoldása van.

Tegyük föl, hogy a megadott

$$a_0 + a_1 z + \dots + a_n z^n$$

kezdőtagokhoz van két különböző megoldás; előző vizsgálataink szerint mindkettő legfeljebb $2n$ -edrendű polynom. Jelöljük a két függvényt $f^*(z)$ -vel és $f^*(z) + \varphi(z)$ -vel:

$$\begin{aligned} f^*(z) &= a_0 + a_1 z + \dots + a_n z^n + a_{n+1} z^{n+1} + \dots + a_{2n} z^{2n}; \\ \varphi(z) &= b_{n+1} z^{n+1} + \dots + b_{2n} z^{2n}. \end{aligned}$$

Képezzük az $f_\mu = f^* + \mu\varphi$ polynomot, a hol μ tetszésszerint változó parameter. Akkor föltevésünk szerint

$$I[f^*] = I[f^* + \varphi] = I^*; \quad I[f_\mu] \geq I^*.$$

De ha μ valós, akkor az $I[f_\mu]$ kifejezésében szereplő integrandus, tehát maga $I[f_\mu]$ is μ -nek convex függvénye; továbbá a $\mu = 0, 1$ értékekre $I[f_\mu] = I^*$; ennélfogva $0 < \mu < 1$ -re $I[f_\mu] \leq I^*$. Tehát pontosan

$$I[f_\mu] = I^* \quad (0 \leq \mu \leq 1).$$

Azaz μ -nek minden 0 és 1 közt fekvő értékénél f_μ egy-egy minimumot szolgáltató polynomot értelmaz; ennél fogva zéró-helyei a jellemzett módon oszthatók párokba. Vagyis, ha $0 \leq \mu \leq 1$, akkor a

$$z^{2n} f_\mu(z) \bar{f}_\mu\left(\frac{1}{z}\right) = z^{2n} f^*(z) \bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right) + z^{2n} [f^*(z) \bar{\varphi}\left(\frac{1}{z}\right) + \bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right) \varphi(z)] \mu + z^{2n} \varphi(z) \bar{\varphi}\left(\frac{1}{z}\right) \mu^2 = a(z) + \beta(z) \mu + \gamma(z) \mu^2$$

polynomnak esupa párosrendű zéróhelye van, azaz teljes négyzet. De ennek szükséges és elegendő föltételét bizonyos a polynom együttthatói közt fennálló algebrai relatiók fejezik ki; ezek teljesülnek μ -nek 0 és 1 közt fekvő bármely értékénél, teljesülnek tehát μ -nek minden értékénél. Ennél fogva a fenti függvénynek zéróhelyei μ minden értékénél párosrendű, tehát minden esetre többszörös zéróhelyek.

Négy esetet különböztetünk meg:

1. $\gamma(z)$ azonosan zéró. Akkor $\varphi(z)$ is azonosan zéró, tehát $f^*(z)$ és $f^*(z) + \varphi(z)$ nem különböznek egymástól.

2. Az

$$a(z) + \beta(z) \mu + \gamma(z) \mu^2 = 0,$$

μ -re nézve másodfokú egyenlet discriminansa azonosan zéró. A discriminans

$$D(z) = \beta^2(z) - 4a(z)\gamma(z) = z^{4n} \left[f^*(z) \bar{\varphi}\left(\frac{1}{z}\right) - \bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right) \varphi(z) \right]^2;$$

ha $D(z)$ azonosan 0, akkor ugyancsak azonosan

$$z^{2n} f^*(z) \bar{\varphi}\left(\frac{1}{z}\right) = z^{2n} \bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right) \varphi(z).$$

Minthogy $\varphi(z)$ osztható z^{n+1} -gyel, osztható vele a jobbról álló polynom és ennél fogva a bal oldalon álló is. Azonban $a_0 \neq 0$; tehát

$$z^{2n} \bar{\varphi}\left(\frac{1}{z}\right) = \bar{b}_{2n} + \bar{b}_{2n-1}z + \dots + \bar{b}_{n+1}z^{n-1}$$

is osztható z^{n+1} -gyel; vagyis, minthogy fokszáma $\leq n+1$, tehát azonosan 0. Ennél fogva $\varphi(z)$ is azonosan 0.

3. $\beta(z)$ azonosan zéró. Ekkor

$$z^{2n} f^*(z) \bar{\varphi}\left(\frac{1}{z}\right) = -z^{2n} \bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right) \varphi(z),$$

a miből $\varphi(z)$ azonos eltűnése ugyanúgy következik, mint a 2. esetben.

4. Sem $\gamma(z)$, sem $D(z)$, sem $\beta(z)$ nem azonosan 0. Ekkor úgy $\gamma(z)$ -nek, mint $D(z)$ -nek és $\beta(z)$ -nek véges számú zéróhelye van. Ugyancsak véges számú zéróhelye van $\alpha(z)$ -nek is. Minden más z -re az

$$\alpha(z) + \beta(z)\mu + \gamma(z)\mu^2 = 0$$

másodfokú egyenletnek két különböző megoldása van, μ_1 és μ_2 ; bármelyiket is írjuk be az egyenlet baloldalába, az így értelmezett függvénynek az illető z zéróhelye, tehát egyszersmind többszörös zéróhelye. Azaz az illető z értékre μ_1 és μ_2 kielégítik az

$$\alpha'(z) + \beta'(z)\mu + \gamma'(z)\mu^2 = 0$$

egyenletet is. Minthogy a két másodfokú egyenlet gyökei közősek, azért együtthatóik arányosak, azaz

$$\frac{\alpha'(z)}{\alpha(z)} = \frac{\beta'(z)}{\beta(z)} = \frac{\gamma'(z)}{\gamma(z)};$$

és pedig minden z -re, legfeljebb véges számú érték kivételével.

Integrálva

$$\beta(z) = c_1 \alpha(z); \quad \gamma(z) = c_2 \alpha(z).$$

Minthogy továbbá a

$$z^{-2n} \alpha(z), \quad z^{-2n} \beta(z), \quad z^{-2n} \gamma(z)$$

függvények, tehát azok hányadosai az egységkör mentén valósak, azért valósak a c_1 és c_2 constans arányszámok is. Továbbá, minthogy $\gamma(z)$ nem azonosan 0, azért $c_2 \neq 0$. Azaz, eredeti jelöléseinkhez visszatérve,

$$f_\mu(z) \bar{f}_\mu\left(\frac{1}{z}\right) = f^*(z) \bar{f}^*\left(\frac{1}{z}\right) (1 + c_1 \mu + c_2 \mu^2),$$

ahol c_1 , c_2 , valós számok és c_2 nem 0. De ekkor végül az

$$I[f_\mu] = I^* | 1 + c_1 \mu + c_2 \mu^2 |^{\frac{1}{2}}$$

integrál értéke $0 < \mu < 1$ -re nem lehet állandó. Ez pedig ellentmond föltevésünknek.

6. §.

A teljesség kedvéért még bebizonyítjuk a következő tételt, mely bizonyos tekintetben az 1. § eredményeinek megfordítása és a melynek alapján a minimumot szolgáltatató $f^*(z)$ függvény keresését teljesen algebrai problémára redukálhatjuk:

Ha az

$$f_1(z) = a_0 + a_1 z + \dots + a_n z^n + \dots + a_{2n} z^{2n} \quad (a_0 \neq 0)$$

legfeljebb $2n$ -edrendű polynom zéróhelyei párosával úgy csoportosíthatók, hogy egy-egy pár két eleme vagy azonos és az egységkörön vagy azon kívül fekszik, vagy pedig a két elem az egységkörre nézve egymásnak tükörképe, akkor $f_1(z)$ minimum-problémánknak megoldása.

Ugyanis ebben az esetben a

$$\frac{z^{2n} \bar{f}_1\left(\frac{1}{z}\right)}{f_1(z)}$$

rationalis függvény összes polusai az egységkörön kívül fekszenek, az egységkörön magán nincs zéróhelyük, az egységkörön belül fekvő zéróhelyeik pedig párosrendűek; ennél fogva a

$$z^n \sqrt{\frac{\bar{f}_1\left(\frac{1}{z}\right)}{f_1(z)}}$$

két determinatiója, melyeknek kerületi értéke

$$\pm z^n \overline{\text{sg}} f_1(z) = \pm e^{int} \text{sg} f_1(e^{it}),$$

a kör belsejében és kerületén holomorph függvény. Holomorph tehát valamely $\psi(z)$ holomorph függvénnyel való szorzatuk is. Vagyis $\overline{\text{sg}} f_1(e^{it}) e^{int} \psi(e^{it})$ egy holomorph függvény kerületi értéke. Ennél fogva

$$\int_0^{2\pi} \overline{\text{sg}} f_1(e^{it}) e^{i(n+1)t} \psi(e^{it}) dt = - \int_{|z|=1} \overline{\text{sg}} f_1(z) z^n \psi(z) dz = 0.$$

Vagyis a $g(t) = f_1(e^{it})$ és $h(t) = e^{i(n+1)t} \phi(e^{it})$ függvényekre teljesül a 4. §-ban származtatott szükséges és elegendő feltétel; tehát

$$\int_0^{2\pi} |f_1(e^{it})| dt \leq \int_0^{2\pi} |f_1(e^{it}) + e^{i(n+1)t} \phi(e^{it})| dt,$$

vagy régebbi jelölésünkkel

$$I[f_1] \leq I[f_1 + z^{n+1}\phi].$$

Ezzel tételünket bebizonyítottuk.

Eddigi eredményeinket összefoglalva:

Azok között az egységkör belsejében és kerületén holomorph $f(z)$ függvények közt, melyeknek hatványsora a megadott

$$a_0 + a_1 z + \dots + a_n z^n$$

tagokkal kezdődik, egy és csak egy olyan van, melyre az

$$\int_{|z|=1} |f(z)| dz$$

integrál értéke a lehető legkisebb. Ezt a függvényt teljesen jellemzik a következő sajátságai:

1. legfeljebb $2n$ -edrendű polynom;
2. zéróhelyei párosával úgy csoportosíthatók, hogy egy-egy pár két eleme vagy azonos és az egységkörön vagy azon kívül fekszik, vagy pedig a két elem az egységkörre nézve egymásnak tükörképe.

7. §.

A bevezetésben említett CARATHÉODORY-FEJÉR-féle probléma a következő: *Tekintsük mindazokat az egységkörben és kerületén holomorph $g(z)$ függvényeket, melyeknek hatványsora a megadott*

$$c_0 + c_1 z + \dots + c_n z^n$$

tagokkal kezdődik. Van-e e függvények közt olyan, melyre $|g(z)|$ maximuma az egységkörön a lehető legkisebb, és ha igen, melyek a minimumot szolgáltató függvény további tulajdonságai?

Ez a kérdés az eddig tárgyalttal szoros kapcsolatba hozható. Vizsgáljuk először a következő kérdést: Adva lévén a c_0, c_1, \dots, c_n számok, tekintsük mindazokat az egységkörben és kerületén holomorph $f(z)$ függvényeket, melyek *hatványsorának* a_0, a_1, \dots, a_n együtthatói *eleget tesznek a*

$$c_n a_0 + c_{n-1} a_1 + \dots + c_0 a_n = 1$$

egyenletnek. Van-e ezek közt az $f(z)$ függvények közt olyan, melyre az $I[f]$ integrál értéke a lehető legkisebb, és ha igen, melyek e függvény további tulajdonságai?

A mi először is az existenciát illeti, a 2. §-ban végzett megfontolásoknak csaknem szószerint való ismétlésével megállapíthatjuk az olyan $F^*(z)$ függvény létezését, mely az egységkörben holomorph és korlátos, kerületén korlátos ingadozású, hatványsorának A_1, A_2, \dots, A_{n+1} együtthatói *eleget tesznek a*

$$c_n A_1 + c_{n+1} \frac{A_2}{2} + \dots + c_0 \frac{A_{n+1}}{n+1} = 1$$

egyenletnek és a melyre nézve az ugyanezekkel a tulajdonságokkal bíró összes $F(z)$ függvények közül a kerület mentén való teljes ingadozás a lehető legkisebb. De ez a függvény, illetőleg differentialhányadosa saját kezdőtagjaira nézve a fortiori megoldása az eddig tárgyalt minimumproblemának is; tehát az $f^*(z) = F^{*'}(z)$ függvény egy olyan

$$a_0 + a_1 z + \dots + a_n z^n + \dots + a_{2n} z^{2n}$$

legfeljebb $2n$ -edrendű polynom, melynek zéróhelyei az ismert módon párosával csoportosíthatók.

Másrészt mostan, minthogy $f^*(z)$ első $n+1$ együtthatóját nem adtuk meg egyenkint, hanem csupán a

$$c_n a_0 + c_{n-1} a_1 + \dots + c_0 a_n = 1$$

összefüggést követeltük, azért $I[f^*] \leq I[f^* + \lambda \varphi]$ az *egységkörben és kerületén holomorph minden olyan*

$$\varphi(z) = b_0 + b_1 z + \dots + b_n z^n + \dots$$

függvényre, melynek együtthatói eleget tesznek a

$$c_n b_0 + c_{n-1} b_1 + \dots + c_0 b_n = 0$$

homogen egyenletnek. Ennélfogva a 4. §-ban származtatott föltétel szerint minden ilyen $\varphi(z)$ függvényre nézve

$$\int_{|z|=1} \overline{\text{sg}} f^*(z) \varphi(z) \frac{1}{z} dz = i \int_0^{2\pi} \overline{\text{sg}} f^*(e^{it}) \varphi(e^{it}) dt = 0.$$

De ilyen függvény speciálisan a

$$\varphi(z) = c_{k-1} z^{n-k} - c_k z^{n-k+1} \quad (1 \leq k \leq n)$$

is; tehát

$$\int_{|z|=1} \overline{\text{sg}} f^*(z) [c_{k-1} z^{n-k-1} - c_k z^{n-k}] dz = 0. \quad (1 \leq k \leq n).$$

Ezeket a relatiókat következőképpen interpretálhatjuk. A $z^n \overline{\text{sg}} f^*(z)$ függvény az egységkörön kerületi függvénye a

$$z^n \sqrt{\frac{f^*\left(\frac{1}{z}\right)}{f^*(z)}}$$

egyik $h(z)$ determinatiójának; az $f^*(z)$ polynom zéróhelyeinek jellegzetes elosztása folytán $h(z)$ olyan rationalis függvény, melynek összes és pedig, a megfelelő multiplicitással számítva, legfeljebb n zéróhelye az egységkör belsejében fekszik, polusai pedig, mindegyik a megfelelő multiplicitással, a zéróhelyek tükörképei. Az egységkör mentén $|h(z)| = 1$. A $h(z)$ függvény bevezetésével a fenti relatiók így írhatók:

$$c_{k-1} \int_{|z|=1} h(z) z^{-k-1} dz = c_k \int_{|z|=1} h(z) z^{-k} dz \quad (1 \leq k \leq n).$$

Vagyis a $h(z)$ függvény hatványsorának első $n+1$ együtthatója rendre arányos a c_0, c_1, \dots, c_n számokkal. Az együtthatókat, illetőleg az arányossági factort pontosan is kiszámíthatjuk. Legyen

$$h(z) = a(c_0 + c_1 z + \dots + c_n z^n + \dots),$$

akkor

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha (c_n a_0 + c_{n-1} a_1 + \dots + c_0 a_n) = \\ &= \frac{1}{2i\pi} \int_{|z|=1} h(z) f^*(z) z^{-(n+1)} dz = \frac{1}{2i\pi} \int_{|z|=1} f^*(z) \overline{sg} f^*(z) z^{-1} dz = \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{|z|=1} |f^*(z)| |dz| = \frac{I^*}{2\pi}. \end{aligned}$$

Vagyis a

$$g^*(z) = \frac{2\pi}{I^*} h(z)$$

rationalis függvény hatványsora pontosan a

$$c_0 + c_1 z + \dots + c_n z^n$$

tagokkal kezdődik.

Azt állítom, hogy a $g^*(z)$ függvény és csakis ez bír a CARATHÉODORY-FEJÉR-féle minimumtulajdonsággal. Ugyanis $|g^*(z)|$ maximalis értéke, melyet egyébként az egységkör minden pontjában fölvesz, $\frac{2\pi}{I^*}$. Másrészt minden

$$g(z) = c_0 + c_1 z + \dots + c_n z^n + \dots$$

az egységkörben és kerületén holomorph függvényre nézve

$$\begin{aligned} 1 &= c_n a_0 + c_{n-1} a_1 + \dots + c_0 a_n = \frac{1}{2i\pi} \int_{|z|=1} g(z) f^*(z) z^{-(n+1)} dz = \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{|z|=1} g(z) f^*(z) z^{-n} |dz| \leq \frac{1}{2\pi} \max_{|z|=1} |g(z)| \int_{|z|=1} |f^*(z)| |dz| = \\ &= \frac{I^*}{2\pi} \max |g(z)|; \end{aligned}$$

azaz

$$\max |g(z)| \geq \frac{2\pi}{I^*};$$

és pedig az egyenlőségi jel csak úgy állhat meg, ha $|g(z) z^{-n}|$, azaz $|g(z)|$ az egységkör mentén állandó és $g(z) f^*(z) z^{-n}$ ugyanott pozitív, illetőleg nem negatív; ez pedig csak akkor lehetséges, ha $g(z)$ a $h(z) = z^n \overline{sg} f^*(z)$ pozitív többszöröse, azaz, az arányossági factort is tekintetbe véve, csak akkor, ha $g(z) = g^*(z)$.

Érdeemes megjegyezni, hogy utolsó gondolatmenetünkben, spezialisan a minimalis $g^*(z)$ függvény egyértelműségének bizonyításában az $f^*(z)$ -re vonatkozó, mélyebben fekvő, hasonló kérdés egyáltalában nem szerepelt.

Ezzel megmutattuk, hogy a CARATHÉODORY-FEJÉR-féle minimumfeladatnak van egy és csakis egy $g^*(z)$ megoldása, még pedig $g^*(z)$ olyan rationalis függvény, melynek összes, a megfelelő multiplicitással számítva, legfeljebb n zérőhelye az egységkör belsejében fekszik, polusai a zérőhelyek tükörképei és abszolút értéke az egységkör mentén állandó.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1916 november 13.-án tartott üléséből.)

magba helyezkedik és a fentebbi esetben a 3, 5-dimethoxy-4-oxyallylbenzol (II) keletkezik. Az atomáthelyezkedés kizárólag ebben az értelemben ment végbe, mert ha ez utóbbi terméket methyláljuk és ezután kaliumpermanganattal oxydáljuk, akkor csupán trimethylgallussav keletkezik. A 3, 5-dimethoxy-4-oxyallyl-benzolból dimethylsulfattal való alkylatio útján a 3, 4, 5-trimethoxyallylbenzol (III) képződött, a mely az elemicinnel azonosnak bizonyult. Ez utóbbi vegyületet alkoholos kaliumhydroxyddal főzve 3, 4, 5-trimethoxypropylbenzol (IV) állott elő, mi által isoelemicint nyerünk. A kettős kapcsolódások helyét az utóbbi két vegyületben az ozonreactio segélyével állapítjuk meg, mely szerint az elemicinből trimethylhomogallusaldehyd, az isoelemicinből pedig trimethylgallusaldehyd képződik. Az ez úton nyert trimethylhomogallusaldehyd e vegyület első synthesise. A természetes elemicinből SEMMLER különítette el oxydatio útján.

KISÉRLETI RÉSZ.

Allyl 2, 6-dimethylpyrogallol.

A fentebbi vegyület előállítására 60 g dimethylpyrogallolt és 50 g allylbromidot 200 cm³ acetonban oldunk és 55 g porított kaliumcarbonáttal 8 óra hosszat visszafolyó hűtőcsöves lombikban a vízfürdön hevítjük. Ezután a reactioelegyhez vizet adunk és ætherrel többször kioldjuk. Az ætheres oldatot kis mennyiségű változatlan kiindulási anyag eltávolítása czéljából többször 10%-os natronlúggal átrázzuk és ezután natriumsulpháttal szárítjuk. Az oldószer lepárlása után visszamaradó olajat a vacuumban fractionálva destilláljuk. Forrpontja 140—141 C°-on van 14 mm nyomás alatt.

0·1689 g anyag adott: 0·3190 g CO₂-t és 0·0832 g H₂O-t.

C₁₁H₁₄O₃ képlet alapján a számított értékek: C = 68·04%, H = 7·21%.

Kísérletileg talált értékek: C = 68·02%, H = 7·27%.

A vegyület szintelen, könnyen folyó olaj, amely a használatos organikus oldószerekben könnyen oldódik.

4-oxy 3, 5-dimethoxyallylbenzol.

Az allyl 2, 6-dimethylpyrogallolnak 4-oxy, 3, 5-dimethoxyallylbenzollá való átalakítására az első termék 104 g-ját egy literes lombikban szabad láng felett 220 C°-ra hevítjük. Midőn a reactio megindul, rögtön eltávolítjuk a lángot, miközben az oldat igen heves felforrása közben az atomáthelyezkedés egy-néhány percz alatt bevégeződik. A folyadékot ezután CLAISEN-lombikból, melyet üveggolyócskával ellátott destilláló oszloppal látunk el, a vacuumban destilláljuk. A további tisztítás céljából a középső fractiót újból fractionáljuk, mi által 11 mm nyomás alatt 168—169 C°-on forró terméket nyerünk.

0·1386 g anyag adott: 0·3388 g CO_2 -t és 0·0881 g H_2O -t.

$C_{11}H_{14}O_3$ képlet alapján a számított értékek: $C = 68\cdot04\%$, $H = 7\cdot21\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 68\cdot22\%$, $H = 7\cdot27\%$.

A 4-oxy- 3, 5-dimethoxyallylbenzol szintelen olaj, a mely hig natronlúgban teljesen oldódik.

3, 4, 5-trimethoxyallylbenzol (elemicin).

A 4-oxy- 3, 5-dimethoxyallylbenzol alkylatióját legezészerűben következőképpen eszközöljük: 20 g 4-oxy- 3, 5-dimethoxyallylbenzolt egy visszafolyó hűtőcsöves lombikban 60 cm³ 10%-os natronlúggal leöntünk, mi által a phenol natriumsója kiválik. Ezután 20 cm³ dimethylsulphátot öntünk hozzá és lassan felmelegítjük. Az előbbi reactiót még egyszer 60 cm³ natronlúggal és 20 cm³ dimethylsulpháttal megismételjük. A folyadék rövid hevítés után savanyú kémhatást mutatott és ezért még 100 cm³ natronlúgot adunk hozzá és egy óra hosszat hevítjük. A reactioelegyet többször ætherrel extraháljuk és az oldatot egynéhányszor 10%-os natronlúggal átrázzuk. Az ætheres oldatot chlorecalciummal szárítjuk és az oldószer lepárlása után visszamaradó olajat fractionálva destilláljuk. A középső fractiót 10 mm nyomás alatt 144—147 C°-on fogjuk fel.

0·1428 g anyag adott: 0·3624 g CO_2 -t és 0·1000 g H_2O -t.

$C_{12}H_{16}O_3$ képlet alapján a számított értékek: $C = 69.23\%$,
 $H = 7.69\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 69.21\%$, $H = 7.83\%$;

$$d_{20} = 1.068, \quad n_D^{20} = 1.52914.$$

Az oldalláncz helyzetének meghatározására a vegyületet oxydatiónak vetjük alá. A vegyület 7.2 g-ját 200 cm³ acetonban oldjuk és visszafolyó hűtőcsöves lombikban a vízfürdön hevítve, egy óra leforgása alatt 29 g porított kaliumpermanaganatot lassacsán hozzáadagolunk. Ezután az oldószert ledestilláljuk, a visszamaradó terméket natriumbisulfit-oldattal elegyítjük és a kiválott mangandioxydot hig kénsavval szétbontjuk. Fehér kristályok váltak ki, a melyeket leszűrünk. A képződött sav további részét az anyalúgnak ætherrel való extractiója útján nyerjük. A termék további tisztítása céljából meleg vízből kristályosítjuk át és csontszénnel szintelenítjük.

0.1311 g anyag adott: 0.2728 g CO_2 -t és 0.0678 g H_2O -t.

$C_{10}H_{12}O_5$ képlet alapján a számított értékek: $C = 56.60\%$,
 $H = 5.66\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 56.75\%$, $H = 5.78\%$.

A vegyület 167 C°-on olvad és összes tulajdonságaiban azonosnak bizonyult a trimethylgallussavval. Egy kis mennyiségű terméket összekeverve egyenlő mennyiségű syntheticus trimethylgallussavval, az olvadáspont meghatározása nem mutat depressiót.

Mivel ennél a kísérletnél mint kizárólagos oxydatiós terméket jó termelési hányaddal a trimethylgallussavat nyertük: ezzel az oldalláncz helyzetét is megállapítottuk.

A kettős kapcsolódás helyének megállapítására a syntheticus terméket ozonnal kezeljük. A vegyület 10 g-ját 10 cm³ benzolban oldjuk, 4 cm³ vizet adunk hozzá és 4 óra hosszat ozonizáljuk. Ezután vízgőzzel destilláljuk és a visszamaradó terméket ætherrel kivonjuk.

Az ætheres oldatot natriumcarbonát-oldattal rázzuk át, az oldószert lepároljuk és a visszamaradó terméket vacuumban fractionáljuk.

A vegyület összes tulajdonságaiban azonosnak bizonyult a

SEMMLER¹ által előállított trimethylhomogallusaldehyddel. Forr-pontján kívül még a semicarbazonja útján is azonosítottam.

0·1213 g anyag adott: 17·1 cm³ nitrogent (18°, 740 mm).

$C_{12}H_{17}O_4N_3$ képlet alapján a számított érték: $N = 15·73\%$.

Kísérletileg talált érték: $N = 15·77\%$.

E kísérlet által a kettős kapcsolódások helyét bizonyos-sággal megállapítottam és ezenkívül ez egyúttal a trimethyl-homogallusaldehyd első synthesise is.

3, 4, 5-trimethoxypropenylbenzol (isoelemicin).

A 3, 4, 5-trimethoxyallylbenzolnak 3, 4, 5-trimethoxy-propenylbenzollá való átalakítására az első terméket 24 óra hosszát alkoholos kaliumhydroxyddal hevítjük. Ezután a ter-méket vacuumban fractionáljuk és a középső fractiót 10 mm nyomás alatt 153—156 C°-on fogjuk fel.

0·1309 g anyag adott: 0·3309 g CO_2 -t és 0·0916 g H_2O -t.

$C_{12}H_{16}O_3$ képlet alapján a számított értékek: $C = 69·23\%$,
 $H = 7·69\%$.

Kísérletileg talált értékek: $C = 69·21\%$, $H = 7·85\%$;

$$d_{20} = 1·077, \quad n_D^{20} = 1·54735.$$

Az oldallánczban a kettős kapcsolódás helyének kimuta-tására a vegyület 4 g-ját 10 cm³ benzolban oldjuk, 4 cm³ vizet adunk hozzá és 4 óra hosszát ozonizáljuk. A reactioelegyet víz-gőzzel destilláljuk és a lombikban kihülés után a trimethyl-gallusaldehyd kristályokban kivált. További tisztítás ezéjából a terméket híg natronlúggal mossuk és ligroinból kristályo-sítjuk át. Olv. p. 74 C°. E termékből előállított nitrophenyl-hydrazon az általam² régebben megadott olvadáspontot mutatta.

0·0980 g anyag adott: 0·2195 g CO_2 -t és 0·0550 g H_2O -t.

$C_{10}H_{12}O_4$ képlet alapján a számított értékek: $C = 61·22\%$,
 $H = 6·12\%$.

¹ Ber. 41, 1919.

² Ber. 41, 920 (1908).

Kísérletileg talált értékek: $C = 61.31\%$, $H = 6.27\%$.

Az anyalúgot ætherrel kioldjuk és az ætheres oldatot natriumcarbonat-oldattal rázzuk át.

A carbonatoldat megsavanyítása után az oldatból ætherrel trimethylgallussavat extrahálunk ki.

E vizsgálat kísérleti részét KELENFY KLEMENTIN kisasszony végezte.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1916 decz. 11.-én tartott üléséből.)

A PHOTOTROPOS INGERKÖZVETÍTÉS.

PAÁL ÁRPÁD-161.

I.

Akkor is kelthető-e phototropos reactio ingerközvetítés révén, ha a perceptio helye és a motoricum helye között a növényt előbb ketté vágjuk és azután megint összeillesztjük? Vagy szükséges-e az ingerközvetítéshez az élő sejtek, ép szövetek sértetlen folytonossága? Ez a kérdés volt munkámnak a kiinduló pontja¹.

BOYSEN-JENSEN szerint,² ha az *Avena coleoptilájának* a csúcsát levágjuk, zselatinnal visszarakasztjuk és megvilágítjuk, többi részét ellenben sötétben tartjuk, akkor a basis, pedig fény nem is éri, görbül, és pedig positiv phototroposan: nyilván azért, mert az ingerközvetítést az átvágás nem gátolja. Az efelől való teljes bizonyossághoz azonban a BOYSEN-JENSEN rövid két közleményében felsorolt néhány kísérlet korántsem elegendő és, hogy a látott reactiók is valóban a vágáson át való phototropos ingerközvetítés folytán keletkeztek-e, arra meg éppen alig van

¹ Kezdtém ezt a munkámat s egy részét végeztem is a lipesei egyetem növénytani intézetében. Köszönetet mondok az intézet igazgatójának, PFEFFER W. professzornak, jóakaró segítségével és mindazért, amit tőle munkám folyamán tanultam. Kísérleteimet azután új sorozatokban megismételve megerősítettem és folytattam a budapesti Tud. Egyetem Növénytani Intézetében, végül pedig a Növényélet- és kórtani Állomáson eggyel-mással még kiegészítettem.

² P. BOYSEN-JENSEN. La transmission de l'irritation phototropique dans l'*Avena*. Bull. Acad. Sc. Lettr. Danemark. 1911.

Über die Leitung des phototropischen Reizes in der *Avenakoleoptile*. Ber. D. Bot. Ges. XXXI. 1913.

BOYSEN-JENSEN-nek valami bizonyítéka. Az irodalom kételkedéssel is fogadta ezt a közlést, mégis eddigelé senki sem látott hozzá az ellenőrzéséhez.

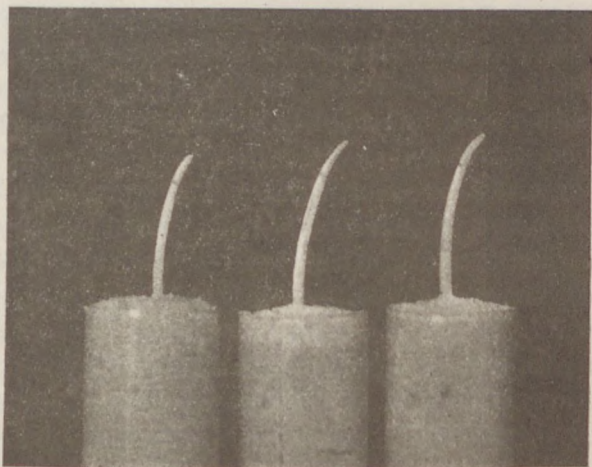
Pedig a kérdés felette fontos. Új kísérleti módszerekhez juthatunk hozzá ezen a nyomon, amelyeknél jobbakat ma nem is tudhatunk és azok sokkalta mélyebbre vihetnek minket az ingerközvetítés analysisében, mihelyt bizonyossá válik, hogy ha átvágva meg is szakítjuk az élő szövet ép összefüggését: azzal még nem szakítjuk meg az ingerközvetítést.

Ez volt tehát az első kérdés; megoldására pedig a kísérleti eljárás, amint hosszas munkám folyamán kialakult, a következő:

A kísérlet anyagául legalkalmasabb az *Avena-coleoptila*. Csiráztatjuk a zabót (hántva vagy toklászostól, földben vagy fűrészpórbán) és neveljük a coleoptilát sötétben ugyanúgy, amint phototropos kísérletre általában szokásos. A fejlődő coleoptila akkor a legalkalmasabb a kísérletre, amikor a hosszúsága másfél-harmadfél cm. (A míg rövidebb, nem alkalmas már a vele való aprólékos bánásra sem; ha meg hosszabb, akkor a leirandó kezelés után gyakran már nem reagál). Ekkora és hibátlanul egyenes legyen az a coleoptila, amelyet kísérletre akarunk előkészíteni. Először is el kell távolítani a coleoptilából az öszszegöngyölődve benne rejtőző első lomblevelet. (Ugyan BOYSEN-JENSEN egyszerűen csak az ép, egész csiranövény coleoptilájának vágta le és ragasztotta vissza a csúcsát, én azonban mindig úgy tapasztaltam, hogy a lomblevél magánál a coleoptilánál gyorsabban növekedvén felemeli, félretaszítja a visszailllesztett csúcsot különösen akkor, ha ennek az üregébe is kerül bele zselatin — a mint hogy a legtöbbször kerül is — és ott megszilárdul; még inkább pedig természetesen a II. rész calamusos kísérletében.) Ezért hát letörjük a szemről a hypokotylt coleoptilával együtt s magát a coleoptilát lehetőleg a tövétáján óvatosan körül-átvágjuk úgy, hogy benne a lomblevél ne sérüljön meg. Ha ez sikerült, akkor kihuzzuk a lomblevelet a coleoptila csövéből a hypokotylnál fogva apró, gyöngye húzásokkal inkább, mint egyszerre. (Könnyen megesik ugyan, hogy a levél beleszakad s ezzel kárba vész az egész coleoptila; némi gyakorlattal azonban annyira lehet vinni, hogy a dolog több-

nyire sikerül. Vigyáznunk kell arra, hogy a coleoptila alsó részéből minél kevesebb essék ennek a műveletnek áldozatul. Úgyis eléggé megsínyli ezt a reagáló képesség, hiszen a coleoptila most már meg van fosztva víztől, tápláléktól.) Növekedni, phototroposan reagálni azonban, bár a rendesnél gyengébben és lassabban, de mégis kielégítően tud még az üres coleoptila is.

Mármost ennek az üres coleoptilának levágjuk a csúcsát borotvával mintegy 3—4 (vagy a nagyobbjának 5) mm. hosz-



1. ábra.

szúságban egy harántvágásra a coleoptila tengelyére lehetőleg pontosan merőleges síkban. (Eleinte két oldalról befelé lejtő két ferde vágást ejtettem ékszerűen — az 1. ábrán is olyan látható — azért, hogy a csúcsot így biztosabban lehessen a helyére visszailleszteni, később azonban kiderült, hogy az illesztés ép oly pontos lehet egysíkú haránt vágással is. Így egyszerűen elkerülhető néhány, az ékszerű vágással gyakran velejáráó apróbb hiba is; a borotva ugyanis könnyen túl szalad a közepén, az egyik vágás könnyen nagyobb lesz, mint a másik, ez pedig — lévén így a sebzés a két oldalon nem egyenlő — maga is okozhat görbülést. V. ö. IV. fejezet, 670. old.).

Közben kémlőcsőben langyosmelegén megolvastva (erre legcélszerűbb a vöröslámpa melegét használni) készen tartunk közömbösített, tisztított és sterilizált 10⁰/_o-os zselatint; most pedig puhaszőrű, kis ecsettel rákenünk belőle a vágásnak mindkét felére (ha vagy egy csepp zselatin bele is kerül a coleoptila üregébe, az egyáltalán nem baj) és hamarosan visszaillesztjük a coleoptila csúcsát pontosan a helyére. (Jól igazodhatunk a két edénnyalábhöz, mert az üres coleoptilában még sötétvörös világításban is jól láthatók; csak arra kell még ügyelni, hogy közben a coleoptila jobbfelét-balfelét csúcs-on-basison el ne tévesszük. Felesleges bekenni a vágás-ragasztást köröskörül kakaovajjal, ahogyan BOYSEN-JENSEN tette. Ugy sem fonynyad el a coleoptila még a vágáson sem, ha jó, párás levegőben tartjuk, ellenben a kakaovajjal való bekenés könnyen elrontja a zselatinos ragasztást).

Az így elkészített coleoptilát 5 cm. magas, 1—1.5 cm. átmérőjű (vagy kisebb), hengeres, laposfenekű, kis üvegben (afféle praeparatumtartó csövecskében) finoman szitált, kellően megnedvesített homokba állítjuk bele. Az üvegcsövet körülfogjuk fénytelen, fekete, a fényt át nem bocsátó papirossal úgy, hogy mögüle a coleoptilának csak a (2—3 mm.-nyi) hegye érjen ki és ezt a sötétítő papiros-hüvelyt reászorítjuk az üvegcsőre gummikarikával. (A kísérletek egy részében tettem még a sötétítő hüvelyre szintén fekete papirosból készített, karimás, oly fedőcskét is, amelynek a közepén 3—4 mm.-es kerek nyílás volt, hogy azon át érjen ki a coleoptila megvilágítandó hegye). 6+8 ilyen csövecskét (vagy a csövecskék és az egész berendezés méretei szerint esetleg többet is) — mindegyikökből egy-egy coleoptilával — beleállítunk alkalmas kis cink-vályuba, úgy, hogy egysorjában éppen jól elférjenek, fel se billenhessenek. Megfecskenedezve pedig a coleoptilát finom vízporlasztóból, beleállítjuk azt a cink-vályut csővel, coleoptilával együtt egy cink-tálba — benne egy kevés víz — és leborítjuk kellő méretű küvettával. (Annak, amelyet én használtam, a nyílása 5×20 cm., a magassága 16 cm. volt). Ennek a küvettának keskenyebb három fala (a két oldalsó és a felső) lehet fémből, lehet üvegből,

ezeket nedves, fekete szűrőpapiros béleli;¹ a nagyobb két fala azonban (ugymint az elülső, a melyen át a megvilágítás fog történni, meg a vele párhuzamos hátulsó) hibátlan tükörüveg legyen és tisztán is tartandó, hogy fénytörés, fényvisszaverődés minél kevésbé zavarjon. (Lipcei kísérleteimben fekete szűrőpapiros bélelte a küvetta hátulsó falát is; ez azonban, különösen, mert nedves, több fényt ver vissza, mint a sima üveglap meg a kívül mögötte lévő száraz, fénytelen fekete papiros, a küvetta borító láda belső bevonója. Azt különben még így sem lehet elérni, hogy hátulról is valami csekély fény ne verődjék vissza a coleoptilára és ez a visszaverődő fény elegendő is arra, hogy reactiót keltsen; csakhogy ez a kísérletet nem zavarja, még kevésbé csökkenti a megbízhatóságát, mert hiszen az elülről jövő fényben a hátulról visszaverődő fény elenyészik, vagy legfeljebb valami észrevehetetlen csekélységgel gyöngíti a pozitív görbülést.) Így ez alatt a küvetta alatt — egyszer-kétszer még újból is megfecskenedezve — még másodnapra is hibátlanul megmarad a coleoptila reagáló képessége. Történik pedig ez az egész előkészítés természetesen sötét szobában, rubinüvegű lámpa világánál.²

Mármost a coleoptila hegyét, amint kiér a sötétítő hüvely mögül, meg kell még világitanunk egy oldalról és pedig olykép, hogy azért a hüvely mögé rejtett alsó feléhez felülről-oldalról semmiféle fény oda ne férközhessék. Az erre szolgáló berendezés a laboratóriumi viszonyok szerint igen különböző lehet; egészen megfelelő azonban az az egyszerűbb összeállítás is, amelyet én használtam. A küvetta fölé fekete papirossal (vagy posztóval) bélelt faladácska kerül; egyik oldalán nagyobb nyílással a fény számára. Ezt a nyílást azonban fekete papiros fedi; rajta vízszintes, hosszú-keskeny nyílás vágva, éppen akkora és olyan magasságban, hogy valamennyi coleoptila hegyére

¹ Időnként a szűrő papirost megújítjuk, hogy valami penészedés a küvetta levegőjét meg ne ronghassa.

² Azoknak a lámpáknak a fénye, a melyeket én használtam, spektroskopos vizsgálatra sem mutatott mást, mint vöröset; phototropos görbülést pedig külön kísérletek szerint nem okozott sem hosszabb, sem rövidebb idő alatt sem közelről, sem távolabbról.

kellő fényt bocsásson. Ez a fény — 100 gyertyaerejű fémszálas villanyizzónak a fénye — fényzáróan szerkesztett vasbádóg hengerből jön az annak oldalára alkalmazott rövid cső végén levő 2×7 cm.-es nyíláson át. Hogy azonban szét ne szóródhassék a szobában, hogy továbbá lehetőleg párhuzamos nyalábban essék a coleoptilasorra: azért a lámpaborító henger és a küvettaborító láda közé van iktatva egy fekete kartonpapirosból való, szögletes (9 cm. magas, 13 cm. széles), másfélméter hosszú cső; azon át jön a fény. Két végén ennek a csőnek és középtűt a belsejében is fényfogó harántlapok vannak belső falának reflexiója ellen, s ezek keskeny, vízszintes nyílásukon csak akkora fényhasábot eresztenek át, a mekkora a coleoptilacsúcsok megvilágítására éppen szükséges. Ezen a lámpából így közvetlenül jövőn kívül másféle fény a coleoptilák csúcsát nem érheti. Hogy ez az egész megvilágító és egyben fényfogó berendezés feladatának jól megfelelt, arról tanuskodnak az ellenőrző kísérletek. (V. ö. 647—650. old.).

Ily módon exponáljuk tehát a coleoptilát, azaz csak a csúcsát.

És akkor mintegy 2—3 óra múlva görbülni kezd a coleoptilák fényérte csúcsa; majd vagy két órával később néhány már az alsó része is a vágás-ragasztás alatt ott, ahol fény nem is érte; azután egyre több és több coleoptilának és mind erősebben, míg csak a kezdettől számítva úgy a 9—10. órára a görbülések a végső fokot, végső számot el nem érték. Ekkor már be is fejezhetjük a kísérletet, de azért megvilágítva maradhatnak — és este kezdődő kísérleteimben maradtak is — a coleoptilák akár 16—20 óra hosszát is.

Időközben megtörténhetik (már az első 8—10 órában is), hogy a coleoptilának növekedtével (mert eléggé növekszik még a gyökerevesztett, üres is) a vágás-ragasztás helye kikerül a hüvely mögül a fényre. Az ilyen példány természetesen jobban görbül, csakhogy görbülése már nem vehető számba. Tanácsos is a kísérlet folyamán két-háromszor leemelni a ládát a küvetta fölől, a küvettát pedig a coleoptilás üvegek fölől és vöröslámpa fényében ellenőrizni: nincs-e már közel egyik-másik coleoptilához, hogy alsó részét a sötétítő hüvely a fénytől többé már ne óvja meg: és ha szükséges, a sötétítő hüvelyt vagy egy-két

mm.-rel óvatosan feljebb toljuk. Csakis azoknak a példányoknak lehet biztos eredményként jegyezni fel a görbülését, a melyeknek csúcsafelén a megvilágítás a vágáshoz-ragasztáshoz 1 mm.-nél nem volt közelebb. Előfordul továbbá, hogy egynek-egynek még a csúcsa sem görbül, pedig a fény közvetlenül érte; előfordul, hogy a coleoptila nem marad meg egyenes álltában, talán, mert a fecskendezéstől igen puhára ázott fel a homok: az ilyeneket persze szintén nem lehet számba venni.

Ilyen módon, ilyen berendezéssel hajtottam végre emez I. főkísérletnek, valamint a II. főkísérletnek egy-egy egész sorozatát, a melyek már magukban is elegendőek volnának a biztonságra, és legtöbbször még a megvilágítással járó ellenőrző kísérleteknek (I.-V. és VIII.-nak) is. A többi kísérletben volt egy és más eltérés ettől, említettem is már és fogok is még említeni néhányat, de egy sem a fődolgot érintő, egyikkel sem volt kevésbé megbízható a kísérlet eredménye, mert az ellenőrző kísérletek mindig beváltak. Sőt inkább olyanok voltak ezek az eltérések, hogy később feleslegesnek mutatkoztak, mint például a kakaovajjal való bekenés vagy külön kis, karimás fedőcske rakása a sötétítő hüvelyre. A kísérleteknek mindenféle apróbb változását nem is lenne érdemes leírni. A helyi körülményekhez való alkalmazkodást, okozóját nagy részt ezeknek a változásoknak is, nem tenné elkerülhetővé semmiféle leírás sem. A módszernek lassankénti javíthatása meg úgy is fontosságát veszttette a kialakult, végső eljárással szemben (ámbar-talán azon is lehetne még valamit tökéletesíteni). Különben pedig maga az I. főkísérlet érdekes is volt, szükséges is volt alapvetésül, de jelentése teljesen benne foglaltatik a II.-ban, és ez azonfelül még többet is mond.

Ezért is elégedtem meg velem, a mikor ezt a kísérletet összesen 17 ízben már végrehajtottam (19—37 szám),¹ bele nem foglalva ebbe a számba körülbelül ugyanannyiszori próbálgatást még mielőtt a dolognak nyitjára akadtam volna, így főképpen sok vesződést azokkal a coleoptilákkal, a melyekben a levél benne volt.

¹ I. a kísérleti naplóból vett szemelvényeket e dolgozat végén.

Két sorozatnak ebben a tizenhét kísérletében és még néhány későbbi alkalommal (91, 133—135 sz.) összesen 98 coleoptila került küvetta alá. Nehányat közülük mellőzni kellett a mondott okokból (l. 644—645. old., vagy pedig azért, mert utólag derült ki, hogy a ragasztásuk hibás volt); maradt e szerint 89 számbaveendő példány. És reagált pozitív phototroposan — egyenként véve a kísérleteket — a

19. sz. kísérletben	9 példány közül:	5
21. " " "	4 " "	4
22. " " "	5 " "	5
23. " " "	3 " "	3
24. " " "	2 " "	2
25. " " "	3 " "	2
26. " " "	13 " "	12
27. " " "	10 " "	8
28. " " "	3 " "	3
29. " " "	6 " "	5
30. " " "	3 " "	2
32. " " "	1 " "	1
33. " " "	5 " "	5
34. " " "	3 " "	3
35. " " "	3 " "	3
36. " " "	6 " "	5
37. " " "	4 " "	4
91. " " "	2 " "	2
133—135. " " "	4 " "	4
azaz összesen	89 " "	78.

Nem valamennyi; csak 88%. De az is elegendő. Ép coleoptilák közt feltűnő volna 12% nem reagáló példány, itt ellenben, ha könnyen észrevehető hibát (mint az említettek) nem is találunk, akkor is biztos, hogy ezeknek a tövüktől megfosztott, hegyük-levágott-visszaragasztott coleoptiláknak még sok olyasmi zavarhatja a reakcióját, a miről számot adni nem tudunk, ha más nem is, már maga az az általános gyöngülés, amely ezzel a kezeléssel velejár.

A BOYSEN-JENSEN kísérlete megállja a helyét.

Ennek a 78 coleoptilának nem csak a csúcsa görbült, mert érte a fény, hanem az alja, a vágás-ragasztás alatti része is, pedig teljesen óva volt a fénytől. Görbült az alja minden esetben pontosan abban az irányban, a melyből a csúcsra esett a fény, pedig ott volt közben az átvágás az összeragasztó zselatinnal; meg volt szakítva az élő, ép sejtek rendes összeköttetése. Görbült határozottan, sőt nagyobbbrészt elég erősen is úgy, amint az 1. kép mutatja. Talán gyengének tűnik ez fel, ha az ép coleoptilák gyors és erőteljes görbülésével vetjük össze, de az a fontosabb, hogy se nem gyengébb, se nem sokkal lassabb, mint a szintén gyökere vesztett, üres, azonban ép csúcsal bíró coleoptiláé. Az sem reagál erősebben a csúcsnak egyedül való megvilágítására még 24 óra alatt sem; de az ilyen görbülést, azt eléri már 8–10 óra alatt (míg ellenben a teljesen épnek nem kell ehhez több $2\frac{1}{2}$ —3 óránál). Tehát az egész görbülésnek csak a kisebbik nehézsége az, hogy a csúcsot levágtuk és csak azután ragasztottuk vissza; a nagyobbik a gyökér stb. hiánya.

Dehát egészen biztos-e az, hogy a basisnak eme görbüléséhez valóban a megvilágított csúcsból eredt az inger? Éppen olyan belső, phototropos ingerközvetítés-e az, mint az ép növényben? Több rendbeli kétség merülhet fel. Nem hat-e valami görbülést keltő inger magára a basisra? Megbízható-e az a sötétítő berendezés? Nem szüremlik-e valami csekély fény a görbülő övhöz? Továbbá maga az operálás, a csúcs levágása, visszatarasztása, a megsebzésnek köröskörül esetleg nem teljesen egyenletes volta: mindez nem lehet-e csak látszólag phototropos görbüléseknek a forrása? (ámbar ez esetben nem igen várhatók azt, hogy a reactio következetesen a fény felé irányuljon). Mindezek felől azonban megnyugtathat néhány ellenőrző kísérlet. Munkám folyamán ezek természetesen nem egy csoportban követték magát a főkísérletet, mint itt a leírásban, hanem kezdettől fogva elszórtan meg-megismétlődtek állandó ellenőrzésként, minden egyes berendezéssel is újból sorra kerültek; sőt ilyen ellenőrző volt a legutolsó kísérletem is, mert mintegy az utolsó döntöt akartam még jobban megerősíteni.

I. ellenőrző kísérlet (40—50. szám). Üres coleoptilát beál-

litunk homokos csöbe¹ azonban a csúcsát sértetlenül hagyjuk; a fekete papiros hüvelyt pedig szélével a coleoptila hegyénél vagy 2—3 mm.-rel még magasabbra húzzuk; fekete fedőcskét nem teszünk rája. Ha így a küvetta alá helyezve exponáljuk tulajdonképpen nem is a coleoptilát, csak magát a papiros-hüvelyt: akkor a coleoptila nem görbül mindaddig, míg meg nem nőtt akkorára, hogy hegye ki a hüvely mögül fényre kerüljön (hogy ez lehetőleg be ne következzen, a sötétítő hüvelyt a kísérlet folyamán vagy kétszer kissé feljebb kell tolnunk).

A coleoptila csúcsa így a hüvely mögött körülbelül ugyanannyira van a fény határa alatt, mint a főkísérletben a vágásragasztás alatti rész. Ha ezt a részt érné valami szétszóródó fény és a főkísérletben ennek a következménye lenne a görbülés: akkor az a fény az ellenőrző kísérletben éppen az érzékeny csúcsra esnék és ettől még inkább reakciónak kellene beállnia. Még érzékenyebb ez a kísérlet ép, egész csiranövénynek a coleoptilájával (csak hogy az inkább kinő a hüvely mögül). De az eredmény akkor is ugyanaz: egyetlen egy coleoptila sem görbül pozitív phototroposan. Ilyen kísérletet végeztem:² 1. gyökeretlen coleoptilával (némelyikből a levél nem is volt kihúzva, más üres volt) nyolc ízben összesen 21 példánnyal; 2. ép, egész csiranövénnyel egy ízben 14 példánnyal és ezeken kívül 3. még fedett hüvelylyel is 11 példánnyal.

II. ellenőrző kísérlet (51—57., 109. szám). Exponálunk ép coleoptilát vagy üreset, azonban a csúcsát nem süllyesztjük a sötétítő hüvely pereménél mélyebbre, hanem gondosan készített, többretű stanniolsapkával fedjük be. (A stanniolsapka ne borítson be többet a coleoptilából, mint egy 3—4 mm.-es darabot; széle 1.5—2 mm.-nyire már az árnyékba érjen). Ily módon a coleoptilának a csúcsát nem éri a fény, a többi részéhez azonban épp úgy hozzá juthatna, mint a főkísérletben. Phototropos pozitív görbülésnek azonban nyoma sincsen; jeléül annak, hogy a le-

¹ A főkísérlet részletes leírása (640—644. old.), az éppen szóbanforgó különbségeket tekintetbevéve, ráillik minden ezentúl tárgyalandó kísérletre is.

² A hibás példányokat (v. ö. 644—646. old.) nem számítva sem itt, sem a következőkben.

vágott-visszaragasztott csúcscsal biró példányoknak sem valamiképp a basishoz férköző fény okozza a görbülését. (Természetes azonban, hogy a hüvely mögött nincs teljes sötétség sem az I., sem ebben a II. ellenőrző kísérletben; minket azonban csak az érdekel, hogy az az ottani, szétszóródott, gyenge világosság, amely azonfelül nem is lehet egyoldali, nem tud irányító inger lenni). Ilyen kísérletet végeztem 1. üres coleoptilával 7 ízben, összesen 17 példánnyal; 2. leveles (a hypocotylen levágott), de gyökeretlen coleoptilával vagy ép csiranövényvel 5 ízben, összesen 13 példánnyal; ezenkívül 3. fedett hüvelylyel is 3 példánnyal.

III. ellenőrző kísérlet (58—59. szám). A coleoptila csücsa 2—3 mm.-rel magasabbra ér, mint a sötétítő hüvely széle, de közvetlenül elébe állítunk a sötétítő hüvely átmérőjében egy szintén fekete papirosból való kb. 2×2 cm. nagyságú fényfogó lapot. (Hogy ez oda felállítható legyen, egyik oldalán 2—2 mm.-nyire be van hasítva egymástól éppen olyan távol eső két helyen, mint a mekkora a hüvely átmérője, úgy, hogy ezekkel a hasítékokkal reá csiptethető a hüvely szélére.) A coleoptila csücsát tehát nem éri fény még akkor sem, ha jókorát növekedik, mert elég nagy az ellen az a felállított papiroslapocska; a coleoptila alsóbb részét azonban a hüvely belsejében szétszóródó fény épp úgy érheti, mint a fő- vagy az I. meg a II. ellenőrző-kísérletben. Nem volna ellenben óva a coleoptila hegye a hátulról, a küvetta faláról, a hátulsó fekete papirosról visszaverődő fénytől, és az képes is volna görbülést kelteni hátrafelé vagy legalább is ellensúlyozni a basison elülről indukált görbülést; ha éppen ez ellen a sötétítő hüvely ebben a kísérletben már eredetileg nem úgy volna szabva, hogy egy felfelé álló 1 cm.^2 -nyi függeléke éppen a coleoptila csücsa mögé kerülve a reflectált fényt fel ne fogja. Ilyen kísérletet elegendő volt az előbbieket után csak két ízben végezni összesen 10 példánnyal. Az eredménye ennek is csak az volt, hogy a coleoptila nem görbült a megvilágított oldal felé.

IV. ellenőrző kísérlet (60—64. szám). Vajjon magán a sötétítő hüvelynek a fekete papirosán nem hat-e át valamiképpen a megvilágítás? Ha nem is éppen átszűrődő fény alakjában, de például olyképpen, hogy féoldalról felmelegíti azt az átmedvesedett

fekete papirost, megváltoztatja a párabeli viszonyokat is és ezzel thermo- meg hydrotropismusos görbüléseket idéz elő. Ámbár hogyha ilyesféle hatás valóban volna, akkor a coleoptilának az előbbi ellenőrző kísérletekben is görbülnie kellett volna; egy-két külön kísérlet azonban még sem felesleges. Tehát húzzuk a sötétítő hüvelyt jó magasra, tisztem 1 cm.-rel még a coleoptila csúcsa fölé s azonfelül tegyünk még rá a kísérletek egy részében kis fekete fedőt is — hasonlatosat ahhoz, a milyent egy-két főkísérletemben is használtam, csak hogy lyuk nélkül valót — és így tegyünk ki a coleoptilát — persze a küvetta alatt — csakis a papirosra eső fénynek. Ilyen kísérletet négy ízben végeztem összesen 28 példánnyal. Positiv irányú görbülést csak egyet láttam; azonkívül 8 példányon görbülés mutatkozott hátra vagy oldalt, de mindez nem a megvilágítástól támadt, hanem olyan, mint amilyenről a 653. oldalon lesz szó, azaz a felhasadó oldalra való autonom görbülés.

V. ellenőrző kísérlet (65—67. szám). Amikor a főkísérletben a coleoptilának hüvely mögül kiérő vége görbülni kezd, a ráeső fényből oda szórhat a hüvely belsejébe, reá a növekedő övre is, pedig azt éppen sötétben akarjuk tartani. És bár gyenge és igen ferdén eső is ez az odavetítés, mégis meg kell bizonyosodnunk afelől, hogy phototropos görbülést nem okoz-e? Egy fajta, erre is vonatkozó kísérletnek a II. fejezetben (658. old.) van a leírása. Egy másik fajta pedig az, hogy a coleoptilának a végére egy másik üres coleoptilának 1—1.5 cm.-es darabját húzzuk rá¹ s a kettőt együtt homokos csöbe állítva úgy sötétítjük el, úgy állítjuk a fény elébe, hogy csakis a felsőnek a (3—4 mm.-nyi) vége jusson a világosságba. A felső coleoptila természetesen görbülni fog; az alsó azonban egyenes marad. Ilyen kísérletet három ízben végeztem összesen 12 példánnyal.

Ez a kísérlet, továbbá a VIII. ellenőrzőnek a második változata (658. old.) egyúttal egy más dolgot is igazol: azt, hogy

¹ Ez csakis akkor fog sikerülni, ha alsóul a coleoptiláknak a vékonyabbjából, felsőul pedig a legvastagabbjából valót választunk. Esetleg még össze is ragasztjuk a kettőt sűrűbb zselatinnal, hogy a felső annál kevésbé eshessék le.

magában a coleoptilában, benne a szövetében vagy még könnyebben az üregében (mert hiszen a levél nincsen benne) a csúcsot érő fény nem törik meg és nem verődik le alsóbb szintre a két oldalon egyenlőtlenül olyképpen, hogy a kívülről sötétben tartott növekedő övöt belülről görbülésre ingerelje.¹

VI. ellenőrző kísérlet (68—69. szám). Elkészítjük a coleoptilát ugyanolyan módon, mint a főkísérletben, csak éppen a papiroshüvelyt nem rakjuk fel; a küvetttával is leborítjuk, csak-hogy aztán már nem állítjuk a fény elé, hanem borító alá sötétbe 8—10 órára avagy másnapig. Ilyen kísérletet hármat végeztem összesen 23 példánnyal: csak két coleoptila görbült kissé, a többi mindvégig egyenes maradt. Tehát maga az operálás, a csúcs levágása, visszaragasztása egyáltalán nem okoz görbülést.

Valamennyi ellenőrző kísérlet pedig — ehhez a hathoz kiegészítésül még hozzá véve a második részbeli nyolezadikat — együttvéve így már kellően és minden oldalról azt igazolja, hogy a főkísérletbeli 88% pozitív reactio csakis tiszta phototropos természetű lehet, csakis a csúcsból eredő ingerközvetítés révén jöhetett létre a basisban épp úgy, mint az ép coleoptila sötétben tartott aljának a görbülése. Mert okozója nem lehet maga az operálás; nem lehet akaratunk ellenére akármerről is oda férköző fény;² nem lehet a megvilágítással járó semminemű mellékes hatás (hőváltozás, a görbülés következtében való fél-

¹ Értelmében ezzel azonos, ettől csak módszerében némileg különböző kísérletet FITTING is végzett ugyanilyen eredménnyel. L. Jahrb. wiss. Bot. XLIV. 1907. 196 old.

² Hogy a reactiót nem a növekedő-görbülő övhöz közvetlenül hozzáférkőző fény okozza, azt eléggé igazolják ugyan már a felhozott ellenőrző kísérletek is, de még szebben bizonyította volna egy más fajta kísérlet, ha ugyanis sikerült volna úgy idézni elő a basis görbülését, hogy előbb csupán a levágott csúcsot világítom meg bizonyos ideig és csak azután illesztem vissza (most már csak vörös fényben) az addig sötétben tartott basalis részre (vagy más példánynak addig szintén sötétben tartott basalis részére). Így, ezzel az időbeli elkülönítéssel még a gyanúját is el lehetett volna kerülni annak, hogy magát a basist érte valami inger. Hogy ez azonban a megtett néhány próba alkalmával (70—76. szám) nem sikerült, az természetesen még nem jelenti azt, hogy a főkísérletnek az értelmezése hibás volna.

oldali nyomás),¹ sőt bizonyára még olyasmi sem, amiről talán megfeledkeztem volna, mert még annak is csak meg kellett volna nyílvánulnia az ellenőrző kísérleteknek legalább is az egyikében.

A *phototropos ingerközvetítéshez tehát nem szükséges az élő szöveten át való hibátlan összeköttetés; nem vet gátat neki, csupán gyengíti valamivel az átvágás,² az, hogy ott egy rétegben a sejtek szét vannak roncsolva, sőt alighanem hamarosan, másodnapra meg már biztosan el is halnak.³*

Az eddigi kísérleteknek a leírását még három megjegyzés kell, hogy kiegészítse.

A zselatin ezekben a kísérletekben arra való volt, hogy az összeillesztett két darabot a vágás egész terjedelmében szorosán összetartsa; talán a száradást is csökkenti, magához az ingerközvetítéshez azonban nem szükséges. Reagál a basisa az olyan coleoptilának is, amelyekre a csücsöt zselatinos ragasztás nélkül raktuk vissza, csak hogy így az eredmény bizonytalanabb, mert a vágás nem mindig tapad jól össze vagy marad meg hosszabb ideig jól összetapadtan köröskörül az egész felületén (77—78. sz.).

Nem egészen mindegy, hogy a coleoptilát melyik oldaláról tesszük ki a fénynek, mert nem minden tekintetben illik rá, hogy physiologiailag radialis szerv volna. Annak a két oldalról gyengén összenyomott, keresztmetszetben ellipszises coleoptilának az egyik (a dorsalis) laposabb oldalán a csücsa felé néhány (a coleoptila fejlettsége szerint több-kevesebb) milliméteres hosszanti rovas látható. A parenchyma itt kevesebb réteg sejtből áll.⁴ Itt fogja majd kibontakoztatában a lomblevél a hüvelyt felhasítani. És a coleoptilában megvan a hajlandóság arra, hogy ez az ol-

¹ L. erre nézve még a VIII. és IX. ellenőrző kísérletet a 658. és 659. oldalon.

² Az idegpályán az impulsus tovaterjedése megakad a kettévágástól s nem is indul meg újból, míg az elvágott két darab össze nem nő, míg a vezető structura nem regenerálódik.

³ A 657. oldalon említendő 117—119 sz. kísérlet szerint még 24 órával az operálás után is épp oly jól közvetítődik az inger a csücsből a basisa, mint az első 8—10 órában.

⁴ V. ö. ROTHERT, Über Heliotropismus. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. Bd. 7. 1896. 26 old.; tov. WEINZIERL, Zur Mechanik der Embryonentfaltung bei den Gramineen. Wiesner-Festschrift. 1908.

dal, nevezzük így: a «felhasadó oldal» felé magától is görbüljön. Nem valami erős ez a görbülés, a phototroposnál gyengébb, de azért könnyen megtéveszthetné az embert. Jó azonban, hogy csak szórványosan mutatkozik. Külön erre irányuló nehányszori megfigyelésben (79—83. szám) 60 drb. sötétben tartott, gyökeretlen coleoptila közül másnapra csak 6-on mutatkozott ez az autonom görbülés (a IV. ellenőrző kísérletben szokatlanul nagy volt a számuk). Tanácsos azért úgy állítani fel a coleoptilát, hogy a fény az egyik keskenyebb oldalát érje, vagy legalább is ne éppen a felhasadót. Ha meg szabálytalan, oldalt vagy hátra irányuló görbülések mutatkoznának, akkor is gondoljunk mindig ennek a felhasadó oldalfelé való görbülésnek a lehetőségére. Magamnak ez a dolog a munkám folyamán csak meglehetősen későn tűnt fel (lehet, hogy az azelőtt használt zabnak nem is igen volt még ez a tulajdonsága); azonban főkísérleteimnek valamint az ellenőrzőknek is utolsó sorozatában már számoltam vele.

Egészen mindegy — már amennyire az én megfigyeléseim terjednek —, hogy a zabnak miféle termelt fajtáját használjuk. Kísérleteim nagy részében ugynevezett ligowoi zabot használtam (az is különböző származású két anyag volt), máskor meg másfajtákat; de egyiket sem találtam a másiknál jobbnak vagy rosszabbnak. Sőt egy egész sorozat kísérletet, és pedig igen szépen sikerült sorozatot, olyan rossz zabbal végeztem, amelyiknek alig egyharmada csírázott ki, az is csak vagy negyed-ötöd napra.

II.

Ép, élő sejtek zavartalan kapcsolata tehát nem szükséges a phototropos ingerközvetítéshez. Csakhogy amikor a coleoptila levágott hegyét visszarakasztom, akkor a metszett két felület közé vékony zselatin-réteg kerül; kolloid bár, de idegen anyag; nem csak hogy élettelen, de még nem is organizált. És ezen is áthatna a phototropos ingerközvetítés?

Hiszen nem is biztos, hogy az a zselatin-réteg valóban ott van. Mert rákentem ugyan a vágás két felére a zselatint, de az onnét elhúzódhatik, vékony rétege megszakadozhatik s kétfelől a szétroncsolt sejtek plasmája könnyen összeérhet, egy-

beolvadhat. És akkor — bár az a plasma már holt lehet — mégis mindjárt lehetővé válik ottan olyan ingerközvetítés is, a melyre csak az az ismeretlen szerkezetű plasma alkalmas. Az volna hát a kérdés: van-e ott folytonos zselatin-hártya elválasztóként a vágás két fele között? De jobb nem ezt vizsgálgatni, hanem inkább arról gondoskodni, hogy az a zselatin-réteg igenis ott legyen.

Nem is nehéz ezt elérni. *Calamus* (spanyolnád) szárának vékony metszetét átítatjuk zselatinnal s közébe tesszük a coleoptila levágott csúcsának és töve-darabjának. Úgy világítjuk meg azután csakis a csúcsot.

Részletesebben szólva ezt következőképpen kell végrehajtani:

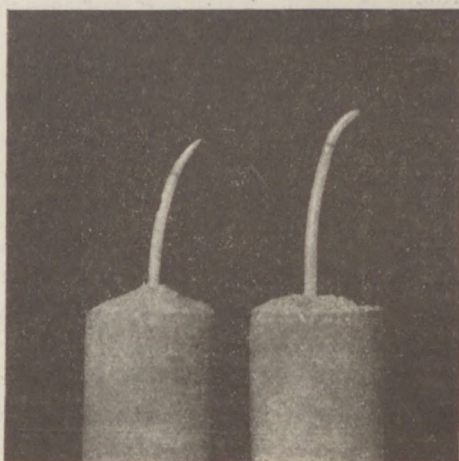
Calamus szárának 1—1.5 cm. vastag darabjából, inkább a belsejéből, mint a tömöttebb kerületéből metszetet készítünk, lehetőleg vékonyat, de mégsem foszladozót. (Egy csomó metszetelet kísérlet után a mikroszkopi fedőlemezek vastagságmérőjével megmérve $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{10}$ mm. köztinek találtam.) A metszetelet lapos tábla, vízbe ejtjük; késsel kivágunk belőlük ott, ahol vastagságuk megfelelő és egyenletes, 2—2.5 átmérőjű, kerekded (5—8 szögletű) vagy négyszögletes darabkákat és mivelhogy kissé göngyölödöttek, visszafelé hajlítgatjuk, míg teljesen ki nem simulnak; majd többszörösen felfőzzük destillált vízben, kiűzve ezzel belőlük a levegőt, kimosva könnyebben oldódó anyagokat és átrakjuk, ügyelve, hogy levegővel megint meg ne teljenek, kisebb Petri-csészébe, meleg zselatinba, éppen olyanba, mint a melyet az I. főkísérletben használtunk. Petri-csészében a zselatint a calamus-metszetelekkel együtt kétszer megsterilizáljuk s ezzel elérjük azt is, hogy közben a zselatin a metszetelek minden üregébe jól belehatoljon.

A mikor pedig kísérletre kerül a sor és az üres coleoptilának levágtuk a csúcsát, akkor kiveszünk az újból megolvasztott zselatinból egy metszetelet, ráhelyezzük a coleoptila alsó felének a vágására, fölébe meg visszaillesztjük a coleoptila csúcsadarabját pontosan úgy, hogy edénynyaláb edénynyaláb fölé kerüljön és a szélek is egy vonalba essenek.

(A *Calamus* szára nagyobbreszt igen tág üregű edényekből

áll; a metszet olyan, mint finom kis szita. Ha meg zselatinnal van megtöltve, akkor felületének nagyobb részét az foglalja el és csak jóval kevesebbet az edények fala. Az egész tehát úgy szerepel a kísérletben, mint zselatin-réteg, csak itt-ott szakítva meg az edények fala által. Magának a fás metszetnek nincs is más rendeltetése, mint az, hogy annak a lágy kolloid rétegnek összetartó kerete, mechanikus támasztéka legyen).

A továbbiakban azután már úgy járva el, mint az első fő-kísérletben, megvilágítjuk a csúcsot, sötétben tartjuk a basist.¹



2. ábra.

És akkor, előbb csak a fényérte rész, de már néhány óra múlva a calamus alatt is, azután *egyre mélyebben és mind erősebben görbül a fény nem érte basis is, görbül az egész coleoptila abban az irányban, amelyből a csúcsra esett a fény, épp úgy, mint az első főkísérletben, pedig a perceptio és a reactio helye között kétségtelenül ott van az a calamusmetszetbe foglalt kolloidréteg.* (2-ik ábra).

¹ Ennek a kísérletnek a módszerében is történt egy és más kisebb változás a munka folyamán, hasonlóan mint az I. főkísérletben. Ennek a 2. fejezetnek a kísérleteire is ráillenek azok a különböző megjegyzések, a melyek az 1. fejezetben vannak. (642—646. old.)

Ezt a kísérletet három sorozatban összesen 19 ízben hajtottam végre ezzel a pozitív eredménnyel. (L. 2. kép.) A számba vehető példányok közül reagált a

91. számú kísérletben	3 közül:	3
92. " " "	6 " "	5
93. " " "	6 " "	5
94. " " "	12 " "	12
95. " " "	12 " "	11
96. " " "	11 " "	8
103. " " "	5 " "	3
104. " " "	4 " "	1
105. " " "	2 " "	0
106. " " "	1 " "	1
107. " " "	2 " "	1
109. " " "	4 " "	2
110. " " "	1 " "	1
111. " " "	2 " "	1
112. " " "	5 " "	5
113. " " "	4 " "	4
114. " " "	4 " "	4
115. " " "	4 " "	4
116. " " "	3 " "	3
összesen	91 " "	74

Ez a 74 példány 81⁰/₀-nak felel meg. Hogy a többi 17 példány mért nem görbült, annak látható okát nem találtam. De erre a második főkísérletre is áll az, a mi az elsőre. 19⁰/₀-os negatív eredmény ily kényes kísérletben nem gyöngítheti meg a 81⁰/₀-os pozitívnek a bizonyító erejét.¹

A coleoptilák egy része talán az úgynevezett egyéni eltérések folytán oly gyenge, hogy gyökerétől is megfosztva már nem tudja az ingerközvetítésnek oly nehézségét legyőzni, mint amilyen a calamusba foglalt zselatin-réteg. Egyébként igen szivósak ezek a calamusos coleoptilák; legalább is a többségük.

¹ Egészen jól sikerül ez a kísérlet akkor is, ha nem Calamus-, hanem például hársfa-metszetet itatunk tele a zselatinnal. (L. 120 szám.)

Görbülésük nem gyengébb, százalék szerint pedig alig (csak 7^o o-kal) kevesebb, mint a calamusmetszet nélkül, valóké az I. főkísérletben. És még másodnap is épp oly jól birnak reagálni, mint az elsón (szemben azzal, hogy a görbülés sajátosképpen körülbelül a tizedik órában eléri végső fokát s tovább nem halad a második 24 órában sem). Egy ízben ugyanis azt tettem, hogy miután a görbülés már elérte a teljességét, a kísérletnek a 20. órájában, a helyett, hogy mint máskor, az egésznek végét vetettem volna, csövestől megfordítva az ellenkező oldalról újból exponáltam a coleoptilát. És az akkor még mindig tudott az új ingerhez igazodva előbb kiegyenesedni, majd új pozitív görbülésnek indulni. Az az immár második görbülés pedig, amelyet harmadnapra valamennyiök elért, alig volt gyöngébb a rendesnél. (95. szám.) Néhányszor meg a calamus közbeiktatása után 24 óráig még sötétben tartottam a coleoptilát és a másodnap kezdődő megvilágításra így is reagált tíz közül még nyolcz. (117—119. szám).

Volt azonban egy kisebb sorozat (97—102. szám) olyan kísérletem is, amelyben 36 példány közül csupán kettő reagált. Hogy ez min múlhatott, azt még ma sem tudom biztosan.¹ Akartam segíteni a dolgon mindenféleképpen, de hiába. Hosszabb szünet után, új berendezéssel, újabb zabbal azonban egyszeresak megint jól mentek a kísérletek (az utolsó két sorozatban a 103. sz.-tól kezdve).

A 81^o o-os pozitív eredménynyel szemben azonban még ennek a néhányszori szinte teljes sikertelenségnek sem lehet czáfoló ereje. Azzal együtt sem sülyed az eredmény 74^o o-nál alacsonyabbra. Csak azok a pozitív kísérletek legyenek feltétlenül megbízhatók! Csak az a kérdés ismét, valamint az I. főkísérlet nyomán is, hogy abban a 81^o o-ban valóban a csúcsból eredő phototropos ingerközvetítésen alapult-e a basis görbülése?

A kétségek egy részét eloszlatják az I. fejezetben felsorolt ellenőrzések. Azonban még néhány újabb ellenőrzés is szükséges,

¹ Nem múlhatott egymagában a zab fajtáján, mert azelőtt ugyanazzal a származású zabbal sikerültek a kísérletek.

és pedig arra vonatkozólag, a miben a II. főkísérlet módszere eltért az elsőétől.

VII. ellenőrző kísérlet. A coleoptila csúcsának a levágása, visszarakása, a zselatinos calamusmetszet közbeiktatása nem lehet-e már magában is görbülések forrása? talán mint traumatropos inger?¹ talán mint a correlatiók rendjének megbontója?

Hat kísérletemben (92., 121—125. szám.) elláttam a coleoptilákat, összesen 32-t, calamussal a rendes módon, azután pedig telt-párás levegőben (a küvetta alatt) sötétben tartottam másnapig: 28 példány tökéletesen egyenes maradt, a másik 4 is csak igen gyengén görbült (valószínűleg autonom módon). Ez kiegészíti a hasonló VI. ellenőrző kísérletet is és megnyugtat a felvetett kérdés felől.

VIII. ellenőrző kísérlet. a) Levágom és visszarakasztom az üres coleoptila csúcsát, calamusmetszetet is iktatok közbe, de nem zselatinosat, hanem kakaovajba mártottat. Azután exponálok éppen úgy, mint a főkísérletben. Egyetlen ilyen kísérletemben a hét példány közül 9 óra múltán egynek sem görbült az alja, 21 óra múltán egynek pozitív, egynek negatív irányban, de gyengén (126. szám).

b) Végeztem egy hasonló kísérletet (127. szám.) úgy is, hogy a ragasztásra zselatint használtam, de nem calamusmetszetet iktattam közbe, hanem ugyanakkora vékony csillámlemezkét. Az eredmény ebben is csak a görbülés elmaradása volt.

c) Ennek a kísérletnek a harmadik változata pedig az, hogy szigetelőnek a csúcs és a tő közé csillámlemezt tesztek kakaovajjal. 16 példánnyal jártam el így (128—130. szám); a csúcsa görbült is egy híjján valamennyinek (épp úgy, mint a két másik változatu kísérletben is); az alja azonban (positív irányban) egynek sem.

Ezekben az ellenőrző kísérletekben a viszonyok minden tekintetben olyanok voltak, mint a calamusos főkísérletben, csak

¹ Ha a megsebzés köröskörül egyenletes is, azért mégis lehetne oka valami görbülésnek, megnyitva az utat olyan görbülést keltő, belső tényezők előtt, amelyek a morphologiai dorsiventralitás folytán irányítanak egyenlőtlenül a növekedést. Az ilyen reactio traumanastiás lenne.

abban az egyben nem, hogy az ingervezetésnek el volt zárva az útja áthatolhatatlan lemezzel.¹ Hogy az ezzel szükségképpen velejáró módszerbeli eltérések is lehetőleg ellenőriződjenek, arra való volt éppen a kísérletnek három változata. Akármilyen más is volna a főkísérletbeli görbülések oka, mint a zselatin-rétegen is, átjáró ingerközvetítés: akkor ezekben az ellenőrzőkben a coleoptila alja egyenes nem maradhatott volna.

Három változatával ez a kísérlet kiegészíti az I—V. ellenőrzőt is; az I. főkísérletnek épp úgy megerősítője, mint a II.-nak; csak czélszerűbb volt itt írni le, mert módszer tekintetében hasonlóbb a II. főkísérlethez.

Az sem lehet továbbá oka a basis görbülésének, hogy a fényforrás felé elhajló csúcs azon az oldalon valamicskével jobban ránehezedik a basisra. Ez — nem tekintve az ilyenféle reactio valószínűtlen voltát — nyilvánvaló már az előbbi kísérletekből is; de azért tettem próbát külön erre vonatkozólag is.

IX. ellenőrző kísérlet. (131—132. szám.) Levágva üres coleoptila csúcsát, ráragasztok a tövére kakaovajjal 4 mm. hosszú, 2 mm. széles csillámlemezt az egyik végével úgy, hogy a másik vége kiér oldalt a coleoptila mellett; erre a kiérő végére ragasztom azután rá szintén kakaovajjal a csúcsot úgy, hogy tehát a súlypontja vagy 2 mm.-rel el van tolva a coleoptila alja fölöl; forgató nyomatóka tehát jóval nagyobb, mint a helyére visszarakasztott görbülő csúcsé.² Sötétben tartva azután, a kísérletbe fogott 22 coleoptilának egytől-egyig egyenes maradt az alja.

Lehet-e még mindez után is valami kétség, akár az I., akár a II. főkísérletbeli ama pozitív reactióknak a mivolta felől? Miféle külső vagy belső hatás irányította volna a coleoptilát éppen arra felé, ha nem a fény? Az a fény pedig semmiképp sem hathatott közvetlenül a görbülő részre. Az operálással, megvilágítással járó valamelyes mellékes hatás sem

¹ L. még a 661. oldalon említendő 133—135. sz. kísérletet. Az is megerősíti ezeknek a kísérleteknek az eredményét.

² 3—5 mm. hosszú üres coleoptila-végnek a súlya nem több, mint 4—6 mg.

téveszthetett meg. Mert különben nem lehetett volna valamennyi ellenőrző kísérletnek negatív az eredménye. A főkísérlet jelentése kétségtelen:

A phototropos inger közvetítődik a megvilágított csúcstól a sötétben tartott tövi részbe akkor is, ha a kettő közt nemcsak, hogy átvágtuk az élő szövetet, de a két résznek a vágásban még calamusmetszetbe foglalt zselatin-réteget is közébe iktattunk!

Ez az «ingerközvetítés zselatinon át» nem lehet vitalis folyamat!

Nem ismerjük mélyebben sem az ingerelt sejt állapotának, sem az ingert közvetítő folyamatnak igazi mivoltát; az azonban nyilvánvaló, hogy az a változás, amely a plasmában az ingerlés (közvetlenül ható vagy oda közvetített inger) nyomán támad, az a maga részéről a zselatin-rétegben valami physikai-chemiai jelenséget idéz elő és ez viszont képes a tulsó oldalról hozzáérő plasmában s ennek révén a távolabbi sejtekben is új, de a rendes «ingerülethez» hasonló eredményű azaz látható görbülést keltő változást hozni létre. Másszóval: a phototropos reactio motorius phasisát megindíthatja valami egészen idegen, physikai-chemiai folyamat is, tudniillik az, amely a zselatinrétegben van; igaz ugyan, hogy magát ezt a folyamatot ez idő szerint nem tudjuk mással előidézni, mint éppen érzékeny sejteknek annak rendje s módja szerint való ingerlésével. Mindez különben nem egyéb, mint az észleletek magvának a körülírása.

Az mármostan a fő kérdés: a physikának-chemiának miféle jelensége lehet az az «ingerközvetítés a zselatinon át» plasmától plasmáig?

A feleletet annak a 10⁰/o-os zselatinnak a hydrogel mivolta adja meg.

Mechanikai és optikai hatások az ellenőrző kísérletek után már szóba sem jöhetnek. Csak kettőre gondolhatunk: elektromos áramra és diffúzióra. De már eleve is a diffusio tűnik fel sokkalta valószínűbbnek.

Elektromos potentialkülönbségek és áramok elvégre előfordulhatnak, ha nem is ismeretesek, mindenféle élő növényi test-

ben. Számba jöhetnének, mint a phototropos inger közvetítői is, hiszen éppen ingervezető jelenségekkel gyakran együtt is járnak, csak azt nem tudjuk róluk, hogy valóban az inger közvetítői vagy csupán kísérő jelenségek-e? Másképp azonban nem lehetne, mint úgy, hogy a csúcs avagy annak egyik fele (a megvilágított vagy az árnyékosabb) meg a görbülő alsó rész közt induljon áram, mert hiszen éppen az e kettő közötti közvetítésre lenne rendeltetve. Nem valószínű, hogy így volna; elméletileg azonban mégis megvan rá a lehetőség. Mert az ingerlő fény könnyen kelthetne a sejtben oly chemiai vagy physikai változást a perceptiónak akár legelső, akár későbbi (talán vitalisakra következő) részletjelenségeként, hogy azzal potentialbeli változás járjon együtt. Ez persze hiányoznék a meg nem világított részben és ezzel meg volna a potentialkülömbőség a csúcs és basis között. Hogy pedig erre elektromos áram induljon, annak az a közbeiktatott zselatinréteg sem volna akadály (épp úgy, mint a diffúziós áramnak sem).

Az elektromos áramnak az sem lenne akadály, ha a zselatinréteg helyét valami fémlemez foglalná el; a diffusio ellenben fennakadna rajta. Ez módot ad a kérdés eldöntésére. Negyedik változatában kell megismételnünk a VIII. ellenőrző kísérletet: platina lemezkét kell a csúcs és a basis közé iktatnunk (persze azt is zselatinnal ragasztva, de úgy, hogy a lemez két feléről a zselatin össze ne folyhasson) és akkor kell a coleoptilá csúcsát megvilágítanunk. Megejtettem ezt a kísérletet három ízben (133—135. szám), összesen 16 példánnyal: a platinalemez alatti részen azonban egyenesek maradtak a coleoptilák utolsó szálig.¹

Tehát elektromos áram nem lehet, tehát — más lehetőség most már nem marad — *diffusio a phototropos inger közvetítője a vágás két fele között ott a zselatin-rétegen át!*²

¹ Ez a kísérlet egyszersmind ellenőrzőül is szolgálhat ugyanolyan értelemben, mint a nyolczadik. (L. 658. old.)

² A *Mimosá*-ban és a *Biophytum*-ban lehet ingerközvetítés elhalt, szárrészek edénynyalábjain át is, tehát szintén az élő plasma kapcsolata nélkül. Ez a hasonlóság; egyébként gyökéres különbségek vannak.

És magában az élő szövetben? Vajjon ott is diffusio?

Nehéz volna elgondolni azt az esetet, hogy sejtek közt és sejteken át az ingerközvetítő valami egészen másnemű folyamat lenne, mint diffusio; valami talán az élő plasmához kötött, vitalis jellegű, vagy, ha nem is az, de mindenesetre olyan, hogy, amikor a zselatin réteghez (vagy legalább is az elroncsolt sejtekhez) ér, ott egyszerre csak diffusiót kelt, ámbar maga nem is az, és még hozzá olyan diffusiót, hogy az a zselatinon átjutva túlhan ismét ugyanazt a nem-diffusioszerű folyamatot indítsa meg. (Vagy ott meg már valami harmadik fajta ingerközvetítő jelennék-e meg?)

Érthetőbb volna az, hogy a növény testében is a sensoricum helyétől a motorius övig mindenütt ugyanaz a diffusio legyen az ingerközvetítés gerinceze, mint a zselatin-rétegen keresztül. Képződnek valami anyag a megvilágított sejtben akár közvetlenül photochemiai úton, akár pedig a perceptio nem photochemiai természetű első részletének további termékeképpen: ugyanez «diffundálna», vándorolna lefelé plasmákon, sejtfalakon át, bele a zselatinba is és keresztül rajta, azután még tovább is. Ugyanazok a molekulák jelennének meg a növekedő övben, a melyek fent képződtek, fentről elindultak. Azonban ilyen is egyszerű, ilyen tisztán physikai jellegű mégsem lehetne a dolog. Mert a phototropos ingerközvetítés — legalább is az, a melyiknek görbülés lesz az eredménye — csakis basipetalis lehet.

A plasmának tehát valamiképp bele kell avatkoznia a diffúzióba (vagy valami oly módon, amelyre csak az élő plasma képes, vagy egyszerűen szerkezete által: lévén olyan, hogy élő vagy holt voltától függetlenül a diffusio benne jóval gyorsabb a tő felé, mint a csúcs felé). Továbbá a diffusio még más tekintetben is függene a plasmától, mert vannak az ingerközvetítésnek egyes sajátosságai, amelyeket egyszerű physikai diffusio nem értethet meg (v. ö. III. fejt.).

Van még egy harmadik elméleti lehetőség is és ez a legvalószínűbb. Nem egyszerű physikai diffusio az ingerközvetítés, de nem is egészen más jellemű; anyagi természetű, de benne mégsem ugyanazok a molekulák vándorolják be az egész utat.

Képződik az ingerelt sejtben valami vegyület¹ — az ingerlésnek ismét akár legelső, akár későbbi termékeképpen — és elvándorol, a közeg szerint, hol diffúzióval, hol más módon, a szomszédos, alábbi fény nem érte sejtbe (egyszerűség kedvéért csak egy sor sejtre gondoljunk), tovább talán nem is, de azt a sejtet magához hasonló anyag kiválasztására indítja. Ez az új mennyiség jut el azután a második sejtől a harmadikba, annak a váladéka pedig a negyedikbe és így megy ez tovább egészen a vágással, zselatinnal határos sejtig. Ebből a sejtől meg egyszerűen belediffundál a phototropos váladék a zselatinba, át is jut rajta, rátalál az ottani első sejtre és még mindig elég koncentrált arra, hogy újból felkeltse ugyanazt a sejtről-sejtre a növekedő övig terjedő diffúziós-ingeres jelenséget. Hogy azután ennek miképp lesz az eredménye növekedésbeli különbség, maga a görbülés: az már más kérdés.

Az élőszövetbeli phototropos ingerközvetítésnek a mibenlétéről csak elméletileg tudjuk ezt a három lehetőséget feleletül felsorolni. Kísérletileg még nem tudunk köztük választást tenni. Mindamellett igen valószínű, hogy (a két utóbbi eset szerint) a phototropos ingerközvetítés az élő szöveten belül is legalább részben diffúzióból álló jelenség!²

(Egyébként pedig még az is elgondolható és az eddigi kísérletek alapján nem is lehet arra ellenvetést tenni, hogy az a basipetalis ingerközvetítés tulajdonképpen acropetalis diffúzióval történik akár a második, akár a harmadik eset szerint, és pedig ilyképpen: a megvilágított csúcsban megfogyatkozik valamiféle

¹ A vezetésnek bármely oly módja, a melynek a magva nem bizonyos vegyületnek a képződése, hanem a plasma állapotának bizonyos változása: az mind az első esethez tartozik.

² Egyáltalán az ingerközvetítés mélyebb mivoltáról más esetekben sem tudunk még biztosat. A *Mimosá*-ról is csak valószínű, hogy az edényekbeli hydrostatikai változások az ingerek igazi közvetítői. (Különben biztosan kell lenni még e mellett az élősejtben lefolyó közvetítésnek is, de arról persze még kevesebbet tudunk. A *Mimosa* ingerközvetítéséről a legújabb közlés a LINSBAUER-é: Zur Kenntnis der Reizleitungsbahnen bei *Mimosa pudica*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXXII. 1914.) És az sem bizonyos, hogy az ideg actióis árama maga-e az impulsusok továbbítója, nem csupán kísérő jelenség-e?

anyag, pótlására hasonló anyag áramlik felfelé az alsóbb részekből és távozásával szabályozza, például meglassítja az ottani növekedést. Mindez épp oly jól feltehető, mint a megfordítottja. Egyelőre azonban nincs ennek a lehetőségnek fontossága. Mára még a diffusio irányától függetlenül magyarázható minden, már a mennyire egyáltalán magyarázható. Célszerűbb is lesz, valamint az eddigiekben, úgy a továbbiakban is csak basipetalisnak tekinteni a diffuziót. Csak a jövőbeli kísérletezés vessen majd számot mindkét lehetőséggel).

III.

A phototropos ingerközvetítés diffusio, legalább is az idegen kolloid rétegen belül.

Itt azonban egy nagy nehézség támad.

A tropismusos ingerközvetítés nemcsak reactiót kelt, de megszabja az inger iránya szerint a reactio irányát is. Mikép lehetséges ez? Talán úgy, hogy már maga a perceptio jelöli ki a közvetítés útját; nem is «irányító inger», hanem «irányított ductoricum», csupán növekedésgyorsító vagy lassító hatás ér el a motorius helyre, a növénynek csak az egyik hosszanti felében téve meg az utat. Történhetnék ez diffusio alakjában is; nem zavarná a zselatinréteg sem. Ami az egyik vagy a másik oldalon belediffundálna a zselatinba, az nagy részében ugyanazon az oldalon érné a tulsó félnek a sejtjeit is. Az ilyenféle magyarázatra hajlottunk is azelőtt.

De a FRTING kísérlete¹ mást mutatott.

Ha az ingerközvetítés pályája így ki van jelölve például a fény felé fordult vagy az árnyékosabb hosszanti fél mentén, akkor kellő helyen azt a pályát teljesen megszakítva, az ingerközvetítésnek lehetetlenné kell válnia. FRTING belevágott a coleoptilába vastagságának felég-háromnegyedéig, biztosabb szigetelés céljából még stanniollemezt is tett bele a vágásba és akkor megvilágította a csúcsot: 1. ha a vágás az árnyékosabb oldalon volt, a coleoptila görbült positiv phototroposan; tehát a meg-

¹ H. FRTING. Die Leitung tropistischer Reize in parallelotropen Pflanzenteilen. Jahrb. wiss. Bot. XLIV. 1907.

világított oldalon lehet ingerközvetítés; 2. ha a vágás a megvilágított oldalra esett, a coleoptila akkor is épp úgy görbült; 3. ha oldalt volt, szintén; tehát a vezetés lehetséges az árnyékosabb félen is, oldalt is: hosszanti irányban bárhol és a reactio mindig a fényforrás felé fog fordulni. Azután belevágott FITTING előről is és kissé lejjebb vagy feljebb hátulról is a coleoptilába feléig vagy azon túl is: a reactiót ez sem másította meg: az ingerközvetítés nemcsak egyenesben, de kanyargóan és még haránt is ejtheti útját, ha akadályok kényszerítik; egészen diffususnak látszik. Mégis ki jelölheti a görbülés helyes irányát! De hát mi rögzíti meg változatlanul az «irányt» abban a folyamatban, a mely maga változtathatja medrét a sensoricum és a motoricum két helye között?

Érdekes elmélettel igyekszik ezt FITTING megmagyarázni. Felteszi, hogy megvilágítaskor minden egyes sejtben (vagy kisebb részben) valaminemű különbség támad a fényforrás felé eső meg a másik vég között. Ez a «polárosság» arra is képes lenne, hogy hasonló elkülönülést keltsen minden oly szomszédos sejtben, nemcsak az alatta, hanem a mellette lévőben is, amelyet nem tett polárossá maga a megvilágítás. Így érthető volna, hogy miképp jut el a motoricum helyére ugyanaz az ingerállapot, mint amely perceptioképpen a csúcsban jött létre. Ezzel maga az ingerközvetítés meg is volna fejtve. Tulajdonképpen ez az egész elmélet nem is egyéb, mint abstractio a megfigyelésekből. Egyelőre igen elfogadható is volna, ha nem zavarná meg az a zselatinon át való diffusio.

A reactio iránya meg volna szabva a polárosság képében minden egyes sejtben, vagy kisebb egységben külön-külön. De hát miképp marad meg az a polárosság az ingerközvetítésnek a zselatinon át való diffusió útjában? Az a zselatin tág tér a sejtkez képest a szertediffundálásra; a polárosságot megőrző szerkezetet sem lehet neki tulajdonítani úgy, mint a sejtnek, plasmának. Minden egyes sejtnek vagy kisebb egységnek a kétvégéről különböző két hatásnak kellene kiindulnia, a zselatinon átjutnia, és pedig legalább is az egyiknek diffusio alakjában. (A másik hatás állhatna például éppen a diffusio hiányából is.) De a coleoptilának átlagban $\frac{1}{15} - \frac{1}{35}$ mm. átmérőjű a sejtje. Tehát egy-

mástól legfeljebb egy-egy $\frac{1}{15}$ mm.-nyire vagy még jóval közelebb külön-külön kis diffúziós áramoknak kellene össze nem zavarodva, össze nem folyóan áthatolniok azon az $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ mm.-es kolloid-rétegen.

De ha ezt az elméletet nem is tekintjük: az ingerközvetítés helyhez nem kötött, teljesen diffúzus az egész szövetben a FITTING kísérlete szerint és egyszerű physikai diffúzio a zselatin-rétegen az én kísérletem szerint. Lehetetlennek tűnik fel, hogy a görbülés irányát mégis megszabja. Pedig úgy van! Mi lehet az ellenmondás megoldása? Talán hiba van a FITTING kísérletében.

Egyébként is lehetnek kétségeink, és pedig a FITTING kísérletének a módszere iránt. FITTING ugyan azt hiszi, hogy a bevágás, különösen, ha még stanniol is volt benne, vagy ha a seb idővel szétnyílt, biztosan megszakított az illető oldalon minden összeköttetést (maga is gondol diffúzióra). De most, hogy már biztos a diffúzio ingertovábbító szerepe: számolnunk kell azzal, hogy még a legcsekélyebb nedvesség is elegendő lehet a vágás áthidalására. FITTING-nek egyetlen kísérlete sem olyan, hogy ezt a gyanút igazán eloszlatná. A coleoptilát nem száraz levegőben tartotta; maga említi, hogy a vágásból többnyire víz fakadt. Ne lett volna ott diffúzio? (Lehetetlen, hogy amint FITTING gondolja, az a víz a sebet éppen kimosta volna. Ahhoz az a szivárgás már mégsem lehet elég sebes). Ha stanniol-lemezke volt a vágásban, a víz azt is biztosan körülöntötte. Még a legmegbízhatóbbnak az a kísérlete látszanék, amelyben mintegy egy mm. széles harántsávot vágott ki féloldalt a coleoptilából. De a lomblevél abban is benne volt¹ szorosan hozzá simulva a seb széléhez: lehetett bizony rajta finom vízhártya is mint a diffúzio útja. Végül pedig, ami görbülést FITTING látott, annak is oly gyenge az egy része, hogy nem is lehet biztosan tudni, phototropismusból ered-e, s nem csupán a vágástól való-e?

Igy a FITTING kísérleteiben nem bízhatunk meg.² A kérdés

¹ FITTING csakis gyökeres, egész csíranövénnyel dolgozott.

² Még kevesebbet érnek BOYSEN-JENSEN-nek (i. m.)-és VAN DER WOLK-nak (Investigation of the transmission of light-stimuli in the seedlings of *Avena*. Konink. Akad. Wetensch. Amsterdam. 1911) hasonló kísérletei.

pedig igen fontos. Megpróbáltam hát magam: ki lehetne-e hibátlanul is mutatni a phototropos ingerközvetítés pályáját? Határozott, döntő eredményre azonban eddig még nem jutottam (136—195. szám).

Mert kellő nedvesen tartva a növényt, valóban elérjük mindazokat a reakciókat, amelyeket FITTING leír és amelyeken a kérdés megfordul: pozitív és kétségtelenül phototropos ingerközvetésből származó görbülést akár az elülső, akár a hátsó oldalon vagy végül akár ha mind a két oldalon van is a vágás. Ha ellenben a legszigorúbban gondoskodunk arról, hogy ne jöhessen létre a bevágás két fele között semmiféle folyékony összeköttetés sem: akkor azt már a növény általában is igen megsínyli és ha elmarad a görbülés, akkor azt szinte inkább tulajdoníthatjuk általános reagáló képtelenségnek (vagy a reagáló képesség erős csökkenésének), mint az ingerközvetítés megakadásának.

Legmegbízhatóbb a következő eljárás lehet: Üres coleoptilán ejtjük meg az egy vagy két vágást; várunk míg a seb jól szétnyílik (ezalatt beállott már a vágásragörbülés is),¹ gondoskodunk róla, hogy a seb száraz legyen, betömjük kakao-vajjal és fordítva a vágást erre vagy arra megvilágítjuk a coleoptila csúcsát. Ha még így is kapunk pozitív görbülést, akkor számba véve még a vágásokozta görbülést is, már biztosak lehetünk az ingerközvetítés pályája felől. Ezzel a módszerrel azonban már nem tudtam annyi kísérletet végezni, hogy a kérdést eldönthessem.

IV.

A FITTING-ellenőrző kísérletek azonban érdekes egy új dolognak vezettek a nyomára.

A coleoptila ugyanis, ha féloldalt haránt beléje vágunk, görbül, és pedig éppen arra az oldalra, a melyiken a vágás esett.² Sajátságos, hogy ez a «vágásragörbülés» ellentétben az

¹ L. erre vonatkozólag a következő bekezdéseket.

² Ezt a görbülést oly sokszor láthattam (főképpen a Fitting-ellenőrző kísérletekben), hogy teljesen felesleges lett volna még külön kísérleteket

ismeretes traumatroposakkal pozitív.¹ Éppen a FITTING-ellenőrző kísérletekben nagy könnyebbségemre lett volna az, hogyha féloldalt úgy bírom az ingerközvetítést megakadályozni, hogy ezzel ne okozzak egyszersmind vágásragöbülést is. Mivelhogy ez sebzés nélkül mégsem lehetséges, úgy gondoltam, inkább teljessé, köröskörül egyenlővé kell tenni a sebzést: akkor nem lesz, ami a görbülést akármerre is irányítsa; ezen felül azután még is lehet még akasztani féloldalt a phototropos ingerközvetítést a csúcs és a basis között például csillámlemezke segítségével. Akkoriban ugyanis már tudtam, hogy a phototropos ingerközvetítést az átmetszés nem gátolja.

Azért tehát levágtam az üres coleoptila csúcsát, zselatin-nal mindjárt vissza is ragasztottam, egyúttal azonban a vágásba a keresztmetszet feléig csillám- vagy stanniollemezkét illesztettem közbe.¹ De kiderült, hogy ezzel eredeti célomat nem érhetem el. Valamennyi így kezelt coleoptilának sötétben tartva is csakhamar görbült az alja arra az oldalra, amelyen a szigetelő lemezke volt. (196—198. szám.) (4 kísérletben 25 példány.)

Ez egészen új fényt vet annak a «pozitív traumatropos» görbülésnek a természetére. Az ok itt nem lehet maga a sebzés, mert ez körül egyenletes. Tehát tulajdonképp akkor sem a sebzés, a növényre káros hatás idézi elő a görbülést, a mikor a bevágás csak féloldalos. A coleoptila két fele most csak abban különbözik egymástól, hogy az egyikén a vágás-ragasztás csak megnehezíti, ellenben a másikon a csillám egészen megszakítja a csúcs és a növekedő öv közti kapcsolatot. A görbülés tehát ennek a következménye. Mert abból sem származhatik, hogy a csillámlemez ott féloldalt érintvén ingerli a coleoptila parenchymáját. Mert ha az előbbi kísérlethez hasonlóan elvágjuk a coleoptilát, oda kenjük a zselatint, oda tesszük a csillám- vagy stanniollemezkét is, csak éppen a csúcsot nem rakjuk már vissza,

is végezni. Általában alig akad olyan coleoptila, a mely a bevágásra ily módon ne reagálna. V. ö. FITTING i. m. 185 oldalát.

¹ Evégből a vágást ékalakban kell megejtetni, úgy mint az I. főkísérlet első sorozatában, mert különben nem tudjuk úgy helyezni oda azt a csillám- vagy stanniollemezkét, hogy a vágásnak csakis a felét foglalja el, hogy a zselatín révé ne húzza a vágás egész felületére.

akkor a coleoptila sötétben, párásan tartva nem is fog görbülni (199. szám).

Ezen a nyomon indulva azután tettem még néhány érdekes megfigyelést és ebből újfajta egy correlatiós összefüggést ismerhetünk fel.

Ha féloldalt belemetszünk a coleoptilába, de a sebet betömjük zselatinnal (a rendes 10%-ossal), akkor vágásragörbülés nem mutatkozik; 6 kísérletnek 33 ilyen példánya közül 30 maradt egyenes. (200—205. szám.) Görbül azonban a coleoptila, ha a seb két fele között a zselatin-tömés ellenére is megszakad az összeköttetés; de ezt könnyen észre lehet venni. Viszont megtörténhetik, hogy zárva marad a seb zselatin nélkül is; a vágásragörbülés ilyenkor is elmarad, a mint az egyik kísérletben (205. szám) az ellenőrzésül vett három példányon láttam. Elmarad a vágásragörbülés továbbá többnyire akkor is, ha a féloldali vágásba zselatinos calamusmetszetet tolunk bele óvatossan. Két ilyen kísérletnek 8 coleoptilája közül 6 maradt egyenes (208—209. szám).

Hogy pedig itt a zselatinnak nem egyszerűen csak az a rendeltetése, hogy kiszáradástól óvja a sebet, az kiderül, ha az oldalt belevágott coleoptilát víz alá merítjük, mert akkor is épp úgy görbül, mint levegőn (210. szám).

Hogy mármost magának a sebzésnek az ingerét még jobban elkülöníthessük a csúcs és a növekedő öv közti kapcsolatnak a bevágással járó megbontásától: hosszant féloldalt hasítsunk bele a coleoptilába a hegyén kezdve 3—4 mm.-ig. Az ilyen coleoptilák közt csak elvétve akad vagy egy (a három kísérletbeli 37 között), a melyik úgy görbülné a sebzett oldal felé, mint a hogyan az összehasonlításra egyidejűleg haránt belevágottaknak a nagyobb része: a sebzés alatti, a növekedő övben. Ellenben a hasítékkal egy magasságban, a csúcsnak 3—4 mm.-es darabja görbül egy-két példányon a vágás felé, csakhogy ez a reactio egészen más természetű, valószínűleg egyszerűen csak annak a következménye, hogy jobbra-balra a hasíték közelébe eső sejtekben a sebzés következtében meglással a növekedés (211—214. szám).

Végül még egy fajta kísérlet: már nem az *Avená*-nak, hanem

a *Coix*-nak a csíranövényével. A *Coix* csíranövényének ugyanis, épp úgy mint például a *Panicum*-énak is, nem a coleoptila, hanem inkább a hypocotylszár a reagáló része, de az egész jóval természetesebb, efféle operálásra sokkalta alkalmasabb. Ha a coleoptilát levágom közvetlenül a töve alatt, akkor eltolva úgy ragaszthatom vissza zselatinnal a tömött szövetű hypocotylra, hogy a vágás két felülete csak fél-fél darabján érintkezzék egymással. A csúcsból, azaz hogy itt az egész coleoptilából eredő bárminemű hatás tehát a hypocotylszárnak csak féloldalát érheti, mindamellett, hogy a sebzés nem féloldali — épp úgy, mint ennek a fejezetnek első kísérletében. És az eredmény is egészen ennek megfelelő lesz: görbül a csíranövény olyképp, hogy domború lesz az az oldala, a melyikre ragasztottuk a coleoptilát. Ez a görbülés igen erős, gyakran a vízszintesig hajló, sőt néhány esetben a hypocotyl még hurkot is vetett¹ (215—218. szám).

Ez a néhány kísérlet mind egyet bizonyít:

Hogy a növekedés minden oldalról egyenletes legyen, ahhoz az szükséges, hogy a csúcsnak és a sejtosztódó övnek az összeköttetése minden oldalról egyenletes legyen. A csíranövény csúcsa szabályozó központja a növekedésnek. Hatások indulnak ki belőle a basalisabb részek felé és serkentik ott a növekedést; ha elmaradnak, akkor a növekedés is meglassul.² Utjukban ezek a hatások nem tudnak kitérni; pályájuk egyenes a növény hosszában. Ha egyrészek az egyik féloldalon akadályba ütköznek, akkor azon a féloldalon a növekedés ellankad; a másikon ellenben nem és a kettő közti különbség eredményeképpen jelentkezik a görbülés. Mert a vágáragörbülés pozitív.

Az «akadály» természete is fontos. Maga a vágás, a sejtek szétroncsolása nem akadály; a csillám- vagy stanniollemezke

¹ A levágásnak és visszarakásnak ez a módja igen alkalmas lett volna annak az eldöntésére is, hogy a phototropos ingerkövetítésnek melyik az útja: a fényforrás felé eső vagy a másik oldal-e? (v. ö. a III. fejezettel) ha ennek éppen ezek az erős görbülések módját nem rontották volna.

² A csúcsavesztett *Avena*-coleoptilának átlagban csak félakkora a növekedése, mint az épé. L. 219. sz. kísérletet. (Ebben azonban magának a sebzésnek is lehet némi része.)

már az. *Zselatinon is átjutnak ezek a hatások a vágás egyik feléről a másikra.* Mindez egészen hasonló a phototropos ingerközvetítéshez.

Olyan kétségek, mint a phototropos ingerközvetítés dolgában, itt fel sem merülhetnek. A seben át, élő sejttől élő sejtig biztos, hogy nem más, mint *diffusio* ezeknek a csúcsból eredő, növekedésszabályozó hatásoknak a közvetítője. Tehát maga a növekedésszabályozás is abból állhat, hogy a csúcs vízben oldható anyagot választ ki, ez vándorol le sejten és zselatinon át és serkenti osztódásra a sejteket. Ez igen valószínű, ámbar a kísérletekből közvetlenül csak annyit tudunk meg, hogy a zselatinon belül szerepel *diffusio*. A hogyan a phototropos ingerközvetítésről, ahhoz hasonlóan okoskodhatnánk a növekedés szabályozásról is abban a kérdésben, hogy vajjon ugyanolyan *diffusio*-e a közvetítő az élő szöveten belül is, mint a zselatinon át? De teljesen valószínűtlen volna az a lehetőség, hogy a szövetben a diffúziótól merőben különböző módon történék a közvetítés; hogy pedig a csúcsból kiinduló növekedést serkentő anyag maga eljut-e egészen a növekedő övig, vagy csak a közeli sejtekig és azok választják ki a tovább vándorló mennyiséget és úgy tovább hasonlóan a 662. oldalon elmondotthoz: e két lehetőség közt egyelőre nem tudunk ugyan választást tenni, de nincs is nagyobb különbség; mindkettőnek csak a *diffusio* a magva.

Van néhány nevezetes analogia is.

A *Rhynchostylis*, a *Phalenopsis*, az *Odontoglossum* és több más orchidea-*virág postfloralis* változásainak egy részét: magát a virágnak korai elhervadását meg a bibe csukódását és a gynostemium megduzzadását mesterségesen is meg lehet indítani az akár más *genus*beli virágból vett polliniumnak vizes kivonatával, sőt nem is rokon fajoknak (*Hedychnium*, *Hibiscus*) élő vagy holt pollenjével is.¹

A burgonyagumóban és néhány más. növénynek ágában

¹ H. FITTING: Die Beeinflussung der Orchideenblüten durch die Bestäubung und durch andere Umstände. Zeitschr. f. Bot. I. 1909. — Weitere entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Orchideenblüten. Zeitschr. f. Bot. II. 1910.

(*Althaea*, *Brassica*), levelében (*Bryophyllum*, *Peperomia*) a sejtosztódás a leptom hatására indul meg. Olyan szövetdarabkákban, amelyekben a háncsnak még töredéke sincs, osztlásra lehet birni a sejteket azzal, hogy edénynyalábot vagy legalább is háncsot tartalmazó darabkát értetünk hozzá. Nyilván van a leptomnak valami sejtosztláserkentő váladéka.¹

Ezek a példák is arra vallanak, hogy a correlatióknak egy részét, ha nem is valamennyit, a növény belsejében vándorló, ingerlő anyagok, mondhatnók «növényi hormonok» közvetítik. Diffúzióval terjedő ilyes közvetítő anyaga, «*correlator*» lehet a feltárt új correlatióknak, az *Avena-coleoptila* növekedésszabályozásának is. És úgy látszik, hogy ez a correlator nem a rendes anyagforgalomnak valamelyik vándorló anyaga, például szénhidrátja a maga bősége vagy kevés volta által már azért sem, mert hiszen a csúcsból indul ki, nem a tőből áramlik felfelé, mint a táplálék, mert az összeköttetés féloldali megszakításakor a vágásnak alatta, nem pedig felette fogjuk látni a görbülést.

E szerint az *Avena-coleoptila* vágásra-görbülése nem traumatropismus. Nem a sebzés ingere kelti, mintegy a mi érzékelésünkhez hasonlóan és mint a negatív traumatropos görbülést; hanem ered a rendes correlatiós viszonyoknak a megbolygatásából. Lehet, hogy a bevágáson kívül még másféle olyan okok is előidézik, mint például az égetés, maratás, amelyekről fel lehet tenni, hogy a plasmát olyképp változtatják meg, például coaguláltatják, hogy a diffúzió, a correlatornak a vándorlása féloldalt megakad.

E correlatiós görbülés mellett azonban meglehet még az igazi, a negatív traumatropos reactio is, csak hogy a vágáragörbüléssel szemben nem érvényesülő gyenge fokban. FITTING említi, hogy röviddel a bevágás megejtése után, mulóan bár, de mutatkozik gyenge negatív görbülés is. Magam is láttam gyenge negatív reactióját olyan példánynak, a melyen hosszant volt a vágás,

¹ G. HABERLANDT. Zur Physiologie der Zellteilung. 1—2. Mitt. Sitzungsber. Preuss. Akad. Berlin. 1913. XVI., 1914. XLVI.

a melyen tehát volt féoldalal sebzés a correlatio jelentékenyebb megzavarása nélkül.

Tehát az *Avena-coleoptilán*ak sebzés iránt tompább az érzékenysége, de correlatiós növekedésszabályozása igen kényes. Más növényben ellenben a traumatropismus lehet oly erős, hogy elnyomja a vágásragörbülést, vagy talán a correlatiós növekedésszabályozás bennök sokkal elmosódottabb, jelentéktelenebb. Hogy azonban megvan még igen sok növényben, az *Avena-coleoptilán* és hozzá hasonlókon kívül is, amellett mindenekelőtt sok különböző feljegyzett eset szól arról,¹ hogy a decapitálás meglasztja a növekedést. Az *Avena-coleoptilán* felismerteknek az általánosítására kínálkozik még például az autotropismus, az autonom nutatio, azonkívül minden arról ismeretes eset, hogy a tenyésző csúcs regulatiós hatással van a mögöttes részekre, akármiben is nyilatkozik az meg.

A csúcs a testnek nem csak morphologiai alakulását vezeti, mint tenyésző csúcs, hanem a növekedését, mozgását is. (Különb. ben maga a «morphologiai» alakulás is csak szabályozott növekedésnek és szabályozott másféle «physiologiai» folyamatoknak az eredménye. A csúcs ebbeli két jelentősége igen közel rokon lehet.) Mintha a csúcsnak valóban megvolna az az «agyműködése», amelyről DARWIN beszélt! Oekologiai oldalról tekintve igen érthető volna, hogy a csúcs, a növekedésben legelől járó, ne csak a testalakulás kútfeje, de vezére legyen az egész szervnek sok más tekintetben is.

Végezetül vessük egybe a növekedésszabályozást a phototropos ingerközvetítéssel. Nevezetes, hogy *a mit az egyikről, a mit a másiktól megállapítottam, az mind egészen hasonló dolog.* Vágás-felületek közt zselatinon át diffúzióval történik mind a kettő; diffúziószerű módon minden valószínűség szerint az élő szövetben is. A növekedés correlatora főképp a csúcsban székel; a basis phototropos görbülésére is jelentősebb a szinte 1000-szer érzékenyebb csúcsból származó,² mint a helybeli ingerlés. Utolsó

¹ V. ö. FITTING. Die Reizleitungsvorgänge bei den Pflanzen. I. 733. ASHER und SPIRO, Ergebn. der Physiologie. IV. Jahrg. 1905.

² A. WILSCHKE. Über die Verteilung der phototr. Sensibilität in Gramineenkeimlingen. Sitzungsber. Akad. Wien. CXXII. I. 1913.

szakaszában, a motoricumban, a phototropos reactio nem egyéb, mint a növekedésnek a két oldalon különböző szabályozása. Talán első szakaszában sem egyéb! *Talán a perceptio nem egyéb, mint a növekedésszabályozásnak a megváltozása.*

Velejében a *növekedésszabályozás és a phototropos ingerközvetítés azonos lenne* e gondolat szerint. Ugyanaz a correlatora volna mind a kettőnek. A phototropos perceptióval vándorlásra képes anyag képződésének vagy eltűnésének kell együtt járnia, különben nem érthető a zselatinon át való közvetítés. Lehet, hogy (akár közvetlenül photochemiai úton, akár pedig az ingerület hatására másodsorban) éppen a növekedésnek állandóan áramló correlatora változik meg a csúcs megvilágításakor s lesz a phototropos inger közvetítője: elbomlik, hatását veszti a megvilágított oldalon és a basis görbülése pozitív lesz avagy a tonus változásakor koncentrálódik a megvilágított vagy elbomlik az árnyékosabb oldalon és a görbülés negatív lesz.¹

A phototropismus egésze elemi ingerjelenségekre bomlanék fel. Ingerjelenség volna a perceptio, a correlator megváltozása (ha nem egyszerűen photochemiai változás lenne). Sejtről-sejtre megismétlődő ingerjelenségekből állana a ductorius phasis (ha nem egyszerű physikai diffusióból, azaz a harmadik elméleti esetben l. 662. old.) Végül ingerjelenség, a növekedő övben megjelenő anyagnak növekedésosztökélése volna a motoricum.

Ez az egész elmélet azonban csakis akkor állhat meg, ha a FITTING pozitív eredményeinél közelebb vannak a valósághoz az én negatív eredményeim, ha ugyanis az ingerközvetítésnek főképp a megvilágított hosszanti fél mentén van a pályája. De ha ez

¹ Részben hasonló elmélete van BLAAUW-nak is. (A. H. BLAAUW. Licht und Wachstum. Zeitschr. f. Bot. VI. 1914. VII. 1915.) Érdekes néhány újabb megfigyelés alapján visszatér BLAAUW a régi, DE CANDOLLE-féle gondolathoz; a phototropos görbülést egyszerűen a fénynek a növekedésre való gátló vagy más esetben serkentő, közvetlen hatásával magyarázza. Valószínű, hogy a BLAAUW észleletének sem más az alapja, mint a növekedés correlatorának a megbénulása, mert, valamint a photoperceptio sem szorítkozik csupán a csúcsra, úgy a correlator ott lehet, bár kisebb mértékben, a növekedő övben is. Másrészt azonban bizonyos, hogy a kérdés egyáltalán nem olyan egyszerű, az elmélet még korántsem olyan kész, mint a hogyan BLAAUW gondolja.

bebizonyosodnék, akkor — mindaddig, amíg valami új különbséget fel nem fedeznének — semmi okunk sem volna feltenni azt, hogy egy helyről: a csúcsból eredő, egy úton: a concavvá leendő oldalon, egyező módon: diffúzióval terjedő és végül azonos: pozitív-görbülés eredményű két folyamat mégis egymástól független és mivoltában különböző legyen.

Akkor az elméletet próbára kellene tenni mindenek előtt annak a megvizsgálásával, hogy vajjon más tekintetben is egészen hasonló-e a két folyamat? Egyképpen függ-e a külső körülményektől mind a kettő? A phototropismus főkérdései pedig így alakulnának:

1. Mily körülmények között és mi módon képződik a csúcsban a correlator? Anyagában mi ez a correlator? (Az érzékenység kérdése.)

2. Mikép változik meg a correlator minőségében, mennyiségében megvilágításkor? Miképen tonusváltozáskor? (A sensoricum kérdése.)

3. Mi úton-módon vándorol az a közös correlator az élő szövetben? (Ugyanaz a kérdés, mint amelyről a II. és a IV. fejezetben volt szó. A ductoricum kérdése.)

4. Hogyan hat a correlator a növekedésre? (A motoricum kérdése.)

A KISÉRLETI NAPLÓBÓL.

Vázlatos áttekintés végzett kísérleteimről és a fontosabbakról, jellemzőbbekről mutatóba részletesebb adatok. A sorrend a tárgyalást követő; csak az egyes csoportokon belül az eredeti.

1—18. sz. Előzetes kísérletek.

19—27. sz. Az I. főkísérlet első sorozata. (L. 646. old.) Ékalakú vágás. Nagyobbrészt ligowoi zabbal.

21. sz. Összesen 4 példány üres coleoptila; 5 óra multán görbül 1 pld., 20 óra multán 2 pld. jól, 2 pld. gyengébben.

22. sz. Összesen 5 pld. ép, egész csiranövénynek vágva le és ragasztva vissza a csúcsát. 5 óra multán görbül mind az 5 pld., de három még csak gyengén. Másnapra 4 pld.-nak a növekedő levél letaszította a csúcsát, egynek még nem és az görbül is erősen.

26. sz. Összesen 14 pld. üres col. 12 óra múlva görbül 10 pld. jól, 2 pld. gyengébben, 1 pld. pedig egyenes, végül 1 pld. görbül ugyan erősen, de a ragasztása éppen a fény felé eső oldalon szétváltott.

27. sz. Összesen 10 pld. üres col., 6 pld. a szélesebb, 4 pld. a keskenyebb felével fordítva a fénynek. Görbül a 6 közül 5, a 4 közül 3. A görbülések átlagban mindkét csoportban egyenlően erősek. Ezzel egyidejű a 68. sz. kísérlet.

28—37. sz. Az I. főkísérlet második sorozata (L. 646. old.) Egyszerű, sík vágás. Nagyobb részt a rosszul csirázó zabbal (l. 653. old.) Mind üres col.

28. sz. Összesen 4 pld. Görbül 6 óra múltán 2 pld., 20 óra múltán mind a négy, de az egyiknek a vágása már kinőtt a fényre. A számba vehető 3 pld. közül az egyik fedőcskés hüvellyel. Egyidejűleg 2 pld.-nyal az elsötétítés próbája. (L. 42. sz.)

29. sz. Fedetlen hüvellyel 3 pld., mind a három jól görbül. Fedőcskés hüvellyel 3 pld., kettő jól görbül, a harmadiknak a hüvelye kissé igen magasra volt húzva úgy, hogy a csúcsát is alig érte fény.

31. sz. Hosszú, 3—4 cm.-es coleoptilák. Másnapra sem görbülnek.

32. sz. Rövid col. 4 pld. 2 pld. kinőtt a vágás-ragasztással a fényre, 1 pld.-nak a csúcsa sem görbül, 1 pld. (fedőcskés hüvellyel) nem nőtt ki, jól görbül.

33. sz. Fedetlen hüvellyel összesen 6 pld. 3 pld. a keskenyebbik felével fordítva a fény felé, jól görbül mind a három. 3 pld. a szélesebbik felével (de nem a felhasadó oldalával) fordítva a fény felé, közülük kettő jól görbül, egy egyenes marad.

38—39. sz. Összehasonlítás az üres coleoptila és az ép csiranövény coleoptilájának a görbülése között. (L. 641. old.)

40—50. sz. I. ellenőrző kísérlet. (L. 647 old.)

40. sz. Összesen 7 pld. üres col. fedetlen hüvellyel. 12 és 16 óra múltán 6 pld. egyenes, 1 pld. görbül a fénytől elfelé.

46. sz. 5 pld. üres col. fedőcskés hüvellyel. 2 pld. kinőtt és görbül; 3 pld. nem nőtt ki, közülük kettő egyenes, egy görbül a felhasadó oldalra. Továbbá 1 pld. fedetlen hüvellyel: nem nőtt ki, egyenes (20 óra).

50. sz. Összesen 14 pld. ép csiranövény fedetlen hüvelylyel; egyiknek sem került ki a hegye a fényre, egyenes maradt 20 óra multával is mind a 14 pld.

51—57. sz. II. ellenőrző kísérlet. (L. 648. old.)

52. sz. Fedetlen hüvelylyel 4 üres col. Egyenes marad valamennyi (20 óra).

53. sz. Fedőcskés hüvelylyel 3 pld., fedetlen hüvelylyel 2 pld. 1 pld. kinőtt és görbül, 4 pld. 20 óra multán is egyenes.

55. sz. 3 pld. üres col., nem nőnek ki. 2 pld. egyenes marad (20 óra), 1 pld. görbül hátra, a felhasadó oldalra.

Továbbá 1 pld. a 109. sz. kísérletben. (l. 679. o.)

58—59. sz. III. ellenőrző kísérlet. (L. 649. old.) A két kísérletben összesen 10 pld. és pedig 6 pld. gyökeretlen, a hypocotyl felett levágott col., a levél bennök; 4 pld. üres col. Egyenes marad 8 pld., 2 pld. görbül oldalt, nyilván, mert a fényfogó lapokról verődik rájuk oldalsó fény.

60—64. sz. IV. ellenőrző kísérlet. (L. 649. old.)

60. sz. Összesen 6 pld. és pedig 3 üres col., 3-ban a levél benne. Egyenes marad mind a hat.

61. sz. Összesen 6 pld. és pedig 2 üres col., 4-ben a levél benne. Egyenes marad 5 pld., 1 pld. görbül gyengén a fényforrás felé.

64. sz. Összesen 7 pld. üres col. Egyenes marad 3 pld., 4 pld. pedig görbül a felhasadó oldalra (1 pld. hátra, 3 pld. oldalt).

65—67. sz. V. ellenőrző kísérlet. (L. 650. old.) A három kísérletben összesen 12 pld. Egyenes marad valamennyi.

68—69. sz. VI. ellenőrző kísérlet. (L. 651. old.)

68. sz. 6 pld. üres col. ékalakú vágással. Egyenes marad 4 pld., görbül gyengén 2 pld. (18 óra).

69. sz. 13 pld. üres col. egysikű vágással. 20 óra multán is egyenes valamennyi.

Ezen kívül még 4 pld. a 196. sz. kísérletben (l. o.)

70—76. sz. Kísérletek az exponálás befejezte után visszarakott csúcscsal. (L. 651. old.)

77—78. sz. Kísérletek zselatinos ragasztás nélkül visszaillesztett csúcscsal. (L. 652. old.) Összesen 13 pld. üres col. Görbül az alja nyolcznak; öté egyenes marad.

79—83. sz. Az autonom görbülés. (L. 652. old.) Az egyes kísérletekben görbül a felhasadó oldalra

5 pld. közül 2,
8 " " 3,
15 " " 0,
22 " " 1,
10 " " 0.

84—90. sz. Előzetes kísérletek a II. főkísérlethez.

91—96. sz. A II. főkísérlet első sorozata. (L. 656. old.) Nagyobbrészt ligowói zabbal.

91. sz. Calamussal 4 pld. 7 óra mulva: egynek a csúcsa leesett, a többi három már görbül gyengén; 20 óra mulva ez a három görbülés jóval erősebb. Összehasonlításul 2 pld. calamus nélkül az I. főkísérlet módjára visszarágaztott csúcsal: már 7 óra multán is elég jól görbülnek.

92. sz. Calamussal exponálva 4 pld., közülük görbül 3 pld. Ellenőrzésül 2 pld. calamussal, de nem exponálva (a VII. ellenőrző módjára), 10 óra multán még egyenesek. Ekkor azután ezeknek is megvilágítottam a csúcsát és 12 óra multán jól görbül az aljuk.

94. sz. Összesen 12 pld. Görbül 6 óra mulva 9 pld., némelyik csak gyengén; 20 óra mulva 11 pld. jól, 1 pld. gyengén, de kétségtelenül.

95. sz. A 12 calamusos pld. közül görbült 14 óra multával 11 pld.; ezek közül ötöt három órával később az ellenkező oldalról újból exponáltam: 20 óra mulva közülük négy megint csak a fény felé görbült.

97—102. sz. A II. főkísérlet sikertelen második sorozata (L. 657. old.)

103—116. sz. A II. főkísérlet harmadik és negyedik sorozata. (L. 656. old.)

105. sz. Összesen 3 kísérleti péld., 1 kinőtt, nem görbül egyik sem, még a csúcsán sem. Ugyanakkor 1 pld.-nyal az I. ellenőrző kísérlet; 2 pld.-nyal a VIII. a.) ellenőrző kísérlet. Egyenes marad mind a három. Ez azonban nem vehető számba, mivelhogy a kísérleti pld.-ok sem reagáltak.

109. sz. Összesen 5 kísérleti pld., 14 óra múlva 2 pld. jól görbül, 2 pld. kétséges, 1 pld.-nak pedig a calamusa már igen közel van a fény határához. Egyidejűleg 1 pld.-nyal a II. ellenőrző kísérlet: egyenes marad.

112. sz. Összesen 5 pld. 8 óra múlva görbül 3, 20 óra múlva mind az 5 pld.

113. sz. Összesen 4 pld. 7 óra múlva görbül már mind a 4 pld. 20 óra múltán a görbülések erősebbek, de 2 pld.-nak a calamusa már a fénybe ér.

115. sz. Összesen 6 pld. 12 óra múltán görbül 4 pld.; egynek csak a csúcsa, egynek még a csúcsa sem.

117—119. sz. A II. főkísérlet kései exp onálással (L. 657. old.)

117. sz. Összesen 6 pld. Exponálás 24 órával a calamusos praeparálás után. 3 pld. kinőtt újabb 18 órára, 1-nek a csúcsa sem görbült, de 2 pld. görbül jól.

119. sz. A calamusos praeparálás után 24 óráig sötétben tartott összesen 5 col. közül reagál 20 órával az exponálás után 4 pld.; az ötödiknek a hegyét alig érte fény.

Továbbá 5 péld. a 95. sz. kísérletben. (l. o.)

120. sz. A II. főkísérlet *Tilia*-metszettel. (L. 656. old.) Összesen 5 pld. Az egyik kinőtt, a többi 4 pld. nem és jól görbül.

121—125. sz. VII. ellenőrző kísérlet. (L. 658. old.)

A 121. sz. kísérletben 7 példány közül egyenes marad 5,
122. " " 6 " " " " 5,
123. " " 5 " " " " 5,
124. " " 6 " " " " 5,
125. " " 6 " " " " 6,
92. " " 2 " " " " 2.

A 122. és 125. sz. kísérlet 48 óráig tartott; a többi 22—24 óráig.

126—130. sz. VIII. ellenőrző kísérlet. (L. 658. old.)

126. sz. Összesen 7 pld. üres col. kakaovajba mártott calamus-metszettel; 9 valamint 14 óra múltán az alja egyenes, csak a csúcsa görbül valamennyinek.

127. sz. Összesen 6 pld. üres col.; közbeiktatva csillámlemez, ragasztás zselatinnal. 7 óra multával a csúcsa görbült, az alja ellenben egyenes mind a hatnak; 19 óra multán 4 pld.-nak a vágására már fény esik, a másik kettőnek az alja egyenes.

128. sz. Összesen 7 pld. üres col.; közbe iktatva csillámlemez, ragasztás kakaovajjal. 15 óra mulva: egynek a csúcsa sem görbült, a többi hatnak igen; a basisa mind a 7 pld.-nak egyenes.

131—132. sz. IX. ellenőrző kísérlet. (L. 659. old.) A két kísérletben összesen 22 pld.; mind egyenes marad.

133—135. sz. Kísérletek közbe iktatott platina-lemezzel. (L. 661. old.) A három kísérletben összesen 16 pld. kísérleti col. Egy sem nőtt ki. A csúcsa jól görbül, ellenben a platinalemez alatti része egyenes marad valamennyinek. Ellenőrzésül a három kísérletben összesen 4 pld. az I. főkísérlet módjára operálva és exponálva: az alja is görbül mind a négynek.

136—195. sz. Kísérletek az ingerközvetítés pályájára vonatkozólag. (L. 667. old.)

196—219. sz. Kísérlet a csúcsból eredő növekedésszabályozásról. (L. 668—670. old.)

196. sz. Összesen 7 pld. üres col. levágott és visszaillesztett csúccsal, a vágásba félig közbe tolt csillámlemezzel sötétben: görbül a csillámlemezes oldalra 5 óra mulva 5, 20 óra mulva 7 pld. Összehasonlításul 4 pld. levágott és visszaillesztett csúccsal, de csillámlemez nélkül; mind egyenes marad végig.

198. sz. Összesen 7 pld. hasonlóképpen, de nem csillám-, hanem stanniollemezzel. Görbül mind a hét.

199. sz. Összesen 6 pld. üres col. csillámlemezzel féloldalt, de a csúcs nincsen visszarakva: egyenes marad mind a hat. Összehasonlításul 3 pld. levágott hegyű üres col., csillámlemezke sem téve reá: egyenes marad. És 1 pld. visszarakott csúccsal, közbetolt csillámlemezzel (mint a 196. sz. k.-ben): jól görbül.

200. sz. Összesen 12 pld. üres col. harántvágással a hegyétől 4—5 mm.-nyire; 7 pld.-on a vágás zselatinnal van betömve: közülük egyenes marad öt, ellenben kettő gyengén görbül a vágás oldalára. 5 pld.-on a vágás kakaovajjal van betömve: mind az öt jól görbül a vágás oldalára.

201. sz. Összesen 8 pld. gyökeres, egész csiranövény, a harántvágás betömve zselatinnal. 7 óra múlva még mind egyenes; másnapra ugyan hat görbül a vágás oldalára, de ezeknek a vágása szétnyilott úgy, hogy a zselatin a seb két felét már nem köti össze egymással.

204. sz. Összesen 5 pld. üres col.; a vágás betömve zselatinnal, 8 óra múlva még egyenesek. Másnapra 2 pld.-nak a sebé szétnyilott, ezek görbülnek, a másik három még mindig egyenes. Összehasonlításul 7 pld. üres col. vágással, de zselatin nélkül: már 5 óra múlva is jól görbülnek.

205. sz. 6 pld., mint a 204. sz. k.-ben: öt másnap is egyenes. Összehasonlításul 7 pld. harántvágással, de zselatin nélkül; 3 pld. még másnap is egyenes, a vágás rajtok nem nyilt szét.

208—209. sz. A két kísérletben összesen 8 üres col. féloldali harántvágással, abban zselatinos calamus-metszettel. Egyenes marad másnapra 6 pld. Összehasonlításul 3 pld. harántvágással zselatin nélkül és 7 pld. harántvágással s abban stanniolum-lemzekével; valamennyi görbül.

210. sz. Gyökeres, egész csiranövények harántvágással, a vágás megejtése után azonnal víz alá merítve. Összesen 7 pld., 2 óra múlva görbül 5 pld.; 4 óra múlva már mind a hét.

212. sz. Gyökeres, egész csiranövények féloldali 3 mm.-es, hosszanti hasitékkal a legvégükön. Összesen 11 pld. Egyenes marad 6 pld.; 1 pld. görbül a behasított, 1 pld. az ellenkező oldalra, 3 pld.-nak pedig az alja egyenes, de görbül a végének 3 mm.-es darabja gyengén a vágás oldalára. Összehasonlításra 2 pld. féloldali harántvágással: jól görbülnek. Kisérl. 5 óra.

215—218. sz. Kísérlet Coix-szal. (L. 670. old.) Összesen 20 pld., a hypocotylja görbül erősebben vagy gyengébben valamennyinek.

214. sz. 6 pld., 7 óra múlva görbül a hypocotylja 1 péld.-nak gyengén, 5 pld.-nak erősen. 19 óra múltán 2 pld.-nak a hypocotylja már hurokra görbült, a többié csak kevéssel görbül erősebben.

219. sz. A levágott hegyű coleoptila növekedése. (L. 670. old.) Kiválogattam páronként lehetőleg egyenlő hosszú

coleoptilákat; valamennyi párból az egyikre tuspontot tettem 2—2·5—3 mm.-nyire a végétől, a másiknak meg levágtam a csúcsát ugyanakkora hosszúságban. Egy-egy tuspont került a coleoptila legaljára is. Ennek a tuspontnak a másiktól illetőleg a vágástól való távolságát mértem meg mm.-ben a kísérlet elején és 24 óra múlva a kísérlet végén. (Gyökeres egész csira-növények, sötétben, 22—20 C°-on).

	A két tuspont eredeti távolsága a két coleoptilán mm.-ben:	Az ép coleoptila növekedése mm.-ben	A csúcsavesztett coleoptila növekedése mm.-ben:
1. pár	13 és 13	8	4 ,
2. "	14·5 " 15	7·5	4 ,
3. "	15 " 15	9	5 ,
4. "	14·5 " 15	9·5	6 ,
5. "	15·5 " 15·5	8·5	4·5,
6. "	16 " 16	7	3 ,
7. "	17 " 16·5	9	7·5,
8. "	17 " 17	10	4 ,
9. "	19 " 19	10	5 ,
10. "	19 " 19	13	5 .

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1916 június 13.-án tartott üléséből.)

AZ AGYVELŐ BARÁZDÁLÓDÁSÁRÓL.¹

SCHAFFER KÁROLY I. tagtól.

(Négy táblával.)

Tartalom.

- I. *Az irodalom áttekintése.*
- II. *Saját vizsgálatok egy 5 hónapos foetus agyvelején.*
 - A) Makroszkopos leírás.
 - B) Mikroszkopos leírás.
 1. Nagyagy:
 - a) A sima nagyagy-kéreg szövettana.
 - b) A barázdált nagyagy-kéreg szövettana.
 2. Kisagy:
 - a) Felszín.
 - b) Belső szerkezet.
- III. *Összefoglalása a vizsgálat eredményeinek.*

I.

Az emberi nagyagy felszíne, mely kifejlett állapotában oly dúsán barázdált, a fejlődés legkorábbi stádiumában, a méhen belüli élet első és második havában teljesen sima. Csak a 2 hónapos embrióban indul meg a féltekei felszínnek megváltozása oly értelemben, hogy a REIL-féle sziget, mint állandó pont körül, a féltekének homloki, fali- és halántéki területei felgömbülnek és ezáltal egy behorpadás, a SYLVIUS-féle árok jő létre. A 4. hónap-

¹ A budapesti k. m. tudomány-egyetem agyszövettani intézetében (Interakadémiai agykutató intézet) készült dolgozat.

ban a félteke medialis felszínén a *fissura calcarina* és *parieto-occipitalis* első nyomait mutatja, a 6. hónapban pedig úgy a központi, valamint az első halántéki barázda (*sulcus centralis*, *sulcus temporalis I.*) kialakulása megindul és ezentúl a 7., méginkább a 8. hónapban a barázdák mind sűrűbben és mind teljesebb mértékben kezdenek kialakulni. Az újszülöttnak nagyagy-féltekéje az összes típusos elsődleges és másodlagos barázdákkal el van látva; tagadhatatlan azonban, hogy ezentúl is egyes felszínesebb, sekélyebb, úgynevezett harmadlagos barázdák kialakulása folyamatban van. E jelzett barázdálódásnak jelentősége csakis az, hogy a nagyagynak, a tudatos szellemi műveletek substratumának felszíne nagyobbodik. Minthogy a tekervényképződésre vezető barázdálódás az előrehaladó intelligenciával kapcsolatos folyamat, azért is a figyelmet már régebben magára irányította s keresték a barázdálódási folyamatnak pontosabb mibenlétét. Vizsgálódás tárgya volt tehát, vajjon mi tételezi fel a barázda-, illetőleg a tekervényképződést; e folyamat a mai napig sincs tisztázva.

RANKE szerint a régebbi anatomusok (REICHERT, KÖLLIKER, HIS, MIHALKOVICS, VIRCHOW) az agybarázdák keletkezésére nézve két szempontot tartottak mérvadónak: az agykéreg helyi kiemelkedését és a durvább érelrendeződést. Hozzájárult ezekhez későbbben egy harmadik tényező, az idegrostoknak velősödési folyamata, amelyről azt tételezték fel, hogy a velősödő rostok a kérget mintegy maguk előtt feltölnék. Feltűnő volt ugyanis, hogy a tekervények csúcsához haladó vetületi rostok számosabbak és erőteljesebbek, mint a tekervények völgyéhez futó rostok.

Nem nehéz kimutatni, hogy e három tényező közül főleg az utóbbi kettő tarthatatlan. Ami a velősödést illeti, ez a feltevés mint barázdaképző tényező azért képtelen, mert oly időben jelentkezik, amikor a barázdálódás főbb körvonalaiban már megvan. Az érelrendeződésnek pedig döntő jelentőséget újabban a legtöbb szerző már nem tulajdonít, főleg nem azon durva mechanikai elgondolás alapján, mely szerint az erek mintegy kivájnák maguknak az agybarázdákat. Ki van mutatva egyébként, hogy az erek nem csupán a barázdákban hatolnak be az agy állományába, hanem a tekervények csúcsán is, tehát az

érbehatolás körülményének a barázdák kialakulásában nincs jelentősége.

Hátra van a tekervényképződés amaz okáról szólani, mely a nagyagy-felszínnek helyi kiemelkedésében áll. E kialakulási mód szerint az elsődleges és lényeges mozzanat a kéregnek kidudorodása, mely mint másodlagos következményes jelenséget a barázda előállítását vonja maga után. Ennek a nézetnek az újabb időkben (1905) különös súlyt kölcsönzött RANKE munkája, melynek tartalmát e szerző a következőkben adja. A tekervényes agyvelővel bíró úgynevezett gyrencephalonos emlősök a méhen belüli életnek 4. és 5. hónapjában a nagyagy-kéregnek csirarétegéből apró szemölcsös dudorokat növesztenek a kéreg felszínes molekulás rétegébe, a HIS-féle széli fátyolba. Ezek a RETZIUS által legelőször látott és leírt, HIS által beigazolt *embryonalis agyszemölcsök*. A nagyagykéregnek ezt a jelenségét RANKE *status corticis verrucosus simplex* s. *Retzii*-nek nevezte el, mely azonban mulandó jelenség, mert az 5. ébrényi hónapon túl már tűnedezni kezd és az újszülöttben nyoma sincs, kivéve a hippocampus-tekervényt, melyben mint *verrucae gyri hippocampi* még a felnőtt egyénben is megmarad. A jelzett *embryonalis agyszemölcsök* RANKE szerint főleg erek körül képződnek ki; vajjon milyen ok tételezi fel a RETZIUS-féle állapotot, e szerző maga nem tudja megmondani, csupán annak a sejtelmének ad kifejezést hogy ez az állapot phylo- és ontogenetikailag a nagyagy barázdálódását előkészíti és hogy, mint említettem, a piából az agykéregbe behatoló erekkel bizonyos viszonyban állana, amennyiben az említett szemölcsök és a bőségesebb kéregereződés kialakulásának időpontja egybeesik. Ha ugyanis nem tekintjük a második *embryonalis* hónapban a kéregbe bejutó egyes finom hajszálereket, akkor csak a 4. hónapban indul meg a kéregnek a pia felől történő bővebb érellátása, tehát ugyanabban az időben, amidőn a *status corticis verrucosus Retzii* is kifejlődik.

Mint hogy RANKE a RETZIUS-féle szemölcsöknek az agykéreg barázdálódásában oly nagy jelentőséget tulajdonít, illő lesz a felfedező RETZIUSnak e tárgyról való leírását ismertetni. Osmiochrom-eczetsavval kezelt foetalis agyvelők felszínén RETZIUS finom szemcsézettséget látott áttűnni a sima agyfelszínen; ha pedig

az agyvelő felszínes molekularis leple leemelődött, akkor az ilyen lecsupaszított hely göröngyösnek, valósággal szemcsézettnek tűnt fel. Ilyen helyeknek szövettani vizsgálata kiderítette, hogy a jelzett szemcsézettség a kéreg loborsejtjeinek egyenlőtlen burjánzásától származik, minélfogva ezek gömbölyded kidudorodásokban nőttek a felszín felé; e szemcsék közötti hézagok az úgynevezett molekulás réteg által kitöltöttek mutatkoztak, úgy hogy az ilyen agyvelő rendes felszíne a molekulás réteg miatt tűnt fel simának, mely a kéregszemölcsök felett elhúzódott. RETZIUS a loborsejtrétegnek e sajátos szemcséit feltűnően gyakran a 4. hónapból származó foetusok agyvelején látta, már ritkábban az 5. hónapból való anyagon és hajlandó ezt a jelenséget inkább rendesnek, semmint rendellenesnek tekinteni. Úgy látszik, hogy e szemölcsök a loborsejtes rétegnek erélyes fejlődésére utalnak, mely azonban a szomszédos rétegek kialakulása által kiegyenlítettik. RETZIUS szerint azonban arra az eshetőségre is kell gondolnunk, hogy e szemcséződés kóros jelentőségű is lehet, ami különösen abból az okból mérlegelendő, mert a 4. és 5. hónapban történő koraszülések legtöbbszörre kóros, jelesen lueses alapon állanak elő.

Későbbben HIS, RETZIUS-tól függetlenül, felfedezte a leirt szemölcsöket és annál kevésbé tekintette kóros képződményeknek, mert egy normális foetuson is megtalálhatta. Műterméknek sem volt hajlandó nézni a kérdéses képződményeket, miképpen HOCHSTETTER és STREETER, mert hiszen macerált vagy bomlásban levő magzatok agyvelején mindenkor szabálytalan felszínt várt volna el, ehelyett azonban sima felületeket talált és a szemölcsöket csak mikroszkopi vizsgálattal tudta felismerni. Ezzel szemben STREETER az agyszemölcsöket jól conservált állati agyvelőkben sohasem látta és az anyagnak kísérletileg megejtett tökéletlen rögzítésével, macerálásával elő tudta állítani.

Bár a RETZIUS-féle szemölcsök jelentősége a felsorolt adatok alapján vitásnak látszik, mégis legújabbban (1915) BIELSCHOWSKY MIKSA kiváló berlini ideghistologus a szemölcsöket a nagygytekervények kiképződése szempontjából egy hypothesis felállítására alkalmasnak vélte. RANKE, mint fentebb láttuk, a foetalis élet 4. havában az agykéregbe benövő ereket oly középpontok-

nak nézi, melyek körül csirasejtek keletkeznek nagyobb számmal, miáltal tehát érkörűli tenyészközpontok jönnének létre. BIELSCHOWSKY szerint ép viszonyok között az erek nem mindegyike bír ezzel a sajátsággal, hanem főképpen azok, melyek a további fejlődés folyamán az agybarázdák mélységébe kerülnek. Ezek az agy-erek a folyamat kezdetén bizonyos közök által vannak egymástól elválasztva. Azok az erek, amelyek körül a növekedett sejtszaporulat megnyilvánul, egyidejűleg rögzítő pontok (puncta fixa) azokban az alaki és rétegeltolódási viszonyokban, a melyeket e fix pontok megindítanak. A körülöttük kialakult sejttömeg az újonnan készített sejteket oldalt szorítja, a melyek tehát a szomszédságban hasonló módon létrejött sejttömeggel találkoznak. Ily módon a szürke állománynak tömegmagnagyobodása és a felszínnek felfelé boltosulása áll elő; jelesen azon a ponton, ahol a sejttömeg torlódása a legnagyobb, ott kialakul a tekervény teteje, míg a szaporulati góczpontok mindjobban a barázdák mélységébe kerülnek. Ezzel a feltevéssel megegyeznék az az anatómiai tény, hogy az agyvelő előrehaladó fejlődésével a kéreg szürke állománya a tekervények tetején mind szélesebb lesz, míg a tekervényvölgyben mind keskenyebb. BIELSCHOWSKY hangsúlyozza, hogy ez az általa feltételezett kialakulási módja a tekervényeknek csakis a későbbi foetalis életben keletkező, tehát az úgynevezett másodlagos barázdákra és tekervényekre érvényes; ezzel szemben az első foetalis hónapokban kialakuló úgynevezett elsődleges barázdák betüremkedési folyamat következtében jönnének létre, a melyben a féltekei hólyagfalnak teljes vastagsága részt vesz. Utóbbi esetben tehát a növekedés kívülről befelé irányul s így éppen ellentétes a másodlagos barázdák keletkezése módjával, melyben a mélységből a felszín felé törekvő folyamat szerepel.

BIELSCHOWSKY végül hozzáteszi fenti gondolatmenetéhez, hogy a sorban elrendezett érponctokból kiinduló sejtszaporulata a szürke állománynak egymagában még nem elégséges a tekervények végleges kialakulásának magyarázatához. Szerinte ugyanis még az idegrostok velősödése az, mely a tekervények teteje felé irányul és ezáltal a tekervény kidomborodása mind kifejezettebb lesz. BIELSCHOWSKY-nak a fentiekben ismertetett hypothesis néze-

tével nagyjában egyező felfogást már korábban RANKE is kifejezett, amikor azt mondta, hogy egy nagyobb száma az agykérgi szemölcsöknek együvé hatva létesítené azokat a dombocskákat, melyeknek összefolyásából a további fejlődés folyamán tekervények jönnének létre. Ezt a felfogást azonban RANKE kifejezetten oly okoskodásnak minősíti, mely mellett az embryonalis agykéreg képeiből levonható tények nem szólnak. RANKE a kéregnek embryonalis szemölcsállapotát mindenképpen kapcsolatosnak tartja a barázdák és tekervények kiképződésével, de kiemeli, hogy semmit sem tudunk afelől, vajjon mily módon fejlődnek ki az egyes szemölcsökből, eme szaporulati központokból az egyes típusos agytekervények.

Végül meg kell említenem, hogy RANKE előtt 5 évvel VOGT HENRIK is foglalkozott a foetalis szemölcsállapottal, amelyet ő is a tekervényképződéssel hozott összefüggésbe. Mindenképpen elsődlegesnek tekinti a kéreg csirasejtjeinek azt a burjánzását, mely a felszín felé törekszik, és így a kéreg felületes molekulás réteget szűkíti.

A fentebb felsorolt nézeteken végigtekintve, a nagyagy-féltekének barázda- és tekervényképződésére vonatkozó felfogásokat a következőkben összegezhethjük.

1. Különbség teendő az elsődleges és a másodlagos barázdák keletkezése között. Míg az elsődleges barázdák betüremkedés, a félteki felszín behorpadása által, a MONAKOW által jelzett gödörképződés («Grübchenbildung») alapján jönnek létre, addig a másodlagos barázdák keletkezése éppen ellenkezőleg a kérgi felszín felbontosítása alapján volna megmagyarázható: az első esetben a felszínről a mélységbe, a második esetben a mélységből a felszín felé törekvő folyamat szerepelne. Itt jelezni kell, hogy a betüremkedési folyamat behatóbb szövettani részletezését egy szerzőnél sem találtam meg.

2. A másodlagos barázdák, illetőleg tekervények kiképzését az agykérgi szemölcsöknek tulajdonítják, melyek mint szaporulati, sarjadzasi központok a kéreg felszínre felé dudorodó sejtömeget létesítenek. Az ilyen foetalis kéregszemölcsök eleinte a molekulás réteg által fedve lesznek, tehát szabad szemmel nem is láthatók és csak később, amidőn a szemölcsök okozta kiemel-

kedés tekervényképződésre vezetett, válik ki a tekervényköz, vagyis a barázda. Karöltve a szemölcsképződéssel jár a felszínes sejtrétegnek megvastagodása, illetőleg tömörülése. A két jelenséget RANKE olybá veszi, mint a kéreg megnagyobbodásának kísérletét barázdálódás nélkül. Ez az állapot RANKE szerint csakis addig állhat fenn, amíg a lágyagyburok erei a megszaporodott felszínes sejttömeget elégségesen tudják táplálni; állandóan megmarad oly ponton, ahol a kéreg felszínmegnagyobbodása bizonyos fokon túl nem jut, mint erre példa a gyrencephalonus állatok subiculuma, amelyet RANKE barázda- és tekervénynélküli, tehát sima agylebenynek tekint.

3. A fenti szemölcsképzés virágzása egybeesik a kéregnek bőségesebb érképződésével, mely alapon felvehető, hogy az erek előmozdítólag hatnak az idegelemek sarjadzására. Itt megjegyzendő, hogy ez az érkörűli szaporulata a foetalis sejteknek a RANKE-féle érkörűli csirakerületek (vaskuläre Keimbezirke) képződésére vezet, melyek a foetalis élet 7. havában eltűnnek, tehát oly jelenség, mely a rendes fejlődésben csak átmeneti jelentőséggel bír. Ilyen csirasejtesomókat («Spongioblastenknötchen») RANKE nem csupán az erek körül, hanem ezektől függetlenül is látott, mely formában főleg a kamara-csirasejtrétegben, a matrixban (ventrikuläre Keimbezirke) fordulnak elő.

A fenti áttekintés alapján már most állást foglalhatok a barázda- és tekervényképződés tekintetében jelenleg divó felfogással szemben. Két kifogást emelek ellene.

Elsősorban erőltetettnek és mesterkéltnek nézem a fő- és mellékbarázdák származásában tett különbséget, annyival is inkább, mert a fő- és mellékbarázdák között elvileg különbséget tenni nem lehet. A főbarázdák a mellékbarázdáktól csupán mélységük tekintetében különböznek; a főbarázdák azért dudorítják be az agykamarai felszínt, mivel oly időpontban jelentkeznek, amikor a féltekei hólyag fala nem túl vastag, valamint, hogy oly helyén mutatkoznak az agyhólyagnak, mely a fejlett agyvelőben is aránylag vékony marad. Ezzel szemben a másodlagos barázdák megjelenése idejében a hólyagfal már oly vastag, hogy a barázdák egyedül a hólyagfal külső felületén tudnak bevágásokat létesíteni. De különben is a főbarázdáktól a mellék-

barázdák felé az átmenet folyamatos, amit a középponti barázda bizonyít, mely mint főbarázda nem is vág be a kamarai felszínbe. Minthogy ezek szerint az agyfélteke összes barázdái lényegileg azonosak, nem látható be, miért szerepeljen a mélyebb barázdák kialakulásában más elv, mint a sekélyebb barázdák kiképződésében.

Másodsorban a foetalis kéregszemölcsöknek a barázdálódásban illetőleg tekervényképződésben tulajdonított jelentősége felette sokat veszít ama körülmény folytán, hogy e szemölcsök éppen abban az időben mulnak el, a mikor másodlagos barázdák még nincsenek, vagyis hogy e szemölcsök a másodlagos barázdák kialakulása idejében már nem léteznek. Egyedül előkészítő rendeltetésüket tudta RANKE indokolni azzal, hogy a szemölcsös agykéreg tulajdonképpen egy barázdálódás nélküli foetalis tekervényképződés. Ezzel azonban a barázdálódás mint ilyen megmagyarázva nincsen, szintűgy nincs kimutatva a szabad felszínnel bíró tekervényeknek kialakulása a fedett, kezdetleges foetalis tekervényekből. BIELSCHOWSKY-nak idevágó és fentemlített fejtegetései, amelyeket e szerző maga is kifejezetten feltevéses természetűeknek mond, azáltal válnak tarthatatlanná, hogy az agykéregbe behatoló erek között különbséget akar tenni a szerint, amit azok tenyészközepontok létesítésére alkalmasak, illetőleg nem alkalmasak; oly feltevés ez, melynek merő önkényességét bizonyítani felesleges.

A fenti áttekintést ki kell egészítenem még egy felfogással, mely eltérő lévén az eddig taglalt nézetektől, külön ismertetésre tarthat igényt. SCHAPER a csontos halak kisagyának fejlődéséről írt munkájában annak a véleményének ad kifejezést, hogy a kisagykéregnek redőképzés útján való felszínes kiterjedése a kisagykéreg felszínén levő magvaknak (superfizielle Körner) magatartásával, időközben beálló változásával kapcsolatos. SCHAPER tanítványa, BERLINER emberi és állati foetalis és kifejlett anyagon nyert adatai alapján ki tudta mutatni, hogy a SCHAPER-féle szemcsék abban az arányban tűnedeznek, a milyenben a kisagykéreg tömegében növekszik. Tehát a kisagyi felszín kifejlődése és a felszínes szemcsék fokozatos fogyása között közvetlen összefüggés áll fenn oly értelemben, hogy a kezdetleges kisagy-

kéreg mélyebb részeibe bevándorló és kialakuló elemek a kisagykéreg intenzív interstitialis felületi növekvését idézik elő, amiből ismét a kisagytekervények kialakulása áll elő. A felszínes szemcsés rétegnek eltűnésével a kisagytekervények kiképződése lényegileg befejeződött és a további kialakulást és térfogat-megnagyobbodást a jelenlevő elemeknek további differenciálódása és növése okozza. BERLINER teljességgel SCHAPER felfogását vallja, mely szerint: «die enorme durch Faltenbildung bedingte Oberflächenausbreitung nur durch ein exzessives Flächenwachstum der periphersten Schichte des Kleinhirns erklärt werden kann, das seinerseits wieder auf ein Dazwischenrücken, auf eine Einkeilung der superfiziellen Körner der Mantelzone zurückzuführen ist.» BERLINER nyomatékkal teszi hozzá, hogy az egyes elemeknek növekedése, a dendriteknek és idegvégződéseknek kinövése (STRASSER), valamint a velőképződés a tengelyfonalak körül, egymagukban nem elégségesek a felszínránczolás magyarázatára. Szerinte mindenekelőtt arra van szükség, hogy a felszínes szemcsés réteg révén egy rendkívüli sejtanyag (Zellmaterial) képződjék, mely lehetővé teszi úgy a felszínnek kialakulását, valamint a kifejtett szervnek sejtgazdagságát. A csontos koponyatoknak a kéregnövekvés főirányára való befolyása a kisagyvelőn valószínűtlen (STRASSER), mert a ráncz-képződés belső okoknál fogva áll elő.

Látni való a SCHAPER-féle nézetből, hogy ez a RANKE-BIELSCHOWSKY-féle nézettel ellentétes; míg ez utóbbi a tekervényképződésben a kéreg csírasejtjeinek pontonkénti szaporodásából származó szemölcsös kidudorodást tartja fontosnak; addig a SCHAPER-féle és a kisagyvelőre vonatkozó felfogás szerint, melyet BERLINER vizsgálatai teljesen beigazoltak, a kéreg felszíne felől indul ki egy activ sejtszaporodás, mely a kéreg bevágását okozza, és így barázdaképződést létesít.

Az alábbiakban módomban lesz egy 5 hónapos foetalis agyvelő sorozatos feldolgozása alapján állást foglalni úgy RANKE, mint SCHAPER nézetével szemben. Mielőtt ezt tennem, egyrészről SCHAPER és BERLINER-nek munkáját, másrészről RANKE dolgozatát és ezzel kapcsolatban VOGT és AZTWAZATUROFF közleményét kissé közelebből kell ismertetnem, mert csak ezen az

alapon lehetséges saját eredményeimnek e munkálatokkal való összehasonlítása.

SCHAPER a csontos halak kisagyvelejének makro- és mikroszkopos fejlődésánál foglalkozván, mindenekelőtt állást foglal His csirasejtjtanával szemben. Az ébrényi velőcső hámsejtjei és a His-féle csirasejtek között SCHAPER elvi különbséget nem lát, miképen KÖLLIKER és mások sem, mert a csirasejtek tulajdonképpen nem egyebek, mint fiatal és oszlásban lévő hámsejtek. Ezekből a csirasejtekből azután bizonyos időponttól fogva egy nemzedéke az úgynevezett *közömbös sejteknek* jö létre, melyek a velőcső hámrétegétől a külső határlemez felé kivándorolnak és ez által az úgynevezett köpenyövet (Mantelzone) alkotják. Ezekből a közömbös sejtekből keletkeznek később egyrésről az idegsejtek, másrésről a gliasejtek: az átalakulás időpontja a középponti idegrendszer különböző szelvényeiben nagyon különböző, mindenesetre legkoraibb a gerinczvelőben, mely időben például a kisagyvelőben az ilyenmű differentiólásnak nyoma sincsen. A velőcső hámsejtjei eleinte csupán egy átmeneti ébrényi támasztó szerkezetet alkotnak, melyből csak a velőcsövet kibélelő ependymasejtek maradnak meg, míg a szerkezetnek többi része tönkremegy és helyébe a közömbös sejtekből keletkezett gliasejtek lépnek, melyek a végleges neuroglia-állománynak felelnek meg.

A kisagyvelőre vonatkozólag különös súlyt helyez SCHAPER azokra a közömbös sejtekre, melyek a felszínen helyezkednek el, a kisagyvelőnek *mulandó, felszínes, szemcsés rétegét* alkotva. Ez a réteg erősebb kiképződésben a kisagyvelőnek mindama pontjain megtalálható, ahol a kisagyvelőlemez az egyszerű ependyma-hártyába megy át, a milyenek a negyedik agykamara oldalnyílásai és a hátulsó velővitorla, mely helyeken a szemcsés réteg még akkor is fennállhat, midőn más pontokon már eltűnt. Ebből a csiratelepből áll elő a *felszínes sejtréteg* («superficielle Zellschicht»), mely a kisagykéreg felszínét egy rétegnyi közömbös képzősejttel borítja be, melynek elemei a köpenyöv csirasejtjeivel teljesen egyenértékűek. E felszínes sejtrétegnek az a feladata, hogy a kisagyvelőnek további kialakulásakor szükséges közömbös sejtanyagot szolgáltatassa; ez oknál fogva SCHAPER igen helyesnek tartja LAHOUSSE megjelölését: «cellules de ren-

fort». E felszínes szemcsés rétegnek későbbi eltűnése azon alapszik, hogy elemei befelé, a köpenyövbe vándorolnak, ennek közömbös sejtjeihez csatlakoznak, és ezekkel együtt hajtják végre a kisagyvelő további kialakulását. SCHAPER szerint e felszínes szemcsés réteg a kisagyvelő felszínének kialakulásában nagy szerepet játszik, főleg a redőképződésben. E felfogás mellett hathatósan szól az a körülmény, hogy e réteg a magasabb rendű gerincesek tekervénydús kisagyvelejében sokkalta erősebb kiképződésben mutatkozik, mint a sima felszínű kisagyvelővel bíró halakban és kétéltűekben. A felszínes szemcsés réteg eltűnésével egyidejű megjelenése a kisagy molekulás rétegének két egymástól teljesen független, de egymás mellett lefolyó jelenség. Csupán az valószínű, hogy a molekulás réteg csillagos sejtjei és rostos glia-elemei (BERGMANN-féle rostok) közvetlen származékai a felszínes szemcsés rétegnek.

BERLINER a kisagyvelő szövettanára és fejlődés tanára vonatkozó munkájában SCHAPERnek felsorolt eredményeit mindenképpen beigazolta. Különböző korú foetalis és az első év egyes hónapjaiból való kisagyvelők közép-hosszátmetszésének összehasonlító tanulmányozása alapján kimutatta, hogy a kisagyvelőnek felszínkialakulása a méhen belüli élet második felében és a méhen kívüli élet első hónapjaiban a legerősebb. Kimutatta továbbá, hogy a kisagyvelő legerősebb felszínfejlődése időbelileg pontosan egybeesik a felszínes szemcsés réteg megfogyatkozásának leggyorsabb ütemével. BERLINER dolgozatának különleges eredményei a következők.

A 3 hónapos foetusban a féreg tekervényei még a legkezdetlegesebb formában mutatkoznak és a kisagykéreg lényegileg egy vastagabb, mintegy 10 sejtsorból álló felszínes, szemcsés rétegből, továbbá ez alatt levő kisebb számú, gyéren szétszórt közömbös elemekből alkotott molekulás rétegből áll, mely alatt egy vékony szalag képében a kisagyvelő szemcsés rétegének (stratum granulosum) első nyoma jelentkezik. PURKINJE-féle sejteket, vagy oly magvakat, melyekben a jövő PURKINJE-féle sejtek előfutárjai gyaníthatók volnának, nincsenek.

A 4 hónapos foetus kisagyveleje elvileg egyező képet ad, csupán a felszínes szemcsés rétegnek némi megfogyatkozása

mutatkozik, minek megfelelően a molekulás öv nagyobb, szélesebb lett. A féregtekervények nagyobbak, de még mindég kezdetleges fokon állanak.

Az 5 hónapos fœtusban a kéreg vastagodása ugyan haladt, de a rétegek kialakulása nem fejlődött ki eléggé. A szemcsésréteg körülbelül ugyanolyan széles, mint az elœző stádiumban, mely körülménybœl ez elemeknek élénk szaporodására lehet következtetni. Ami a *sejtek* kialakulását illeti, jelentékeny haladás ismerhetœ fel. Jelezen a molekulás zœna alján nagy, hólyagszerű magvak jelennek meg, melyek a str. granulosum legkülsœbb sejtjei között rendetlenül fekszenek. Sejttestet e hólyagos magvak körül BERLINER készítményein nem látott, de megjegyzi, hogy anyagának rögzítése nem volt jó. Ezt a körülményt azért tartom kiemelendœnek, mert a magam anyagán, szintén 5 hónapos foetalis kisagyvelœn, PURKINJE-sejteket sejttestet által övezetten már láttam. A kisagyvelœnek a féreg síkjában történœ középátmetszete szépen mutatja a felsœ és alsó féregtekervényeit, melyeket BERLINER a BOLK-féle elnevezés szerint a következœkben sorol fel: *lingula*, *lobulus centralis anterior et posterior* (ZIEHEN), *culmen*, amely megetti mély hasadékot a BOLK-féle *sulcus primarius*nak tekinti, oly barázda ez, amely a szerzœ szerint a férget egy elœlsœ és egy hátulsœ lebenyre osztja; a *culmen* megetti tekervényt nem nézi declivénak, hanem *tuber vermis*nek; ez alatt azonnal a *folium vermis* következik és folytatólag lefelé és elœre a *pyramis insula*, végül a *nodulus*. E korú kisagyvelœben is a sejtek a késœbbi velœállomány felé szétszœrtan helyezkednek el.

Az 5 1/2 hónapos fœtusban láthatók legelœször az aprómásodlagos tekervények. A szerkezet egyébként változatlan.

A 7 hónapos fœtusban, mely a 8 hónaposnak kisvelejéhez nagyon hasonló, úgy a külsœ, mint a belsœ kialakulás tekintetében már jelentékeny haladás mutatkozik. A másodlagos tekervények teljesen kiképzœdtek és itt látható elsœ ízben a jól kifejlœdött str. granulosum, mely külseje szempontjából a felnœtt kisagyvelœben levœ str. granulosumhoz közel áll. E réteg legszélesebb a tekervények csúcsponáján, legkeskenyebb a tekervények völgyében és az utœbbi ponton a velœállománnyal szemben éle-

sen elhatárolt. Itt látni legelőször jól kifejlett PURKINJE-sejteket testestől, mely dendritjeit mélyen bemenesztí a molekulás övbe.

Az újszülött kisagyveleje csak annyiban különbözik, hogy str. granulosuma még szélesebb. GOLGI-módszerével már típusos PURKINJE-sejtek mutathatók ki, melyeknek dendritjei a felszínig érnek. A másodlagos tekervények harmadlagos tekervényeket növesztenek ki magukból. A felszínes szemcsés réteg bár megkeskenyedett, de még mindig 5 magnyi szélességben található.

A 3½ hónapos csecsemőben a felületes szemcsés réteg már csak 3 magnyi szélességű, míg végül a 8—9 hónapos csecsemőben a kisagyvelő elérte a kifejlett szervnek összes alaki viszonyait.

VOGT HENRIK és AZTWAZATUROFF a veleszületett kisagyvelő-megbetegedésekkel kapcsolatban a kisagyvelő fejlődésánál is foglalkozván, e szelvény kérgének kialakulását a következőkben írja le. A 3. hónap legelején a kisagyvelőnek egy felszínes, szemcsés rétege van, amely alatt szétszórtan magvak helyezkednek el (I. stadium). — A 3. hó végén a felszínes szemcsés rétege alatt egy világosabb csík következik, melyet a kisagyvelő köpenyzónája felé egy tömörülni kezdő szemcsés réteg (innere Körnerschicht) határol (II. stadium). — A 4. hónapban ezek a viszonyok még erősebben domborodnak ki (III. stadium). — Az 5. hónapban a kisagyvelő kérge hatos rétegződést mutat, amennyiben a felszínes szemcsés réteg alatti világosabb zónára egy külső szemcsés réteg következik, mely alatt ismét egy világosabb öv és utána a belső szemcsés réteg látható, mely azután a szétszórt magvakba mint hatodik réteg megy át. Azt lehetne mondani, hogy a II. stadiumban látható volt egyetlen belső szemcsés réteg kettéhasadván, előállott egy külső és egy belső szemcsés réteg, mely a felszínes szemcsés réteggel együtt a 4 hónapos foetalis kisagyvelőnek kérgében 3 sötét szalagot alkot; ezek a sötét szalagok világosabb közökkel váltakozván, létrejö a kisagy kérgének hat rétege. Erre VOGT H. azért fektet súlyt, mert ebben a formában a kisagyvelő a BRODMANN-féle hatrétű tectogenetikai alaptypusnak látszik megfelelni: «Es

drängt sich hier der Gedanke auf, dass dieses prinzipielle Anlageverhältnis, das wir für die Grosshirnrinde als ein Gesetz anerkennen müssen, auch in der Entwicklung der Kleinhirnrinde eine Rolle spielt.» (VOGT H. AZTWAZATUROFF).

VOGT H. a külső szemcsés réteget a kisagyvelő egy fontos szerzeményének tekinti, mely 2—3 magnyi szélességű csupán és nem mindenütt jelentkezik mint önálló réteg, mert helyenként a belső szemcsés rétegtől nincsen egészen elkülönülve. A fejlődés további folyamán azonban e két szemcsés réteg elkülönülése mind kifejezettebb lesz, a külső szemcsés réteg alsó határán az 5. és 6. hónapban mind tömöttebb lesz, tehát a belső szemcsés réteg külső határához mindjobban közeledik és ettől a továbbiakban egy vékony csik által elválasztva marad. VOGT H. szerint ebből a külső szemcsés rétegből a PURKINJE-sejtek fejlődnek ki, melyeknek első nyomát a 7. hónapra vezeti vissza, miként BERLINER. A külső szemcsés réteg magvai között feltűnnek egyesek nagyobb magvuk által, melyben tisztán még magvaeska is látható és amely körül a továbbiakban mindjobban gyarapodó plasmás szegély kezd mutatkozni. E sejtes elemek eleinte inkább csoportokban fekszenek, majd mindjobban elszélednek és egymástól közök választják el. Ezek az elemek csúcsos végükkel a kéreg felszíne felé, széles alapjukkal a velőállomány felé tekintenek. A 8. foetalis hónapban e PURKINJE-sejtek kialakulásával kapcsolatosan a külső szemcsék mindjobban tűnedeznek. A PURKINJE-sejtek, noha megjelenésük legkezdetén jelentékeny számmal mutatkoznak, a fejlődés további folyamán alig szaporodnak; eleinte ugyan tömöttebben fekszenek egymás mellett, de a kisagyvelőnek felszín-növekedése folyamán egymástól mindjobban távolodnak. Eme most letárgyalt és az 5—6. foetalis hónapban látható viszonyok a IV. stadiumnak felelnek meg. — A 7. hónapban mint V. stadiumban a külső szemcsés réteg ritkulása, a PURKINJE-sejtek határozottabb kialakulása és a molekulás rétegnek feltűnő kiszélesedése jelentkezik; a 8. és 9. hónapban mint VI. stadiumban a felzínes szemcsés réteg nagyfokú megcsappanása, a molekulás réteg további szélesedése, a külső szemcsés réteg eltűnése, illetőleg a PURKINJE-sejtek rétegébe való átalakulása, a belső szem-

csés rétegnek (str. granulosum) meggyarapodása látható. Az egy éves és egy hónapos csecsemőben Vogt H. felszínes szemcséket már nem talált.

Áttérek most bevezető ismertetésem utolsó pontjára, RANKE-nak a rendes agykéreg képződésére vonatkozó kutatásainak rövid közlésére. E szerző a 4 hónapos foetalis agyvelőben a következő rétegeket különbözteti meg: egy a limitans externa alatt levő teljesen magmentes szélső csik, melyre a felszínes szemcsés réteg következik; e réteg alatt a CAJAL-féle foetalis idegsejtek sora található, melyre a HIS-féle széli fátyol (Randschleier) következik. Utóbbi alatt a kéregsejtek rétegei helyezkednek el. A szélső csikban, valamint a felszínes szemcsék rétegében egy sűrűn szőtt váz található, melynek a CAJAL-féle sejtekhez közelebb eső felében inkább vízszintesen kihúzott reczeközök jelentkeznek; erre következik oly rész, mely ismét sűrűbben szövöttnek mutatkozik és ezek az utóbbi sűrű, sokszegletes reczeközök átmennek a kéreg idegsejtes rétegének megnyúlt orsó- vagy rhombusalakú közöket mutató reczéjébe. RANKE a szorosan vett kéregrétegben már bizonyos kialakulást tapasztalt; a felszínnel egyközűen futó kéregrétegek jelezve ugyan még nincsenek, de a kéregelemeknek sugaras elrendeződése ismerhető fel olyképpen, hogy egy külső tömöttebb rétegre egy belső kissé lazább réteg következik; a külső tömöttebb réteg az egész kéreg vastagságának körülbelül $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ -ét teszi. A kéregréteg glia-vázát illetőleg RANKE nem találta meg készítményeiben a HIS által leírt, hosszantilag megnyúlt reczés szerkezetet, mert bár sugárirányban megnyúlt a támasztó váz, mégis finom hézagú reczés szerkezetnek mutatkozik, amelyet főleg kóros készítményeken még kifejezettebben lehet látni. A most felsorolt adatok alapján RANKE a 4 hónapos foetalis kérget az érett kéreggel összehasonlítván kijelenti, hogy az előbbi nem csupán általánosságban kevésbé kialakult, hanem egyes részleteiben összetettebb mint ez utóbbi. Jelesen oly foetalis képződések, melyek az érett kéregben már nem ismerhetők fel, a következők: 1. A felszínes szemcsés réteg («Periphere Schicht dichtgelagerter kleiner Zellen»). 2. A CAJAL-féle foetalis idegsejtek rétege. 3. A foetalis kéregsejtek legfelületesebb rétegének megtömörülése.

RANKE utal továbbá arra, hogy a HESS által a kisagyvelőre nézve 1858-ban leírt felszínes szemcsés réteg az emberi foetalis agykéregre nézve eddig ismeretes nem volt; az utóbbi hely bár kevésbé dús mitosisokban és mulandóbb képződés, mint a kisagyvelőben, mégis állandó és jellegzetes réteget teszi a tekervényes emlősök agykérgének. Legfejlettebb e réteg az emberi foetusban a 4. hónap végén és az 5. elején; a 7. hónapban már csak egyes pontokon, jelesen a corpus callosum felé való áthajlás helyén mutatkozik, végül az érett újszülöttben csupán néhány felszínesen fekvő maradványos sejt képviseli az egykoron jól kifejlett sejtréteget. Borjú és disznó ébrényeiben éppen oly jól láthatók e felszínes szemcsék, mint az emberi ébrényben, és különösen szépen mutatkoznak a kutya- és macska-foetusokban, ez utóbbi állatoknak még újszülötteiben is tisztán felismerhetők. RANKE kiemeli, hogy a különböző egyéneken e réteg igen különböző időbeli kifejlődést mutathat, nevezetesen a 7. terhességi hónapból származó készítményeken olykor alig látható más mint az újszülöttben, viszont más esetben e réteg éppen oly tekintélyes volt, mint a 4. foetalis hónapban. A felszínes szemcsék a 4. és 5. hónapban mint sötétben festett kerek magvak jelentkeznek, melyek egyes finom protoplasma-csipkéket hordanak. Az 5. és 6. hónapban a kép megváltozik, mert a sejtréteg a kéreg felé lazább lesz, a magvak világosabbak és körtealakuak lesznek és a kéregréteg felé fordított hosszú protoplasmás nyujtvánnyal birnak. Hellyel-közzel «bipolaris» sejtek jelennek meg, melyek egy protoplasma-fonál útján a szemcsés réteggel látszanak összefüggeni, míg a másik nyujtványt mélyen bemeneszti a széli fátyol főrészébe; az előrehaladó barázdaképződéssel ez a sejtréteg mind keskenyebb lesz, és pedig a kialakuló tekervények tetején rohamosabban, mint a tekervényvölgyben. Végül a felszínes szemcsék teljesen eltűnnek, minekutána elemei valamennyien a széli fátyolba bevándoroltak. Vajjon egyes elemek eljutnak-e a kéreg idegsejtes rétegébe és ott nem alakulnak-e át gliasejtekké, RANKE szerint biztosan nem állapítható meg. RANKE ezek szerint a felszínes szemcséknek *vándorlását* szinte kétségtelennek tekinti; ezzel szemben sokkal nehezebb, ez idő szerint megoldhatlan az a kérdés, vajjon milyen elemei az ideg-

kéregnek lesznek-e felszínes szemcsékből? RANKE főleg a kóros foetalis anyag képei alapján biztosnak tekinti, hogy a felszínes szemcsék a neuroglia alkotásában részt vesznek, ezzel ellentétben sohasem látott a széli fátyolban biztosan oly idegsejteket, melyek a felszínes szemcsékből lettek volna származtathatók. De ezért voltak RANKENAK oly észleletei is, melyek ama lehetőség mellett szólottak, hogy a felszínes szemcsékből nem csupán idegsejtek keletkeztek, hanem, hogy főleg kóros feltételek mellett ezekből a szemcsékből, vagyis a SCHAPER-féle közömbös sejtanyagból nagyobb számú idegsejt jöhet létre mint rendes viszonyok közepette.

Ami végül a CAJAL-féle foetalis sejteket illeti, ezek alatt RANKE a széli fátyolnak legszélibb részében levő sokszegletű, orsóképzű, nyujtványdús elemeit érti, melyek a foetalis életben a kéregben igen nagy számmal fordulnak elő. Ezek a fejlődés folyamán *legkorábban* megjelenő idegsejtjei a kéregnek és így a HIS-féle nézet, mely szerint a foetalis széli fátyol idegsejtektől mentes, nem állhat fenn. Jellemzi a CAJAL-féle foetalis sejteket nagy, világos magvuk, éles szegélyű sejttestük, melyben anilinfestékekkel festhető szemcsék, miként a kifejlett idegsejtekben, található; mitosisokat e sejtekben sohasem látni. A felszínes szemcsés réteg kifejlődésével a CAJAL-féle foetalis sejtek mind mélyebbre szorulnak le; közöttük a sejtek két típusa ismerhető fel: egyrészt a felszínre merőlegesen irányított sejtek, melyek szinte belefurakodni látszanak a felületes vázrétegbe; másrészt kifejezetten vízszintesen irányított CAJAL-féle foetalis sejtek láthatók kissé mélyebben, melyek főnyujtványai érintőleg futnak. RANKE az 5. foetalis hónapban BIELSCHOWSKY módszerével úgynevezett neurofibrillumokat is tudott a CAJAL-féle idegsejtekben kimutatni, melyek már most a továbbiakban a visszafejlődés jelenségét mutatják, a mennyiben a mag kisebb lesz és sötétebb, hártájája bizonytalan, sejtteste sötét és vacuolás lesz. Ilyen elváltozások a 7. foetalis hónapban már nagyobb számmal láthatók, végül az újszülöttben az egykoron fejlett sejt-példányoknak csakis koresmaradványai észlelhetők. Egyedül a gyrus hippocampi az a hely, melyben e sejtek megmaradnak. A CAJAL-féle foetalis sejtek származását RANKE tisztázni nem

tudta, annyit azonban mégis valószínűnek tart, hogy a foetalis sejtek a kamarai csirasejttelepből a fejlődés legkorábbi stadiumában vándorolnak a felszín felé oly időben, a mikor kéregréteg még nem is létezik.

II.

Az irodalmi adatoknak áttekintéséből kiviláglik, hogy a nagyagykéregnek ébrényi fejlődésében főleg a 4. és 5. hónap játszik jelentékeny szerepet, mert ebben az időben mutatnak a csirasejtek élénk tevékenységet és ugyanekkor indul meg a főbarázdák kifejlődése. Saját vizsgálataim is egy 5 hónapos foetus agyvelejére vonatkoznak, mely anyagnak bővebb leírását és főleg az ezen nyert barázdaképződési adatokat a következőkben adom.

A) Makroszkopos leírás.

A nagyagy-féltekék hossza $4\frac{1}{2}$ cm, a barázdák közül csupán a Sylvius-árok és a fissura calcarina és parieto-occipitalis találkozási helyén mutatkozó Y-szerű gödör, végül a medialis félteke-felszínén a fissura calloso-marginalis rövid sekély barázdája látható (1. ábra). E főbarázdák jelenléte és a féltekéknek jelzett hossza MIHALKOVICS szerint megfelel egy 5 hónapos ébrény agyvelejének. E rendes ismertető jeleken kívül azonban egy szokatlan körülmény keltette fel figyelmemet, az tudniillik, hogy úgy a homloklebeny polusán, valamint a fal-nyakszirt-halánték-karély domborulati felszínén számos rövid, sekély barázdák mutatkoztak, melyek közül az utóbbi helyen levők nagyjában mind felülről lefelé futók voltak, míg a homlok-lebenyen levők ezenkívül még hossz-irányban is jelentkeztek. Egy-egy ilyen sekély barázdának hossza 1 mm és 5 mm között ingadozott és a mennyiben elég sűrűn állottak egymás mellett, számos alacsony tekervényképződésre vezettek; e tekervények a homlok-lebenyen rövidebbek és kanyargósabbak, a halánték-nyakszirt-karélyon ellenben hosszúkások voltak és szélességük 0.5—3 mm között ingadozott. A féltekei domborulati felszínnek ily módon sűrűn ránczolt képe lévén, a sokszoros tekervényképződés, a polygyria állapota állott

előttem, melyet az ébrényi időben történt megjelenésénél fogva foetalis polygyriának kell mondanom. Joggal gondoltam rendellenes képződésre, mert az 5 hónapos ébrény agyveleje a Sylvius-féle árkon, a fissura hippocampin, calcarinán, parieto-occipitalison és calloso-marginalison kívül egyéb árok-, illetőleg hasadékképződést nem mutat, tehát a féltekei felszín jóformán egészen sima. A jelzett ránczképződést a MIHALKOVICS és mások által is leírt mulandó agybarázdákkal nem azonosíthattam, annál kevésbé, mert ez utóbbiak tudvalevően már a 3. ébrényi hónapban eltűnnek. Eleinte azt hittem, hogy a foetalis agyvelőnek ez a polygyriája a kifejlett agyvelő ama fejlődési rendellenességéről fog majd felvilágosítást adni, a melyet mikrogyriának hívnak. A szövettani vizsgálat azonban azt mutatta ki, hogy a szokatlanul nagyszámú apró barázdák éppen úgy, mint a szabályszerűen jelenlevő főbarázdák, a rendes szövettani kialakulás képét nyújtották; tehát a jelzett polygyria mint ilyen nem bizonyult kóros természetű tekervényképződésnek.

A kisagyvelő központi, vagyis férgi része főbb barázdáiban már ki volt képezve. Ezzel szemben a féltekei részen csupán a flocculus és a lobus quadrangularis volt barázdálva, míg a lobus semilunaris superior, inferior, biventer és a tonsilla tekervényei alig vagy egyáltalán nem voltak kiképződve, mert a féltekei felszín vagy egészen sima volt, vagy csak egy-két sekély barázda által hasítottnak mutatkozott. Összegezve tehát azt mondhatjuk, hogy a vizsgálat tárgyát tevő öt hónapos ébrényi kisagyvelőn csupán a féreg és pehely, szóval a kisagyvelő ősi része (palæocerebellum) mutatott barázdálódást, míg a féltekék (neocerebellum) még barázdálatlanok voltak; oly magatartás ez, mely az öt hónapos ébrényi középponti-idegrendszerre nézve szabályszerű; MIHALKOVICS e pontról így nyilatkozik: «Így azt látjuk, hogy a felső féreg tekervényei korábban képződnek, mint az agyacstekék tekervényei, és pedig az emberi ébrényekben a féregrészen a 3. hónap közepén már van 2—3 tekervény, míg a tekéken ilyenek csak a 4. hónap közepén mutatkoznak.»

B) Mikroszkopos leírás.

Előrebocsátom, hogy a paraffinba ágyazott anyag metszeteit részben toluidin-kékkel, részben van Gieson szerint festettem; mindkettővel, de főleg utóbbival igen tiszta, átnézetes képeket kaptam.

1. Nagyagy.

Elsősorban az egészen sima agykéreg képét fogom ismertetni és azután a tekervényes (polygyriás) kéreg szerkezetét.

a) *A sima nagyagykéreg szövettana.*

Csekély nagyítással nézve a nagyagy-félteke sima tetői részéből való és annak egész vastagságát átjáró metszetet (lásd 2. ábra), a kamarai csirasejtes rétegre következő köpenyövön túl a nagyagykéregtet látjuk, mely szabad szemmel nézve két sötétre festett érintői csikból állónak tűnik fel: egy a pia alatt fekvő, vékony sötét szegély, alatta pedig ennél hatszor szélesebb csik, mely az előzőtől egy közbeneső világos szegély által elkülönül. Van tehát egy felszínes vékony és egy mélyebb vastagabb csik; utóbbi egy külső tömöttebb, vastagabb és egy belső lazább, vékonyabb rétegből áll, mely már a köpenyövvel (fehér-állomány) határos. A pia alatti sötét szegély a RANKE által is leírt felszínes szemcséket tartalmazza és velük keverten a CAJAL-féle foetalis idegsejteket; a második sötét szegély a későbbi kéregnek megfelelő csirasejteket. E két érintői csik között levő világosabb csik a HIS-féle szelífátyolnak felel meg. Mikroskoppal nézve a jelzett rétegeket, a következők állapíthatók meg.

Mindenekelőtt az egész kéregtet egy alapszerkezet mint támasztó váz járja át, melynek lényegét egy a tér mindahárom irányában kiterjedő recze teszi; e reczének fonalai számtalan apróbb vagy nagyobb reczeközöket alkotnak, egymással sokszorosán összeolvadnak. Ezek szerint nem lehet arról szó, mintha a támasztó váznak fonalai csak összeszővődnének, hanem összeolvadás útján valóságos rácszatot alkotnak. E támasztó váz

az 5 hónapos ébrényi kéregnek három pontján megvastagodást, illetőleg tömörülést mutat: 1. a kéreg szabad felszínén; 2. a szélifátyol és a kéreg csirasejtjeinek határán; 3. utóbbiak és a köpenyöv határán. Ezek szerint az ébrényi kéreg támasztó vázának 3 szintjában történő tömörülése folytán 3 tömörülési öv jő létre (3. ábra): egy felszínes vagy külső, egy belső és egy mély, melyek közül az utóbbi már a fehéralomány váza, tehát a kéreghez csakis az első kettő tartozik. E tömörülési övek úgy jönnek létre, hogy a váznak fonalai sokkal kisebb, sokszegletes reczeközökbe, tehát sűrűbb reczébe illeszkednek össze és ily módon elütnek a sokkal lazább szövésű szélifátyoltól és a kéreg csirasejtrétegének vázától. Utóbbi két pontja az ébrényi kéregnek azonban nem mondható azonos alkotásúnak. Míg ugyanis a szélifátyol egészben véve köbös, megnyúltan négyszegletes vagy sokszegletes reczeközökből áll, addig a szorosán vett kéreg támasztó váza sugaras irányban egymással egyközűen futó vastagabb gerendácskákból áll, melyek határozottan vékonyabb haránt vagy ferde összekötő szálak által megnyúlt, rhombusalakú nagy reczeközöket alkotnak. Tehát a kéreg csirasejtes rétegének támasztó váza fő- és mellékgerendácskákból áll, előbbiek sugaras irányúak és vastagok, utóbbiak haránt, illetőleg ferde irányúak és vékonyak. Kiemelném, hogy a kéreg idegsejtes rétegének váz-sugarai a szélifátyol legalsó rétegébe még belemeredeznek és így ennek sugarasan csikolt jelleget kölcsönöznek, ámbár a sokszegletűen reczés alkotás már itt is érvényesülni kezd.

Ezek szerint az 5. hónapból való ébrényi kéreg támasztó vázát alkotó fonalak csupán a kéreg idegsejtjeinek rétegében mutatnak kifejezetten sugaras elrendeződést, míg a szélifátyol és a felületés szegély fonalai kifejezetten sokszegletes apró reczeközöket alkotnak. A támasztó váznak a fentiekben ismertetett alkotása azért fontos, mert mint mindjárt látni fogjuk, a barázdálódás kialakulásának képében nagy szerepet játszik.

A támasztó váz magvakkal van behintve, persze a különböző rétegekben különböző mennyiségben és minőségben.

A felszínes szemcsék rétegében (lásd 4. ábra) kerek, illetőleg epitheloid magvakat lehet látni; a kerek magvak vagy sötétek

annyira, hogy a chromatin kialakultan észre sem vehető, vagy pedig világosak, ezek a chromatinszemeséket 1—3 csoportban tartalmazzák. A világos magvak hártájja éles. Az epitheloid-magvak szintén világosak és chromatintartalmuk éppen olyan, mint a kerek világos magvaké. A mennyiben kétségtelennek látszik, hogy a világos kerek magvak a sötétekből alakulnak ki, jelezni kell, hogy ez a mag felpuffadása és a chromatin önálló fellépése folytán történik, mi által a világos magvak kialakultabbak és nagyobbak a sötét kezdetleges magvakhoz képest. Ezek a most leírt magvak a felszínes tömörülési övben, illetőleg alatta fekszenek különböző mennyiségben; vannak kéreghelyek, a hol csak 1—3 sornyi, viszont más pontokon 5—10 sornyi szélességben fordulnak elő és ehhez képest a felszínes szegélyét a kéregnek gyengébbnek vagy vastagabbnak tüntetik fel.

A szélifátyol túlnyomóan sötét és kisebb magvakat tartalmaz, de azért nagyobb és különösen epitheloid jellegű magvak is elég bőven találhatóak benne. A szélifátyolnak legalsó rétegeiben kicsiny, sötét orsóképző magvak jelentkeznek, melyek *valamennyien* a kéreg felszínére felé merőlegesen vagy sugarasan vannak irányítva; az orsó két csúcsából két nyujtvány származik, melyek közül az egyik az idegsejtes rétegbe, a másik a kéreg felszínére felé irányul és összeolvadnak a támasztó váz fonalaival. Mint általános körülmény emelendő ki, hogy a szélifátyol aránylag magszegény része a kéregnek.

A mi már most az ismertetett magvaknak a támasztó vázhoz való viszonyát illeti, a következőket emelném ki. A sötét és kisebb magvak inkább szabadon fekvőnek mutatkoznak oly értelemben, hogy a támasztó vázhoz csak simulni látszanak; a világosabb nagyobb magvak ellenben a váznak reczecsomóiban oly módon fekszenek, hogy a reczecsomók fonalai mintegy a mag protoplasmás csipkéit látszanak kitenni. Elég gyakran látni, hogy a magvak a támasztó váz gerendáskáin a szőlőfürthöz hasonlóan látszanak csüngen, de ezt a függetlenséget ismét más képek megcáfolni alkalmasak, a mennyiben immersziós vizsgálatnál ilyen az első pillantásra egészen szabad magvak is, bár gyér, de határozott plasmaszegélylyel bírnak, melylyel az alapváz fonalai olvadnak össze.

Érdekesek az ébrényi kéreg ereződési viszonyai. Míg a felszínes szemcsék rétegén és a szélifátyolon át a pia felől behatoló hajszálerek egyszerűen csak áthuzódnak, addig a kéreg idegsejtes rétegében a hajszálerek bővebb elágazódásokat, reczeképződést mutatnak és nem egyszer látható, hogy ily erek körül a csirasejtek valamivel sűrűbben fekszenek, mint az érmentes szomszédságban. A csirasejteknek ez az érkörüli tömörülése oly jelenség, melyből könnyű arra gondolni, hogy az erek és a csirasejtek képződése között összefüggés áll fenn. De ki kell emelnem, hogy a csirasejteknek e góczszerű felhalmozódása feltűnően nagyobb tömegekben sehol sem látható. Azt kell mondanom, hogy ilyen érkörüli csirasejtszaporulat az öthónapos ébrény agykérgében csak helylyel-közzel látható.

Végül a felszínes szemcsék rétegében fekvő CAJAL-féle ébrényi idegsejtekről csak annyit mondhatok, hogy leleteim a RANKE-féle leírással (a mennyiben ez basisos anilinfestékekkel való kezelésre vonatkozik) teljesen egyeznek. Magam is két főirányban fekvőknek találtam e sejteket, ugyanis vízszintesen és merőlegesen; világos nagy magvúak egyetlen kis magvacskával; sejttestük erősen színezett és olyannyira tömeges, a mennyire egyetlen más sejtje sem a foetalis kéregnek (lásd a 4. ábrát). «Neurofibrillumokat» BIELSCHOWSKY módszerével kimutatnom nem sikerült, a mi persze nem mond ellent RANKE ezirányú positiv leleteinek.

Az ébrényi kéreg mikroskopi leírását befejezván, utalnék arra, hogy az idegsejtes rétegben, bárha túlnyomóan közömbös sejteket láttam, mégis helyenként már kialakulóban levő lobaralakú vagy sokképű sejtpéldányokkal találkoztam. Ezek kitűntek feltűnően nagy, világos, hólyagszerű magvukkal, melyben egy központilag fekvő magvacska volt; ezek a kétségtelenül már dúcsejtes jellegű sejtek a közömbös sejtek magvától nem csupán magvuknak nagysága által különböztek, hanem hosszú szemcsés nyujtványuk és sötét szegélyezésük által is. Összegezve azt mondhatjuk, hogy az idegsejtes kéregrétegben a túlnyomó többséget a közömbös sejtek teszik, de azért köztük szétszórtan már dúcsejtes jellegű, vagyis kialakulásban levő példányok is vannak,

melyek részben loboralakúaknak, részben sokszegleteseknek ígérkeznek.

Mielőtt a tekervényes nagyagy-kéregre áttérnék, egy körülményt óhajtánék leszzegezni, mely abban áll, hogy az agykéreg idegsejtes csírarétege a szélifátyol felé a *síma*, nem barázdált területű féltekén egy a felülettel párhuzamos vonalban egészben véve elég élesen határolódik el az öt hónapos ébrényben, tehát a RANKE által eme korú aggyelőre nézve leírt ébrényi szemölcsöket (status corticis verrucosus simplex) nem láttam. E tekintetben csupán egy hely tesz kivételt, a subiculum cornu Ammonis (lásd a 10. ábrát). A subiculumban az alap-tekervények széles idegsejtes csírarétege hirtelen megkeskenyedik és sugarasan szétdarabolódva egyes csomók, a RANKE-féle spongioblast-csomók alakulnak ki, melyek az e helyen kiszélesedett szélifátyol alatt rendeződnek el, helyenként szabálytalanul. A fissura hippocampi mélységében ezek a sejtesomók hirtelen megfogyatkoznak és a fascia dentata körzetében az Ammon-szarvnak szokásos szabályos loborsejtes rétegébe sorakoznak, miközben mint loborsejtek már kialakultak. A most jelzett csírasejt-csomókat felette tanulságos formában az Ammon-szarvnak legalapibb részében, a mandulamaggal való összefüggése táján lehet látni, a hol a csírasejtek típusos kéregszemölcsökbe verődnek össze (lásd a 10. ábrát). Különösen tanulságosnak és sokatmondónak tartom azt a körülményt, hogy az ébrényi agyszemölcsöknek eme classicus lelőhelyein a szemölcsök semmiképpen sem dudorodnak fel a szélifátyolba, ennek szélességét nem szűkítik, sőt ki kell emelnem, hogy a síma ébrényi agykéregnek alig van olyan pontja, a hol a szélifátyol oly széles volna, mint az Ammon-szarvban. Az ébrényi szemölcsök — ez a fontos — nagyon is megkimélik a szélifátyolt. Valójában felette macerálnak, vagyis a szélifátyoltól és a felszínes szemcsés rétegtől megfosztottnak kell lennie ama hippocampus-tekervénynek, mely az ébrényi szemölcsöket csupaszon mutatja. Minthogy pedig az öthónapos ébrényi aggyelőben, az Ammon-szarvat kivéve, az agyszemölcsöket ilyen tisztán kiképezve sehol sem láttam, azért is nézetem odairányul, hogy az ébrényi agyszemölcsöket az öthónapos ébrényben rendes

viszonyok között csupán az Ammon-szarvra szorítkozó jelenségnek tekintem, mely tehát csupán helyi jelentőségű.

b) *A barázdált nagyagykéreg szövettana.*

Minthogy a rendelkezésemre álló nagyagy-félteke korát megelőzően dús barázdálódást mutatott, eleve is nagyon tanulságosnak ígérkezett a barázdálódásnak, illetőleg tekervényképződésnek folyamatát ezen az anyagon megvizsgálni. Valószínűnek látszott, hogy felvilágosítást fogunk nyerni a szóbanforgó folyamatnak szövettani részletei tekintetében, annyival inkább, mert hiszen a barázdálódás kezdetlegesebb fokán lévén, a kialakulásnak első nyoma és így annak szövettani mibenléte látható lesz. E célból a féltekén vízszintes átmetszéseket végeztem, melyek a barázdákra, illetőleg tekervényekre merőlegesen esvén, keresztmetszetben mutatták a kialakuló folyamatot; ezek képeit hiánytalan sorozatos metszeteken összerakván, a barázdálódási folyamat alaki mibenlétét lehetett megállapítani.

Az 5. ábra a féltekének halánték-nyakszirti lebenyén átfektetett vízszintes metszetnek felel meg és egy sorban szorosán egymásután sorakozó hat tekervényt mutat be. A kép, mely előttünk áll, igen érdekes és a barázdálódás kérdésének elevenére vélek tapintani, midőn a figyelmet a barázdákra, jelesen az itt lévő szélifátyol szerkezetére irányítom. A szélifátyol ugyanis jellegzetesen csikolatos szerkezetet mutat, melyben a sima felszínű agykéreg szélifátyolának szerkezeti motívumait, vagyis a felszínes szemcsés réteget, továbbá a külső és belső tömörülési övet már az első pillantásra felismerjük, azzal a különbséggel, hogy ezek a szövettani részletek *egyrésztől jelentékeny túltengést, másrésztől a kéreg idegsejtes csírarétegébe való beékelődési irányzatot mutatnak.* Már csekély nagyításnál az a körülmény ragadja meg figyelmünket, hogy nem az idegsejtes csíraréteg az, mely valamely elsődleges cselekvő folyamatnak a színhelye, hanem ellenkezőleg a szélifátyol az, melynek elváltozása jegyében látszik a barázdá-, illetőleg tekervényképződés lefolyni. Lássuk már most egy készítménysorozathoz tartozó képsorozat alapján a szélifátyol eme szövettani elválto-

zásait, melyek eredménye gyanánt a nagyagy felszine redőkbe, tekervényekbe szedődik és így megnagyobbodik. A készítménysorozatnak ki kell indulnia egy barázda kezdetéből, vagyis a sima agyfelszín olyan pontjából, a hol a barázda mint csekély besüppedés kezdetét veszi, mely azonban hamarosan mélyebb lesz, vagyis folytatólagosan barázdába megy át. A 6. ábra a barázda kezdetét mutatja a következő szerkezeti részletekkel: A felszínes szemcsés réteg már a besüppedés környékén dús szaporodás képét adja, mely tetőfokát a besüppedés mélységében éri el, a mennyiben a megszorodott szemcsék ék alakú csoportban rendeződve, az idegsejtes csíraréteg felé nyomulnak, mi által egy szemcsékből álló csap jó létre, melynek alapja a besüppedés feneké, hegye pedig a kialakuló barázda legmélyebb pontja, a tekervényvölgy felé tekint. E szemcsés csap kiképződésével együtt jár a felszínes vagy külső tömörülési övnek a mélységbe való behajlása, miközben közte és a szemcsés csap között egy igen laza szövésű támasztó szövet alakul ki. A felszínes tömörülési övre a szélifátyolnak ritkásabb rétege következik és erre egy, az idegsejtes csíraréteg felett levő és a belső tömörülési övnek megfelelő igen tömött támasztó váz. Az idegsejtes csíraréteg a szemcsés csap irányában többé-kevésbé jelentékeny megvékonyodást mutat, a mi főleg az átnézetes 7. ábrából világlik ki. Ezenkívül a barázda mélységében, vagyis a tekervényvölgyben az idegsejtes csíraréteg elemei sajátos elrendeződést mutatnak olyképpen, hogy a szemcsés csap beékelődési irányára sugarasan, illetőleg merőlegesen helyezkednek el, mi által jelezve lehet az a körülmény, hogy a fokozatosan történő ékbehatoláshoz a kéreg idegsejtes csíraelemei részéről alkalmazkodás történt. A kiképződő barázda irányában történő megvékonyodása az idegsejtes csírarétegnek, valamint ez utóbbi elemeinek a barázda körül való sugaras elrendeződése oly képet létesít, mely a későbbi kifejlett állapotban fennálló viszonyoknak is teljesen megfelel. Csak utalnom kell arra a tényre, hogy az érett kéreg a barázdák mélységében a legvékonyabb és hogy az idegsejtek hossz tengelyükkel a felszín felé többé-kevésbé sugarasan irányulnak. A kéregnek egy ponton való megvékonyodásának következménye pedig az ékbehatolástól oldalt

fekvő kéregrészek, vagyis a későbbi tekervények megvastagodása lesz.

A 7. ábra, mely szintén a barázdaképződés kezdetét mutatja be, feltűnteti azt a tényt, hogy a felszínes szemcsés rétegnek burjánzásából kiképződött csap a kialakuló barázda mélységébe vág be és így annak méreteit meghatározza; a készítmény lényegében azonos az előbbivel (6. ábra) és ennek szomszédságából való.

A 8. ábra az előző képekben jelzett folyamatnak barázdaképző jellegét a legtanulságosabban domborítja ki; mert a mélységbe behatolt szemcsés csap legtömesebb burjánzásának közepén résképződést, dehiscenciát mutat, melynek előállítását úgy képzelhetnők el magunknak, hogy a rendellenesen megsokasodott szemcsés magvak nem találván kellő tápláltatásra, tömegük középpontjában elhálnak és így a helyükön létrejő egy rés, mely a maradandó barázdának felel meg.

A 9. ábra a barázdát már készen mutatja be; ehhez csak annyit jegyzünk meg, hogy a barázda mélységében a felületes szemcsés réteg sokkal vastagabbnak mutatkozik, mint a barázdán kívüli kéregfelszínen.

A fentiekben sorozatos képek alapján megismertetett barázdaképződési folyamatot röviden a következőkben foglalhatnám össze. A sima kéreg azon pontján, a hol barázda fog kialakulni, a felszínes szemcsés réteg nagyfokú burjánzásnak indul, mely nem csupán felszínes kiterjedésű, hanem merőlegesen a mélységbe irányul, mi által létrejő egy szemcsés csap, mely kiképződésével arányosan és fokozatosan az alatta levő szélifátyolt, illetőleg az idegsejtes csíraréteget is lefelé szorítja. Karöltve a szemcsés csapnak előállításával a szélifátyolnak külső és középső tömörülési öve is megvastagszik, minélfogva a felszín felől a szemcsés réteg által lefelé kifejtett nyomás mechanikailag csak annál hatékonyabbnak ígérkezik. A szövettani képből folyó az a feltevés, hogy a felszín felől lefelé, az idegsejtes csíraréteg felé irányuló nyomás szerepel, felette valószínűvé válik az által, hogy az idegsejtes csíraréteg a behatolás irányában, vagyis a kiképződő barázda irányában megkeskenyedik és hogy elemei a barázda pontjai körül sugarasan rendeződnek el. A végleges

barázda a szemcsés csap középponti szétesése folytán áll elő, mert ily módon a csap irányában rés alakul ki.

Úgy vélem, hogy a barázdaképződésnek most adott magyarázata, mely egyedül tényekre vagyis szövettani képekre támaszkodik és kerül mindennemű okoskodást, a való viszonyoknak legjobban látszik megfelelni. E folyamatnak lényege ezek szerint a felszín felől az idegsejtes csíraréteg felé irányuló sarjadzása a felszínes szemcsés rétegnek, melyben a RANKE és BIELSCHOWSKY által feltételezett góczszerű szaporulata az idegsejtes csírarétegnek egyáltalában nem szerepel. Hogy mennyire nem az, kitűnik abból, hogy az Ammon-szarvat kivéve, szemölcsképződést az öthónapos ébrény agykérgében seholsem találtam, magában az Ammon-szarvban pedig a szemölcsképződés nem okozta a szélifátyolnak a kidudorodó szemölcsök által feltételezett elvékonyodását, a minnek pedig be kellett volna következnie, hogyha a folyamatnak cselekvő tényezője a csírarétegnek góczszerű szaporodása volna. Ebben az esetben az egyes ébrényi kéregszemölcsök között levő szélifátyolnak teljesen változatlanul kellene lennie, e helyett azonban utóbbinak mindenképpen cselekvő természetű módosulásai szerepelnek, melyek a barázdaképződés anyagi mibenlétét elárulják. Az az ellenvetés, hogy a jelzett szélifátyolbeli elváltozások az elsődlegesnek nézett csírarétegbeli szaporodást követő elváltozások volnának és hogy ezek a mélységben lefolyt sarjadzásnak mint elsődleges folyamatnak csupán kiegészítő, illetőleg befejező tartozékai, tehát másodlagos jelenségek volnának, megdől ama tény által, hogy *mindenkor a légfelszínesebb elváltozások, vagyis a szemcsés réteg szaporodása az elsődleges jelenség, mely már akkor is észlelhető, mikor a mélység, vagyis az idegsejtes csíraréteg még egészen változatlan.* A nagyagi barázdaképződés kiinduló helye ezek szerint a felszínes szemcsés réteg, az az eleme az ébrényi agykéregnek, melyet SCHAPER a kisagyvelőre nézve a felszín megnagyobbodása és a tekervényképződés tekintetében oly fontosnak mondott. A felületes szemcséknek a mélységbe vándorlása, mint ezt SCHAPER kiemelte, a nagyagyvelő kérgére, vizsgálataim alapján szintén beigazolást nyert. RANKE, ki a felszínes szemcsék szaporodását maga is látta, e jelenséget, mint bevezetőleg említém,

a felszín megnagyobbodásának kísérlete gyanánt fogta fel, de barázdálódás nélkül; a barázdálódáshoz a lökést az ébrényi kéregszemölcsök képződése adja meg. Ezt a feltevést éppen fentebb czáfoltam meg.

Midőn a RANKE-féle szemölcsképződésnek a kéreg barázdálódásában való szereplését vitatom, ezzel semmiképpen sem akarom magát az ébrényi szemölcsképződést tagadni; ezt a jelenséget az Ammon-szarvban mindenkor látható szemölcsök igazolják. Vajjon csak helyi jelentőséggel bírnak-e ezek, vagyis csupán a nagyagy kérgének ezen egyetlen pontján fordulnak elő, avagy általános jelentőségűek, azt ezek az 5 hónapnál fiatalabb ébrényi agyvelők döntik el. Minthogy RANKE szerint leginkább a négy hónapos ébrényben fordulnak elő, fel kell vennünk, hogy kivéve az Ammon-szarvat, a nagyagykéreg összes egyéb pontjain a szemölcsök ki lettek egyenlítő a csiraréteg visszamaradt elemeinek időközben történő kiegészítő burjánzása által. A kéreg szemölcsös állapota tehát mindenképpen kezdetleges tökéletlen állapot, mely az Ammon-szarvban egyúttal maradványos. E szerint magam is hajlandó volnék az Ammon-szarvat kezdetleges kéregnek minősíteni.

Így tehát a nagyagy-kéregben időbeli sorrend tekintetében egy a mélységben és egy a felszínen lefolyó szaporulati folyamatot lehet megkülönböztetni. A mélységben székelő folyamat az idegsejtes csirarétegnek szemölcsszerű burjánzása a 4. hónapban, mely az 5.-ben, még inkább a 6.-ban a visszamaradt elemeknek pótló burjánzásával kiegyenlítettik, úgy hogy a szemölcs-állapot eltűnik és létrejön az idegsejtes csirarétegnek a szélfátyol felé tekintő eléggé egyenes vonalú elhatárolódása, mely a támasztó váznak felszínes megvastagodásával (külső tömörülési övvel) párhuzamosan fut. Úgy látszik, hogy a kéreg szemölcs-állapotának változásával a későbbi agykéreg összes idegsejtes elemei persze ébrényi formában elkészültek, vagyis a kéreg finomabb cytoarchitecturájához szükségelt nyers anyag termelése be van fejezve, melyből további differenciálódás útján jön létre az érett kéreg. A RETZIUS-féle képződményeknek kiegyenlítése után áll elő a kéreg barázdálódása, mely egészen független folyamat a kéreg idegsejtes rétegének kialakulásától. A baráz-

dálódás tehát a kéreg felszíne felől irányul a mélység felé és mint elsődleges változás maga után vonja másodlagos képződemény gyanánt a tekervények kialakulását. Az e folyamatban szereplő felszínes szemcsés elemeknek jelentősége ezzel nézetem szerint ki van merítve, vagyis a felületes szemcséknek a felszint alakító szereplésen kívül egyéb rendeltetésük nincs; nem hinném ugyanis, hogy e szemcsék az agykéreg idegsejtes telepéhez a szükséges képző anyagot szolgáltatnák.

A fentiekben vázolt felszínalakító folyamattal a nagyagy-féltekék kiképződésének lényege adva van. Vajjon ezenkívül még más tényezők, jelesen az érelrendeződés és a velősödés befolyással vannak-e? e kérdésre azt kell felelnem, hogy az agyvelő barázdálódásának lényegére semmiesetre sincsenek, mert ez a felületes szemcsék alakító hatásában rejlik, melyre az erek elrendeződésének nyilván igen kevés, a velősödésnek pedig éppen séggel semmi befolyása sem lehet. A féltekéi felszín kialakítása éppen oly önálló formaképzési problema, mint az agyhólyagképződés és az ezekből létrejövő egyéb agyszelvények kialakulása. Persze ez a felfogás nem zárja ki azt, hogy a nagyobb erek a barázdákat, mint nekik alkalmas helyeket igénybe ne vegyék. A mi pedig a velősödést illeti, ez sem alakító tényező, mert csak természetes, hogy a tekervényszerű, mint a tömeges idegsejtek helye felől mutatkozó velősödés szembeötlőbb lesz, mint az idegsejtekben aránylag szegényebb tekervényvölgy felől jelentkező velősödés. Egyébként a velősödés folyamata oly időben történik, mikor a barázdálódás be van fejezve.

2. Kisagyvelő.

Tárgyalni fogom elsősorban a kisagyvelő felszínének kialakulását és csak ezután térek át a belső szerkezetre.

a) *Felszín.*

A kisagyvelő felszínének tanulmányozása legcélszerűbben a nyilírányban megejtett középhosszmetszeten történik, mely tehát a felső féreg egyes lebenyeit teszi láthatóvá. Összehason-

litva saját készítményeimet a BERLINER-féle hosszmetsszettel, a lebenyek számbeli kifejlődése tekintetében teljes megegyezést találok, vagyis mindkét készítményen a féregnek összes lebenyei ki vannak fejlődve, de a lebenyeknek barázdálódása csupán a főtekervényekre történt. A mi az egyes féreglebenyeknek elnevezését illeti, akkor, ha ebben BERLINERT követjük, a ki a BOLK-féle nomenclatura alapján járt el, a fissura transversa primaria előtti részt a felső féregnek, a mögöttes részt alsó féregnek lehetne tekinteni. Így azután az elülső velővitorlából kiindulva, az egyes részek a következők lennének: 1. az egészen lapos féllebenykes lingula; 2. a hatalmas elülső és hátulsó sublobulusból álló lobulus centralis; 3. az aránylag még fejletlen monticulus, mely megett a BOLK-féle fissura primaria mint mély hasadék vág be, melytől hátra- és lefelé a közös velőágon ülő 4. folium vermis és 5. tuber vermis következik; 6. pyramis; 7. uvula; 8. nodulus, melynek legelülsőbb csirasejttelepes részéhez a negyedik agykamra tapad.

E beosztásnak az a fogyatkozása, hogy olyan aránylag kis lebenynek, mint a lobulus centralisnak, túl nagy területet tulajdonít, viszont a legtömegesebb lebenyt, a monticulust, absolute kicsiny területre zsugorítja össze. Jelezen a monticulusnak csupán culmen nevű részét tudja BERLINER a BOLK-féle beosztás alapján elhelyezni, a declive számára már nem jut a féregből és azt egészen el is hallgaja. Helyesebbnek vélném ezután az öthónapos ébrény kiségyvelői férgének beosztásában a régiebb elnevezés alapján eljárni, a mikor is a BOLK-féle fissura transversa primaria helyett sulcus superior anteriorról szólunk, mely tudvalevően a culmen és declive elválasztója lévén, az előtte és mögötte fekvő lebenykét monticulusnak vesszük. Szintúgy a való viszonyoknak meg nem felelő a lobulus centralisnak két hatalmas sublobulusra való bontása, mert ez a ZIEHEN által leírt typusa a lobulus centralisnak nem is fordul elő minden esetben. Természetesebbnek vélem a sublobulus centralis posteriort a culmenhez számítani és a megmaradó sublobulus centralis anteriort a valódi lobulus centralisnak tekinteni. Egyébként a féreg lebenyeinek általam javasolt meghatározása a 11. ábrából kitűnik. E beosztást támogatja

az a körülmény, hogy tudvalevően a *lingula*, *lobulus centralis* és *culmen* számára a REIL-féle merőleges velőág szolgál, míg a declivetől kezdve a többi féreglebeny számára a vízszintes ág; e két velőágot a 12. ábrán nyilakkal jelöltem meg.

b) *Belső szerkezet.*

Gyenge nagyítással nézve a kisagyvelő nyilirányú hossz-metszeteit, a legfejlettebbnek szorosan a középvonal melletti metszeteiket találjuk (lásd a 11. ábrát), a melyeken egyes helyektől eltekintve a Vogt H.-féle hatos rétegződést megtalálhatjuk. Jelesen a felületes szemcsés réteg alatt egy világosabb csik következik, arra azután a Vogt-féle külső és belső szemcsék rétege, a melyek közötti, illetőleg alatti világosabb réteg a képet berekeszti. Az által, hogy ezen a középvonalhoz legközelebb eső metszeten egyes helyek akadnak, a melyek a réteggialakulás fejletlenebb képét mutatják, bizonyítva van az a tény, hogy a féreg tekervényei nem alakulnak ki egyidejűleg; tehát vannak késedelmező területek is, melyek egészen kezdetleges kéregfejlődést mutatnak. A Vogt-féle I. stadiumtól a IV. stadiumig minden fokozata a kisagykéregnek megtalálható; igaz ugyan, hogy a IV. stadium képe az uralkodó, mely különben is megfelel az öthónapos ébrényi kisagyvelőnek. Ha már most a kisagyvelőnek egy oldalsó nyilirányú metszetét nézzük, mely tehát már nem a féregből, hanem a barázdálódás kezdetlegesebb fokán levő féltekéből való, akkor könnyen felismerhetjük a következőket (lásd a 12. ábrát). Az alsó féltekei felszín sokkal fejletlenebb, mint a felső, mely a hatos rétegződés képét adja; az alsó félteke-felszínnek a nodulussal és uvulával kapcsolatos lebenyrésze a Vogt-féle I. stadiumban leledzik, a pyramisnak, foliumnak és tubernak megfelelő féltekei részek a II. stadiumot alig haladták meg. Itt érdemes megjegyezni, hogy a nodulus egy nagy csirasejttestteléppel függ össze (lásd a 12. ábrát est.), mely a maga részéről pedig a negyedik agykamra fedőhártájával van összenőve. E telep megfelel a bevezetőleg már említett SCHAFER-féle helynek, mely alatt tudvalevően oly maradványos csiratelep értendő, mely a kisagy-kéregnek az ébrényi hámos hártájával való összefüggése pontjain (nodulus,

oldalnyílások) hosszabb ideig fenmarad. A kisagyvelő-félteke átmetsetén a kisagyvelői magvak, főleg a nucleus dentatus sűrűbb támasztó váza folytán, sötétebb festettségükkel nagyon is szembeötlenek (lásd a 13. ábrát).

Ez általános megjegyzések előrebocsátása után áttérek a szövettani kép részleteire.

A 13. ábrán az 5 hónapos ébrény kisagyvelő-kérgének legfejlettebb pontját mutatom be, melynek egymásutáni rétegei a következők: 1. Egy 3—4 soros felszínes szemecskéből álló réteg, melynek elemei oly tömötten fekszenek egymás mellett, hogy a kisagyvelő-kéreg felszínének sötét szegélyt kölcsönöznek; középnagy, világos magvuk, pontszerű magvacskájuk van, a felszínes támasztó váz csomópontjaiban fekszenek, melyeknek fonalai e magvak protoplasma-szegélyével olvadnak össze. A váz a kéreg felszínén egy limitans externában mint határvonalban végződik, a melyen kívül azután az eres pia fekszik. 2. Most egy világos réteg következik, mely elég nagyszámú, de ritkásan szétszórt világos magvakból áll, melyeknek sötét protoplasmás szegélyük van; e szegély a támasztó váz gerendácskáival összeolvad. E réteg megfelel a későbbi stratum molecularénak. 3. Ezután a támasztó váznak megtömörülése következik, mely tömöttebb réteggel a PURKINJE-sejtek a legszorosabban függenek össze, mert részben benne, részben közvetlenül alatta fekszenek. A PURKINJE-sejtek feltűnően nagy világos magvúak, melyeknek valamelyes szerkezetük és központilag fekvő magvacskájuk van; a magvaknak a kéreg-felszín felé néző körzetén a sötétre festett protoplasma sapkaszerűen ül. A PURKINJE-sejtek itt még elég sűrűen és főleg a tekervénycsúcsokban még rendszerint fekszenek egymás mellett, más szóval az öthónapos ébrényi kisagyvelőben nincs még meg a hét-, illetőleg nyolcz hónapos kisagyvelőnek szabályos PURKINJE-féle sejsorozata. 4. A PURKINJE-sejtek által képviselt külső szemcsés rétegre a stratum granulosumnak megfelelő belső szemcsés réteg következik, mely azonban nincs mindig élesen elválasztva az előbbi rétegtől, ha pedig igen, akkor ezt egy keskeny, világosabb csík szokta jelezni. Ez aránylag fejlett képtől való eltérést a 14. ábrán mutatom be, mely a nodulusnak megfelelő féregrészt ábrázolja.

Itt a fejlődés I. stadiumának megfelelő kétrétüséget látjuk I-nél, a II. stadiumnak megfelelő háromrétüséget II-nél és egy körülírt ponton a IV. stadiumot IV-nél a kialakulni kezdő PURKINJE-sejtekkal.

Végül a 15. ábrán ugyancsak a kisagyi kéregfejlődésnek egész skálája látható azzal a megjegyzéssel, hogy a csillaggal jelölt hely valószínűvé teszi a belső szemcsés réteg elemeinek a fehéralomány felől való vándorlását arra a helyre, a hol azután tangentialis sorban megállapodnak. Ugyanis a szemcséknek egész raja két üstökösszerű csoportban húzódik a fehéralományból a belső szemcsés rétegbe, melyen túl nem terjed. Így tehát szemünk előtt van a belső szemcsés réteg kialakulási módja, úgy a mint ez a VOGT-féle II. stadiumnak megfelel. A mellette levő széles tekervényben (két csillaggal jelölve) már a VOGT-féle hatos rétegződés közvetlenül a PURKINJE-sejtek kiképződése előtti stadiumban látható.

Ezekkel a példákkal csak azt akartam bemutatni, hogy a kisagy-kéreg, bárha az az 5. ébrényi hónapból való, mégsem tanúsít egész kiterjedésében egyforma kialakulást, hanem a legkezdetlegesebb kéregszerkezettől a megfelelő korú legmagasabb kialakulásig minden fokozat képviselve van. Így tehát mindenkor egy fejlődési maximum (ontogenetikai acceleratio — HAECKEL) és minimum (ontogenetikai retardatio — HAECKEL), illetőleg ezek közötti átmenet szerepel az ébrényi kisagy-kéregben, és érdekes körülmény, hogy a kisagyvelői kéregfejlődésnek e változékonyságával szemben feltűnő a nagyagy-kéregnek állandósága. Az öthónapos ébrényi nagyagy-kéreg ugyanis bármely pontján azonos szerkezetet mutat, tehát minden pontja egyformán aránylagosan érett, kivéve persze az alacsonyabb fokon megmaradó Ammon-szarvat és szagló agyvelőt. A nagy- és kisagy kérgének fejlődésében mutatkozó e különbség magyarázatát találja abban a körülményben, hogy az 5. ébrényi hónapnak megfelelő nagyagy-kéreg csirasejtjei a később, a 7. ébrényi hónapban kialakuló kéregrétegekével nem azonosak (BRODMANN); utóbbiak, a tektogenetikai alaprétegek, már éppen úgy mutatnak különböző, pontok szerint változó fejlődési gyorsulást, illetőleg késedelmezést, miképp a kisagy-kéreg rétegei. Tehát a nagyagy-kéreg fejlő-

désében csak a 7. hónapban jutott odáig, a hol a kisagy-kéreg már az 5. hónapban van, e szerint ez utóbbi korábban fejlődik ki, mint az előbbi.

Ki kell végül emelnem, hogy a kisagyvelő-barázdálódása egészen azonos szövettani elváltozások kíséretében folyik le, mint a nagyagyvelőé. Jelesen itt is a felszínes szemcséknek szaporulata mutatkozik, melylyel kapcsolatban a molekulás rétegnek megfelelő világos csik szélesebbé válik és a megszorodott felszínes szemcséknek a mélységbe ékelődése készíti elő itt is a barázdát. Így tehát a magam észlelései alapján is teljesen hozzájárulnék SCHAPERNAK a kisagyvelő-kéreg kialakulásáról nyilvánított véleményéhez, melyről már fentebb bevezetőleg megemlékeztem és a melynek lényege az, hogy a redőképződésben álló felületi terjeszkedés a kisagy legfelületesebb rétegének szinte mértéktelen felszíni növekedése által jó létre, mely réteg felhasználásának arányában nő a kisagy-kéreg. E tekintetben elég lesz utalnom a 15. ábra széles, nagy tekervényére, mely mint kezdetleges tekervény feltűnően vastag felszínes réteggel bír, melylyel szemben a PURKINJE-sejtekkel bíró kéregrészek felszínes szemcsés rétege már sokkal vékonyabb.

Összehasonlítva általánosságban az öthónapos ébrény nagy- és kisagyának kéregfejlődését, feltűnő, hogy ebben részben egyezést, részben különbözést állapíthatunk meg. *Egyező* a külső kialakulás, vagyis a felületi fejlődés módjának azonossága. *Különböző* a belső kialakulás, vagyis a kéreg idegsejtes rétegének kiképződése oly értelemben, hogy míg a nagyagy-kéreg idegsejtes rétege teljes egészében az egyforma érésnek képét adja, addig a kisagy kérgé az öthónapos ébrényben a legkezdetlegesebb kétrétegű kialakulástól kezdve, mely megfelel egy háromhónapos ébrény kisagykérgének, egészen az öthónapos ébrény kisagy-kérgének hatrétegű kiképződéséig az átmenetnek minden fokát mutatja. Így tehát egy adott korú ébrényi kisagyvelőben vannak késedelmező és előrehaladó fejlődést mutató pontok; e jelenség bizonyos fokig kapcsolatosnak látszik a felszín kifejlődésével, mert míg az öthónapos ébrény megfelelően kialakult férgében majdnem mindenütt a hatos rétegződés látható, addig a lebenyképződés, illetőleg a barázdálódás tekintetében hátra-

maradt vagy csak tökéletlenül kialakult féltekében kevésbé érett kéregszerkezetre találunk. Természetes, hogy ez a különbözőség nem maradandó, hanem nagyon is mulandó, mert a féltekék is megérnek előbb-utóbb olyan fokban, mint a melyet a féreg kérge már előbb ért el.

III.

A fentiekben ismertetett vizsgálataim eredményeit az alábbi pontokban foglalom össze.

1. Az öthónapos ébrény nagyagyvelő-féltekéin kivételesen már lehetnek másodlagos barázdák, szabályszerűen azonban csupán a fossa Sylvii, fissura hippocampi, calloso-marginalis, calcarina, parieto-occipitalis mutatnak kezdődő kifejlődést.

2. Az öthónapos ébrény kisagyvelő-férgében az egyes lebenyek már megvannak, ezzel szemben a féltekéi felszín még barázdálatlan, kivéve a felső felszínt, mely a felső féregből a féltekéi felső felületre áthúzódó barázdálódást mutat, a mi azonban sekély fejletlen barázdák, illetőleg alacsony tekervények képében történik. A féreggel együtt a pehely is kifejezett barázdálódást mutatván, megállapítható, hogy a kisagyvelőnek úgynevezett ősi része (palæo-cerebellum = vermis + flocculus) az, mely a legkorábbi kialakulást mutatja. A féltekék (neocerebellum) későbbben fejlődnek.

3. A nagyagy elsődleges és másodlagos barázdái teljesen azonos szövettani módon fejlődven ki, köztük a kifejlődés módja szempontjából különbséget tenni nem lehet, egyedüli alaki különbség a barázda mélysége.

4. A nagyagy felszíni változásainak szövettani kísérő jelenségei a következőkben foglalhatók össze. A leendő barázda helyén, tehát csíkszerűen, a felületes szemcsés réteg megszaporodik s így megvastagszik, mely megvastagodott helyről a barázda irányában egy szemcsékből álló függöny, mely keresztmetszetben mint csap- vagy ékszerű nyujtvány jelentkezik, ereszkedik le az idegsejtes csiraréteg felé; ugyanekkor az utóbbi rétegnek a csap síkjában való megkeskenyedése és a csaptól jobbra-balra sáncszerű kiemelkedése tűnik fel. Egyidejűleg a szélifátyol változást mutat olyképpen, hogy a támasztó váznak a szemcsés

réteg alatt levő úgynevezett külső tömörülési öve és az idegsejtes csiraréteg felett levő úgynevezett belső tömörülési öve megerősödik; és főleg a külső tömörülési öv az, mely a felületes szemcsés rétegtől elkülönül, mi által kettejük között egy laza támasztó szövet által kitöltött hézag jő létre. Mindkét megerősödött tömörülési öv a szemcsés csap benyomása irányában a mélységbe húzódik. A szemcsés csap tömegének középpontjában nyilván hiányosabb tápláltatás folytán elhal és így előáll a végleges barázdának megfelelő rés.

A vázolt folyamatból kitűnik, hogy a barázdaképződést a leendő barázdának síkjában levő szemcsés magvak szaporulata és a szélifátyol kiszélesedése indítja meg; a mint a barázda előállott, a magvak gyérülnek. Ezek után kétségtelen, hogy a felületes szemcsés magvak a barázda kialakulása alkalmával felhasználatnak, sőt a kéreg előrehaladó kifejlődésével egészen eltűnnek.

A kisagy felszín-változásainak lényege egyező a nagyagyéival, tehát itt is a változások kiindulása a felületes szemcsés réteg felől történik, mely helyileg megszorodva, ékszerűleg nyomul a csirasejtes réteg felé.

5. A nagygyi, illetőleg kisgyi barázdaképződés folyamatából kitűnik, hogy abban cselekvő és szenvedő változások szerepelnek; az előbbiekhöz a felületes szemcsés réteg és a szélifátyol módosulásai — alaki és mennyiségi tekintetben — tartoznak, az utóbbiakhoz az idegsejtes csirarétegnek a barázda irányában mutatkozó megkeskenyedése és ettől oldalt sáncszerű kiemelkedése számítandó. A felületes rétegnek a barázda kiképződésében mutatkozó módosulásait azért kell cselekvő változásoknak tekintenem, mert ezekkel indul meg a folyamat, ezek az elsődleges jelenségek, melyek mindenképpen megelőzik a mélység, a kéreg idegsejtes csirarétegének módosulásait, melyek másodlagosak. Utóbbiak mindenek szerint a felülről jövő hatás elől való kitérés bélyegét hordják magukon, a mi abból olvasható le, hogy a nyomás irányában, vagyis a kialakuló barázda irányában az idegsejtes csiraréteg megkeskenyedik, míg ettől oldalt sáncszerűen felemelkedik, minélfogva a barázda partjai vastagabbak; a kitérő csiraelemek azok, melyek a sánczdudor, illetőleg az

egyes barázdák közötti tekervénytetőnek nagyobb szélességét okozzák.

6. E felszínváltozást a kéreg mélységében az ébrényi 4. hónapban bizonyos jelenségek megelőzik. Ezek az ébrényi szemölcsök (status corticis verrucosus Retzii), melyek a kéreg cytoarchitecturájához szükségelt nyers anyagot szolgáltatják.

7. A fentiek szerint a nagy- és kisagy-kéreg kialakulásában két folyamat szerepel: a) egy *külső*, ez a kéreg felületén lefolyó barázdálódás, melyből mint elsődleges jelenségből egy következményes másodlagos jelenség, a tekervényképződés folyik; b) egy *belső*, mely a kéreg idegsejtes csirarétegének előrehaladó kialakulásában áll és ennek egy bevezető előkészítő szakaszát a RETZIUS-féle ébrényi szemölcsök teszik. Ezek az ébrényi életnek csupán a 4. havában szerepelnek, az ezen túl eső időben az 5 hónapnál idősebb ébrényben történik a kéregnek BRODMANN-féle rétegződése 6 lemezre. Ezek szerint a fejlődő agykéreg egy külső és egy belső kialakuláson esik át; az előbbi a kéregfelszín formálja, tehát az agyféltekék végleges arczatát létesíti, mely folyamatot *perigenesis*nek nevezhetnők; az utóbbi a kéreg belsejét alakítja ki és így a szorosán vett *tectogenesist* végzi. A felszíni kialakulás a HIS-féle széli-fátyolban lefolyó, míg a tectogenesis a kéreg idegsejtes csirarétegében történő folyamat. E két folyamat időbelileg különböző, mert a barázdaképződésben megnyilvánuló felszínkialakulás már az 5. ébrényi hónapban mutatkozik, míg az ebben az időben még kialakulatlan kéreglemeznek hatrétű kiképződése, a BRODMANN-féle tectogenetikai alaprétegekre való kialakulása az emberben a 6. és 7. ébrényi hónapban történik. *E szerint éles különbséget kell tennünk fejlődéstani szempontból a kéregnek külső része, vagyis a fátyol, és belső, vagyis idegsejtes rétege között, mert e két kéregrésznek jelentősége egészen különböző.* E helyen megjegyzendő, hogy minthogy BRODMANN az ő hat tectogenetikai alaprétege elsejének a HIS-féle fátyolnak megfelelő lamina zonalist veszi, nyilvánvaló, hogy felfogásom szerint a tulajdonképpeni agyrétegek száma csupán öt. *Cytoarchitectoniás szempontból a legfelszínebb réteg nem tartalmazván idegsejteket, nem jöhet számításba.*

8. Mindezek után nyilvánvaló, hogy az ébrényi kéreg-szemölcsöknek a kéreg felületének kialakulásában semmi szerepük sincsen, ebben kizárólag a kéregfátyol elemei, vagyis a felszínes szemcsés magvak és a támasztó váz működnek közre.

9. Végül felmerül a kérdés, vajjon a felszínes kiképzés: a *perigenesis*, és a kéregrétegek kialakulása: a *tectogenesis* mily viszonyban áll egymással? A barázda kiképződése korábbi folyamat lévén, független a kéregkialakulástól, míg az utóbbi, mint a barázdálódást követő folyamat, bizonyos fokig függhet az előbbitől. Jelesen a kéregnek a barázda mélységében való megkeskenyedése és a tekervények tetején mutatkozó következményes megvastagodása feltétlenül a barázdaképződéstől függő alakváltozása a kéregnek. Rendes körülmények között azonban egyéb viszony megállapítható nem lesz, mert a barázdákhoz való simulásán kívül a kéreg a maga ontogenesises rétegeképződését mint sajátlagos alakulási műveletét végzi, melyre a barázdálódásnak semmi befolyása sincs. A kéreg idegsejtes rétegének a barázdákhoz való alkalmazkodásából tehát folyik, hogy a legfelső tectogenetikai réteg (*lamina granularis externa*) a *perigenesis* által megszabott alakuláshoz kénytelen magát tartani s így a tectogenetikai formációk a *perigenetikai* alakulások hűségesebb másolatai.

Abramagyarázat.

1. ábra. *Öthónapos foetus agyveleje baloldatról nézve.* A nagyagy-féltékén figyelemreméltó a SYLVIVS-féle árkon kívül a homloki és a halánték-nyakszirti lebenynek időelőtti, de nem rendellenes barázdálódása. A kisagyi féltékének nem takart féltkei része barázdálatlannak látszik.

2. ábra. *Öthónapos foetus agyféltkéjének harántmetszete* toluidinkékkal festve. 1 = HIS-féle szélifátyol. 2 = idegsejtes csiraréteg (lamina corticalis). 3 = köpenyöv. 4 = kamarai csiratelep.

3. ábra. *Öthónapos foetus agykérgének harántmetszete,* van GIESON szerint festve. *k* = külső tömörülési öv. *b* = belső tömörülési öv ($k + b$ = HIS-féle szélifátyol). *c* = lamina corticalis.

4. ábra. *Öthónapos foetus agykérgének átmetszete,* van GIESON szerint. *k* = külső tömörülési öv, melyben *Cf* = CAJAL-féle foetalis sejtek. *b* = belső tömörülési öv, melybe a *c* lamina corticalis-ból benyúló sugarak, gerendák hatolnak.

5. ábra. *Öthónapos foetus halántéklebenyének vízszintes metszete,* van GIESON szerint, mely barázdált kérget mutat. Fontosak a barázdák mélységében a szélifátyol csíkszerű és ékalakú megtömörülései.

6. ábra. *Öthónapos foetus agykérgemetszete,* van GIESON szerint. Egy agybarázda kezdete harántmetszeten. *s* = szemcsés csap. *k* = külső, *b* = belső tömörülési öv. A barázdaképződés I. foka.

7. ábra. Ugyanaz, mint a 6. ábra, mutatja a kiképződő agybarázda fenekén levő szemcsés csapot. A barázdaképződés I. foka.

8. ábra. Ugyanaz, mint a 6. ábra, mutatja a szemcsés csapnak központi szétesését. A barázdaképződés II. foka.

9. ábra. Ugyanaz, mint a 6. ábra, mutatja a kialakult agybarázdát. A barázdaképződés III. foka.

10. ábra. *A hippocampus-tekervénynek átmenetele a mandolamagba,* van GIESON-festés. *sz* = szemölcszerű csoportosulása a kéreg idegsejtes csiráinak.

11. ábra. *A nyúlt- és kisagyvelőnek a középvonal mellett való hossz-átmetszete.* Toluidinkékfestés. 1 = lingula. 2' = sublobulus centralis anterior. 2'' = sublobulus centralis posterior. 3 = culmen. 4 = declive. 5 = folium vermis. 6 = tuber vermis. 7 = pyramis. 8 = uvula. 9 = nodulus. *v* = ramus verticalis. *h* = ramus horizontalis. *Ssa* = sulcus superior anterior. *Sip* = sulcus inferior posterior s. postpyramidalis. *Sia* = sulcus inferior anterior s. prepyramidalis.

12. ábra. *A kisagyvelőnek oldalsó hosszátmetése.* Toluidinkék. *ék* = érett kéreg az 5. foetalis hónap megfelelően, *vk* = visszamaradt kéreg. *kk* = kezdetleges kéreg. *est* = SCHAPER-féle csírasejttelep. A kisagy-félteke fehérállományában a még redőzetlen fogazott mag (nucleus dentatus) látható.

13. ábra. *Ölhónapos foetus legfejlettebb kisagy-kérge.* Toluidinkék. Leírás a szövegben.

14. ábra. *Kisagy-kéreg (ölhónapos foetus) nodulosa.* Toluidinkék. *I* = a kisagyi kéregfejlődés I. stadiuma, a kétrétűség. *II* = a II. stadium vagy a háromrétűség. *III* = a IV. stadium a kialakuló PURKINJE-féle sejtekkel.

15. ábra. *A kisagyi kéregfejlődés különböző fokai.* Toluidinkék. * = csírasejteknek üstökösszerű rajokban való felvonulása a VOET-féle külső szemcsés rétegbe. Jobbra e helytől az 5. ébrényi hónapnak megfelelő egészen fejlett kéreg PURKINJE-féle sejtréteggel látható. ** = a Voet-féle hátrétűsége a kisagy-kéregnek, mely 3 sötét csíkból és ezek között levő világosabb csíkokból alakul ki.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1917 január 22.-én tartott üléséből.)

AZ ADAMANTINOMA EREDETÉRŐL ÉS SZÖVETI SZERKEZETÉRŐL.

KROMPECHER ÖDÖN levelező tagtól.

A következőkben van szerencsém az adamantinoma morfológiájára és histogenesisére vonatkozó vizsgálataimról röviden beszámolni.

Az adamantinoma igen ritka daganat, mely az állkapocs belsejében képződik és a fogak *zománcanyagát* (*substantia adamantina*) termelő hámból, illetőleg hámmaradványokból indul ki. Az irodalomban közölt, alig 5—6 tuczatra tehető esetek számát két évtizeden belül észlelt 5, illetőleg 6 saját esetemmel egészíthetem ki. A daganat rendszerint fiatal egyének alsó állkapcsában képződik, éveken át lassan növekedve gesztenyéni, ökölnyi és ritkán akár gyermekfejnyi nagyságot is ér el és az állsontot valósággal felfújja. A gyakran papírvékonyra sorvadt csontkéregből könnyen hámozható ki és kórbonczatani értelemben véve jóindulatú daganat. *Makroszkopos* szerkezete változó. Ritka a solid, rostos szerkezetű daganat, az *adamantinoma solidum*. Rendes megjelenési alakja a tömlős daganat, a midőn is számos kisebb-nagyobb, nyálkás váladékkal telt tömlőből alkotott. Utóbbi esetben *adamantinoma cysticum*nak vagy *polykystomán*ak is nevezik.

Szövődmenyes *mikroszkopos* szerkezete csakis a fog koronáját borító zománcz, a *substantia adamantina* szöveti fejlődésének ismerete alapján válik érthetővé. Tudjuk, hogy a fogak fejlődése a 2. hónap vége felé a zománcz képződésével indul meg. Ebben az időben a nyálkahártya hámja az állsontok szélén két sáncszerű megvastagodást, az úgynevezett *fogsánczokat*

alkotja, melyek között kifejlődik a *fogbarázda*. A hámnak fokozatos megvastagodása és léczszerű megnyúlása folytán kifejlődik a *zománczsira*, mely alul megvastagszik s harántmetszeten bunkó-, majd körteidomú lesz. A hámnak ezt a burjánzását követi a kötőszövetnek a szaporodása, mely a 3. hónap elején a zománczsira körül félholdalakú övvé, az úgynevezett *fogzacskóvá* (*sacculus dentis*) tömörül, majd pedig a felső és alsó közös zománczsirát a tejfogak számának megfelelőleg 10—10 részre tagolja. Ezzel egyidejűleg a kötőszövet kúpalakú nyulványokat hajt a zománczsira bunkós vége felé és ezt annyira behorpasztja, hogy a zománczham sipka módjára fedi a kötőszövetes szemölcsöt. Ebből a kötőszövetes szemölsből lesz a *fogszemölcs* s ugyanez termeli a fogak főrészt, a *fogcsontot* vagy a *dentint*. A sipka módjára betüremkedett zománczsirát hengeres sejtek határolják, belsejében pedig kevésbé differenciált hámsejtek foglaltnak. A hengeres sejteket *zománczsejteknek*, az általuk alkotott két hárttyát pedig *belső*, illetőleg *külső zománczhárttyának* (*membrana adamantina*) nevezik. A fogzománczot a *belső* zománczhárttya termeli. A külső hárttya hengersejtjei lelapulnak. A zománczsira belsejében foglalt indifferens hám elfolyósodik, sejtjei nyulványokat bocsátva rezés kötőszövetre emlékeztető lágy szövetet, az úgynevezett *zománczszervert* vagy *zománczbelet* alkotják. Miután a zománczsira nyaki részén lefűződött, a fiatal fogképződmény az 5—6. hónaptól kezdve a fogzacskó részéről szolgáltatott tömlőben, a *folliculus dentis*ben fekszik s mint olyan az állcsontból kiemelhető.

Az adamantinoma a mikroszkopban minden tekintetben a zománczsírának, illetőleg a zománczszervecnek a szerkezetét mutatja. Rostos kötőszövetben vékonyabb-vastagabb, bunkós megvastagodást és elágazódást mutató hámkötegek és fészkek láthatók, amelyek külső hámsejtjei hengeresek, belső hámja pedig a zománczszervecnek megfelelőleg rezés hámszövetet alkot. E hámszövet fokozatos burjánzása és elfolyósodása folytán képződnek a tömlők, melyek az adamantinoma cysticum oly jellegzetes alkotórészei.

A zománczhamnak atypusos, illetve heterotopiás burjánzás

folytán beálló *rakos* átalakulása eddigelé csak egy-két esetben észleltetett.

A mondottak alapján kétségtelen, hogy az adamantinoma a substantia adamantinát termelő hámból indul ki. Míg e daganatokat régebben az egész folliculus dentisből származtatták (FALKSON), addig MALASSEZ és BRAUN alapvető vizsgálatai alapján kétségtelennek látszott, hogy ezek az érdekes daganatok a zománczcsirából az *ébrényi korban* lerepesztett zománczhám-maradványokból, az úgynevezett *débris épithéliaux paradentaires*-ből, illetőleg a BRAUN-féle zománczhüvelyből indulnak ki. Az esetek leírásából vont következtetések oly egyöntetűeknek bizonyultak, hogy az adamantinoma histogenesisének a kérdése tisztázottnak látszott.

Észleltek ugyan eseteket (BÜCHTEMANN, EVE, TRZEBICKY), a melyek a mellett látszottak szólani, hogy az adamantinoma a száj nyálkahártyájának rétegzett laphámjából is kiindulhat; ezek a múlt század 80-as éveiből eredő közlemények azonban oly kevésbé bizonyítók, hogy az *ébrényi* hámczirákból való eredés tanát nem ingathatták meg.

A szájhámból való kiindulást föltétlen bizonyítja egyik már 1906-ban észlelt esetem, a mennyiben a daganat hámkötegei és fészkei több helyen összefüggnek a szájüreg hámrétegével és az átmenet oly fokozatos, hogy másodlagos odanövés biztosan kizárható. Minthogy magam még egy esetben láttam hasonló eredetet és BAKAY — kit erre az eredetre figyelmeztettem — 1906-ban három és KURU 1911-ben egy esetben igazolta és egészítette ki saját észleleteimet: kétségtelenné vált, hogy az adamantinoma, a mellett, hogy rendszerint *ébrényi hámczirákból ered*, az esetek egy részében a kifejlődött egyén szájhámból is kiindul.

Mikép histogenesisé szempontjából, úgy a mikroskopban sem egységes az adamantinoma képe. A zománczszerzerv kevésbé differenciált hámja ugyanis többféle módon fajul el és ennek megfelelőleg különféle tömlöket alkot.

Legjellegzetesebbek a *csillagsejtes* vagy *zománczbél-szerkezetű* tömlők, melyek a hámszövet vacuolás elfajulásának a kifejezői. Az irodalomban kifejezésre juttatott felfogással szemben azonban ki kell emelnem, hogy ilyen csillagsejtes hám ki-

vételelesen egyéb/kóros folyamatoknál is észlelhető. Magam az arczbőr basalsejtes rákjainál észleltem és «retikulált hámiak» neveztem el. DUBRÉUILH és AUCHÉ ulcus ródensnél és ABESSER lágy nævusoknál találta és csillagos elfajulásnak, «*degeneration stellaire*»-nek nevezte el. Sőt előfordul rendes viszonyok között is az állkapocs közelében fekvő szervekben. Így STUDNIČKA Lebias, Carassius auratus és Chimæra monstrosa szaglószervében és szájüregében találta és «*modifikált hám*»-nak nevezte el. Kiterjedten azonban csakis a zománcz bélben és adamantinomákban található és ezekre nagyfokban jellegzetes.

Kevésbé jellegzetesek és ritkábbak a *colloidsejtű tömlők*, a melyek a zománcz bél sejtjeinek colloidos elfajulása folytán keletkeznek. III-mal jelzett esetben nagy számmal láthatók, és basalsejtű rákoknál, a szájpad és a nyálmirigyek daganatainál és az epithelioma adenoides cysticumnál nem ritkák.

Nem jellegzetesek és igen ritkák a *lipoidsejtekkel*, illetőleg *pseudoxanthomsejtekkel* telt tömlők, melyek V-tel jelzett esetben oly számmal foglaltatnak, hogy pseudoxanthomsejtes tömlőknek is nevezhetők.

Figyelemre méltó végre az az észleletem is, hogy az adamantinoma cysticum az esetek kis részében *tömlős basalsejtű daganat*, vagyis oly *basalioma* képe alatt jelentkezik, a minő a köztakaró legkülönbözőbb helyein szokott előfordulni.

Az adamantinoma és a basalsejtű daganatok között különben is szoros a kapcsolat. Mikroskoppal az egyik is, a másik is kevésbé differenciált hámból alkotottnak látszik, mely a hámképletek széli részein hengersejt jelleget ölt és sugárszerűen rendeződik el. Mindkettőben nem ritkák a sejtek hagymalevélszerű elrendeződése folytán támadt, rákgyöngyökre emlékeztető képletek és itt is, meg amott is előfordulnak területek, melyek a cylindroma jellegzetes és változatos képeit mutatják.

Az adamantinoma ennek alapján bizonyos irányban differenciált, vagyis oly basaliomának is minősíthető, mely a zománcz hámból indul ki és ennek megfelelőleg a zománcz bélre jellegzetes szöveti szerkezetet mutat.

De *klinikai* tekintetben is hasonló a viselkedés, a mennyiben az adamantinomák, épp úgy mint a basalsejtű daganatok,

éveken, sőt évtizedeken át igen lassan fejlődnek és aránylag jó-indulatú hámdaganatok.

A maga nemében egyedül álló végre az a veleszületett *melano-carcinoma* esetem, mely kéthónapos csecsemő processus alveolarisán fejlődött, mogorónyi körülhatárolt daganat alakjában *két fogat zár körül* s mindenek szerint a MALASSEZ-féle débris épithéliaux paradentaires-ből indult ki.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1917 február 19.-én tartott üléséből.)

AZ OSTEOMALACIÁRÓL.

(Belső secretiós tanulmány.)

SCIPIADES ELEMÉR-től.

Mindenki, a kinek munkakörébe a csontlágylás kérdéseivel való foglalkozás beletartozik, tudja, hogy ennek a betegségnek az aetiologiája tisztázva mai napig sincsen.

Legrégibb keletű s leginkább túlsúlyban levő az az aetiologia felfogás, hogy a csontlágylás általános véralkati (dyskراسiás) betegség. S. WINCKEL a dyskراسia felidézőjeként a szervezet hosszasabban érő általános kártékony, úgynevezett közegészség-ellenes tényezőket tekint, mely felfogásnak valószínűsége mellett úgy embereken, mint állatokon sok tapasztalás szól.

Keletkeztek azonban egyéb aetiologiai elméletek is, melyek a betegség okául parasitákkal való fertőződést (MORPURGO-féle diplococcusok), a petefészek fokozott működéséből eredő csont-trophoneurosis (FEHLING), thyreosis (HÖNNICKE), parathyreoidális túltengést (ERDHEIM), a mellékvese működésbeli elégtelenségét (BOSSI) s a hyphophysis fokozott működését (BAB) vették fel.

A legtöbb (főként német) pathologus szerint azonban azt a gondolatot, hogy az osteomalaciát specificus kórokozó idézné elő, egyelőre teljesen el kell hártanunk. RECKLINGHAUSEN pedig — a ki egyik legtekintélyesebb kutatója volt e kérdésnek — azt mondja, hogy a szervkiirtások eddigi eredményeiből annak bizonyítékát, hogy a csontok malaciája egy egyetlen szerv tevékenységének zavarából származnék, s kivált, hogy az emberi malaciának is ilyen sajátlagos tényező volna az oka, nem lehet kivenni.

A csontlágylás okaként feltételezett szervek kiirtásából egy

nagyjelentőségű tény mégis maradt a tudományra s ez FEHLING-nek korszakot alkotó ama felfedezése volt, hogy az ivarmirigyek kiirtása (castratio) a csontlágylulást meg tudja gyógyítani, de hogy miért, arra a biztos felelet máig is hiányzik.

SCIPIADES 1915 tavaszán kezdett a csontlágylulás okának kutatásával foglalkozni, munkálataira a gátormirigy (thymus) működésének a szervezetben való jelentőségét kereső más vizsgálatok feltűnő eredményeiből nyert serkentést. Kiderítették ugyanis, hogy a gátormirigy egészen azonos tényezők (nevezetesen a szervezetet tartósan érő általános kártékony behatások) befolyása alatt szokott adott esetben lesorvadni [accidentális involutio], mint a milyenekhez a tudomány a csontlágylulás keletkezését szokta kötni (HAMMAR). Látták, hogy a gátormirigy-működésnek a szervezetből mütét (totalis exstirpatio) útján előidézett kiesése fiatal állatok csontjain olyan elváltozásokat okoz, melyek a csontlágylulással lényegileg azonosnak mondott angol-kóros elváltozásokhoz hasonlítanak (BASCH, CLOSE, VOGT, MATTI). Tisztázták végül (CALZOLARI stb.), hogy az ivarmirigynek az ivarérettség ideje alatt végzett kiirtása a gátormirigy térfogatát annak háromszorosára is tudja megnöveszteni, mely állapot az elcsontosodás meggyorsulásával parallel haladó újraéledésével (reviviscentia) e mirigynek jár együtt.

SCIPIADES tanulmányában mindenekelőtt arra a RECKLINGHAUSEN által a bizonyításhoz okvetetlenül szükségesnek mondott két kérdésre kereste a feleletet: lehet-e állatokon a gátormirigy kiirtásával csontelváltozásokat előidézni, kivált olyanokat, melyek az emberi csontlágylulással (maláciával) minden részletökben megegyeznek; továbbá, hogy a gátormirigynek kísérletileg létrehozott fogyatékosága megfelel-e a gátormirigy állapotának az emberben jelentkező csontlágylulásnál.

A mások által előirt minden szükséges kiváncsolomnak megfelelő kísérleteiben SCIPIADES négyhetes korát betöltött 17 kutyán irtotta ki teljesen a gátormirigyt s a csontokon ez által kiváltott elváltozásokat életben maradt 11 kutyán vizsgálta meg kórszövettanilag 5—8 héttel a mütét után, ugyanolyan korú, hasonló életviszonyok között tartott s egy ellésből származó kontroll kutyákkal összehasonlítva.

E vizsgálatok eredményeképen SCIPIADES szövettani készítményeken szemléltetni tudta: a csontgerendák lágyulós peremszalagjait, ezeknek fokozottabb festékfelvevőképességét (chromophilia), az elmésztelenedő perem és az ép csont határán a RECKLINGHAUSEN-féle rácsalakzatokat, a csontkéreg (tela ossea) lemezekre hasadozását, annak VOLKMANN-féle csatornáktól s lágyulós tokköpenyekkel ellátott bimbózdó erekktől való átfuratását, a csonttestesek megduzzadását és szétesését (onkosis, autolysis), a csontok porzborítékában tömlöcskék keletkezését, a csontosodási vonal erős bővülését s végül a csontvelő vérezeit, illetőleg utóbbiak maradványaiként festenyzettségét.

Így hát kétségtelenül kiderítették e vizsgálatok, hogy fiatal kutyákon a gátormirigynek alkalmas időben végzett teljes kirtása útján oly csontelváltozásokat lehet előidézni, melyeknek szövettani képe az emberi csontlágyulás ismert elváltozásaival minden részletben megegyezik.

A második kérdésre mások vizsgálataiból tudta megadni a feleletet úgy, hogy a gátormirigynek kísérletileg létrehozott s a csontoknak éppen említett elváltozásait létrehozó hiányával a gátormirigynek az emberi csontlágyulással oki kapcsolatba hozott tényezők mindegyike esetén jelenlevő hiányossága megegyezik, azaz egy accidentális involutio, mely a csontosodásnak hasonló zavaraival jár párhuzamban.

SCIPIADES azután arra a maga által felvetett további két kérdésre keresett feleletet, vajjon bizonyítható-e, hogy az, a mi egyrészt az operált kutya csontelváltozásait, másrészt az emberi csontellágyulást előidézi, ugyanazonos biológiai folyamat-e; továbbá, hogy vajjon a csontlágyulásnak esetleg bizonyítható thymogen származása nincs-e ellentétben azokkal a tapasztalásokkal s vizsgálati eredményekkel, melyeket a tudomány róla eddig mint tényeket kiderített.

Az első kérdésre való felelet keresése érdekében három csontlágyulós asszonyt, illetőleg négy egészséges terhest, továbbá két gátormirigyétől megfosztott, illetőleg két egészséges kutyát vett physikális és chemiai vizsgálat alá, hasonló körülmények között.

Adatait összesítve azt találta, hogy az egészségesekhez

viszonyítva úgy a csontlágylásos egyéneken, mint a thymectomiás kutyákon: a vér morphológiájában lymphocytosis mutatkozik, megnyúlt a véralvadás ideje, kisebb lett a vér tapadóképesége és savanyúbbá lett a vér vegyhatása. Osteomaláciásokon a mézskiürítés a bélsárral fokozódott s hozzá a thymectomiás kutyák mézskiválasztása épp úgy viszonylik, mint az angolkóros gyerekeké a csontlágylásosakéhoz.

Vizsgálataiból így kitűnt, hogy az a folyamat, mely fiatal kutyákon az emberi maláciával egyező kórszövetteni képet idézi elő, ugyanolyan physikális és chemiai, egyszóval biológiai tünetekkel jár; mint a milyeneket csontlágylásos egyéneken lehet kimutatni.

Utolsó kérdésére SCIPIADES az osteomalaciára és thymusra vonatkozó eddigi irodalmi adatoknak, valamint a maga vizsgálatainak és észleléseinek összevetéséből szűrte le a feleletet. Ez úgy hangzik, hogy a csontlágylás thymogen elmélete azokkal a tapasztalásokkal és vizsgálati eredményekkel, melyeket a tudomány erről a betegségről mint tényeket kiderített, nemcsak nincs ellentétben, hanem ellenkezőleg közülük olyanokat is megmagyaráz, melyek eddig a csontlágylásnak ovarialis és egyéb elméletei kapesán egyáltalán nem állottak világosan előttünk.

Mindezek alapján SCIPIADES vizsgálatai minden valószínűséggel azt mutatják: hogy *azoknak a folyamatoknak, melyek az emberi maláciát előidézik, a gátormirigy a közvetítőjök, s minden olyan körülmény, mely a gátormirigynak kellő mértékű kóros lesorvadását idézi elő, adott esetben csontlágylást fog előidézni az emberen, kivált, ha e körülményhez terhesség, főként több, gyors egymásutánban s a szoptatás utáni kellő szünetek nélkül való terhesség, illetőleg az ezzel együtt járó thymus-involutio is társul.*

A SZIKTALAJOK KÉPZŐDÉSÉBEN SZEREPLŐ CHEMIAI ÁTALAKULÁSOK.

SIGMOND ELEK levelező tagtól.

A sziktalajok képződését már régóta és sokan tanulmányozták, mégis még ma sem tudjuk e sajtáságos talajok eredetét kielégítően magyarázni. Ennek egyik oka kétségtelenül az, hogy a sziktalajok nagyon különbözők eredetük és képződésük szempontjából is.

A régi szikképződési elméletek főképpen a káros natriumsók felszaporodásának magyarázatára szorítkoztak. Midőn 1901-ben hazai sziktalajaink tanulmányozását megkezdtém, az a nézet uralkodott, hogy sziktalajaink a régi árterek kiszáradása következtében felhalmozódott natriumsók rendellenes felszaporodása folytán keletkeztek.

Ebből az a megállapítás, hogy szikeseink régi árterek vagy vízállásos területek voltak, azóta is többször megerősítést nyert. A natriumsók eredetét illetőleg azonban kutatásaim alapján már 1905-ben megállapítottam, hogy kötött sziktalajainkban a natriumsók a talajelmálás termékei. Ez részben megerősítette HILGARDnak az alkali talajok képződéséről már korábban ismertett tapasztalatait,¹ másrészt azonban már ez alkalommal rámutattam arra, hogy HILGARD felhalmozódási elmélete² csak bizonyos megszorítással alkalmazható a sziktalajokra. Mert míg

¹ HILGARD W.: «Nature, value and utilisation of alkali lands» University of California Bull. 128. Sacramento 1900.

² HILGARD W.: Soils ez. könyv, XXII. fejezet: Alkali soils. Origin. 422. l. 1910. New-York.

a talajszelvények chemiai összetétele alapján kétségtelen igazolást nyert az, hogy a sziktalajok felső rétegeiben a vízben oldható nátriumsók és általában a natriumalkotórész rendellenes módon felszaporodtak, másrészt az elemzés bizonyos talajalkotórészek, ú. m. a *Ca*, *Mg*, *Al* és *Fe* bizonyos mértékű kilúgzódásáról tanuskodik.¹ Azt is tapasztaltam, hogy a káros nátriumsók csak ott halmozódtak fel, a hol az alsó talajréteg a sók kilúgzását megakadályozta. HILGARD elmélete értelmében a sók felhalmozódása egyedül a száraz éghajlatnak következménye. A hazai sziktalajokon szerzett tapasztalataimból ellenkezőleg azt kellett következtetnem, hogy *a vízben oldható nátriumsók felhalmozódása csak ott volt megállapítható, a hol az altalajban aránylag csekély mélységben vízetzáró agyagréteg fordult elő, mely a vízben oldható sók kilúgzódását megakadályozta.* Ebből az következik, hogy a HILGARD által leírt amerikai alkali-talajok képződési körülményei nem azonosak a mi kötött sziktalajaink képződésével.

A különböző vidékeken tanulmányozott szikesek alapján megállapítást nyert az is, hogy nálunk a szikeseknek két nagy csoportját: ú. m. a kötött szik- vagy sziktalajok és a szódás vagy sziksós talajok csoportját különböztetjük meg.

Az orosz tudósok leírása után ítélve e kétféle alkali-talaj-typus nemesak nálunk, de Oroszországban is megtalálható, még pedig a kötött sziktalajok a *szolonecz*, a szódás talajok a *szolonsáktalajokkal* egyeznek meg. Az előbbiekre jellemző, hogy jellegzetes szerkezettel bírnak, míg az utóbbiakban ez hiányzik. SIBIRTZEV² a szikes talajokat intrazonális talajoknak minősíti, mert különböző éghajlati zonákban találhatók, mint a rendes zonalis talajtypustól elütő talajtypusok. GLINKA ezeket a talajokat egy csoportba összegezi, mely csoportnak közös jellemzője, hogy ott képződtek, a hol időnként a felszínen vagy az altalajban túlságos nedvesség uralkodott.³ Ez a meghatározás a talaj-

¹ SIGMOND E.: A szikes talajok tanulmányozása. 1905. Kisértl. Közl. VIII. köf. 3. füz.

² SIBIRTZEV N.: Étude des Sols de la Russie. (St. Pétersburg) 1897. Congrès Géologique Internationale, 7-ème session, Russie. 1897. 118. l.

³ GLINKA K.: Die Typen der Bodenbildung. 177. E. 1914. Berlin.

képződés éghajlati viszonyait tekintve, jobban illik a mi szikeseinkre, mint a HILGARD általános elmélete. Az orosz tudós is azt vallja, hogy ezek a talajok csak olyan klimazonákban találhatóak, melyekben az évi csapadék kevés és a párolgás nagy, s ezekben a zonákban ott képződnek, a hol a talajfelszín alakulása következtében a nedves éghajlatban lúp- és tőzegtalajok keletkeznek. Más szóval *ezek képviselik a száraz éghajlat lúpjait és tőzegeit.* Ez igazolódik is abból a tapasztalatból, hogy a mi szikeseink is még történeti időkben vízállásos területek voltak, vagyis hasonló viszonyok közt keletkeztek, mint a nedves éghajlatú tőzeglúpjaink. *A kétféle talajképződés között az a lényeges különbség, hogy a nedves zona lúpjában a talajelmálás és kilúgzás savanyú, itt lúgos közegben történt.* Jelen tanulmányom a szikések képződésében szereplő lúgos kilúgzással kapcsolatos kémiai átalakulásokat világítja meg.

Már fent idézett értekezésemben rámutattam, hogy a kötött sziktalajok lényegesen abban különböznek a szomszédságukban előforduló nem szikes talajoktól, hogy utóbbiakból a könnyen kilúgozható natriumsók a talaj mély rétegein át a föld árjával kimosódtak, míg a szikések altalajviszonyai a kilúgzást megakadályozták és ennek következtében a natriumsók nagy mértékben felszaporodtak. Ámde úgy a talaj szelvénye, mint az egymás alatt fekvő talajszintek kémiai összetétele határozottan arra enged következtetni, hogy a szikésekben is meg végbe bizonyos kilúgzódás, még pedig egészen más, mint a nem szikes szomszédos talajokban. Ezek a szomszédos talajok ugyanis nagyrészt barna vagy fekete mezőségi talajok, vagyis a semiarid éghajlati zonába tartoznak. Ezekben a talajokban érdemleges kilúgzást, a natriumsókat és a calciumcarbonatot nem tekintve, nem tapasztalunk. A calcium kilúgzása azonban korántsem olyan mérvű, mint a velők szomszédos szikésekben, a hol a szénsavas mészsokszor a felső talajszintekben teljesen hiányzik és ha elő is fordul, sokkal kevesebb, mint a mélyebb szintekben. A talajszintek humusza is különbözik a mezőségi talajokétól. Mert míg utóbbiakban a talaj rendszeren a legfelső szintben legsötétebb és lefelé haladva egyre világosabbá válik, míg átmegy az eredeti kőzetbe; addig a kötött sziktalajok esetében a felső szint többé-

kevésbé megfakult, sokszor egérszürke vagy fehér, változó szerkezettel (A-szint); az alatta fekvő szint élesen felismerhető sötétebb, barna vagy fekete színe alapján és sajátágos, oszloposan vagy más módon repedezett tagoltságáról, mely különösen a száraz szelvényeken feltűnő. A repedések mentén a talajdarabok felülete fehér porral vagy kéreggel van bevonva, mely a felső rétegből bemosott talajszintből került ide. A csáskánnyal kivágott rögök apró szabálytalan kockákra esnek szét. Ha a talaj elég nedves, akkor késsel kitűnően metszhető és a metszési felület zsiros fényű. Ez a jellegzetes B-szint fokozatosan átmegy az alsó márgás talajszintbe, mely rendszeren igen sok mészgöbecset és gyakran szépen kifejlődött apró gipszkristálytelepeket tartalmaz (C-szint). Ez alatt vagy homokos agyag következik, melynek alsó szintjében állandóan vizet találunk, mely rendszeren natriumsókban bővelkedik, vagy mindjárt kékes-szürke vagy sárgás vízzáró agyagot, mely különben az előbb említett homokos, vízvezető agyagréteg alatt foglal helyet.

A leírt szikések talajszelvénye a szénsavas mész elosztását és jellegzetes szerkezetét tekintve inkább emlékeztet a szürke erdei talajok szelvényére, mint a mezősegi talajokra, ezért sokan a szikések keletkezését újabb időben egyenesen az erdőtalajképződés sajátos módosulásának minősítik. Ezt a feltevést egyebek között az is támogatja, hogy egyes vidékeken nyomon követhető, miként megy át a mai lápos erdő a sziktalajba.

Nem vitatom, hogy ilyen esetek valóban előfordulnak és hogy sziktalajaink helyén nem ritkán erdőlapok voltak. Mégis a sziktalaj képződési körülményeit nem minősíthetjük még ez esetben sem a rendes erdőtalajokéival azonosaknak.

Az erdőtalaj savanyú közegben való elmálásnak és kilúgzásnak eredménye. Ezt bizonyítja e talajnemek morphológiája és kémiai összetétele.¹ Ennek megvilágítására szolgáljon a Bihar-megyei tenkei szürke erdei talaj szelvényének kémiai összetétele, melyet BALLENEGGER RÓBERT közleményéből ismerünk.²

¹ GLINKA K.: Die Typen der Bodenbildung. Berlin, 1914. 83. l.

² BALLENEGGER RÓBERT: Magyarországi talajtípusok kémiai összetételéről. Előadta a kémiai-ásványtani szakosztály 1917. évi április hó 30.-i szakülésén, megjelenik a Kémiai Folyóiratban.

A talajszelvény összetételéből mindenekelőtt szembetűnik, hogy a talaj ásványi része a felső szintekben (A_1 és A_2) kilúgozódott, mintha savval bontottuk volna meg, a középső szintekben (B_1 és B_2) a felső szintekből kioldott talajalkotórészek felhalmozódtak és ezért mennyiségük felülmúlja az alsó szintben (C) talált oldható alkotórészek mennyiségét, mely talajszint az eredeti kőzet összetételének felel meg. Ezt a törvényszerűséget árulja el az egymást követő talajszintek oldhatatlan ásványi maradékának és tömény forró sósavban oldható részének változása. Az erre vonatkozó adatokat BALLENEGGER közleményéből a következőkben állítottam össze:

		Oldhatatlan maradék %	Összes oldható ásványi rész %	
A_1 szintben	0—15 cm	80·75	12·78	} kilúgozási (elluvialis) szint;
A_2 „	15—20 „	75·80	17·45	
B_1 „	60—80 „	68·14	21·54	} felhalmozódási (illuvialis) szint;
B_2 „	100—120 „	67·81	22·72	
C „	200—220 „	71·32	21·57	eredeti kőzet.

Ezek az adatok önként azt a feltevést keltik bennünk, mintha az A_1 és A_2 szinteket valamilyen savval megbontottuk és kioldottuk volna és a kilúgozott alkotórészek a B_1 és B_2 szintben kicsapódtak volna.

Ámde ha a sziktalajok elmálási és kilúgozási körülményeit vizsgáljuk, nem állapodhatunk meg ezeknél az összefoglalt végeredményeknél, hanem közelebbről kell vizsgálnunk, hogy az egyes alkotórészek közül melyek azok, a melyek kilúgozódtak, illetve felhalmozódtak. Mert ha például a békéscsabai rét erősen szikes 38. táblájának talajszelvényében az oldhatatlan maradék, illetőleg az oldható talajrész összegét vizsgáljuk, körülbelül hasonló megállapításhoz jutunk:¹

¹ SIGMOND E.: A szikes talajok tanulmányozása. Kisérlet. Közl. VIII. (1905.) 3. füz.

		Oldhatatlan maradék %	Összes oldható ásványi rész %	
A-szint	0— 30 cm	64·05	25·42	kilúgozási szint;
B-szint	60— 90 "	60·61	34·71	felhalmozódási szint;
C-szint	180—210 "	59·02	32·90	{ eredeti kőzet (márgás, mészgöbceses agyag).

Ezekből az adatokból is tehát azt lehetne következtetni, hogy az A-szint savanyú közegben málott el és lúgozódott ki, a B-szintben pedig a kioldott alkotórészek felhalmozódtak. Ámde a savanyú közegben való talajképződésnek határozottan ellentmond már a legfelső talajszintnek alkalikus jellege. Nagyszámú vizsgálatom alapján meggyőződtem arról, hogy szikeseinkben az alkalisók mindig feleslegben vannak és gyakran kisebb-nagyobb mennyiségű szódát is sikerült megállapítanom. Már pedig különösen ez utóbbinak jelenléte kizárja azt a feltevést, hogy e talajok savanyú közegben keletkeztek. Igaz ugyan, hogy ez ellen akként is érvelhetünk, hogy a szóda és a többi alkalisó az alsóbb szintekben képződött és a capillaritas útján került a felső szintbe. Ámde miként fejtjük meg azt a jelenséget, hogy a felső talajszint alkalisilicátokban is bővelkedik. Ezeket a hajcsövesség nem szállíthatta a felső rétegekbe és ha csakugyan savanyú közegben képződött volna a felső kilúgozási réteg, akkor alkalisilicátok nem képződhetek, illetőleg nem maradhattak volna meg. Véleményem szerint *éppen ezek a talajalkotórészek meggyőzően bizonyítják azt a feltevést, hogy a sziketalajok lúgos és alkalisókban bővelkedő közegben alakultak ki.*

GLINKA fent idézett munkájában¹ az oroszországi szikésekre nézve szintén megállapítja, hogy ezek alkalikus közegben képződtek és a savanyú képződésű talajokhoz semmi közük. GLINKA azonban ezt a következtetését a jelenlegi állapotban uralkodó alkalikus talajoldat alapján állapította meg, a mi ellen a már fent említett ellenérvet hozhatjuk fel. Minthogy az oroszországi szikéseknek csak teljes feltárásból származó összetételét és a vizes oldatok összetételét

¹ L. u. o. 203. 1.

közli, ezek alapján nem is állapíthatjuk meg a savakkal megbontható és a szikésekre annyira jellemző zeolitszerű alkali-alumosilicatoknak mennyiségét és eloszlását a különböző szintekben. Ennek felderítésére sokkal alkalmasabb a sósavas kivonat összetételének ismerete. Igaz ugyan, hogy e tekintetben nagy kár, hogy a sósavas kivonat készítése terén még nincs egységes megállapodás a sav erőssége és alkalmazási módja szempontjából, miért is szigorúan véve csak azonos eljárással végzett elemzések adatait hasonlíthatjuk össze. Ámde ez a körülmény nem rontja le a sósavas talajbontás hasznosságát, hanem csak sürgeti az egységes megállapodás létrejöttét. Minthogy BALLENEGGER vizsgálatait a tenkei erdőtalajon hasonló eljárással határozta meg, mint én a szikéseken, ezért az elemzés adatai közvetlenül összehasonlíthatók. A kitűzött czélnak megfelelő adatokat egymás mellé állítva az alábbi táblázatban foglaltam össze:

1. táblázat.

A sósavval feloldott talajalkotó részek	Kilúgozási szintek			Felhalmozódási szintek			Eredeti kőzet	
	T. erdei talaj		B. csabai szik	T. erdei talaj		B. csabai szik	T. erdei talaj	B. csabai szik
	A ₁	A ₂	A	B ₁	B ₂	B	C	C
	százalék			százalék			százalék	
Na ₂ O	0·14	0·28	0·55	0·52	0·32	0·44	0·18	0·71
K ₂ O	0·50	0·55	0·74	0·54	0·62	1·06	0·74	0·75
CaO	0·25	0·27	2·27	0·41	0·66	5·01	0·49	6·43
MgO	0·52	0·32	1·27	0·47	0·45	1·51	0·77	2·34
Al ₂ O ₃	4·36	7·03	5·17	9·49	10·79	6·31	8·46	7·57
Fe ₂ O ₃	3·54	4·22	4·20	5·18	5·15	3·25	4·30	4·20
CO ₂	—	—	1·33	—	—	3·84	—	5·31
SiO ₂ <small>(HCl és Na₂CO₃-ben oldva)</small>	3·32	4·62	9·61	4·76	4·61	11·59	6·51	5·48

Az erdei talaj és szikes összetételében legfeltűnőbb különbség a Na₂O és oldható SiO₂ mennyiségében mutatkozik. Az adatokból az a törvényszerűség állapítható meg, hogy a natrium tartalmú, savval megbontható silicatok a szikéseken nagy

mennyiségben felhalmozódnak annak ellenére, hogy az eredeti talajban mennyiségük még valamivel kevesebb, mint a tenkei erdei talaj eredeti kőzetében. Az erdőtalaj képződése közben ezek a könnyen bomló vegyületek a felső szintekből kilúgozódnak a *B*-szintekbe, éppúgy, mintha a felső réteget valamilyen gyenge savval kioldottuk volna.

A békéscsabai sziktalaj esetében ellenkezőleg a savakkal megbontható silicátok az *A*- és *B*-szintben nagymértékben felszaporodtak és a Na_2O mennyisége az *A*-kilúgzási szintben érezhetően nagyobb, mint a *B*-szintben. Itt tehát a savanyú közegben való elmálás és kilúgzás ismérvei nem észlelhetők. Arra nézve, hogy ezek az állapotok nem szorítkoznak csupán a békéscsabai talajokra, az alábbi táblázatban néhány szikes és nem szikes talaj felső szintjének összetételéből csak az oldható kovasav és natriumoxyd mennyiségét ismertetem:¹

2. táblázat.

Talaj neve:	Kígyósi szik	Ósi pusztai (Arad megye) szik	Tisza-Radványi szik	Török-Kanizsai szik	B.-Csabai Csorbai tanyai jó föld	Csaba-Csüdi Moór-telki jó föld
s z á z a l é k						
Oldható SiO_2	10·48	25·19	18·27	11·15	14·43	10·09
Na_2O	0·32	0·28	0·55	0·44	0·38	0·18

Minthogy az oldható kovasav a silicátok elmálottságának mértéke, azt látjuk, hogy az alföldi kötött szik- és a jó búzaföldek között e tekintetben nincs érdemleges különbség.

A lúgos közegben való talajképződés közelebbi megvilágítása czéljából újabban a hortobágyi puszta szikes területének talajszelvényét részletes vizsgálatnak vettem alá. A chemiai elemzéseket KOTRBA GÉZA adjunktusom végezte, a ki több évi gyakorlat alapján ebben már kellő jártasságot és biztonságot szerzett. A vizsgálati adatokat itt mellőzve, csak a jellemző adatok ismertetésére szorítkozom.

¹ Kisérl. Közl. VIII. köt. u. o.

Hat egymást követő szintet vizsgáltunk:

1. szint, a felső szikes kilúgzási szint, 0·80—1·00% vízben oldható só tartalommal, szóda nem volt kimutatható;

2. szint, alatta fekvő fekete felhalmozódási szint, 1·0—1·2% só tartalommal, szóda nem volt;

3. szint, felső vasas szint, 0·3—0·4% só tartalommal, 0·02% szóda;

4. szint, mészgöbceses kemény szint, 0·20—0·25% só tartalommal, 0·03% szóda;

5. szint, alsó vasas szint, 0·15% só tartalommal, 0·02% szóda;

6. szint, homokos, szürkés-kékes agyag, 0·10—0·15% só tartalommal, 0·07% szóda.

A fenti hat talajszint jellemző kémiai értékeit a 3. táblázatban foglaltam össze:

3. táblázat.

	Talajszintek száma					
	1	2	3	4	5	6
	s z á z a l é k					
Oldhatatlan maradék	52·48	39·58	45·15	55·45	56·62	35·99
Oldható SiO_2 — — —	22·76	28·61	23·78	17·78	17·07	27·14
Grammaequivalensek összege — — — — —	0·8517	1·2124	1·1814	1·0354	0·9531	1·4022
Aequivalensérték % összege:						
I. és II. vegyért. fém- alkotó r. — — — — —	23·00	20·92	19·46	22·37	24·11	20·30
III. vegyért. fém- alkotó r. — — — — —	77·00	79·08	80·54	77·63	75·89	79·70
Savmaradékok — SiO_4^{IV}	1·18	0·84	1·91	1·17	1·48	1·07
CO_3^{II} — — — — —	—	0·04	1·08	0·62	0·95	0·72

Az oldhatatlan maradék, az oldható kóvasav és a grammaequivalensek összege arra enged következtetni, hogy az 1. szint a kilúgzási szint, a 2. szint a felhalmozódás szintje, miként ezt a talaj színesedéséből a helyszínén is megállapíthattam. Ha

azonban az I. és II. vegyértékű fémalkotórészek æquivalens %-ának összegét mérlegeljük, azt látjuk, hogy az 1. szintben ezek halmozódtak fel és a savmaradékok egyenértékeinek összegéből a kovasavét levonva, itt is némi felhalmozódás észlelhető, a szénsavmaradék pedig a 3. szintben halmozódott fel és az 1. szintből teljesen hiányzik.

A kilúgozásról behatóbb felvilágosítást szerezhethünk, ha az elemzés adatait az alkotórészek egyenérték-százalékaiban fejezzük ki. Ezeket a viszonzyszámokat a 4. táblázat tünteti fel.

4. táblázat.

Positiv alkotórészek egyenérték	T a l a j s z i n t					
	1	2	3	4	5	6
	s z á z a l é k					
<i>Na</i> I	14·77	8·99	7·45	3·93	6·53	5·11
<i>K</i> I	0·90	3·52	3·16	2·81	3·16	3·07
<i>Ca</i> II	1·51	1·09	1·63	7·20	7·70	5·36
<i>Mg</i> II	5·82	7·32	7·22	8·43	6·72	6·76
<i>Fe</i> III	20·47	21·39	26·66	19·67	20·50	19·89
<i>Al</i> III	56·53	57·69	53·88	57·96	55·39	59·81
Negativ alkotórészek egyenérték						
<i>SO</i> ₄ ^{II}	0·79	0·57	0·40	0·02	—	0·05
<i>CO</i> ₃ ^{II}	—	0·04	1·08	0·62	0·95	0·72
<i>PO</i> ₄ ^{III}	0·39	0·28	0·43	0·53	0·53	0·30
<i>SiO</i> ₄ ^{IV}	98·82	99·11	98·09	98·83	98·52	98·93
<i>SiO</i> ₂ felesleg	10·08	10·50	6·31	2·36	2·92	6·23

eredeti talajra számítva.

A positiv alkotórészek egyenértékszázalékaiból mindenkéül kitűnik, hogy a natriumalkotórész a legfelső (1. számú) talajszintben halmozódik fel. Már pedig savanyú közegben végbe-
menő elmálás és kilúgozás esetében éppen a natriumalkotórész
lúgozódik ki leghamarább a felső talajszintekből. Igaz ugyan,

hogy a natriumnak tekintélyes része vízben oldható natriumsók alakjában is előfordul, ámde a 2. talajszintben ezek mennyisége még több, a sósavval feloldott összes natrium egyenértékszázaléka mégis jóval kevesebb. Ez világosan bizonyítja, hogy a natrium zöme a felső talajrétegben olyan vegyületekben fordul elő, melyek vízben nem oldódnak, de savakkal megbonthatók. Ha tehát itt is az erdei talajokhoz hasonlóan savanyú közegben ment volna végbe a talaj képződése, akkor ezek a natriumvegyületek megbontattak és kilúgozódtak volna.

A kérdés most már csak az, hogy miféle vegyületekben fordulhat elő ez a natrium? A mesterséges kolloid-zeolitokat tanulmányozva, az volt a legközvetlenebbül kínálkozó feltevés, hogy ezek a natriumvegyületek nagyrészt hasonló kolloid-natriumzeolitok.

Mielőtt azonban ennek bizonyítására áttérek, még a többi talajalkotórész kilúgozódási körülményeit akarom megvilágítani. A 4. táblázat adataiból kitűnik, hogy a *K* a 2., a *Ca* az 5. és a *Mg* a 4. talajszintben halmozódott fel, a felső talajszint legkevesebb *K* és *Mg* egyenértékszázalékot tartalmaz, a *Ca* pedig a felső három talajszintben egyaránt nagymértékben megapadt. Ebből az következik, hogy a szikesben működő alkalikus kilúgozással legmélyebben és legerélyesebben a *Ca*-alkotórész lúgozódik ki, a *K* és *Mg* alkotórészek kilúgzása is kétségtelenül érezhető, de korántsem annyira intenzív. Már ez a tapasztalat is megerősítheti azt a feltevésemet, hogy a kilúgzást itt a natriumsókkal telített talajoldatok a basiskicsérélődés alapján idézték elő.

A vas felhalmozódása a 3. talajszintre esik. Ez az a réteg, mely a feketés-barna humusban gazdag felhalmozódási szint alatt fekszik. Úgy látszik, hogy a feketés-barna humusanyagok az alkalikus közegben a felső rétegből kioldódnak és a *B*-talajszintben, valószínűleg az elektrolitek felhalmozódása következtében, kicsapódnak. Minthogy pedig ezek a humusanyagok védő kolloidok gyanánt viselkednek, ezeknek kicsapódását nyomon követi a vasoxydhydrát-kolloidoknak kicsapódása, a melyet a 3. talajszint vasrozsdá színeződése is elárul.

Az alumínium-alkotórész egyenértékszázalékai nem árulnak

el lényegesebb változást, a miből az következik, hogy az alumíniumot tekintve az alkalikus kilúgozás hatástalannak látszik. Ez a tapasztalat megint tökéletesen megegyezik a zeolitok basis-kieserélődésének törvényeivel.

A negatív talajalkotórészek változása is igen tanulságos képet nyújt. A kénsavgyök ugyanis láthatólag a felső szintben halmozódott fel, a mi összefügg azzal a tapasztalattal, hogy a hortobágyi szik felső szintjeiben a natriumnak kénsavsói az uralkodók. Ez a párolgás okozta felfelé való szivárgásnak eredménye.

Ezzel ellenkezőleg a carbonatok a mélyebb talajrétegekbe lúgozódtak és az 5. szintben halmozódtak fel leginkább. Ez a jelenség mindenesetre különös és az alkalikus közeget tekintve váratlan eredmény. Ámde ezt a jelenséget valamennyi kötött sziktalajon egyaránt tapasztaltam és mások is megállapították. Ennek magyarázatát ma még nem ismerem. Ámde már most jelezni kívánom, hogy eddig azt tapasztaltam, hogy a talajokat neutralis ammoniumsók hatásának alávetve, nemcsak a zeolitokban feltételezett basisokat, de a calciumcarbonát egy részét is sikerült kioldanom. Nem lehetetlen tehát, hogy az alkalisók is hasonlóképpen lúgozzák ki a calciumcarbonátot a felső talajszintekből.

A phosphorsavgyök is a felső szintekből mélyebbre lúgozódtott, a mi az alkalikus sók hatásából könnyen érthető.

A kovasavgyök ellenkezőleg a legfelső szintekben halmozódott fel. Ez a jelenség egyrészt összefügg azzal a jelenséggel, hogy a silicátok elmálása a felső szintekben legélénkebb, másrészt azzal, hogy akár a kovasavak, akár a kolloid-zeolitszerű anyagok az elektrolytokban gazdag oldatokban csak addig maradhatnak sol-állapotban, míg a védő humuskolloidok nem csapódtak ki. Éppen ezért a *B*-talajszint nem ritkán még több oldható kovasavat tartalmaz, mint az *A*-szint.

A szikes talajokban végbemenő chemiai átalakulásokat ezek után következőképpen jellemezhetjük:

1. A natriumvegyületek (nagyreszt alumosilicátok) a felső talajszintekben halmozódnak fel és mélyebbre szorítják a hasonló kalium-, magnesium és calciumvegyületeket. Ebben lényegesen

különböznek nemcsak a savanyú közegben képződött erdei talajoktól, hanem a közömbös vagy alkalikus közegben képződött mezőségi talajoktól is.

2. A vas a felső rétegekből hasonlóképpen lúgozódik ki, mint az erdőtalajokban, a mi az alkalikus humusoldatok sajátos viselkedésének eredménye.

3. A sötét humusanyagok kilúgozódása és a *B*-szintben való felhalmozódása is az erdei talajok viselkedésére emlékeztet és a mezőségi talajokétól teljesen elüt.

4. A savakkal megbontható silicátok a felső szintből szintén a mélyebb talajszintekbe mosatnak, akár csak az erdei talajok esetében.

A szikes talajok képződése közben szereplő chemiai átalakulások és kilúgozások tehát lényegesen különböznek úgy az erdei, mint a mezőségi talajokétól. Ennek főoka pedig abban található, hogy a szikes talajokat képződésük folyamán állandóan különböző hígítású nátriumsókkal gazdagított talajoldat járta át, mely egyrészt a felsőbb szintekből a zeolitszerű alumosilicátok basisait kicserélte és a mélyebb rétegekbe lúgozta, másrészt a sötét humust is a felső szintből mélyebb szintekbe lúgozta. A vas kilúgozását illetőleg többféle magyarázatot találunk: az egyik az, hogy a humusoldat, mint védő kolloid, a kolloid vasoxyhydrátot mindaddig sol-állapotban tartotta, míg maga is kicsapódott; a másik magyarázat pedig az lehet, hogy a felső szintek sokáig víz alatt állván, a bomló szerves anyag a fenti vasat ferrosorozatba redukálta és a ferrosók, különösen a talaj szerves anyagával könnyen oldódó vegyületekét alkotva, kilúgozódhatnak, míg a mélyebb rétegekben felhalmozódott szén-savas mész a szerves anyagot leválasztja és azután a vas is leválik és lassan rozsdá alakjában jellegzetes barna színre festi az illető talajszintet. Valószínű, hogy mind a két módon jut a vas a felső szintekből az alsóbb vasas szintekbe. Ezek a jelenségek azonban még bővebb tanulmányozást kívánnak.

A nátriumzeolitok felhalmozódásáról azonban már most közvetlen tapasztalati adatokat szereztem.

Már tavalyi székfoglaló értekezésemben rámutattam a zeolitszerű anyagok jellegzetes basiskicserélőképességére és már akkor

jelezttem, hogy a szikes talajokban a basiskicserélődés alapján a natriumzeolitok szokatlan felhalmozódására következtethetünk.¹ A fent ismertetett 6. talajszintben hasonló módon meghatároztuk a kicserélődő basisokat. A vizsgálatokat vezetésem és felügye-
letem alatt SZÁRAZ ISTVÁN okl. vegyész mérnök végezte. Tekintve e talajok tekintélyes sótartalmát, a vízben oldható basisok mennyiségét levontuk az ammuniumnitratos oldat basisaiból. Mellőzve az adatok részletezését, az eredményeket millimolokban kifejezve, az alábbi táblázatban állítottam össze:

5. táblázat.

50 g. talajból 800 cm ³ 10 % ammoniumnitrattal kicserélődött millimolokban					
	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	összesen
1. talajszint —	1·30	0·67	1·21	2·75	4·93
2. „ —	1·15	4·03	2·79	1·51	9·48
3. „ —	2·71	4·46	0·17	0·92	8·20
4. „ —	4·90	1·28	—	0·17	6·35
5. „ —	5·29	3·15	0·09	0·02	8·55
6. „ —	6·17	1·22	0·30	0·05	7·70

A CaO-millimolok fokozatos szaporodása lefelé és a Na₂O-millimolok ellenkező irányú szaporodása kétséget kizárólag arra vall, hogy a szikesek képződésekor a talajban mozgó natriumsók a calciumot a zeolitszerű anyagokból egyre mélyebb rétegekbe szorították. A magnesiumot és kaliumot szintén kilúgozták a felső szintből, de a magnesium már a 2. és 3. szintben, a kalium a 2. szintben megkötött. A kicserélt basisok összegéből pedig az következik, hogy a zeolitszerű alumosilicátok a 2. szintben érték el felhalmozódásuk tetőpontját, a mit különben az oldható kovasavnak a B-szintben való felhalmozódása is elárult.

Az egyes basisoknak a natrium által való kiszorítását még

¹ Math. és Természettud. Értesítő. XXXIV. köt. 3. és 4. füz. 311. l.

világosabban áttekinthetjük, ha a különböző talajszi-
ntek kieserélhető basisainak millimolértékeit az összes millimolok százalékai-
ban fejezzük ki, miként ezt a 6. táblázat kifejezésre juttatja:

6. táblázat.

A kieserélhető basisok millimol százalékban				
	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>K₂O</i>	<i>Na₂O</i>
1. talajszi- nt _ _ _	27	13	4	56
2. " _ _ _	12	43	29	16
3. " _ _ _	33	54	2	11
4. " _ _ _	78	20	—	2
5. " _ _ _	62	37	1	—
6. " _ _ _	82	14	4	—

Ezekből a viszonyszámokból az következik, hogy a natrium
elsősorban a calciumot szorítja ki a talaj zeolitjaiból, sőt a
calciumot még a kalium és a magnesium is kiszorítja, ha a talaj-
oldatban kellő mértékben felszaporodnak. Ez az oka, hogy a
2. talajszi-nt viszonylagosan még kevesebb *CaO*-millimolt tar-
talmaz, mint az 1. szint. Úgy látszik továbbá, hogy a kalium
is erősebb hatású a magnesiumnál, mert már a 2. szintben éri
el viszonylagos maximumát, holott a magnesium csak a 3. réteg-
ben éri el ugyanezt.

Mindezek a jelenségek a mesterséges zeolitokon eddig
szerzett tapasztalatok alapján könnyen érthetők és a szikes
talajokban végbemenő kémiai átalakulásokat igen egyszerűen
világítják meg. Ha még ehhez hozzáfűzöm azt a már ismer-
tetett jelenséget, hogy a szikesek rossz fizikai tulajdonságait is
a natriumzeolitok felszaporodásának tulajdoníthatjuk: egyszerre
magyarázatát látjuk nemcsak e talajnemek sajátos kémiai,
hanem fizikai tulajdonságainak is.

A VAS FARADAY-EFFECTUSÁNAK MÓDOSULÁSA NEM FERROMÁGNESES FÉMRETEGEK JELENLÉTÉBEN.

(Előzetes jelentés.)

POGÁNY BÉLÁ-tól.

W. VOIGT egy elméleti dolgozatában ¹ INGERSOLLnak ² a magneto-optikai KERR-effectusra vonatkozó észlelései alapján arra a következtetésre jut, hogy a vas és a kobalt magneto-optikai viselkedését a spectrum ultravörös részében 2μ környezetében túlnyomó részben a vezető-elektronok szabják meg. Feltételezve már most, hogy ezekre a közönséges LORENTZ-erő működik, az észlelések alapján kiszámítja, hogy mekkora azoknak a mágneses tereknek az intenzitása, melyekben a vas, illetőleg a kobalt belsejében a vezető elektronok mozognak. VOIGT arra az eredményre jut, hogy a belső tér intenzitása körülbelül 10^7 GAUSS, holott az INGERSOLL méréseinél használt külső térerősség $2.5\times$, illetőleg 1.4×10^4 GAUSS volt. Ugyanekkorra nagyságrendű (10^7 GAUSS) értékeket kap VOIGT, ha a ferromagnetismus P. WEISS-féle elmélete ³ alapján számítja ki az INGERSOLL észlelései alkalmával a vasban, illetőleg a kobaltban fellépett belső, molekuláris mágneses terek erősségét. Két különböző elméleti megfontolás tehát egyaránt ahhoz a felfogáshoz vezetett, hogy

¹ W. VOIGT: Das Dispersionsgesetz der magnetooptischen Effekte im Ultraroten bei Eisen und Kobalt. Gött. Nachr. 1915. 193. l.

² L. R. INGERSOLL: Phil. Mag. (6), 11, 62. l. 1906. és Phys. Rev. 35. 312. l. 1912.

³ P. WEISS: Phys. Ztschrft. 12. 935. l. 1911.

a vas belsejében ily nagy molekuláris mágneses terek vannak, és úgy látszik, hogy a ferromágneses fémek magneto-optikai viselkedését az elektronok-, elsősorban a *vezető* elektronok jelenlétén kívül főleg ezeknek a belső, nagy molekuláris mágneses tereknek kell tulajdonítanunk.

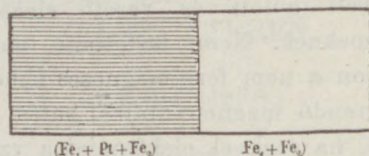
A *nem* ferromágneses fémeken eddig magneto-optikai hatást *nem* észleltek, holott az egyik tényező kétségkívül ezekben is megvan, mert a *nem* ferromágneses fémeknek éppúgy tulajdonítunk polározásbeli (kötött) és vezető elektronokat, mint a ferromágneses fémeknek. Nem tartottam tehát érdektelennek megvizsgálni, vajjon a *nem* ferromágneses fémeken *nem* volna-e ugyanoly nagyságrendű magneto-optikai hatás, például FARADAY-effectus észlelhető, ha ezeknek elektronjai a vasnak nagy, molekuláris mágneses terében mozognának?

Ezt az esetet, kétségkívül csak első, *nem* pontos megközelítésben, úgy gondoltam megvalósíthatónak, hogy az illető *nem* ferromágneses fémet vékony rétegben két vasréteg közé helyezem. Ezek voltak azok a megfontolások, melyek a következőkben leírt kísérletekhez vezettek. Először ismertetem a kísérletekhez használt készítményeket és a kísérleti berendezést, azután a kísérletek eredményeit és végül röviden néhány körülményre akarok kitérni, melyek valószínűvé teszik, hogy a kísérletek eredményeit *secundaer* jelenségek hatásaként értelmezni alig lehet.

1. A kísérletekhez használt készítmények.

Az összes fémrétegek katodporlasztással készültek 26×76 mm nagyságú, 0.5–0.7 mm vastag, ZEISS-féle tükörüvegből készült tárgylemezekre. Abban a vacuum-edényben, melyben a *nem* ferromágneses fémek rétegei készültek, semminemű szabad felületű vasalkatrész *nem* volt, úgy, hogy vasrészecskék semmi módon sem jutottak a rétegbe. A készítmények úgy készültek, hogy először az egész tárgylemezt bevontam egy vasréteggel, Fe_1 , azután a felét üveglappal lefedve, a másik felére készült egy réteg valamilyen *nem* ferromágneses fémből, például platinából és végül a lemez felét fedő üveglapot eltávolítva, az egész lemezt újból bevontam

egy második réteg vassal (Fe_2). (1. ábra.) A készítmény mindkét felében észleltem azután átmenő fényben a polározási sík mágneses forgatását és a két észlelés különbsége adná a Pt -ra eső mágneses forgatás értékét. Későbbi készítményeken mértem a FARADAY-effectust a készítmény két felében, még *mielőtt* a Fe_2 réteg reákerült volna a lemezre, tehát a $Fe_1 + Pt$ és a Fe_1 által létrehozott mágneses forgatást. Még későbbi ké-



1. ábra.

szítményeken egész lépcsőt készítettem a nem ferromágneses fémből a Fe_1 -re úgy, hogy tanulmányozhattam az ugyanarra a Fe_1 -re, illetőleg az ugyanazon Fe_1 és Fe_2 közé helyezett különböző vastagságú nem-ferromágneses fémrétegeken keresztül létrejövő FARADAY-effectust.

2. A kísérleti berendezés.

Az ivlámpa fénye, későbbi észleléseknél pedig a napfény egy állandó eltérítésű HILGER-féle spektrométerrel monochromatossá és egy ZEISS-féle TESSAR-objectivvel ismét párhuzamossá téve egy nagy NICOL-hasábra esett. A lineárisan polározott fény azután áthaladt a DU BOIS-féle elektromágnes sarkai közé helyezett készítményen, majd egy úgynevezett félárnyék-lemezen, mely az elektromágnes furatának folytatását tevő csőbe volt helyezve, azután egy analysáló NICOL-hasábon és végül a félárnyéklemezre élesen beállított észlelő távcső objectívjére esett. A félárnyéklemesz, mely a készítmény és az analysator között volt elhelyezve, egy úgynevezett dissymmetrikus¹ fél-

¹ Ezt a félárnyéklemeszt W. VOIGT göttingai professor úr szíveségének köszönhetem, ki azt nekem kikölesönözte.

árnyéklemez volt. Egy üveglemezben lévő köralakú nyílás egyik felét elfödte egy a tengelyre merőlegesen metszett, 0·07 mm vastag, jobbra forgató quarcz-lemez, a nyílás másik fele szabad volt.

Néhány észlelésnél, hol vastagabb fémrétegek átvilágítására volt szükség, használtam két kevésbé fénysegény, de egyszerűsmind kevésbé érzékeny szimmetrikus, 0·05 mm és 0·10 mm vastag félárnyéklemezt is, melyeket a FUESS-czég szállított. Minthogy az érzékeny félárnyéklemezek használhatósága szempontjából egyrészt, másrészt a vastagabb fémrétegek absorptiója folytán a lehető legnagyobb fényerősségre kellett törekednem, az észlelések második felében kizárólag napfényt használtam és a monochromator mindkét részét szélesre, körülbelül 1·5 mm-re állítottam. Az analysáló NICOL-féle hasáb elforgatását egy 20 cm sugarú körsectoron olvastam le, a nonius 10"-es leolvasásokra volt berendezve. Az elektromágnes sarkai között fellépő mágneses térerősséget egy 5 mm átmérőjű bismutspirálissal határoztam meg, mint a tekerésekben keringő áram intenzitásának a függvényét, és az optikai észlelések alkalmával mindenkor az áram intenzitását olvastam le egy WESTON-féle $\frac{1}{10}$ Ampères osztályzattal ellátott árammérőn. A készítmény *sárgaréz*-foglatban volt elhelyezve, mely foglalat tömör sárgaréz-sinen volt csúsztatható. A sin szilárd összeköttetésben volt az elektromágnes talapzatával oly módon, hogy a készítmény önmagával párhuzamosan tolódhatott el az elektromágnes sarkai között.

3. Az észlelések eredményei.

Az összes észleléseket sárga fényben (körülbelül $\lambda=590 \mu\mu$) végeztem, mindig ugyanakkora interferricumban, 3·6 Ampère áramerősség mellett, a minek körülbelül 23,000 GAUSS mágneses térerősség felelt meg. A mágneses tér irányát az összes észleléseknél kommutáltam úgy, hogy mindenkor az illető rétegben létrejövő mágneses forgatás kétszeresét mértem meg.

Az észlelés menetét a legegyszerűbben egy példán lehet áttekinteni. Ezért közlöm az 55. számú lemezen végzett észlelés jegyzőkönyvét.

55. lemez. 1917. III. 21. $\lambda = 590 \mu\mu$. $I = 3.6$ Ampère.

$D_{\ddot{u}} = 0.64$ mm.

$Fe_1 + Pt$	Fe
8° 59' 40"	9° 3' 50"
59' 40"	4' 00"
Középérték 8° 59' 40"	Középérték 9° 3' 35"
7° 46' 40"	7° 58' 50"
46' 30"	59' 40"
	59' 00"
Középérték 7° 46' 35"	Középérték 7° 59' 10"
$2(\ddot{U} + Fe_1 + Pt) = 1° 13' 5"$	$2(\ddot{U} + Fe_1) = 1° 4' 45"$
1° 13' 5"	
1° 4' 45"	
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 1/2 Pt = 8' 20"	Pt = 4' 10"

Ezután reákerült a készítményre a Fe_2 réteg.

55. lemez. 1917. III. 22. $\lambda = 590 \mu\mu$ $I = 3.6$ Ampère.

$D_{\ddot{u}} = 0.64$ mm.

$Fe_1 + Pt + Fe_2$	$Fe_1 + Fe_2$
7° 24' 40"	7° 47' 00"
23' 40"	48' 00"
23' 30"	48' 50"
23' 20"	46' 40"
23' 40"	46' 30"
	46' 00"
Középérték 7° 23' 46"	Középérték 7° 47' 10"
9° 31' 20"	9° 17' 00"
30' 30"	15' 40"
30' 30"	16' 40"
29' 50"	16' 50"
	15' 50"
Középérték 9° 30' 32"	Középérték 9° 16' 24"
$2(Fe_1 + Pt + Fe_2 + \ddot{U}) = 2° 6' 46"$	$2(Fe_1 + Fe_2 + \ddot{U}) = 1° 29' 14"$
2° 6' 46"	
1° 29' 14"	
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 37' 32" = 2 Pt,	
Pt = 18' 46"	

A táblázatok negyedik és ötödik oszlopában vannak bejegyezve azok a szögek (a jegyzőkönyvben egyszerűen Pt -val jelölve), a mekkora szögekkel a $Fe_1 + Pt$ és $Fe_1 + Pt + Fe_2$ kombinációk mágneses forgatása nagyobb a Fe_1 , illetőleg a $Fe_1 + Fe_2$ rétegek mágneses forgatásánál. A vasrétegek vastagságait a Fe_1 , illetőleg $Fe_1 + Fe_2$ -ben létrejövő mágneses forgatás szögéből számítottam ki,¹ miután az üvegre eső elforgatás szögét megfelelően tekintetbe vettem. A nem ferromágneses fémek rétegeinek vastagságát mérlegeléssel határoztam meg.

A lépcsős készítményeken az egész lépcső súlyát mértem le és a lépcső egyes fokait egyenlő magasnak feltételezve számítottam ki egy lépcsőfok magasságát. Természetesen a lépcső készítésekor gondosan ügyeltem arra, hogy minél pontosabban teljesüljön a mondott feltétel. Ez azáltal volt elérhető, hogy a successiv lépcsők lehetőleg ugyanazok mellett a viszonyok mellett successive 1, 2, 3, 4, 5 és 6 perczig tartó katódózással készültek. Legelőször a végétől számított 1 cm hosszúságban, mondjuk 1 perczig platináztam a Fe_1 réteget, azután a végétől számított 2 cm hosszúságban ismét egy perczig és így tovább 3, 4, 5 és 6 cm hosszúságban mindig egy-egy perczig. Tehát a lemez végén volt egy 1 cm hosszú réteg, mely 6 perczig lett katódózva, Pt_6 , mellette egy 1 cm hosszú réteg, mely 5 perczig, Pt_5 , és így tovább. Tehát például a Pt_5 réteg vastagsága egyenlő $5 \times Pt_1$ vastagsággal stb. A lépcsős készítményeknél azért mindig csak az első lépcső magasságát fogom megadni. Az üveglemezek vastagságát mikrometerrel mértem meg.

Az első táblázatban az első, inkább qualitativ jellegű észlelések eredményei vannak összeállítva. A nem ferromágneses réteg vastagsága ezeknél még nincs meghatározva. A vasrétegek vastagságai is csak összegükben ismeretesek, Fe_1 és Fe_2 vastagsága külön-külön nem ismeretes.

¹ A Fe_1 és Fe_2 rétegek ugyanis kevés kivétellel már oly vastagok voltak, hogy a bennük létrejövő forgatás arányos a rétegek vastagságával. Erről egy az Akadémia megbízásából készített pályamunka keretében bővebben lesz szó.

1. táblázat.

Datum	Készít- mény száma	Nem ferromágneses réteg		$(Fe_1 + Pt + Fe_2)$ $-(Fe_1 + Fe_2)$	$Fe_1 + Fe_2$ vastagsága	Üveglemez vastagsága
		anyaga	vastag- sága			
II. 26.	40	Pt	—	7' 43"	28.4 $\mu\mu$	0.70 $\frac{m}{m}$
II. 27.	41	Pt	10,0 $\mu\mu$	14' 35"	25.0 "	0.56 "
III. 2.	41	"	10,0 "	12' 52"	25.0 "	0.56 "
III. 5.	41	"	10,0 "	12' 54"	25.0 "	0.56 "
II. 28.	42	Au	—	5' 10"	31.0 "	0.56 "
III. 1.	43	Pd	—	3' 23"	24.3 "	0.70 "

Az első táblázat készítményeinek *Pt*, *Pt* és *Au* rétegei még egy vas-anoddal bíró vacuum-edényben készültek. A 44. számú készítménytől kezdve azonban valamennyi többi készítmény nem ferromágneses rétege egy sárgaréz-anoddal ellátott új vacuum-edényben készült.

2. táblázat.

Készít- mény száma	Nem ferromágneses réteg		$(Fe_1 + Pt + Fe_2)$ $-(Fe_1 + Fe_2)$	$Fe_1 + Fe_2$ vastagsága	Üveglemez vastagsága
	anyaga	vastag- sága			
44	Pt	16.4 $\mu\mu$	10' 37"	17.4 $\mu\mu$	0.70 mm
45	"	9.5 "	11' 38"	16.6 "	0.56 "
46	"	5.3 "	2' 00"	36.7 "	0.56 "
47	"	3.5 "	6' 00"	25.0 "	0.65 "
48	"	2.8 "	1' 30"	38.4 "	0.68 "
49	"	5.5 "	12' 48"	21.5 "	0.62 "
50	"	7.8 "	14' 20"	24.2 "	0.64 "
50	—	—	15' 18"	—	—
51	"	8.0 "	10' 41"	19.0 "	0.60 "

Az 52. számú készítménytől kezdve a készítmények észlelés alá kerültek abban az állapotukban is, mikor a Fe_2 réteg még hiányzott róluk és csakis a Fe_1 és az illető nem ferromágneses réteg volt rajtuk. Ily módon tanulmányozhattam, hogy a $(Fe_1 + Pt) - Fe_1$ forgatás mennyiben módosul a Fe_2 réteg hatása alatt, hogy tehát mennyiben különbözik a

$$(Fe_1 + Pt + Fe_2) - (Fe_1 + Fe_2)$$

forgatástól. Mint a 3. táblázat 5. és 6. oszlopának összehasonlításából kitűnik, a Fe_2 réteg észrevehetően érzeteti hatását.

3. táblázat.

Készítmény száma	Nem ferromágneses réteg		$(Fe_1 + Pt) - Fe_1$	$(Fe_1 + Pt + Fe_2) - (Fe_1 + Fe_2)$	Fe_1 és Fe_2 vastagsága	Üveg vastagsága m/m
	anyaga	vastagsága				
52	Pt	13.8 $\mu\mu$	10' 45"	12' 11"	24.8 $\mu\mu$ 22.8 $\mu\mu$	0.66
52	—	—	—	12' 50"	—	—
53	Pt	8.4 ϵ	7' 3"	4' 35"	9.5 ϵ 5.5 ϵ	0.68
53	—	—	—	3' 15"	—	—
54	Pt	10.6 ϵ	2' 10"	0' 20"	7.9 ϵ 5.1 ϵ	0.69
55	Pt	26.1 ϵ	4' 10"	18' 46"	9.3 ϵ 10.2 ϵ	0.61
56	Au	6.4 ϵ	$(Fe_1 + Au) - Fe_1$	$(Fe_1 + Au + Fe_2) - (Fe_1 + Fe_2)$	9.2 ϵ 12.6 ϵ	0.62
			2' 45"	3' 50"		
57	Pt	11.0 ϵ	$(Fe_1 + Pt) - Fe_1$	$(Fe_1 + Pt + Fe_2) - (Fe_1 + Fe_2)$	13.4 ϵ 17.1 ϵ	0.62
			3' 24"	12' 00"		
58	ϵ	7.4 ϵ	7' 24"	10' 19"	27.0 ϵ 47.0 ϵ	0.60
59	ϵ	10.8 ϵ	7' 11"	9' 52"	22.7 ϵ 42.0 ϵ	0.58
60	ϵ	5.0 ϵ	3' 13"	3' 2"	13.4 ϵ 23.5 ϵ	0.63
61	ϵ	3.4 ϵ	4' 14"	4' 15"	14.6 ϵ 17.2 ϵ	0.63
62	ϵ	9.1 ϵ	4' 56"	10' 30"	17.0 ϵ 25.6 ϵ	0.60
63	ϵ	10.8 ϵ	4' 43"	13' 2"	12.4 ϵ 26.2 ϵ	0.70
64	ϵ	46.8 ϵ	9' 2"	0' 15"	10.4 ϵ 30.2 ϵ	0.71
65	ϵ	7.1 ϵ	2' 55"	6' 50"	11.2 ϵ 17.7 ϵ	0.72
66	ϵ	16.3 ϵ	7' 49"	10' 25"	13.3 ϵ 21.0 ϵ	0.70

A 3 táblázat adatai az 56. kivételével mind Pt -re vonatkoznak. Látható, hogy Pt esetében az 53., 54. és 64. számú

készítmény kivételével Fe_2 hatása alatt a forgatás általában nagyobb lett. Hogy az 53. és 54. számú készítmény esetében Fe_2 hatására a forgatás csökkent, annak valószínű oka a Fe_2 rétegnek, sőt az 54.-nél még a Fe_1 rétegnek is csekély vastagságában keresendő. Más vizsgálódásaim keretében ugyanis, melyekről majd később¹ részletesen beszámolok, azt tapasztaltam, hogy a vas fajlagos forgató képessége bizonyos rétegvastagságon alul csökken. 53.-nál Fe_2 , 54.-nél pedig Fe_1 és Fe_2 vastagságai külön-külön e határ alá, összegükben pedig a határ fölé esnek. Ennek következtében a $Fe_1 + Fe_2$ fajlagos forgató képessége nagyobb, mint Fe_1 , illetőleg Fe_2 -é külön-külön. A 64. számú lemeznél a Fe_2 hatására létrejövő csökkenése a forgatásnak valószínűleg összefügg a Pt -réteg relativ nagy ($46.8 \mu\mu$) vastagságával. Legalább is a lépcsős præparatumokon végzett észlelések erre utalnak. Általában véve azonban látható, hogy a forgatás nagysága függ úgy a Fe_1 és Fe_2 , mint a Pt vastagsától is.

Egyelőre a Pt -réteg, illetőleg a nem ferromágneses fémréteg vastagságától való függést akartam tanulmányozni, egyébként analog viszonyok között és ezért a lépcsős készítmények előállításához folyamodtam. A következőkben egyenként közlöm a különböző fémekből, Pt , Pd , Ag , Cu , Au -ból előállított lépcsős készítményeken végzett észlelések eredményeit.

67. számú lemez. IV. 3. — IV. 4. Pt . Üveg vastagsága = 0.58 mm.

Fe_1 vastagsága =	$21.7 \mu\mu$.
Fe_2 „ =	$22.2 \mu\mu$.
Pt „ =	$6.0 \mu\mu$.
	Pt_1 Pt_2 Pt_3 Pt_4 Pt_5 Pt_6
$(Fe_1 + Pt_k) - (Fe_1) =$	$4' 33''$ $7' 6''$ $9' 55''$ $10' 23''$ $10' 47''$ —
$(Fe_1 + Pt_k + Fe_2) - (Fe_1 + Fe_2) =$	$11' 9''$ $15' 00''$ $17' 4''$ $17' 32''$ $15' 51''$ $13' 32''$

Más alkalommal a SOLEIL-féle 0.10 mm-es, symmetrikus félárnyék-lemezzel — — — — — $13' 45''$ $17' 5''$ $19' 30''$ $19' 16''$ $18' 20''$ —

¹ V. ö. a 753 l. ¹ jegyzetét.

68. lemez. IV. 12—14. Pt. Üveg vastagsága = 0.68 mm.

Fe_1 vastagsága = 8.0 $\mu\mu$.

Pt_1 " = 5.6 $\mu\mu$.

	Pt_1	Pt_2	Pt_3	Pt_4	Pt_5	Pt_6
$(Fe_1 + Pt_k) - Fe_1 =$	2' 18"	3' 53"	5' 11"	5' 46"	6' 28"	7' 33"

69. lemez. 1917. VI. 10. Au. Üveg vastagsága = 0.64 mm.

Fe_1 vastagsága = 13.8 $\mu\mu$.

Au_1 " = 10.9 $\mu\mu$.

	Au_1	Au_2	Au_3
$(Fe_1 + Au_k) - Fe_1 =$	1' 35"	2' 30"	3' 25"

70. lemez. IV. 14—20. Cu. Üveg vastagsága = 0.64 mm.

Fe_1 vastagsága = 20.4 $\mu\mu$.

Fe_k " = 30.5 $\mu\mu$.

Cu " = 8.0 $\mu\mu$.

	Cu_1	Cu_2	Cu_3	Cu_6	Cu_8
$(Fe_1 + Cu_k) - Fe_1 =$	0' 30"	4' 45"	8' 00"	8' 38"	9' 34"
$(Fe_1 + Cu_k + Fe_2) - (Fe_1 + Fe_2) =$	2' 00"	5' 17"	7' 00"	—	—
	1' 50"	4' 40"	5' 40"	4' 5"	5' 24"
(Egy hónap múlva) — — — — —	1' 45"	4' 11"	5' 17"	3' 35"	2' 25"

A 70. lemez Fe_1 és Fe_2 közötti rézrétegein végzett észlelések első sorozata ívlámpával, a második napfényvel készült. A 71. lemez készítés közben elromlott.

72. lemez. IV. 27—30. Pt. Üveg vastagsága = 0.65 mm.

Fe_1 vastagsága = 20.0 $\mu\mu$

Fe_2 " = 29.4 $\mu\mu$

Pt_1 " = 8.8 $\mu\mu$

	Pt_1	Pt_2	Pt_3	Pt_4	Pt_5	Pt_6
$(Fe_1 + Pt_k) - Fe_1 =$	0' 55"	2' 10"	2' 30"	6' 20"	3' 32"	—
$(Fe_1 + Pt_k + Fe) - (Fe_1 + Fe_2) =$	7' 35"	11' 25"	9' 15"	12' 00"	—	—
(Egy hónap múlva) — — — — —	6' 5"	10' 50"	8' 20"	9' 50"	5' 00"	1' 15"

73. lemez. V. 15. Pt. Üveg vastagsága = 0.57.

Fe_1 vastagsága = 17.0 $\mu\mu$.

Fe_2 " = 31.0 $\mu\mu$.

Pt " = 8.7 $\mu\mu$.

	Pt_1	Pt_2	Pt_3	Pt_4	Pt_5
$(Fe_1 + Pt_k) - Fe_1 =$	4' 90"	6' 55"	8' 15"	8' 37"	8' 5"
$(Fe_1 + Pt_k + Fe_2) - (Fe_1 + Fe_2) =$	13' 2"	13' 2"	13' 7"	12' 7"	8' 2"

74. lemez. V. 28. Cu. Űveg vastagsága = 0.67. mm.

Fe_1 vastagsága = 20.0 $\mu\mu$.

Fe_2 " = 43.3 $\mu\mu$.

Cu_1 " = 30.0 $\mu\mu$.

	Cu_1	Cu_2	Cu_3	Cu_4
$(Fe_1 + Cu_k) - Fe_1 =$	8' 47"	11' 32"	14' 1"	13' 7"
$(Fe_1 + Cu_k + Fe_2) - (Fe_1 + Fe_2) =$	9' 37"	8' 53"	7' 40"	—

75. lemez. V. 31. Pd. Űveg vastagsága = 0.58 mm.

Fe_1 vastagsága = 13.1 $\mu\mu$.

Fe_2 " = 26.0 $\mu\mu$.

Pd_1 " = 7.0 $\mu\mu$.

	Pd_1	Pd_2	Pd_3	Pd_4	Pd_5	Pd_6
$(Fe_1 + Pd_k) - (Fe_1 =$	4' 43"	8' 50"	11' 36"	11' 32"	10' 10"	8' 12"
$(Fe_1 + Pd_k + Fe_2) - (Fe_1 + Fe_2) =$	4' 30"	7' 30"	7' 20"	6' 5"	3' 30"	2' 30"

76. lemez. VI. 2. Ag. Űveg vastagsága = 0.64 mm.

Fe_1 vastagsága = 23.0 $\mu\mu$.

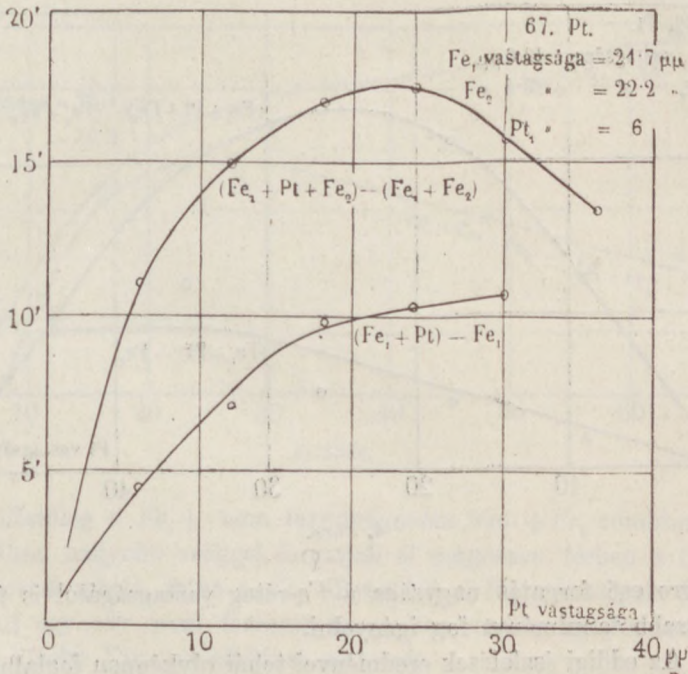
Fe_2 " = 49.0 $\mu\mu$.

Ag_1 " = 16.9 $\mu\mu$.

	Ag_1	Ag_2	Ag_3	Ag_4	Ag_5	Ag_6
$(Fe_1 + Ag_k) - Fe_1 =$	6' 21"	10' 5"	12' 35"	12' 15"	11' 6"	10' 56"
$(Fe_1 + Ag_k + Fe_2) - (Fe_1 + Fe_2) =$	7' 50"	15' 06"	13' 21"	—	—	—

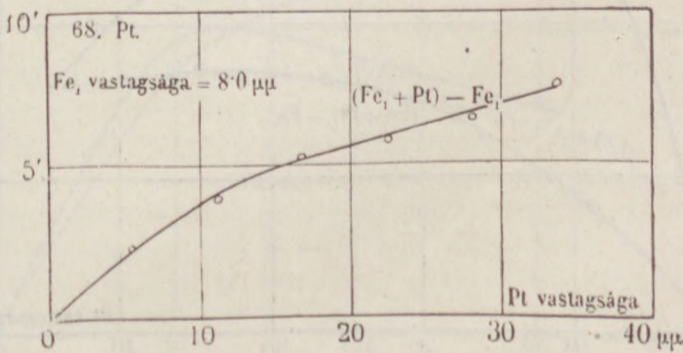
A lépcsős készítményeken észlelt eredményeket néhány görbével ábrázolom.

A görbék habitusa mind az öt fém esetében ugyanaz. Ezeknél a görbéknél rá kell mutatni a lépcsős készítmények észlelésekor fellépő egy hibaforrásra, mely onnan származik, hogy a készítményeknek nem mindig közvetlenül egymás melletti részei lettek összehasonlítva forgatásuk szempontjából. Például Fe_1 és $Fe_1 + Pt_5$. Másrészt a mai katódos berendezéssel elkerülhetetlen volt, hogy maga a vasréteg a közepén 1—2 $\mu\mu$ -nál vastagabb ne legyen, mint a szélén. Ez a körülmény részben hozzájárult a $Fe_1 + Pt + Fe_2$ görbe maximumához, de csak részben. Ez a kvantitatív viszonyokon kívül kvalitatíve a 70. és 74. Cu görbék összehasonlításából is kitűnik, a hol a maximum mindig 30 $\mu\mu$ -nál lép fel, egyszer a vasréteg közepén, egyszer

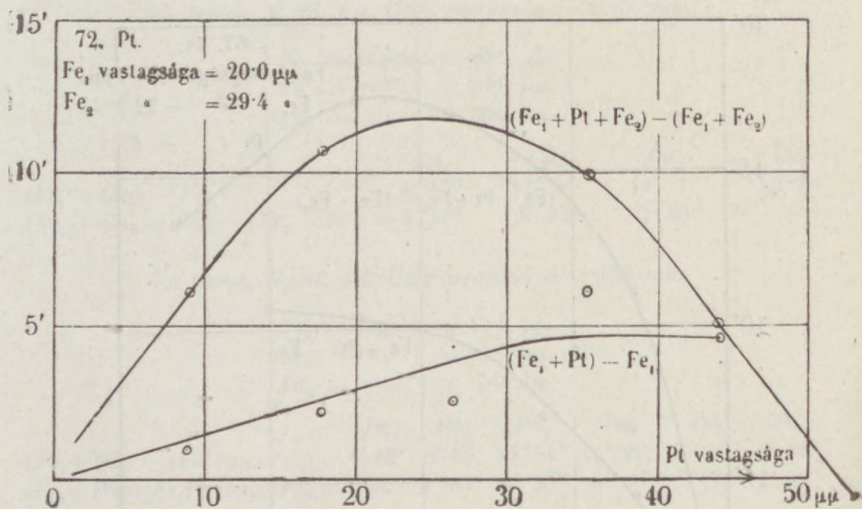


2. ábra.

a szélén. Ez a hibaforrás a végleges észleléseknél részben egyszerűen lesz kiküszöbölhető, részben azonban, minthogy itt az a körülmény is szerepet játszik, hogy a nem ferromágneses



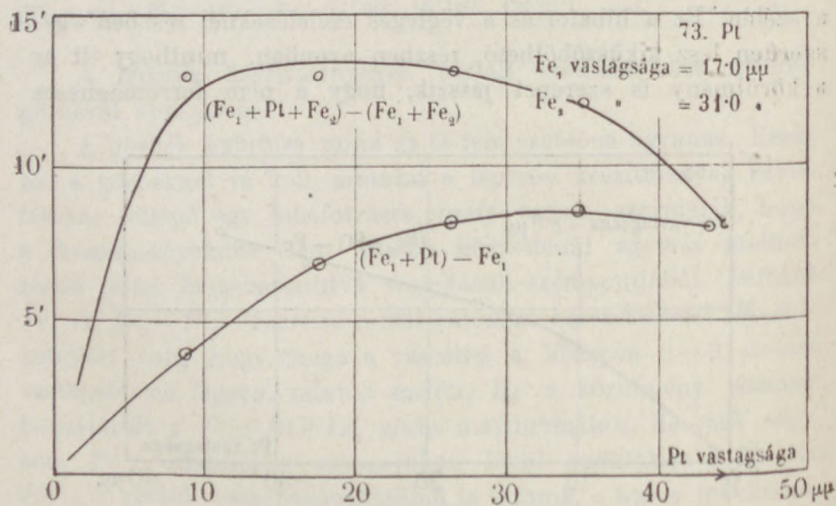
3. ábra.



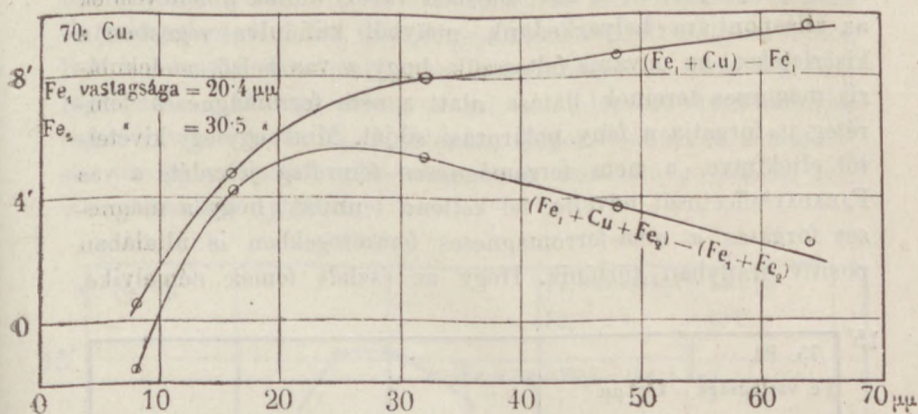
4. ábra.

rétegre eső forgatás nagysága a Fe -réteg vastagságától is függ, hosszabb tanulmányt fog igényelni.

Az eddigi észlelések eredményei tehát olyképpen foglalhatók össze, hogy a nem ferromágneses fémréteggel borított Fe_1 ré-



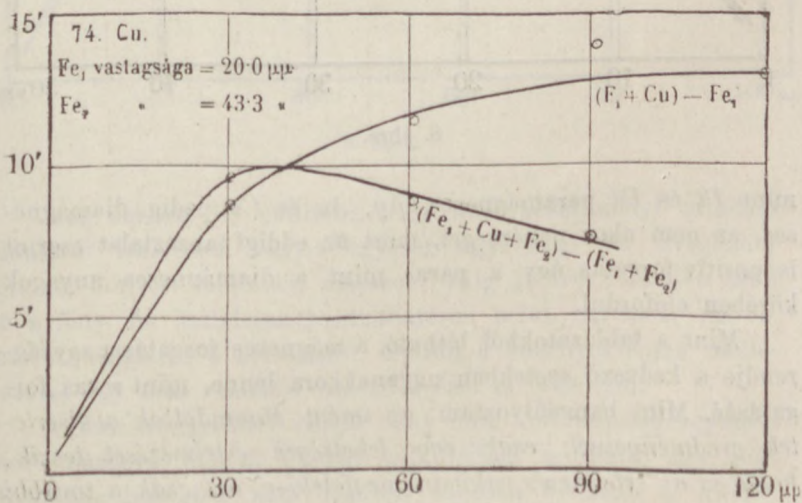
5. ábra.



6. ábra.

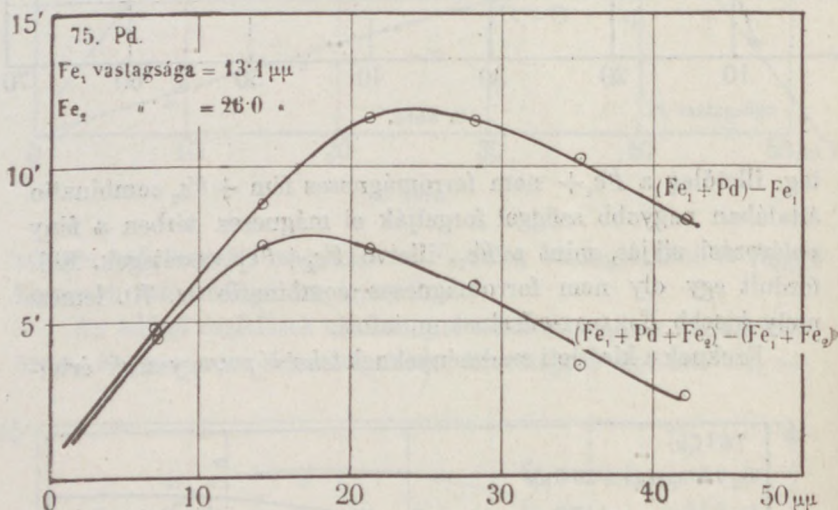
teg, illetőleg a $Fe_1 +$ nem ferromágneses fém + Fe_2 combinatio általában nagyobb szöggel forgatják el mágneses térben a fény polárizációs síkját, mint a Fe_1 , illetve $(Fe_1 + Fe_2)$ vasrétegek. Előfordult egy oly nem ferromágneses combinatio is, 70. lemez, mely kisebb FARADAY-effectust mutatott.

Ezeknek a kísérleti eredményeknek lehetséges, egyszerű értel-



7. ábra.

mezését nyerjük, ha a bevezetésben vázolt annak a feltevésnek az álláspontjára helyezkedünk, melyből kiindulva végeztem a kísérleteket, ha ugyanis feltesszük, hogy a vas belső, molekuláris mágneses tereinek hatása alatt a nem ferromágneses fémréteg is forgatja a fény polárizációs síkját. Minthogy egy kivételtől eltekintve, a nem ferromágneses fémréteg jelenléte a vas FARADAY-effectusát növelte, fel kellene tennünk, hogy a mágneses forgatás a nem-ferromágneses fémrétegekben is általában pozitív irányban történik. Hogy az észlelt fémek némelyike,

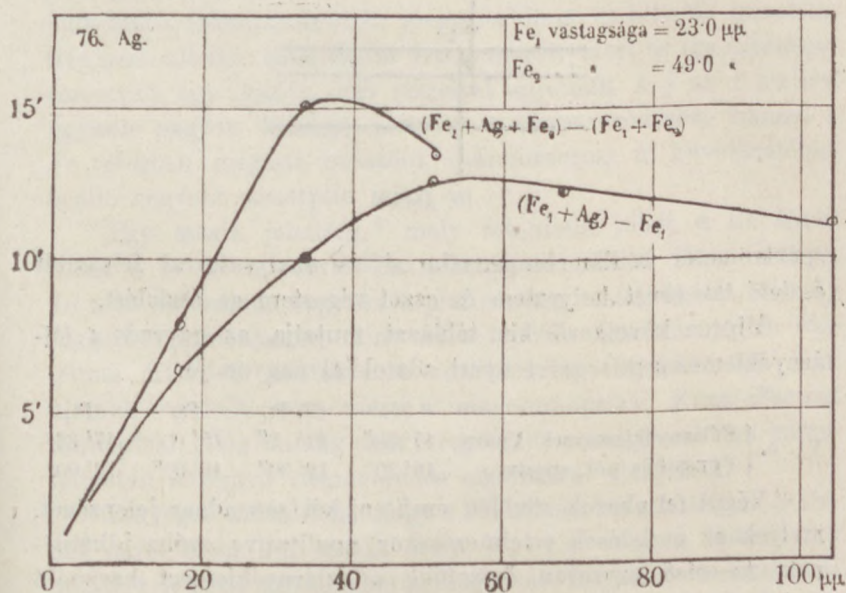


8. ábra.

mint *Pt* és *Pd* paramágneses, *Ag*, *Au* és *Cu* pedig diamágneses, az nem okoz nehézséget, mert az eddigi tapasztalat szerint is pozitív forgatás úgy a para- mint a diamágneses anyagok körében előfordul.

Mint a táblázatokból látható, a mágneses forgatás nagyságrendje a kedvező esetekben ugyanakkora lenne, mint a vas forgatásáé. Mint hangsúlyoztam, az imént elmondottak a kísérletek eredményeinek csak egy lehetséges értelmezését teszik: hogy ez az értelmezés valóban megfelelő-e, azt csak a további kísérletek és vizsgálódások fogják eldönteni, melyeket több irány-

ban fogok folytatni. Az észleléseknek más ferromágneses és nem ferromágneses fémekre való kiterjesztése mellett nagyon fontos lesz a jelenség tanulmányozása a ferromágneses fémréteg vastagságától való függésében, a mi a Fe -lépcsős készítmények segítségével történhetik. A jelenség dispersiójának és a mágneses tér intenzitásától való függésének ismerete is érdekes felvilágosításokat nyújthat.

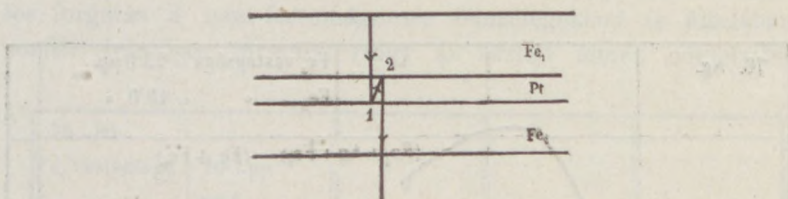


9. ábra.

Meg akarom itt említeni, hogy több készítményt mindkét oldaláról észleltem, vagyis egyszer úgy, hogy az üveglemez fémmel borított felületén, másszor pedig az üres felületén esett be a fény. Az észlelések a hibahatáron belül egyeztek. Az 55. lemezt, valamint a 67. számú lépcsőt a félárnyékmez mellőzésével egy más észlelési berendezéssel is észleltem.

A készítményekből kilépő fény nem volt teljesen egyenesben polárizva, hanem gyenge ellipticitást mutatott, úgy hogy Nicol-féle hasábbal nem lehetett teljesen kioltani. A kicsiny phasiskülönbség oka egyrészt az üveglemez kettős törése, más-

részt a vasréteg absorptiója is lehet.¹ A kicsiny phasiskülönbséget egy $\frac{1}{4}$ hullámhosszúságú csillámlemezrel compensálva, a mérés a Nicol-hasábbal végrehajtható. A polározás síkjának forgatása helyett ekkor tulajdonképpen az igen megnyújtott ellipszis hosszabbik tengelyének elforgatása lesz a mérés tárgya. Ezért a félárnyékmez és analysator helyébe a Fuess-féle polározási



10. ábra.

spektrometer csillámcompensatorral és analysatorral felszerelt észlelő távcsövet helyeztem és ezzel végeztem az észlelést.

Mint a következő kis táblázat mutatja, az egyezés a félárnyékmez segítségével nyert adatokkal nagyon jó.

	55.	67. Pt_1	Pt_2	Pt_3
VI. 6. { Félárnyékmezzel (Voigt)	17' 30"	11' 9"	15' 00"	17' 32"
{ Fuess-féle pol. spectr.	16' 30"	12' 30"	16' 00"	18' 00"

Végül fel akarok röviden említeni két secundaer jelenséget, melyek az észlelések értelmezésekor qualitative szóba jöhetnek. Az első szorosán összefügg a félárnyékmezt használó észlelési eljárással.

Ha ugyanis belső visszaverődések folytán a fény a mágnesesen activ rétegen nem egyszer, hanem háromszor, ötször stb. halad át, a kétszeri, négyszeri, stb. belső visszaverődés után az activ rétegből kilépő fény polározási síkja háromszor, ötször akkora szöggel fordult el, mint az egyszerűen áthaladt fényé. A többszörös belső visszaverődés után kilépő fény is, habár a visszaverődések folytán csökkent amplitudóval, a félárnyékmezre esik és annak beállítását akként módosítja, hogy a FARADAY-effectus látszólag megnövekedik.² A mágneses forgatás észlelt szögén, δ -án tehát egy $d\delta$ correctiót kell alkalmazni, melynek nagysága

¹ V. ö. W. Voigt: *Magnetooptik*, 32. l.

² Voigt: *Magnetooptik*, 13. l.

$$d\delta = -\frac{j}{2I} \sin 4\delta,$$

a hol j a kétszeres belső visszaverődés után kilépő fénynek, I pedig a közvetlenül áthaladt fénynek az intenzitása. E correctio számításakor mint activ réteg szerepelne az üveg és a két vasréteg; a belső visszaverődések pedig az üveg — Fe és Fe — Pt határfelületeken jönnének létre. Mint később közlendő, részletes, numerikus számítások útján meggyőződtem, ez a hatás quantitative nem adhatja észleléseim értelmezését, mert az így származó correctiók egy ivperczt tört részeivel egyenlők. A j az I mellett ugyanis nagyon kicsiny, nemcsak a visszaverődések, hanem a Fe rétegben megtett hosszabb (háromszoros) út következtében beálló nagyobb absorptio miatt is.

Egy másik jelenség,¹ mely tekintetbe jöhet, a 10. ábrán jelölt 1. és 2. visszaverődés alkalmával fellépő KERR-effectus, de nem valószínű, hogy ez a platinaréteg vastagságától való oly függést eredményezne, mint azt a lépcsős készítményeken észleltem. Kísérleti adatok erre vonatkozólag természetesen nem állanak rendelkezésre, mert a magneto-optikai KERR-effectust tudtommal idáig mindig csak levegő és ferromágneses fém határfelületén létrejövő visszaverődés alkalmával vizsgálták.

Legvégül felemlítem, hogy a 77. számú készítményen, melynek egyik felén Pt , másik felén $Pt + Cu$ volt, a készítmény mindkét felében ugyanakkora mágneses forgatást észleltem és a forgatás nagysága megfelelt az üveglemez fajlagos forgatásának és vastagságának.

Az észleléseket a kolozsvári Tud. Egyetem természettani intézetében végeztem. TANGY KÁROLY professor úrnak, ki a költséges kísérleti berendezést részemre a háborús nehézségek közepe tette is beszerezni kegyeskedett, ezen a helyen is hálás köszönetemet fejezem ki.

¹ Erre a körülményre a fent következő megjegyzés kíséretében W. VOIGT professor úr volt szives figyelmemet felhívni.

ÖSSZEHASONLÍTÓ ALKAT- ÉS FEJLŐDÉSTANI VIZSGÁLATOK A MARCGRAVIACEA-LEVELEK PARATÚLTENGÉSEIRŐL,

PARASÁVOKAT ÉS GLANDULÁKAT UTÁNZÓ EGYÉB
JELENSÉGEIRŐL.

(Tizenkét kettős táblával)

RICHTER ALADÁR I. tagtól.

BEVEZETÉS.

A növényi test föld fölötti, különböző életműszerein levő paraképződmények sorában a valódi lenticella-nak, a mely mindig pneumathodus,¹ tehát az átszellőzés szolgálatába szegődő életműszer,² természethistóriáját tüzetesen STAHL fejtette ki 1873-ban megjelent klasszikus értékű dolgozatában.³ Értekezésének befejező részében STAHL maga említi, hogy vannak paratúltengések, a melyek feltűnően hasonlítanak a valódi lenticellákhoz. Ezek azonban nem pneumathodusok; a kitöltőszövet tömöritsége egyenesen megakadályozza a gázcserét és mámost megjegyezhetem, kifejlődésük a légzőnyilástól elannyira független, hogy a «lenticellaképű paratúltengés» a stoma-mentes, tehát a levelek színoldali bőrfelületén is vajmi gyakori jelenség.

Ilyenekkel, már mint a levélnyeleken megjelenőkkel, a dánus POULSEN foglalkozott először 1875-ben megjelent értékes kis mun-

¹ Josttól ajánlott mesterszó az átszellőztető rendszer valamennyi «kivezetője» általános megjelölésére. Jost, L.: Ein Beitrag zur Kenntniss der Atmungsorgane der Pflanzen. Botan. Zeit. 1887.

² HABERLANDT, G.: Physiol. Pflanzenanat. Ed. IV. 1909. p. 407.

³ STAHL, E.: Entwicklungsgeschichte u. Anatomie der Lenticellen. Botan. Ztg. 1873. No. 36—39.

kálatában;¹ majd ama lenticellaszerű paratúltengésekkel, a melyek a levéllemez színén-fonákán egyaránt észlelhetők s a melyek fejlődése a levél lehullásával mihamar véget ér: előbb BACHMANN 1879-ben megjelent alapvető tanulmányában,² utóbb én ama leideni munkámban, a melyet a tek. Akademia 1915. évi januárius-hó 18.-i ülésén mutattam be.³

E munkálatom s a BACHMANN-féle vizsgálatok között csak annyiban van összefüggés, hogy BACHMANN megemlékezik *Peperomia*-példákról, de éppenséggel nem oly esetekről, a melyek a Marcgraviaceák levelein is észlelhetők és, miként az előadandókból kitűnik, meglehetősen változatos képű paratúltengésekre és vele hasonlatos képletekre vonatkoznak.

Az eddigi közleményekből mindamellet arra következtethetünk, hogy a szóban forgó «paraképződmények» igen elterjedt jelenség, főleg a tropusi világ növényein; tanulmányozásukkal mindamellet BACHMANN óta, tudomásom szerint, tüzetesebben senki sem foglalkozott. BORZI «Di alcune lenticelle fogliari»⁴ című kis értekezése ugyanis, legalább a *Camellia japonica*t illető s eléggé jó rajzaiból kitetszőleg, a légzőnyílástól függő s valódi lenticellára vonatkozik. WEISS⁵ igen alapos, de annyival rosszabb rajzokkal kísért paravizsgálatai pedig, SANIO⁶ és HÖHNEL⁷ klasszikus értékű paravizsgálatainak kap-

¹ POULSEN, V.: Om Korkdannelse paa Blade, Kjöbenhavn, 1875.

² BACHMANN, E.: Ueber Korkwucherungen auf Blättern. — PRINGSHEIM: Jahrb. für wissenschaftl. Botanik. Bd. XII. (1879—81) p. 191.

³ RICHTER, A.: A víztartó-szövet és az élettani felemáslevelűség (physiologiai heterophyllia). Kivonatos jelentését olv. Math.- és Term.-tud. Ért. XXXIII. (1915), köt. 248—9. l. Egész terjedelmében a Mathem. és Természettud. Közlemények XXXIII. (1916) köt. 3. sz. alatt jelent meg 1917 elején, 1—133. ll., I—XII. táblával és 4 táblázattal.

⁴ Malpighia, Anno I. Vol. I. 1887. pp. 219—27. et Tav. V. B.

⁵ WEISS, J. E.: Beiträge zur Kenntniss der Korkbildung. Denkschrift zur Feier des 100-jährigen Bestandes der K. B. Botan. Gesellsch. zu Regensburg. 1890. pp. 1—69. Fig. 1—5.

⁶ SANIO, K.: Vergl. Unters. üb. d. Bau u. die Entwicklung des Korkes. — PRINGSHEIM: Jahrb. für wiss. Bot. II. (1860). Bd. pp. 39—108.

⁷ HÖHNEL v., FR.: Über den Kork und verkorkte Gewebe überhaupt. Sitzungsber. d. Math.-Naturwiss. Cl. d. Akademie d. Wiss. zu Wien. LXXVI. (1877). Bd. Abt. I. p. 602.

csolatában, a parafejlődés általános természetrajzát illetik; különleges esetekről, mint a milyenek a levélbeli parazemölcsök, nincs szó ezekben a dolgozatokban.

Már pedig e képletek rászolgálnak a tüzetes tanulmányozásra, annyival inkább, mert van eset, hogy igen kiváló természetbúvár, mint pl. WITTMACK, «mirigyeknek» (Drüsen) nézte a parazemölcsöket,¹ a mi a Marcgraviaceákat illetően meg éppen tisztázandó kérdés, minthogy a Marcgraviaceák úgynevezett «subfoliaris glanduláiról» úgyszólván semmit sem tudunk. Erre vonatkozó vizsgálataim eredményéről azonban más alkalommal számolok be a tek. Akadémiának. Csupán azt kívánom megjegyezni, hogy a jelen értekezés kellő megértésének az alapja, akár a tudományba bevezetett új mesterszók tekintetében is, a Math. és Természettud. Értesítő XXXIV. (1916.) és XXXV. (1917.) kötetében megjelent több rendbeli Marcgraviacea-tanulmányom.²

BACHMANN jelzi, hogy valószínűleg nagy ama növények száma, a melyek levéllemezen «helyi paraképződmények» (locale Korkbildungen) észlelhetők; de valószínű az is, hogy miként a levélnyeleken levők, úgy a lemez paraképződményei is inkább oly leveleken észlelhetők, a melyek több éven át maradnak meg az ágakon: élő állapotban. Körülbelül ebből magyarázható ki az, hogy a különböző gyűjtemények herbariumi példányain, a melyek gyűjtésében rendszerint a «virágzó», tehát a fiatalkori állapot a döntő, miért is esetlegesség általában a paratúltengés konstatálhatása, nem is szólván arról, hogy az ily fogyatékos vizsgálati anyagból csupán egyes fejlődéstani jelenségek ragadhatók ki, a melyek kiegészítése végezetül egy «tropikus biológiai állomás» ölen ejthető meg. Ez azonban, különösképen a mi részünkön, az igen távoli jövőzenéje, a mire harmincz év sok hiábavaló botanikai és egyéb kultúr küzdelme tanított meg engemet.³

¹ SOLEREDER, H.: System. Anat. d. Dicotyledonen. Stuttgart, 1899. p. 151.

² Németnyelvű kiadásukat akadályozza a szén- és papirosinség, a miről személyesen győződtem meg 1917 nov.-ben Lipcsében (TEUBNER).

³ A felvilágosodott tudományosság berkeiben ma már önként érte-

BACHMANN a nyitva magzók (Gymnospermæ), az egy- és kétsziklevelűek néhány jellemző és élő példájának idevágó vizsgálatával kedvezőbb helyzetben volt, a mi az én munkámat annyiban megkönnyítette, illetőleg az el nem kerülhető fejlődéstani hézagokat annyiban pótolhatta, a mennyiben a legkülönbözőbb növénycsaládokban mutatkozó levélbeli paratúltengések¹ fejlődés-tanában az analogiák feltűnők s egyben különböző rokonsági kötelékekbe tartozó növényeken megismétlődők.

Viszont, főleg a régebbi szerzők érthető s az újabbaknak mostanság is mutatkozó tévedései miatt helyén való a Marcgraviaceák levélbeli paratúltengéseinek a lehetőséghez mért mikroszkopiumi tanulmányozása s az eredmények közzététele s mindaddig, a míg akad egy jobb helyzetbe kerülő természetvizsgáló, a ki, az úgynevezett *acarodomatiumok* ma még nyilt

tődik, hogy a főiskolai színvonalra törekedő biologusnak, tehát a botanikusnak is körül kell nézelődnie és dolgoznia kell a tropusok világában is. PORSCH e téren sok «osztrák» elődje után (HABERLANDT, WIESNER, FIGDOR, SCHIFFNER, WETTSTEIN, RECHINGER, HANDEL-MAZZETTI stb.), mint a csernovitzi tud.-egyetem fiatal botanices professora (assistensével együtt!), a világháború kitörése küszöbén tért meg buitenzorgi útjából, a mi nálunk mindmáig hiú ábránd.

Eddigi tapasztalásaim ellenére is a M. T. Akadémia színe előtt kísérlem meg hangoztatni azt, hogy immár (osztrák részről is) számos példa után végül a magyar közoktatási kormányzat sem zárkozhatik el az elől, hogy a világ legelső botanikus kertjében, a hollandusok jávai Buitenzorg-jában (= «Sans-Souci»), végre-valahára magyar botanikus is búvárkodhassék; minthogy általános érvényű biológiai kutatásoknak az «európai szárazulatra» való korlátozása régen megszűnt.

A bécsi császári Akadémia FISCHER VON ERLACH alkotta pazar dísztermében ezen rég túl vannak — és mi továbbra is maradi húrokat pengessünk? Az ilyen tropusi tudományos utak ügyeit ott, a valóban nagy-szerű TREITL-alapítvány segítségével, mindig az osztrák közoktatási miniszteriummal együttesen intézik. Hasonló törekvések útjainak egyengetése elől nyilván a M. T. Akadémia sem térhetne ki.

¹ Berberideæ, Guttiferae, Ternstroemiaceæ, Illiciæ, Celastrineæ, Hippocrateaceæ, Chrysobalanæ, Saxifragaceæ, Hamamelidæ, Rhizophoraceæ, Myrtaceæ s. str., Melastomaceæ, Lytharieæ, Araliaceæ, Apocynaceæ, Loganiaceæ, Gesneraceæ, Piperaceæ, Laurineæ? Loranthaceæ, Euphorbiaceæ. Sec. SOLEREDER op. cit. Ergänzungsband (1908), p. 376.

kérdésével együtt, alkalmas módszerrel e részben is kimerítő vizsgálatai körébe vonhatja a Marcgraviaceákat: a maguk ősi otthonában. Növényházaink kulturái sorában egy-egy *Marcgravia* nagy ritkaság; ornithophilus *Norantedé*t Európa számos botanikus kertjében sehohsem láttam, még Schönbrunn főleg tropus-amerikaiakban híres növényzetének régi katalógusaiban sem akadtam nyomára, jóllehet volt idő, a mikor a HABSBERGOK sokat áldoztak a brazíliai növénykincsek felkutatására és SCHOTT Aroideáin kívül számos növényi ritkaság tette híressé, sőt páratlanná Schönbrunn császári kertészetét.

A Marcgraviaceák paratúltengésbeli képződményeire vonatkozó anatómiai adatok összefoglalását indokoltta teszi SOLEREDER idézett nagy művének következő szakasza,¹ a mely SOLEREDER: BENTHAM-HOOKERÉK *Genera Plantarum* a szerint a Marcgraviaceákat is magába foglaló Ternstroemiaceáknak általános jellemzésében olvasható: «... weiter finden sich bei den Marcgraviaceen grosse, schon mit freiem Auge sichtbare Nektardrüsen auf der Unterseite des Blattes. Mit den letztgenannten sind nicht die Korkwarzen zu verwechseln, welche bei vielen Ternstroemiaceen (Arten von *Anneslea*, *Comellia*, *Caryocar*, *Eurya*, *Marcgravia* und *Ternstroemia*) auf der Blattunterseite beobachtet sind.» Ugyane mű pótkötetében² utóbb megjegyzi, hogy: «Neigung zur Bildung von Korkwarzen auf der unteren Blattfläche ist nach KOCHS³ bei den meisten *Thea* — Arten) vorhanden.»

A Marcgraviaceák levelein észlelhető apró képleteken, már mint a sokszor külsőleg is sajátos alakulású mirigyeken (glandulæ = GILG «hydathodusai» = X. tábla, 5. rajz *gl*; XIII. tábla, 18. rajz *gl*; XXI. tábla, 71—72. rajz *x—x*) kívül a paratúltengések is jelentős szereppel bírhatnak a levél külső képének a kialakulásában, de amelyek alaktani kategóriáit eldöntendő: sokszor nem elég a pusztá rá-

¹ Id. h. 145. l.

² SOLEREDER, H.: System. Anat. d. Dicotyled. Ergänzungsband. Stuttgart, 1908. — 43. l.

³ In ENGLER: Botan. Jahrb. XXVII. 1900. p. 606.

tekintés, avagy akár a makroszkopikus vizsgálat alapján való döntés a mutatkozó képlet hovátartozandósága iránt!

Kezetben bizony megtörtént, hogy különbséget sem tettek a levél «glandulái» és «paraszemölcssei» között, a minthogy a Marcgraviaceák WITTMACK-említette «glanduláit», a miket GILG s PILGER, új Marcgraviaceáik leírásában, következetesen (s alighanem hibásan is) «hydathodus hypophyllus»-nak nevez,¹ igazában mind máig nem ismerjük; pontos anatómiai képünk sincs róla. Pusztán szemünk ítélete még az esetben is csalódást okozhat, ha a Marcgraviaceák valódi paratúltengéseit, avagy glanduláit, jobbadán szövegbeli leírások nyomán, egyébként jól ismernők, mert például az Illicineák anatómiai jellemzésében adott paraszemölcsbeli rajz sem állja meg a HABERLANDT-iskola kritikáját és a levél úgynevezett helyi paraképződményeiről («locale Korkbildung») adott ama kép, a mely például FLÜCKIGER-TSCHIRCH Grundlagen der Pharmacognosie-jában látható (ed. II. 1885. p. 184, fig. 128 k), legfőljebb vázlatosan jó, épp úgy, miként a SOLEREDERÉ (id. h.²).

Miután a Marcgraviaceáknak a levélbeli paratúltengések tanulmányozására alkalmas *Norantea*-anyagát végig vizsgáltam: akadt a kezembe a *Marcgravia rectiflora* TRIANA et PLANCHON var. *vulgaris* WITTM. (teste WITTMACK!) virágos (orthotropikus)³ ágának egy levele,⁴ melynek fonákán végig futó s a levél alapszínétől sötétbarnán elütő «vermicularis (féregszerű) foltjait» pusztá rátekintésre paratúltengésbeli vonulatoknak tartathatók, a makroszkopikus kép ama feltűnő hasonlatosságánál fogva is, a mit e *Marcgravia* szóban forgó képletének X. tábla, 1. rajza például a *Norantea cacabifera* leveleinek hasonló rajzai-

¹ In ENGLER's: Botan. Jahrb. Bd. XXV. (1898.) Beibl. Heft 3. p. 25. — Bd. XXXIV. (1904.) Beibl. Heft 4. p. 14. — Bd. XLII. (1909.) p. 124. — Verhandl. d. Botan. Ver. Brandenburg. Jahrg. 47. (1905—6.) p. 155.

² SOLEREDER op. cit. p. 239. Fig. 50.

³ RICHTER A.: Adatok a Marcgraviaceae és az Aroideae physiol.-anatómiai stb. ismeretéhez. Természetr. Füzetek XXII. (1899.) köt. 28. l. — Ugyanott németül is.

⁴ Plantae Cubenses Wrightianae, No. 54. sub *M. umbellata* L., — in Herb. Mus. Palat. Vindob. Coll. C. WRIGHT, 1856—57. — Cuba Orient.

val (XIV. tábla, 21. rajz) való egybevetése kétségtelenül igazol. De a míg ez utóbbiak valóban paraszövetbeli túltengések, a *Marcgravia rectiflora* ábrázolt foltjainak egyszerűen semmi közük a paratúltengésekhez, sem alak-, sem alkattanilag, következképp fejlődésanilag sem; jöllehet a levélszinen is nyomot mutató ábrázolatai egy-egy *Norantea* stb. levélbeli parasávjaihoz (sokszor meglepően) hasonlók.

E *Marcgravia* parasávszerű foltján ejtett keresztmetszet mikroskopi vizsgálata nyomban meggyöz bennünket arról, hogy phellogeniumnak az egész alakulatban semmi nyoma, tehát paraszövetet sem konstatálhatunk sehol (X. tábla, 2. rajz). Ez az egész jelenség mechanikai okokra visszavezethető sérülés csupán, afféle levélhús (mesophyllum)-beli hosszanti behasadás, melynek a k. m.-en \pm ékszerű bemélyedését a mesophyllum sejtjeinek zsugorodott roncsai bélelik ki, a behegedés, azaz valamely hegesztő-szövet minden nyoma nélkül (I. tábla, 2. rajz *rp*). Erre, úgy látszik, a *M. rectiflora* bőrnemű levelei nincsenek rántalva, minthogy szivacsparenchymája a hypodermás bőr-, illetőleg a kettős-rétegű palissade-szövet alatt szinte aerenchymásan laza, tágas sejtközi üregektől erősen lacunosus.

A szöveti lazaság ellensúlyozására oly sklereidiek szolgálnak, amelyek például a *Noranteák* alaktanilag hozzá hasonló leveleinek a sklereidjeitől alakilag ugyan teljesen elütők, de mechanikai jelentőségükben megegyezők. Mellékesen megjegyzem, hogy a kettős palissade felső rétegében észleltem oly rekeszelt palissade-sejtet, melynek alsó tagozata egyszersmind raphid-tömlő (X. tábla, 3. rajz p_2-r), a mi azonban nem fajlagosan jellemző tünet; hasonlót észleltem a *Norantea Lóczyi* palissadejában, a hol is viszont a rekeszelt palissade felső tagozata alakult át raphid-tömlővé.¹

Különösebben a *Marcgravia* e parasávszerű utánzó példáját érdekesnek, sőt tanulságosnak tartom, mert általa kitűnik, hogy a levél apró képleteinek makroszkopikus vizsgálata csalódásokra vezethet, mikroskopi búvárlatuk mellözhetetlen még az esetben

¹ Math. és Természettud. Értesítő XXXIV. (1916.) köt. VIII. tábla, 50. rajz r_1 .

is, ha csupán a növényleírásoknál szükséges (florisztikai) kategóriák megállapításáról van szó; különben kész a confusio.

Elegendő e helyt reámutatnom a *Norantea oxystylis* parasáv-utánzó példáira (XVI. tábla, 33—34. rajz), a melyek, miként a valódi paratúltengésbeliek, a levél színén s fonákán egyaránt előfordulhatnak, különben a *Marcgravia* imént jelzett példájával lényegében megegyezők (X. tábla, 2. rajz *rp* és XVII. tábla, 35. rajz *rp*), épp úgy, akár a *N. brasiliensis* példáján (XVII. tábla, 37. rajz *rp* és 39. rajz *rp*₂—*rp*₃). Mindez e képletek gyakoriságára vall.

A *N. brasiliensis* parasáv-utánzó mesophyllumbeli repedéseinek mikroskopiumi képét (XVII. tábla, 38. rajz *rp*₁) utánozzák a typososan librosklereides *Norantea Uleana* PILGER levelein, úgy a felszínen, mint a fonákon, amaz ovalis s fekete-barnán szegélyezett (udvaros) foltok, a melyeket a florista igen könnyen például a *N. sandiensis*, avagy a *N. macrostoma* fonákbeli glandulái homologonjainak is tekinthetne (XX. tábla, 64. rajz *rp*, illetőleg X. tábla, 5. rajz *gl* és XIII. tábla, 18. rajz *gl*), mint-hogy külalaktani hasonlatosságuk nagy, holott a *N. Uleana* e szembetünő képletei makroskopicé viszont teljesen elütök a *N. brasiliensis* imént idézett képleteitől (XVII. tábla, 37. rajz *rp*). Ezt a kérdést részletesebben a *N. brasiliensis*-ről szóló fejezet kapcsán fejtem ki, e helyt csupán azt jegyezvén meg, hogy a *N. Uleana* «bogárszúrásszerű» glandulái viszont oly kicsiny, a *N. macrostoma* glanduláinak nagyságával szélsőséges ellentétben álló képletek (XX. tábla, 64. rajz *gl*), a melyek glandulára valló képét csakis a mikroskopi vizsgálat tárhatja föl (XXI. tábla, 71. rajz).

Lehetnek végül a parasáv-utánzó mesophyllumbeli berepedések valósággal nagyok, szélesek, a széleken behegedők, a mire jellemző példát a *Norantea Sodiroi* GILG¹ szolgáltatott (XVIII. tábla, 49. rajz *rp*). Szabad szemmel szöveti roncsa nem látható; csakis a keresztmetszeten győződhetünk meg arról, hogy voltaképp ez

¹ Specimina Ecuadorenses. No. 149. *Norantea Sodiroi* GILG 1904. — Frutex epiphyt. scandens. Crescit in silv. subtrop. et suband. 1200—2000 m. s. m. secus flumen Pilaton et prope Conzato. Leg. V. 1885. A. SODIRO. S. J. In Herb. Mus. botan. Berolin. — Vide in ENGLER'S Beibl. zu den Botan. Jahrb. Bd. XXXIV. (1904.) Heft 4. p. 14.

is a *Marcgravia rectiflora* X. tábla, 2. rajzban vázolt folyamatra vezethető vissza, nyoma sem lévén benne a parának.

Az imént hangoztattam «könnyen megeshető confusio» egy más, s nem kevésbé jellemző példajaként idéznem kell a *Norantea cuneifolia* DELP. levelének X. tábla, 4a-ban adott rajzát. A vizsgálataim céljait szolgáló példány EICHLER, néhai berlini botanices professornak (s ugyanott a botanikus múzeum létesítőjének) a herbariumából való,¹ melynek számos levele fonákán (a színén soha!), gyakran nagy számmal, glandulákra, avagy paraszemölcsökre emlékeztető feketés pontok valának észlelhetők; ezek dispositiója, ismétlem: nem is egy levélen, méltán gyanút fogathatott a vizsgálóval az iránt, hogy mindezek a levéllel organikus összefüggésű képletek. És ime, a leggondosabban végrehajtott sorozatos metszetek mindig az ép mesophyllum structuráját tüntették föl a mikroszkopium alatt; glandulának, avagy paraszemölcsnek a fekete pontszerű képletek részéről sehol semmi nyoma a k. m.-ekben, — általában a vizsgálódó nem csekély bosszúságára. Véletlen tekintet a metszés okából fellágyított vizsgálati anyag csészéjébe arra a meglepetésre vezetett, hogy az erősen csersavtartalmú mesophyllumtól barna folyadékban néhány mákszem-féleség úszkál, a mi csakis a levéllemezről való leválás útján kerülhetett oda. És valóban, lancetával könnyen eltávolítható és valamely bogárfajra jellemző — egyébként légyköpésre emlékeztető — excrementumok ezek, a melyek a mikroskop alatt semmiféle structurát sem tüntetnek fel, ha csak azt nem, hogy még fokozott nagyítás mellett is a körvonalában körded anyag halmazában egyöntetű s igen erősen tapad a cuticulához (X. tábla, 4b rajz).

A *N. cuneifolia* leírásában szó esik kisebb és nagyobb glandulákról, a melyekről WITTMACK például «sat numerosis»-t ír (Fl. Brasil. l. c. p. 237—38). Én éppenséggel sem tapasztaltam, hogy a valódi glandulák nagy számmal volnának meg a levelek fonákán, legkevésbé pedig azt, hogy «glandulae hypophyllæ maximæ poriformes oblongæ». Ellenkezőleg;

¹ *Norantea cuneifolia* DELP. — Rio de Janeiro, GLAZIOU No. 14540. Ex Herb. A. W. EICHLER: in Herb. Mus. Botan. Berolin.

kicsinyek azok s fölötté ritkák (X. tábla, 4a, rajz, *gl—gl*). Nagyok azonban és számosak például a *Norantea sandiensis* levélén (X. tábla, 5. rajz *gl*), a mint ezt GILG, e *Norantea* leírója, igen helyesen ki is emeli.¹

Helyénvalónak tartom, hogy egymás mellé állítsam az ellentétes példákat, mert nagyon valószínű, hogy a növényvilág mind e jelenségei, még ama szórványos esetekben is, a hol felemlgetik, az anatómiai kritikát nem állják. A velük való tüzetes foglalkozás a létért, főleg azonban a fényért való küzdelmek csodás világában: a tropusok alatt, jelentené egyszersmind, a bűvárlatok e szűkre szabott körzetében is, a tudományos növénytan eredmények aranybányáját, melynek kiaknázásában — itt a legfőbb ideje — részt kell vennie a magyar természettudományosságnak is.

A következőkben ama bűvárlataimról számolok be, a melyeket, a világháború miatt, ez idő szerint pozsonyi magányomban hajtottam végre 1915. év szeptember—december hónapjai folyamán a *Noranteáknak* paratúltengési vizsgálatokra alkalmas néhány példányán. Mindezek a budapesti M. Nemz. Múzeum, a bécsi Naturhistorisches Hofmuseum, a Berlin-dahlemi botanikus múzeum és BOISSIER-BARBÉY (Chambésy) gyűjteményeiből erednek. Azért a liberalitásért, a melylyel mikroskopi kutatásaim megejtése alkalmával élhettem, a jelzett gyűjtemények igazgatóinak őszinte köszönettel tartozom.

II.

A fajlagosan különböző Marcgraviaceák egyes példáinak részletes tárgyalása.

1. *Norantea sandiensis* GILG.

ENGLER's Botan. Jahrb. Bd. XLII. 1909. p. 126. — Peruvia: prope Tambo Acalaya ad viam inter Sandia et Chunchusmajo, in fruticetis subapertis 1500—1600 m. s. m. flor. m. Julio. leg. WEBERBAUER No. 1343. —

¹ «folia coriacea... hydathodis (= glandulis A. R.) hypophyllis maximis lenticelliformibus numerosis...» In ENGLER: Botan. Jahrb. Bd. 42. (1909.) p. 126.

A berlini botanikus múzeum igazgatójának szivességéből az eredeti példányt vizsgálhattam meg.

Peru e kiváló *Noranteája* ama fajok közül való, a melyek levelein a fonák-oldali mirigyek szembeötlően nagyok (*N. macrostoma* GILG, *N. Pardoana* GILG, *N. droseriformis* RUSBY). Ez udvaros mirigyek, a melyek voltaképpen biológiai hivatását¹ s az általuk kiválasztott nedv mikrochemiáját (viz? avagy czukortartalmú váladék?), esetleg a *carodomatium*-szerű szerepét² csakis a helyszínen, vagyis a növény ősi otthonában végzett megfigyelések dönthetnék el végérvényesen, szabályos sorozatokban lépnek föl a levélperem közelében (X. tábla, 5. rajz *gl—gl*) és alakilag a féregszerű vonulatok parasávjaitól, valamint a parasávszerű repedéstől is teljesen elütők (idézett rajzon *kw—kw*, *rp*). Ez utóbbira vonatkozólag csupán egyetlen esetre bukkantam s oly levél fonákán, a mely történetesen a *Marcgravia*-levélen tárgyalt mesophyllumbeli (parasáv-utánzó) berepedésekre is jó példát mutatott (X. tábla, 1. rajz *rp*).

A *N. sandiensis* paraültengése féregszerű (*vermicularis*) barnás foltként mutatkozik a levél fonákán, a mit, a keresztmetszeti képekből kitetszőleg (X. tábla, 6. rajz; XI. tábla,

¹ DELPINO. Rapporti tra insetti e tra nectarii estranuziali in alcune piante. — Bullet. entomol. Anno VI.

— Weitere Bemerkungen über myrmecophile Pflanzen. Monatl. Mittheil. aus dem Gesamtgeb. d. Naturw. etc. von E. HUTH. Jahrg. 5. (1887.) Nr. 2.

— Funzione Mirmecophila nel Regno vegetale. Prodrômus d'una Monografia delle Piante Formicarie. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Ist. di Bologna. Tom. VII. 1886. p. 304.

WITTMACK: in Verh. d. Botan. Ver. Brandenb. 1879—80. p. 41.

SCHWENDT, ED. Zur Kenntniss der extrafloralen Nektarien. Beihefte z. Botan. Zentralbl. Bd. XXII. (1907.) Abt. 1. p. 245.

² SOLEREDER arra figyelmeztet ugyan, hogy «... die unter den Nektarien miteinbegriffenen drüsigen Flecke und Grübchen nicht mit den sog. Acarodomatien verwechselt dürfen». SOLEREDER l. c. Ergänzt.-Bd. p. 375. Az *Acarodomatium*-okat illetően e helyt a köv. munkákra utalok: LUNDSTRÖM, AXEL N. Pflanzenbiologische Studien 1884—87. Upsala, Bd. II. Die Anpassung der Pflanzen an Thiere. A «domatium» biológiai értelmezése ugyanis LUNDSTRÖMTŐL ered. — PENZIG e CHIABERRA, Pianta acarofila, in Malpighia 1902. p. 413.

7—8. rajz), lenticella-szerű paratúltengések egybeolvadásaként kell felfognunk, ám a légzőnyilasoktól teljesen függetlenül, mert kitöltő (para)-szövetében zárt jellegű s alakilag ugyanehhez hasonló képletek a levél színén is képződhetnek. Csupán egyetlen példán találván meg a paratúltengést, gyakoriságukról, avagy szórványosságukról véleményt mondani nem lehet. Mindamellett ez egyetlen példának mikroszkopi vizsgálata nevezetes tanulságokra vezetett.

Igy konstatálhattam, hogy a légzőnyilásaival együtt ép¹ fonákbeli bőrrendszer alatt, nyilván a bőralatti szivacsparenchyma-sejtek kezdeti oszlásai: azaz phellogeniummá alakulása révén, egy, a szivacsparenchymába meglehetősen mélyen benyomuló parás kitöltő-szövet (Füllgewebe) keletkezhetik, sejtközi hézagok teljes kizárásával, a mely Sudan III oldatában mohón pirosra festődik,² szinte élesnek mondható elhatárolódó vonallal³ a szivacsparenchyma vele érintkező s némileg duzzadt falazatú rétegével szemben (X. tábla, 6. rajz $kw_x—kw_w$).

A parasejtek rendezettebb radialis sorozata természetesen a phellogenium felől indul meg; közvetlen a bőralatti sejtek egyvelegében efféle rendezettségéről kezdetben szó sem lehet (I. tábla, 6. rajz kw).

Az intercellularisokat merőben kizáró parasejtsorok utóbb alakítják ki a keresztmetszetben lenticellaszerű paratúltengést, melynek tömegében, alighogy a bőrszövet felrepedt, már is benn lehet a sklereid (XI. tábla, 7. rajz sk).

A Sudan III-mal megfestődött paratúltengés ama kerekded s eredetileg a szivacsparenchymához tartozó sejtszelei, a melyek a phellogenium initialéi, ezitromsárga színnel differenciálódnak az élénken pirosuló paraszövettől, jeléül annak, hogy a belőlük már is kialakult s táblásan lapított sejtek falazata parásodik el.

A *N. sandiensis* fonák-oldali parasávja a keresztmetszet-

¹ Én különbséget teszek az *ép*, *épen* (integer, integre) és az *épp*, illetőleg *éppen* (justement) között, akként vélekedvén, hogy kár a subtilitasokban amúgy sem gazdag magyar nyelvnek (levél = Brief, Blatt, fa = arbor, lignum, Baum, Holz) ekként kifejezhető árnyalatait eltüntetni.

² MOLISCH, H. Mikrochemie der Pflanze. Jena, 1913. pp. 108, 311.

³ Olv. 805. l-on sub ¹ jegyzetet.

ben egy afféle paraszemölcs (Korkwarze: SOLEREDER l. c., Korkwucherung, resp. Korkwarzenbildung: KOCHS l. c.) k. m.-i képeire emlékeztet, a mely óraüvegszerűen mélyed be a levél mesophyllumába.¹ De a míg, KOCHS szerint, a *Thea*-félék paratúltengéseinek kiindulási pontja egy-egy szörképlet (KOCHS l. c. VIII. tábla, 12. rajz), mik sűrűn borítják a fiatal levelek fonákát, hogy utóbb le is kopjanak róluk; addig a Marcgraviaceákon ahhoz hasonló fejlődésbeli kezdet már azért sem észlelhető, mert leveleik kezdettől fogva mindvégig simák, azaz trichomák nélkül valók.

Az egész paraképződmény kész állapotára nézve jellemző, hogy légmentesen záró paradugó (Korkpfropfen) módján nyomul be a levél húsába, melynek minden oszlopsora a szivacsparenchyma egy-egy sejtjére, mint a további fejlődés kezdő (initialis, phellogenium-) sejtjeire vezethető vissza; e cambialis zóna a kész állapotú parasávbéli keresztmetszeteken is világosan látható (XI. tábla, 8. rajz *phl—phl*).

A *N. sandiensis* paratúltengései átlag a szivacsparenchyma fele vastagságát befolyásolják és a koncentrikus parasejtoszlopok zárt szövetében vajmi gyakran látható sklereidek tekintetében nem tartom kizártnak annak a lehetőségét, hogy a paratúltengés belülről történő regenerálódása következtében a szivacsparenchyma sklereidjei egyik a másika után tolódnak (eliminálódnak) kifelé (XI. tábla, 7—8. rajz *sk—sk*).

ZAHLBRUCKNER² a lenticellákról irt doctori (kár, hogy tárgyát ki nem meritő s ábrázolatok híján való, egyébként jeles) kis dolgozatában megjegyzi, hogy «az *Evonymus japonicus*on a kitöltő szövet sklerenchymatikus elemei (!) erősen megfásodottak», a mi talán a fönt jelzett jelenség analogonja gyanánt tekinthető.

Tény, hogy a másodlagosan keletkezett paraszövetben vannak sklerenchymatikus elemek, melyekkel, sőt a szivacsparenchymában eleve bentfoglalt más alkatelemmel szemben is, bizonyos

¹ ... sich allmählich halbkreisförmig in das Blatt hineinbohrender Kork» KOCHS, l. c. p. 612.

² ZAHLBRUCKNER, A: Neue Beiträge zur Kenntniss der Lenticellen. Verhandl. der k. k. Zool. Botan. Gesellsch. Bd. XXXIV. (1885.) p. 106.

kiselejtezési tendentia érvényesül, a mire utóbb még idézhetek példát (XV. tábla, 27. rajz *phsk*).

2. *Norantea Eötvösorum* AL. RICHT.

RICHTER A.: A Marcgraviaceák néhány új alakjáról stb. I. rész, I. tábla, 1. rajz. Mathem. és Természettud. Ért. XXXIV. (1916.) köt. 567. l.

RUIZ e perui *Noranteája*, a véletlen játékából: csupán egyetlen levelének a színén a *Bryozoon*-rajzolatú paratúltengések egész gyűjteményét viseli magán, melynek sokszor kombinált sávjai a lemez-felületen különböző irányúak s világosan mutatják egyes lenticella-szerű szemölcsökből való összetételüket (XII. tábla, 11. rajz). Mindamellet, hogy e példány 121 év óta lappang («*Marcgravia macrocarpa*» néven) a berlini botanikus múzeum gyűjteményében, a még mindig élénken sárgás-zöld levélszinen élénken tűnnek elő főleg a levélperem felé gyarapodó paratúltengésbeli szemölcsök barnás foltjai. Tekintve a levélfonák fémes barna-sárga színét, a mennyiben e paraszemölcsök ott is előfordulnának, éppenséggel sincs kizárva annak a «floristikai» lehetősége, hogy esetleg oly glandulákkal téveszthetnék össze, a melyek kizárólagosan csakis a levélfonákon keletkeznek.¹

Keresztmetszetük általános képe, a krátterszerű kúpok körvonala ugyancsak a *N. sandiensis* paratúltengéseinek k. m.-eire emlékeztet, a részletekben mindamellet más histiológiai jelenségek kapcsolatában, a miben jelentős része van a palissadának, mint a melybe mintegy betör a paratúltengés s a melynek a paraszemölcs-képzésben való részvétele természetszerűleg elmarad minden oly esetben, a mikor az csupán a lemez fonákán lép föl; így a *N. sandiensis* esetében is.

A teljesen kifejlett paraszemölcsök, miután palissade-részletük áldozatul esett, üregesen mélyednek bele a szivacsparenchymába (XII. tábla, 13. rajz *kw₂*). A vékony falazatú s a sejtközi hézagokat teljesen kizáró, keresztmetszetében lapított sejtekből álló paraszöveve mintegy a palissade elparásodott folyta-

¹ RICHTER A. Főnt idézett dolg. I. tábla, 1. a—b rajz *gl—gl*.

tása (XII. tábla, 12. rajz kw_1-p_2 ; XIII. tábla, 17. rajz kw_1), a mely a szivacsparenchyma felőli s óraüvegszerűen behatoló oszlószövet állandó tevékenysége következtében beálló szöveti feszülés miatt, fölrepszttve az epidermist, mihamar kitolul (XII. tábla, 13. rajz kw_1 ; 12. rajz kw_2).

A fejlett stadiumok mellett oly fejlődési állapotokra is bukantam, a melyekből megállapíthatónak vélem, hogy a bőrszín felőli paratúltengések fejlődése eredetileg a bőrsejtek utólagosan beálló oszlása, vagyis a belőlük keletkező parasejtekkel indul meg (XI. tábla, 9. rajz $e_{1,1-2}$; XII. tábla, 12. rajz $e_{1,2-2}$).

Egyébként egy-egy, ily paraszemölcsökből kialakuló parasáv egymaga különböző fejlődési állapotokat tüntethet föl, a mire jellemző például szolgálhat a XIII. tábla, 16. rajzán az egymás nyomábalépő három paraszemölcs keresztmetszete. Közülök a közbelső annyiban érdekes (id. 16. rajz kw_1), hogy az a XIV. tábla, 20. kw_1 rajzában feltüntetett kezdeti állapot egy oly formáját mutatja be, a hol is a paraszemölcs kezdeti (bőr- s palissade-) sejtjei, még mielőtt a cuticula felrepedt volna, már is eltűnnek: és pedig hihetőleg valami oldási (chemiai) folyamat következtében, a melynek destructiv, azaz szövetromboló hatása már is megeredhet az épnek tetsző bőrszövet alatt (XI. tábla, 10. rajz $x-pkw$; XII. tábla, 12. rajz x ; XIII. tábla, 17. rajz x). E folyamat végső hatása, hogy a cuticula illető darabja az epidermis s a palissade odajutó czafatjaival együtt egymás után levettetik (XII. tábla, 13. rajz kw_1 ; XIII. tábla, 16. rajz kw_2-kw_3).

A fejlődésben előrehaladott állapotú paratúltengések szövetteste végül a szivacsparenchymából alakult phellogenium révén regenerálódik (XII. tábla, 13. rajz phl), a mely szélső radialis soraiban fokozatosan tolja ki a palissadenak odakerülő hányadát, esetleg az odakerült sklereidekkel együtt (XIV. tábla, 20. rajz p_3). A sklereidek kirekesztése tekintetében a bőrszín paratúltengéseinek viselkedése különben épp olyan, mint a fonákbelieké (XII. tábla, 12. rajz kw_2-skm , 13. rajz kw_1-skm , kw_2-ask_2 ; XIII. tábla, 16—17. rajz $sk-sk$ és XI. tábla, 7—8, rajz $sk-sk$).

A levélperemnek a főérrel egyenlőközü szeletkéjének keresztmetszetében a paratúltengések mikroskopi képe általában olyan,

mint az oldalérrel egyenlőközű, avagy azokat keresztező paratúltengés metszetképei, a mi annak a jele, hogy a paratúltengési csoportok egyes elemei megtartották lenticellaszerű individualitásukat (XII. tábla, 12—13. rajz kw_1 — kw_2 ; XIII. tábla, 16—17. rajz kw_1 — kw_2 ; XIV. tábla, 20. rajz x).

A XI. tábla, 9. rajz szerint a levélszín paratúltengésének a képződése nyilván a bőrsejtek utólagosan beálló s egy-két falazattal való oszlásával indul meg. A mikroszkop mélyebb beállítása mellett cuticularis foszlányok voltak láthatók (fig. cit. *cf*).

A levélszélről vett metszet XII. tábla 12. rajzán kw_1 viszont azt mutatja, hogy a paraszemölcs a maga egészében kifejlődhetik már a bőr alatt is, a nélkül, hogy a levélszín illető pontjának némi kidudorodásán kívül a szemölcsnek más nyoma mutatkoznék; a bőr cuticulája, a paraszemölcs kicsi körzetén belül, szinte ép, jóllehet maguk a bőrsejtek már a mállás tüneteit mutatják (idézett rajzen x), a pedig eleve elárulják azt, hogy e lenticellaszerű képletek keletkezése a kerületi bőrsejtek oszlásával együtt jár (XII. tábla, 12. rajz $e_1, 2-2$).

Akad példa arra, hogy az imént érintettem mállási folyamatnak elsősorban a bőrsejtek esnek áldozatul, miközben az elparásodó palissade-sejtek körvonalaikban még épek lehetnek (XII. tábla, 13. rajz kw_1). Végül ez utóbbiak is elmállanak (fig. cit. kw_2) és a paraszemölcsnek most már a szivacsparenchymába bemélyedő phellogenium hatására fokozatosan kitoluló kitöltő paraszöveve magával ragadja a szivacsparenchyma saját sklereidjeit is (XII. tábla, 12. rajz ask ; 13. rajz ask_2), esetleg a stelel együtt (XII. tábla, 13. rajz st).

Megtörténhetik, hogy a máris megoszlott bőrsejtek alatt rekeszelt palissade-sejtek vannak (XI. tábla, 9., 10. rajz p_2 — p_2) és ezek, a paratúltengés szövetvényes tömegében, hirtelenében olybá tűnhetnek föl, mintha a paraszemölcs képző (phellogenium) szövetéhez csatlakozott sejtek volnának (XII. tábla, 12. rajz p_2 ; XIV. tábla, 20. rajz p_2); holott úgy vélem, hogy a levélszín felőli paratúltengések fejlődésében a palissade-sejtek szerepe mindvégig passivus.

A paraszemölcsben azonfelül oly palissadesejteket észlelhe-

tünk, a melyek asszimilációs szerepe megszűnt, jóllehet alakilag épek, elparásodott falain belül, chlorophyllum helyett, csersavnemű s egyéb anyagok erősen elbarnult oly sejttartalmával, a mely bizonyára a sejtek teljes desorganisatióját idézi elő (XIII. tábla, 17. rajz *x*).

A phellogenium munkájának eredménye viszont a paraszemölcs, melynek szöveti tömege előbb-utóbb fölrepszti a bőr-s palissadesejtek barnás málladékát borító cuticulát is (XII. tábla, 12. rajz *x*, illetőleg kw_2 ; 13. rajz kw_1-kw_2).

Mindezeknek a fejlődéstani tüneteknek kapcsolatában fel kell tennem, hogy, miként a XIV. tábla, 20. rajz kw_1 esetében jeleztem, a paraszemölcsök iniciatívája a bőrszöveti sejtekben keresendő (XI. tábla, 9. rajz $e_{1,1-1-2}$). Erre vall a XI. tábla, 10. rajz meglehetősen bonyolult szöveti képe is, melyből azt vélem kiolvashatni, hogy a paraszemölcs képződése kezdetben a bőrszöveti sejtek 1—2 periklin falazattal való oszlásával indul meg, miközben az alattuk levő palissadesejtek falazata részben elparásodván, ezek zsugorodása mintegy magával rántja a velük kapcsolatos «gyűjtősejteket» is, a sklereidekkel együtt (id. rajz skm_2).

E fejlődéstani jelenségek a mellett szólnak, hogy a bőr- valamint a palissadesejteknek a paraszemölcs-képzésben való szerepe teljesen alárendelt, csupán átmeneti jelentőségű, legfeljebb arra jó, hogy bizonyos «alaktani kapcsolatot» létesítsenek a paraszemölcsbeli meristemához; erre jellemző példa a XIII. tábla, 17. rajz kw_1 .

Az epidermisnek még zárt burkán belül megeredő mállási processus (fig. cit. *x*) okát közelebbről nem ismerjük, de megállapíthatjuk róla azt, hogy egyfelől a palissade basisa, másfelől a bőrszövet cuticulája felé halad és a mire ez utóbbi felreped, palissadbeli roncsok egészben, avagy részlegesen még mindig észlelhetők (XII. tábla, 13. rajz kw_1 ; 12. rajz kw_2), miközben erősen felhalmozódnak a sötétbarna színükben feltűnő, csersavnemű s egyéb bomlasztó anyagok (XIII. tábla, 17. rajz *x*).

Mindezt azonban a paraszemölcs radialis sorokba illeszkedő «kitöltő szövete», a melynek phellogeniuma végül is a szivaesparenchyma sejtjei sorából kerül ki, kiselejtezi, úgy, hogy a paraszemölcs kifejlődött állapotában a málladék eltűnik (XIII. tábla,

16. rajz kw_2) s a krátterszerű mélyedésben legföljebb szöveti roncsok láthatók (XIV. tábla, 20. rajz kw_3).

A paraszemölcs kúpjának nagyobbodásával egymás után újabb s újabb palissade-sejtek küszöbölődnek ki, azaz tolatnak kifelé, a melyek functiójukat vesztetten foszlanak le a paratúltengés felületéről (XIII. tábla, 16. rajz kw_{2-3} ; XIV. tábla, 20. rajz kw_2).

Figyelmünket ezúttal, a BACHMANN-féle észleletek közül, főleg az *Ilex aquifolia* levélszinoldali paratúltengésének (idézett helyen közölt) 10. rajza költetheti föl azért, mert nagy a *Norantea Eötvösorum* XII. tábla, 13. s a XIV. tábla, 20. (x) rajzához fogható hasonlósága, a mit éppenséggel sem tulajdoníthatunk annak, hogy e paratúltengéseknek a levélhúsba való formális «behasadását» különösebben a paratúltengéseknek a palissade-dal való sajátlagos viszonya idézné elő (XIV. tábla, 20. rajz $p_2—kw_2$). Hisz «levélszinoldali paratúltengés» észlelhető a *Norantea cacabifera*-n is (XIII. tábla, 19. rajz), de más habitussal, a melynek előidézésében, nem lehetetlen, hogy viszont a palissade-sejteknek különösebb szerep jut (XIV. tábla, 22—23. rajz); az eleinte külön-külön való paraszemölcsök, utóbb s kifejezetten, parasávokká olvadnak össze a *N. cacabifera* levelén (XIII. tábla, 19. rajz; XIV. tábla, 21. rajz).

Az *Ilex aquifolia*-t illetően BACHMANN (id. h. 209. l.) úgy nyilatkozik, hogy a szóbanforgó paratúltengések nem igen emelkednek ki a levél színén, ám teljesen perforálhatják, tehát átlukaszthatják a levél lemezét.

És valóban a *Norantea Eötvösorum* paratúltengései sem igen emelkednek a levél színén túl, hatásuk inkább centripetalis, mert krátterszerű üregképzésüknél fogva is mindinkább mélyebben hatolnak be a levél mesophyllumába (XIII. tábla, 16. rajz; XIV. tábla, 20. rajz) és föltehetjük, hogy e képletek a lemezt végezetül formálisan átfúrják. Minthogy pedig a lenticellaszerű szemölcsök valóságos parasávokká folyhatnak össze, a perforatio eredményeként a lemezen oly folytonosságihiány állhat elő, a mely valósággal féregrágtá járhatnak tűnhetik föl.¹

¹ Herbariumi példányokon ilyesmi gyakran látható, minthogy a szárított növény leveleinek a lemezéből a parasávok «pora» ipso facto könnyen kihull.

A paratúltengési szövet sejtsorai concentrikusak, merőben elparásodott sejtjeik között a phellogeniumbeliek viszonylagosan a legtágasabbak, viszont legszűkebbek a már is foszladozott szélső pararéteg sejtjei.

Az epidermis felrepedésével keletkező mesophyllumbeli üregek voltaképpen csak a keresztmetszeti képeken tűnnek fel afféle «behasadásoknak», holott igazában ezek krátterszerűek, tölcésereik az *Ilex aquifolia*-éihoz (BACHMANN id. h. 10. rajz) képest jóval tágasabbak (XIII. tábla, 16. rajz kw_3).

A *Norantea Eötvsorum* szóban forgó paraképletei az *Ilex aquifolia* BACHMANN vázolta paratúltengéseit alakilag igen közel érintik; ezek fejlődéstanát illetően írja, egyebek között, BACHMANN, hogy «... végül a pallissade (sic!) -sejtek is tangentialisan oszlanak, a melyek, miután falazatuk teljesen elparásodott, utóbb desorganisálódnak».

A palissadenak a paratúltengésben való efféle részvételét, jóllehet például az XIV. tábla, 20. rajzán p_1 — p_2 pontja talán arra tendál, ez esetben végérvényesen nem merem állítani, bár — ez úttal csupán a *Norantea cacabifera* XIV. tábla 22—23. rajzaira utalván — sok szól mellette.

Az egyes histiológiai jelenségekből ugyanis bizvást arra következtethetek, hogy a *N. Eötvsorum* paratúltengéseinek óraüveg-szerűen bémélyedő phellogeniumja végigcsinálja azt a fejlődésmenetet, a mit BACHMANN, az *Ilex aquifolia* kapcsolatában ugyan, ám valamennyi levélbeli (fonák felőli) paratúltengés általános jellemzésére tüntetett föl idézett munkálata VIII. táblája 11. rajzának igen ügyesen megszerkesztett vonalrendszerével. Ez a vázlat ez úttal, egy levél színi belső paratúltengése fejlődésmenetének a jellemzésére, átrajzolandó volna, a mikor is kitünnék, hogy BACHMANN, a mikor az *Ilex* paratúltengésének kiképződésében a «palissadesejtek tangentialis oszlását» is észleli (id. h. 210. l. alulról 3. sorban), utóbb ugyanazoknak a szerepét, a már átrágódott paratúltengésben — végül — tagadja. BACHMANN (id. h. 211. l.-on) ugyanis azt mondja, hogy «... a phellogenium, stereometrikusan gondolván el, egy üveges cylinder formájában jelentkezik s ez alakjának a megtartásával, minthogy valamennyi sejt (a lemez felületére vonatkozottan) sugar-irányban oszlik,

egyenletesen halad tovább. Úgy látszik azonban, hogy a palissade ez alól gyakran kivételszámba megy, mert nem oszlik, mint hogy nagyságuk s irányuk a kész parasejtekkel már is megegyezik. Legalább is a paraszöveté átalakult palissadeparenchyma — összehasonlítván azokkal, a melyek távol amattól chlorophyllum-tartalmúak — sejtjei nagysága s alakja tekintetében mi különbséget sem árul el; közülök egyesek a levélfölülettel olykor parallel falakkal oszlanak.»

Ez utóbbi alatt nyilvánvalólag az eredetileg is rekeszelt palissade-sejtek értendők, a melyenek a vizsgáltam *Norantea*-esetekben vajmi gyakran észlelhetők (XI. tábla, 9—10. rajz p_2-p_2 ; XII. tábla, 12. rajz p_2 ; XIII. tábla, 16—17. rajz p_2-p_2 ; XIV. tábla, 20. rajz p_2). Ezek bizonyos «kipótlása» utólagosan megoszló palissadesejtekkel, legalább a *N. Eötvösorum* esetében, kétséges és a rendelkezésre álló egyetlen levél (s hozzá még herbariumi) anyagán a kérdés nem dönthető el.

3. *Norantea cacabifera* G. Don.

A vizsgálati anyag eredetét illetőleg is: olv. RICHTER A. idevágó közleményét a Math. és Természettud. Értesítő XXXIV. (1926.) köt. 852., s «A Marcgraviaceák néhány új alakjáról stb» czímen külön is megjelent kiadvány 54. s köv. II.-in.

A *N. cacabifera* ama példák sorába tartozik, a melyek levelei színén s fonákán a paratúltengésbeli sávok általában gyakoriak (XIII. tábla, 19. rajz; XIV. tábla, 21. rajz). Bár a vizsgálat czéljaira szolgáló herbariumi példányok éppenséggel sem voltak bőségesek, mind a mellett a berlini töredékes PAVON-féle példány (Guayaquil) két levelén, a BOISSIER-BARBEY (Chambésy)-gyűjtemény példányának meg éppen mindhárom levelén egyaránt sok a paratúltengés.

Lehet, hogy előbb a levél színén lépnek föl, mélyen berágódó s keskeny sávokként, mintha bogár-rágta, avagy hőütéstől keletkezett barna csíkok volnának a levél színén. Irányuk változó, söt, miként a XIII. tábla, 19. rajzán látható, keresztzeti a levél erezetét is, sokszor hosszú vonalon át.

A levél színén kívül a paratúltengések egyidejűleg a

fonákon is észlelhetők, a mire a berlini PAVON-félék szolgáltak jellemző példakul (XIV. tábla, 21. rajz).

Mind e paratúltengési sávok, avagy paramenetek nyilván ama paraszemölcsbeli pontok («lenticellák») utólagos egybeolvadásából keletkeznek, a melyek, sokszor párosával sorakozottan, itt-ott még láthatók (XIV. tábla, 21. rajz *kw*).

Végeredményben, keletkezettek legyen e parasávok akár a levél színén, akár a fonákán, a levél húsába annyira berágódhatnak, hogy a mesophyllum «érdekelt sejtjei» teljesen beszüntetik eredeti rendeltetésüket, — elparásodván, illetőleg a parasáv alkatelemeivé alakulván át, mint passiv elemek, utóbb elporladva: ki is hullhatnak. Innen van, hogy e parasávok helyén sokszor hasonló alakú folytonossághiány észlelhető a levél lemezében, a mit hirtelenében szintén bogár-rágásnak minősíthetnénk, — holott nem az.¹

A fonák-oldali paratúltengések fejlődésmenetének a sémájára egyébként teljesen ráillik a BACHMANN-féle fejtegetések kapcsán közölt VIII. tábla 11. rajza, minthogy a phellogenium többé-kevésbé katlankás rétege mind mélyebbre nyomul a levél húsába, végül a palissade rétegén is áttör, hogy azután — a kitöltő szövet alkotóinak kihullásával — egy-egy kisebb lyuk avagy sávszerű folytonossághiány keletkezzék, a szerint, a mint a paratúltengés mindvégig megmaradt a maga lenticella-szerű alakjában, avagy a lenticella-szerű paraszemölcsök utóbb sávokká olvadnak össze.

E parasávok lényegesen eltérnek a *Norantea Eötvösorum* levél-színoldali és *Bryozoon*-rajzolatú paravonulataitól. A makroskópice észlelhető eltérésnek megvan a maga alkattani alapja.

A *Norantea Eötvösorum* mesophyllumába kráter-szerűleg bemélyedő paratúltengések phellogeniuma megfelelően homorú, azaz a palissade alsó szintjéhez képest a szivacsparenchymába jó mélyen — katlankásan — beöblösödő (XII. tábla, 12—13. stb. rajz). Ennek azután az a következménye, hogy paratúltengései kúpoeskásan kiemelkedő szemölcsökként jelentkeznek a bőrszínén, az epidermis felhajlásával a palissade is

¹ Olv. ¹ jegyzetet 783. l-on alul.

kiemelkedik, mely utóbbinak részvétele a phellogeniumban legalább is kétséges (XII. tábla, 13. rajz *phl—phl*; XIII. tábla, 16. és 17. rajz *kw—phl₁*).

Nem úgy a *Norantea cacabifera*-n. Itt az a feltűnő, hogy a paratúltengés phellogeniuma bizonyos merevséggel a palissade alsó szintjéhez alkalmazkodik s hogy a phellogenium képzésében a palissade active vesz részt, hogy utóbb valamennyi tagjában — ismételtén beálló oszlásai következtében — a parasáv kitöltő s elparasodó szöveti alkatelemeivé alakuljon át. Mindezeket végül a szivacsparenchyma (quasi «gyűjtő») sejtjeiből képződő phellogenium tolja kifelé, mivel a paratúltengés meristemája sejt-rétegről sejt-rétegre hátrább helyeződik (XV. tábla, 25. rajz *phl*).

Ez adja fejlődéstani magyarázatát annak, hogy a míg a *N. Eötvösorum* paraszemölesei radialis sorainak irányvonalai egy, a bőrszövet szintje fölé eső pontba sugarasan convergálnak (XIV. tábla, 20. rajz *x*); addig a *N. cacabifera* parasávjának egy-egy parasejtsorából vonható irányvonalak párhuzamosan haladnak kifelé (XV. tábla, 24. rajz *x—x*).

Persze mindez a parasáv kitöltő szövetének a zömét illeti.

A szélek felé, hol a parasáv teljes fejlettsége mellett is, kezdeti sejtoszlások észlelhetők, főleg a palissade-sejteknek a paraképzésben való kezdeti részvétele miatt oldalt dülő parasejtsorok keletkeznek; ennek folytán a fölhasadt epidermis ívesen hajlik kifelé, de csak rövid vonalon (XIV. tábla, 22—23. rajz *ex—ex*; XV. tábla, 24. rajz *ex*).

A Boissier (Chambésy)-gyűjteményből való példány, mind a mellett, hogy igen fogyatékos, fölöttébb alkalmas volt a paratúltengés egynemely fejlődési állapotának tanulmányozására; ebből való a XIV. tábla 22. rajza is. Ezen látszik, hogy a palissade-ban, a rekeszelt palissade-sejttől függetlenül, egy oly antiklin választófal képződhetik, melynek eredménye egy hárommetszésű szelet (leány)-sejt (idézett rajz *p_{a-b}*). További oszlások útján, a melyben a kezdet kezdetén nyilván az epidermis is közreműködik (XIV. tábla, 22—23. rajz *es—es*; XV. tábla, 24. rajz *es*), keletkezik az a többé-kevésbé sárga-barna réteg, melynek (eleinte

apróbb sejtű) foszlányai mihamar lekerülnek a parasáv felületéről (idézett rajzon $x-x$).

A XIV. táblán a 23. rajz oly fejlődési állapot képét adja, a hol a palissade «előrehaladottabb részvételt» mutat a paratúltengés képzésében; hisz a p_2 -vel jelölt palissade-sejt, már a vele radialisan kapcsolatos sejtek szerves kapcsolatával is, eleve elárulja, hogy nem más, mint a 22. rajzon feltüntetett p_{a-b} palissade-sejtnék előrehaladottabb fejlődési stadiuma. Ellenben a vele szomszédos palissade-sejtekről (XIV. tábla, 23. rajz p_{3-6}) már nem igen állapítható meg, hogy közülök melyek az eredetileg «rekeszeltek» (XIV. tábla, 22. rajz p_2), — illetőleg, hogy a palissade-sejtek választófalai közül melyek (a paratúltengés érdekében) utóbb keletkezettek?

Valószínű, a sejtfa lak adott helyzetéből ítélve, hogy az idézett rajzon a p_3 és p_6 eredetileg is rekeszelt palissade-sejt volt s hogy a p_4 s p_5 az, a melyek (utóbb keletkező) rekeszfalai a paraképzéssel függnek össze. Kétségtelen azonban az, hogy a jelen esetben a palissade active is résztvesz a paratúltengés képzésében (XV. tábla, 24. rajz phl_1 és 25. rajz px).

A levél érhálózata semmi befolyással sincs a parasávok keletkezésére, a mi egyébként e parasávok mindama k. m. i képeiből kitűnik, a melyeken a metszés iránya a stelet hol keresztben, hol hosszában érte (XIV. tábla, 20. rajz st és XV. tábla, 25. rajz st). A XV. táblán a 24. rajz meg éppen arra jó példa, hogy a maguk szerkezetében egyébként szimmetriás képletek, tudniillik úgy a parasáv kitöltő szövettete egyfelől, másfelől a stele egymáshoz való topographiai helyzetükben viszont merőben asszimmetriásan is viselkedhetnek. Valaminthogy az utóbb megvastagodott falazatú sejtek (sklereidészkek) sem hátráltatják a paratúltengés kifejlődését (idézett rajzon skn).

Mindez természetszerűen befolyásolhatja a palissade kialakulását. Ennek sejtjei ugyanis eltörpülhetnek, elannyira, hogy nagyságukat a fölibük eső bőrsejtek kisebb-nagyobb mértékben meg is haladhatják (XV. tábla, 25. rajz e_1-p).¹ Ily esetekben

¹ RICHTER A., A Marcgraviaceae néhány új alakjáról stb. id. h. III. rész (és a külön kiadványban) XI. tábla, 71. rajz e_1-p_x .

könnyen elkerülheti a figyelmünket, hogy a palissade a paratúltengés phellogeniumához csatlakozik (XV. tábla, 24. rajz *phl*₁; 25. rajz *p—phl*).

A *Norantea cacabijera* levélhúsában nagy ritkán észlelhető sklereid, a mi itt-ott felbukkan, mechanikailag jelentéktelen.¹ A *Norantea*ak körében viszonylagosan terjedelmes lemez mechanikai megerősítésének a terhe ugyanis a stelek mindkétoldali hánacs-sarlóira hárul.²

Az edény-nyalábok végződéseinél tapasztalhatjuk, hogy az imént emlegetett törpe palissade-sejteken túl, hol a sklerenchymaköteg rájuk gyakorolt hatása megszűnik (XV. tábla, 25. rajz *bt*₁—*p*), — már is erőteljesen fejlődő paratúltengés zömében normális palissade-sejtek észlelhetők, a mi újabb jele annak, hogy a paratúltengés kitöltő szövetének sejtsorozatai a palissadeból is eredhetnek (XV. tábla, 25. rajz *px*). Hangoztatnom kell azonban, hogy a parasáv teljes kifejlődésében mindez csak kezdeti jelenség.

Keletkezzék a paratúltengés a lemez színén avagy fonákán, phellogeniumának az alapját — BACHMANN vizsgálatai is arra vezettek — mindig a szivacsparenchymában találjuk, a hol is az intercellularisok folytán laza sejtek a keletkező phellogenium irányában nyúlnak meg s lépnek egymással szorosabb kapcsolatba, és pedig, ugyancsak az intercellularisok teljes kizárásával, a phellogenium irányában. Az ilyformán kialakult meristemás zóna a paratúltengés ama phellogeniuma, a melynek functiója a paratúltengés zárt jellegű kitöltő szövetének a zömét eredményezi (XIV. tábla, 22. rajz *phl*; XV. tábla, 25. rajz *phl*). A fejlődés e pontján így van ez például a *N. Eötvösorum* alaktanilag némileg eltérő paratúltengéseinek phellogeniumában is (XII. tábla, 13. rajz *phl—phl*) és én, a BACHMANN-féle példák után úgy látom, hogy nyilvánvalólag ehhez hasonló eredményekre vezetnek majdan a későbbi vizsgálatok is.

Ez az a phellogenium, a mely rétegről-rétegre halad tovább, — a palissadefelőli paratúltengés esetében fokozatosan a fonák felé.

¹ RICHTER A. id. h. X. tábla, 68. rajz *sk*; XI. tábla, 71. rajz *askk*; 72. rajz *sk*.

² RICHTER A. id. h. X. tábla, 64. rajz *st*; XI. tábla, 71. rajz *bt*₁—*bt*₂.

A belőle eredő radialis sorok sejtjei általában a lemez irányában (tangentialisan) lapítottak, merőben vékony falúak s kivétel nélkül elparásodók; akad közöttük több olyan, a melyben raphidnyaláb van, avagy gödörkésen megvastagodott falazatukkal ütnek el a többitől; ez utóbbiakat én phellosklereideknek nevezem, értvén ezek alatt mindig a paratúltengés kitöltő szövetének brachysklereidjeit (XVI. tábla, 28. rajz *phsk*; 29. rajz *phsk*).

Úgy ezek, valamint a szivacsparenchymából paratúltengésbe jutó sklereidfészkek, a *N. cacabifera* paratúltengéseiben gyakoriaknak tetsző raphidnyalábokkal együtt, fokozatosan küszöböldnek ki s e tekintetben nincs különbség szín- avagy fonákoldali paratúltengés között (XV. tábla, 26—27. rajz *skn-1*; XVI. tábla, 29. rajz *kw₁*); ugyane sors éri a mesophyllum olyanra ritka valódi sklereidjeit is.¹

Ha a paratúltengés fejlődésmenetének a vázolásából mindazt elhagyjuk, a mit a palissade viselkedésére vonatkozólag fentebb kifejtettem, az elmondottakat kellene megismételnem a *N. cacabifera* fonákoldali paratúltengéseinek a jellemzésére is (XVI. tábla, 29. rajz). Felületi képük tekintetében alak-, sőt alkattani különbség sincs közöttük (XIII. tábla, 19. rajz; XIV. tábla, 21. rajz; XV. tábla, 27. rajz; XVI. tábla, 29. rajz).

A teljesen kifejlődött paratúltengések között az eltérés csupán topographiai jellegű.

Ezek keresztmetszetben való (a mikroskop alatt minden esetre feltűnő) szélességének a jellemzésére elég annyit megemlítenem, hogy egészen kifejlődött állapotukban a Z. Oc. 2. Ob. C-beli látóternek mintegy $1\frac{1}{2}$ -szeres átmérőjével egyenlő.

E paratúltengések szövettete, jóllehet sejtjei kivétel nélkül passive viselkedők, voltaképpen két rétegre differenciálódik. Ezek közül a külső átlag az epidermis vastagságával egyező, gyűrődött sejtroncsai sárgabarna színűek. Mindez, mintegy a lefoszlott bőrrendszer folytatásaként, nyilvánvalólag mechanikai funkciójában is pótolja a bőrrendszert, afféle hegesztő réteg gyanánt, a

¹ RICHTER A.: A Maregraviaceae néhány új alakjáról stb.; id. h. X. tábla, 68. rajz *sk*; XI. tábla, 72. rajz *sk*.

mely a felületi kopás arányában, az alatta levő szintelen kitöltő szövetből regenerálódik (XV. tábla, 26. rajz kw_2 — kw_1).

4. *Norantea oxystylis* BAILLON és *N. brasiliensis* CHOISY.

Vizsgálataim céljaira szolgált a bécsi udv. természettudományi múzeum növényt. oszt.-ban őrzött MANDON-féle (No. 793) példány, a mely, WITTMACK Fl. Brasil. l. c. 241. l.-on való idézeténél fogva is, hiteles.

A BAILLON-féle *Norantea*, jóllehet fonákoldali glandulái ugyancsak feltűnők, egyike azoknak a fajoknak, a melyek levélszerkezete, bifacialis alapon, a lehető legegyszerűbb (XVI. tábla, 30. rajz e_1 — p — sp — e_2). Itt-ott mélyen beöblösödő nyálkasejtek epidermis mucigera-ra vallanak (id. rajz n). Feltűnőbb azonban, hogy a palissade-sejtek gyakran rekeszeltek, a mi valószínű következménye annak, hogy a palissade-sejtek keskenyek s annyiival hosszabbak (idézett rajz p — p_2). Laza szivacsparenchymája, miként az egész mesophyllum, általában sklereidék nélkül való; sklereidére, mint mechanikai elemekre, nincs is ráutalva a *N. oxystylis* kisméretű ($4\frac{1}{2}$ —7 cm hosszú és 2— $3\frac{1}{2}$ cm széles) levele (XVI. tábla, 33—34. rajz), melynek bőrneműsége (fol. coriac.) egymagában elegendő mechanikai biztosíték. A sklereidészkek itt-ott mutatkozó kezdetei inkább phylogeniai jelentőségűek s éppenséggel sem idéznek elő különösebb változást ama paratúltengésekben, a melyeket igen szórványosan a *N. oxystylis* leveleinek a fonákán észlelhettem. Ez, például a *N. cacabifera* imént vázoltam phellosklereides paratúltengéseihez hasonlítva (XVI. tábla, 28—29. rajz), mindenesetre figyelemreméltó jelenség.

A paratúltengések makroszkopikus képe mind a mellett olyan, mint a *N. cacabifera*-é (XIV. tábla, 21. rajz); szöveti szerkezetében azonban a lehető legegyszerűbb formák egyike. Mintha volna valami összefüggés a levélszerkezetben mutatkozó igénytelenség s a paratúltengés vele járó szöveti egyszerűsége között (XVI. tábla, 30. rajz).

Phellogeniuma kiképzésében, úgy látszik, hogy nyomban a bőralatti szivacsparenchyma-sejtek vesznek részt,

minek folytán az epidermis csakhamar felreped s a nélkül, hogy sejtjei utólagos megoszlásával akárcsak kezdetileg is részt vett volna a paratúltengés képzésében; így van ez például a *N. sandiensis* esetében is (X. tábla, 6. rajz $kw_x - e_2$). A phellogenium kialakulása egyébként ugyanazokkal a jelenségekkel jár, a miket, BACHMANN hasonló megfigyeléseire való hivatkozással, fentebb már kifejtettem. Ehhez csupán annyit pótolnék, hogy a paratúltengés phellogeniumának kezdő sejtjei — XVII. tábla, 36. rajz $in - in$ (=initiale) — úgy látszik, hogy a szivacsparenchyma különböző mélységeiben erednek meg; sőt az sem tekinthető kizártnak, hogy, a mennyiben a kezdő sejt alatt nagyobb a sejtközi üreg (idézett rajz $i - i$), a phellogeniumbeli initiale képződése mélyebben megismétlődhetik (idézett rajz $in_1 - in_2$).

A phellogenium további viselkedése a BACHMANN-féle példakkal, avagy a *N. sandiensis*-ével egyező, — alkattanilag legfőljebb azzal a csekély eltéréssel, hogy ez a meristema, a *N. sandiensis* (XI. tábla, 8. rajz *phl*) példájához mérten, sokkal lapítottabban, tehát lankásan mélyed a szivacsparenchymába (XVI. tábla, 30. rajz *phl - phl*) és hogy a paratúltengés differenciálódó, külső s merőben elparásodott rétege, foszlányainál fogva, némileg a bőrrendszer fölé emelkedik (XVI. tábla, 30. rajz $kw - kw$).

Jód-jódkálium hatására a paratúltengés külső rétege még élesebben határolódik el és a nélkül, hogy a paratúltengés belső részlete legcsekélyebb mértékben megváltoznék; szintelen marad az azután is. Hasonló viselkedést tanúsít Sudan III-mal való kezelés mellett; tudniillik külső «kéregzónájában» mohón festődik meg pirosra (XVI. tábla, 30. rajz *b*), ellenben változatlan marad a paratúltengés belső részlete (idézett rajz *a*), a mi annak a jele, hogy a paratúltengésnek a maga egészében való elparásodása nem oly rohamos, mint például *N. sandiensis* esetében (X. tábla, 6. rajz; XI. tábla, 7. rajz). Ellenkezőleg; úgy látszik, hogy jelentékeny részletében a parasajték gyors fejlődését nem követi nyomon ugyane sejtek elparásodása. Ennek az elhatároló vonala tudniillik mindig éles, a mi a X. tábla, 6. rajz $kw_x - kw_x$ és XI. tábla, 7. rajz $kw_x - kw_x$ példáin eléggé jól kitünhetik.

Mint hogy a fonák felől: szivacsparenchymának átlag a

bőralatti második sejtsorában gyakoriak az olajcsöppek (XVI. tábla, 31. rajz *ol*); ezek, a mennyiben a paratúltengés-képződés zónájába kerülnek, a paraszövet további fejlődésével, a sklereidék fentebb adott analógiái szerint (XI. tábla, 7—8. rajz *fr—sk—sk* stb), utóbb ki is küszöbölődhetnek (XVI. tábla, 32. rajz *ol—ol*); különben még raphidok sem zavarják a kitöltő szövet egyöntetű, mondhatnám, hogy szövettanilag teljesen «egyhangú» képét (XVI. tábla, 30. rajz *kw—ab—kw*).

Hogy mindezeknek elbarnuló parás zónája, a benne nyilvánvalólag \pm felhalmozódó cseresavas anyagoknál fogva is, ellenállási képességében fokozódik, egyéb *Norantea*-példában is észlelhető általános jelenség. Elvégre a helyében elpusztult «bőrrendszer» pótlására hivatott s ez a helyettesítés, zárt jellegű szövete-nél fogva, radikális jellegű, mivelhogy myceliumok behatolására a légzőnyílások tudvalevőleg sokszor nyitnak kaput. Myceliumot pedig gyakran észleltem a Marcgraviaceák mesophyllumában, de éppenséggel sem paratúltengésekkel egyidejűleg, — és ez talán figyelmet érdemlő észrevétel, már a mennyiben hitelt adhatunk annak a feltevésnek, hogy a levéllemez különböző paraképződményei egyenesen arra szolgálnak, hogy megakadályozzák a gombafonalak behatolását.

A *N. oxystilis* levelein azonkívül «parasávszerű repedéseket» is észleltem (XVI. tábla 33—34. rajz). Ezek természetére vonatkozólag, a *Marcgravia rectiflora* hasonló példájára való hivatkozással (X. tábla, 1. rajz *rp*), már a bevezetésben nyilatkoztam. A fonákoldali repedési vonalak a mesophyllumban ugyanazt a mikroszkopiumi képet mutatják, a mit a X. tábla, 2. rajzán tüntettem föl.

Lehet, hogy a sejtnedvek túlhajtott felhalmozódásától előidézett «szöveti feszültség» idéz elő hasonló tüneteket¹ a bőr

¹ E föltevésem helyessége, 1917. évi *Peperomia*-tanulmányaim folyamán s egy véletlen incidens következtében, beigazolódtott. A mennyiben a széniesség lehetetlenné nem teszi, végrehajtom az idevágó vizsgálatokat, hogy az ekként kapcsolatba hozható jelenség physiological okait, az összehasonlító alkattan alapján, a tek. Akadémia egyik ülésén részletesebben ki is fejthessem. R. A. 1917. XII. 9.

színén is (XVI. tábla, 34. rajz *rp*), a melynek k. m.-i képe csupán a palissade formalis behasadására mutat, a nélkül, hogy például Sudan III-mal jelződő elparásodásra, avagy valamely hegesztőszövet fejlődésére nyom mutatkoznék. Némi elparásodás talán utóbb beáll, de valószínűbb, hogy csupán szöveti roncsok azok, a melyek a levélszövet többi ép részét a további romlástól, úgy a hogy, megóvják (XVII. tábla, 35. rajz).

Hasonló jelenséget észleltem a *Norantea brasiliensis* CHOISY hiteles példányának egyik levele színén,¹ a hol is a repedési irányvonalak a felületen sárgabarna színűek, a XVII. tábla 37. rajzából kitetszőleg a lemezen meglehetősen bizarr alakulatok, a melyek keresztmetszeteken való tanulmányozása, a repedések okát illetőleg, úgy látszik, hogy némi tanulsággal jár.

WITTMACK, a Marcgraviaceáknak a Flora Brasiliensis (Fasc. LXXXI)-ben adott leírásában nem szól arról, hogy a *N. brasiliensis* levelei bőrneműek volnának, a mint hogy e *Norantea* levelei, vékony húsuknál (mesophyllum) fogva, valóban valódi sklereidok nélkül valók; csupán itt-ott a szívacsparenchymában láthatók sklereidfészkek. A mesophyllum viszonylagos szegénységével szemben annival feltűnőbb a mindkét felőli «epidermis mucigera», melynek a palissadeba öblösödő sejtjei, főleg a felső bőrben, uralkodó elemek (XVII. tábla, 38—39. rajz e_1-n-n , e_2-n-n). E részletek tájékán észleltem azt, hogy a felső bőr, még mielőtt cuticulájában felszakadna, némileg kidomborodhátik, nyilván s első sorban a nyálkasejtekben felhalmozott víz okozta turgor következtében (XVII. tábla, 38. rajz rp_1). A még ép cuticula alatt a bőrrendszer elszakad a palissade-rétegtől s mállódó sejtjeinél s a többé-kevésbé felgyülemelő csersavas anyagoknál fogva (a miben a palissade különben is gazdag), csupán a levélszinen megeredő sárga-barna vonalas folt jelzi a sejtek corrosiós folyamatát és én nem is tudom elképzelni, hogy mi egyéb tölthetné ki a keletkező üreget, ha nem a sejt-nedv fölöslege, a melynek nyomására végre enged a mállódó epidermis s felreped (XVII. tábla, 39. rajz rp_2).

¹ *Norantea brasiliensis* CHOISY. — Brasilia, in prov. Pernambuco, GARDNER: No. 942. In fl. Brasil. I. c. — Ex herb. Mus. Palat. Vindob.

A nélkül, hogy a sejtek roncsainál egyéb jelenségeket (például phellogenium-képzést, hegesztő szövetet) észlelhettünk, halad ez a mesophyllumba való behasadás tovább (idézett rajz *rp*₃), végeredményében azzal a képpel, a mit a *N. oxystylis*-re vonatkozottan a XVII. táblán a 35. rajz feltüntet.

A repedési sáv kiszélesedése jelenti, a levélszinen, a palissade-réteg nagyobb részletének pusztulását, roncsai elszáradásával keletkezik e sávok barnasárga színe, a mi a sötétén zöld leveleken, még száraz állapotban is, élénken elűt.

A *N. brasiliensis* «tocajai» példányán¹ találtam egy levelet, a melynek fonákán sajtyszerűen hurkolódó barnás sáv volt a feltűnő (XVII. tábla, 40. rajz). Mesophyllumbeli folytonossághiány nyoma ez is, a mely keresztmetszetében lényegileg a 39. rajzra emlékeztet, azzal a természetyszerű eltéréssel, hogy az ugyanoly módon felhajló s felszakadt epidermis alatt a szöveti roncsolódás, a palissade helyett, a szivacsparenchyma szövetét érinti, miként a *Marcgravia rectiflora* vázoltam esetében (X. tábla, 2. rajz *rp*).

5. *Norantea Uleana* PILGER.

E. ULE: Herbarium Brasiliense. Amazonas-Expedition. No. 6336. Epiphytischer Strauch. Bl. grünlich, Wald des Cumbasso 600 m. Peru, Departamento Loreto. Januar, 1903. = *Norantea Uleana* PILGER n. sp. in herb. Mus. Botan. Berlin. 1904!

Mindamellett, hogy szorosan nem a czimben megjelölt tárgy főtételéhez tartozik, a *N. brasiliensis* imént ismertetett sajátos jelenségei kapcsán helyénvalónak tartom, hogy a bevezető sorokban érintett *Norantea Uleana* eredetije egynémely levelének oly képleteiről emlékezzem meg, a melyek esetleg «paratúltengési gyanúra» szolgáltatathatnának okot, holott nem azok.

A merőben ép példány néhány levelén ugyanis feltűnt előttem, hogy a szinen, valamint a fonákon számos, többékevésbé ovális folt látható, a melyek szembetűnőleg nagyok, körvonalukban szabályosak, sokszor fekete-barna szegélylyel és

¹ *Norantea brasiliensis* CHOISY, teste WITTMACK in Herb. Mus. Palat. Vindob. — Tocaja, Buraio, Saguarema Brasiliæ. MIKAN. In Fl. Brasil. l. c.

e szegélyből mintegy diffundálódó kisebb-nagyobb «színes udvar»-ral (XIX. tábla, 55—56. rajz). Ez a lilaszínbe játszó «színes udvar» a zöld alapszínen erősen pigmentálódott is lehet (XIX. tábla, 55. rajz *g*), avagy olyan, melynek «udvara» nincs (idézett rajz *a*). Ez «udvarok» élesebben határolódott körvonala elütőbb a levél élénkebben zöldelő «színén», semmint annak a «fonákán», hol az elmosódó körvonalú s halaványabb színezetű «udvar» alapján egy-egy ily képlet annyival hasonlóbbá lehet egy oly *Norantea* fonákoldali glanduláihoz, a melyek nagyságuknál fogva az illető fajra jellegzők (*N. droseriformis*). Az említettem színes foltok viszont a levél mindkét oldalán gyakoriak, valódi glandulákkal vegyesen a lemez fonákán is (XX. tábla, 64. rajz).

A *N. Uleana* glanduláinak mikroszkópiummal észlelhető szerkezete emlékeztethet ugyan a *N. sandiensis*, *macrostoma*, avagy a *droseriformis* glanduláira (XXI. tábla, 71. rajz), — külalaktanilag azonban amazoktól, az imént érintett «pigment-udvaros» képletektől pedig azonfelül szerkezetileg is jelentősen eltér.

A fentnevezett *Noranteák* glandulái szembeötlően nagyok (X. tábla, 5. rajz *gl*; XIII. tábla, 18. rajz *gl*), ellenben rajzolatilag hüen ki sem fejezhetőleg kicsinyek, aprón feketélő, mintegy a levélhúsba «behasadó» pontok, avagy «komma»-szerű vonások a *N. Uleana* glandulái; ezekre, a PILGER adta leírásnál,¹ találobb WITTMACK (Fl. Bras. l. c. p. 215—16) a «puncturas insectorum imitantes» szókkal kifejezett jellemzése (XX. tábla, 64. rajz *gl*).

PILGER e «hydatodusai» (helyesen: hydathodus), akár a nagyok, voltaképpen jellemző szerkezetű glandulák. A keresztmetszeten mindig feltűnő, vagyis sajátosan előugró «nyulványain» belül egy többé-kevésbé kiszélesedő «glandularis» üreg képződik² (kételkedem abban, hogy a *carodomatium* os czélzat-

¹ «... hydatodis (sic!) subtus satis parvulis sed distinctissimis, utroque latere in regione versus marginem crebre dispersis» In PILGER: Beitr. zur Flora der Hylaea nach den Samlungen von E. ULE. — Verh. der Botan. Ver. Prov. Brandenb. Jahrg. 47 (1905—06.) p. 155.

² Ez a glandularis üreg lehet a maga kiterjedésének körvonalában kerekded, avagy — ha még olyan kicsinyek is a glandulák, mint a *N. Uleana*-éi — hosszant erősen megnyúltak; ez utóbbiak azok, a melyeket

tal, különben) regularis (úgy lehet, hogy secernáló) epidermis-szel kibélelten, a melyen túl — nyilván fiatalkori állapotban, de máris sklerenchymától körülfogottan — egy bizonyos (talán nectariumot?) «kiválasztó réteg» rendszerint jól megkülönböztethető (XXI. tábla, 71—72 rajz $x-x$, $gv-gsk$).

Egészen más és hihetőleg semmi különösebb biológiai jelentőséggel sem bíró képletek a *N. Uleana* makroszkopice «glandula-utánzó» képletei. Ezek a keresztmetszetben, legalább a száraz anyag utólagos fellágyítása s Eau de Javelle-lel való kezelése után, jobbadán a *N. brasiliensis* XVII. tábla, 38—39. rajzaira emlékeztetnek, hihetőleg az epidermisek alatt végbemenő szöveti corrosio tekintetében is (38. rajz rp_1 és XIX. tábla, 57. rajz rp).

A *N. Uleana* e «glandula-utánzó» képletei tehát mikroszkopice hasonlítanak a *N. brasiliensis* «parasáv-utánzó» mesophyllumbeli berepedéseihez (XVII. tábla, 37. rajz rp), — jóllehet amazok *Gloeocapsa*-képűek, főleg a levélszinen igen szembetűnő «udvar»-ral, a melynek keretén belül esetleg több ily képlet «magja» is észlelhető (XIX. tábla, 55. rajz mg in $d-e-f$; 56. rajz).

Egy ilyennek a keresztmetszetét tüntetem föl a XIX. tábla 57. vázlatos rajzán. Ebben az esetben az epidermis kidomborodása s utóbb felrepedése azokra a jelenségekre vezethető vissza, a melyeket a XVII. tábla 38—39. rajzaival kapcsolatosan már kifejtettem, — talán azzal az egyetlen eltéréssel, hogy a «circumscriptus udvar» főleg cseszavnemű anyagok erősen fekete-barna tömegekben való felhalmozódásából ered, úgy az epidermis, valamint a palissade és a szivacsparenchyma ama zónáiban (XIX. tábla, 57. rajz $x-x-x-x$), a melyek együttes hatásaként mutatkoznak a mindig szöveti romlással járó képletek többé-kevésbé feketélő «udvarai» (XIX. tábla, 55—56. rajz $u-u$).

«komma»-szerű glanduláknak nevezek. Hosszanti átmérőben való vázlatos átmetszeti képét a XXI. tábla 72. rajzában tüntetem föl, megjegyezvén, hogy például ugyanennek a glandularis üreg rövidebb átmérőjében való metszete viszont a 71. rajz képét adja, jelölül annak, hogy a glandulák nyúlt alakja mitsém változtat a szöveti szerkezeten.

Mi idézi elő ezek képződését? kérdés, melyre talán csakis az élő növényen megejtett vizsgálat adhatná meg a választ.

Az erősen felgyülemelő festőanyagok sötét alapjában esetleg ott lehetjük az egész stelét, — a sötét alapból elővilloghatnak a librosklereidek (mintegy a háncs-sejtekre emlékeztető) keresztmetszetei is, a *N. Uleana* leveleiben úgy látszik eléggé gyakori styloïdkristályok tömegével együtt (XIX. tábla, 57. ábra *lsk—st—sd*).

Ezekben a képletekben paraképzéshez fogható folyamatnak semmi nyoma sincs.

Ellenben, még mielőtt a szöveti *corrosio* az epidermis kidomborodásával megindulna (XIX. tábla, 57. rajz *rp*), észlelhetjük azt a mindenesetre jellemző tünetet, hogy a még látszólag ép levélszövetben már is megindult az «udvart» (XIX. tábla 55—56. rajz *u—u*) képező szöveti zónák erőteljes elbarnulása (XIX. tábla, 58. rajz *x—x—x—x*). Ennek epidermis-szerinti vonulatában a középső szakasz hirtelen világosabbá lehet, alatta változatlanul fekete-barna palissade-sejtekkel; e combinatióból (XIX. tábla. 58. rajz *x₂—p*) keletkezhetnek itt-ott a szóbanforgó (*Gloeocapsa*-szerű) képletek központi «magvai» (XIX. tábla, 55. rajz *mg—mg*).

Egyébként nincs különbség a levélszín és fonák e képletei között, annyival kevésbé, mert a teljesen kifejlődtek volta-képpen úgy a színen, mint a fonákon coïncidálnak, tehát — «udvaraik» mindkét felől ugyanazoknak a szöveti zónáknak elbarnulásából származván (XIX. tábla, 57—58. rajz *x—x—x—x*) — valósággal egymás tükörképei.

6. *Norantea anomala* HBK.

Plantae Bolivianae, a MIGUEL BANG lectae. Ex Herbaris Collegii Columbiae, a N. L. BRITTON et H. H. RUSBY distributæ. No. 1194. Espirito Santo.

Vizsgálataim céljaira a BANG gyűjtötte példányok szolgáltak, a melyek megvannak Bécs és Berlin herbariumaiban. Levelei, a melyek megfelelnek HUMBOLDT-BONPL.-KUNTHÉK képének (Nov. Gen. VII. 218. t. 647 bis), valóban papirosvékonyságúak («folia ...

papyracea» in WITTMACK Fl. Brasil. l. c. p. 240). Ennek megfelelőleg a levél szerkezete is a bifacialis szerkezet legegyszerűbb formája, úgynevezett epidermis mucigera-val. (XVII. tábla 41. rajz). A különben is vékony mesophyllum lazaságát, a szivacs-parenchymában gyakori sejtközi üregeken kívül, főleg a színoldali bőr nyálkasejtjei fokozzák azáltal, hogy a palissadeba való nagy beöblösödéseikkel a palissade szokott tömörségét is csökkentik (XVII. tábla, 43. rajz e_1-n-n).

A lemez nagy arányai folytán ez a *Norantea* a nagylevelű *Noranteák* közül való s hirtelenében meglepő a valódi sklereidek teljes hiánya, a mit a Marcgraviaceák körén belül csakis a levélhús (mesophyllum) csekélységével lehet megmagyarázni. Ezek helyett annyival gyakoribbak a sklereidfészkek, a melyek vezető szerepe mellett szól az a körülmény, hogy közöttük típusos példák akadnak az úgynevezett palissade-alátámasztás dokumentálására is (XVII. tábla, 41. rajz, *skn*).¹

Ezt a rövid szövettani vázlatot előre kellett bocsájtanom, már e *Norantea* levélszínoldali paratúltengései való képének helyes értékelése és a többi *Norantea* hasonló képleteivel szemben fennálló eltérésének kellő kiemelése okából is.

A *N. anomala* levélszínén talált paratúltengések fejlődéstanilag ugyanis alighanem a nehezebben megfejthető példák közé tartoznak. A lemezen, úgy, a hogy a száraz példákon láttam, valóban bogár-rágástól² eredő sávoknak tűnhetnek fel, a melyek iránya a levél alig előtűnő erezetétől független (XVIII. tábla, 44. rajz *kw*). Egy ily sáv keresztmetszetét tünteti föl a maga egészében a XVIII. táblán a 45. rajz.

Ennek általános képe egyszerismind igazolja azt, hogy a metszés eltérő irányai mellett is a levélszövet általános képe ezúttal mindig ugyanaz (XVII. tábla, 41. rajz és XVIII. tábla, 45. rajz).

Paratúltengéseit illetőleg meg kell elégednem a berlini

¹ Math. és Természettud. Ért. XXXIV. (1916.) köt. 852. l., XXXV. (1917.) köt. 171. l. stb.

² Bogár = insectum! olv. Math. és Természettud. Ért. XXXIII. (1915.) köt. 464. l. sub ¹ megjegyzést.

gyűjtemény ama példányával, a melynek egyik levelén véletlenül akadtam rá a paratültengések kész állapotára. Egy ilyennek a keresztmetszetén a «lenticella»-szerű képződmény Sudan III-mal kezelten, szinte rögtönösen, két, illetőleg három részre tagolódik. Közülök az egyik, tudniillik az, a mely a paratültengésen kívül rekedő s szintelenül maradó mesophyllumbeli részlet, szorosán nem is tartozik a paratültengéshez, de megmaradásával, a paratültengés képeinek mintegy tartozékaként, mintha a paratültengés jellemző alkotójává válnék (XVIII. tábla, 45. rajz).

A paratültengés voltaképpen szövetteste katlankásan mélyed a mesophyllumba, melynek zöme ott, a hol fellép, mihamar áldozatul is esik. E képlet kitöltő szövete Sudan III-mal való kezelésre, rövidesen két oly rétegre differenciálódik, a melyek közül a külső, az élénken megfestődő, mintegy a bőrrendszer folytatásaként mélyed a mesophyllumba, akár például a *N. cacabifera* esetében (XV. tábla, 26. rajz kw_2). Kettőjük között (talán fajlagosan is?) az a különbség, hogy a míg a *N. cacabifera* jelzettem külső zónája, a maga teljesen elparásodott sejtrétegeivel, szinte egy színvonalon van az epidermisszel, miáltal a mesophyllumból kiküszöbölődő elemek természetesen csakhamar letakarodnak a paratültengés felületéről (XV. tábla 24. rajz); addig a *N. anomala* csekély húsú levelébe mélyen és úgylátszik, hogy gyorsan berágódó paratültengés felületén egy oly homorú barázda alakul ki, a melyben — sorozatos s a paratültengés kész állapotából készített metszetek képeiből vont következtetés szerint — a mesophyllumnak a paratültengéstől mintegy kivájt (avagy kimetszett) darabja még jó sokáig, talán mindvégig is megmarad, persze mint afféle hullarész, melynek élettanilag hivatása többé nincs (XVIII. tábla, 45. rajz $sp_x - px$).

E részlet tüzetesebb szemlélete több kérdést vet föl, a melyek mindegyikére csakis az élő növényen megejthető fejlődéstani vizsgálat lehetősége adhatná meg a pontos választ; így például arra, hogy miként is volna megmagyarázható az a feltűnő eltérés, a mely a még élő s a kirekesztett palisádesejtek különböző nagyságában mutatkozik?

Ellenben az, hogy a mesophyllum kiküszöbölődő szivacsparenchymás részletében edény-nyalábok nyomai láthatók, arra

vall, hogy a paratúltengés phellogeniumának kezdő (initialis) sejtjei azon módon az eleven szivacsparenchyma mélyében erednek meg, mert csakis ez úton eshetik meg a mesophyllumbeli kettős réteg oly jelentékeny darabjának formális kimetszése az anyagsere forgalmából.

Lehetséges, hogy e paratúltengés kezdeti fejlődésében, a képlet pereme felől, néhány oszlással részt vesz az epidermis (XVIII. tábla, 45. rajz *es*), sőt a palissade (?) is, talán olyanformán, a mint azt a XIV. tábla 22—23. rajzainak kapcsolatában a *N. cacabifera*-nál fentebb kifejtettem. A teljesen kifejlődött paratúltengés kitöltő szövetének szélső radialis sejtsora azonban olybá tűnik föl, mintha belőle eredő sejtsorozat volna a kirekesztett palissade-sor is; sejtjei alak és nagyságra nézve tudniillik olyanok, mintha e szélső parasejtsor természetes fejlődésadta sorozatai volnának (XVIII. tábla, 45. rajz $kw_2 - px$).

Némi utánjárásra kitűnik, hogy a paratúltengés mentén a palissade rétege a kitöltő szövet felé fokozatosan elkeskenyedik (XVII. tábla, 43. rajz *p*), elannyira, hogy a merőben elparásodott perem sejtbeli egyvelegében e palissade és a paratúltengéstől kirekesztett mesophyllum palissadeja között a direct összefüggés utóbb meg is szakad; innen ered a fentebb vázolt csalóka kép a XVIII. tábla, 45. rajz $kw_2 - px$ esetében, — holott a paratúltengés környezetében eltörpülő palissade-sejtek (XVII. tábla, 43. rajz *p*) és a paratúltengéstől kiszelt palissade mindvégig törpe sejtjei alakilag azonosak (XVII. tábla, 42. rajz *p*); ezek genetikai összefüggését a kevésbé előrehaladott fejlődésbeli stadiumokon eléggé jól konstatálhatjuk.

A phellogeniumnak a mindenképpen laza, számos intercellularisoktól meg-megszakgatott s hozzá még vékony rétegű szivacsparenchymában való kiképződése bizonyára nem eshetik meg oly könnyen, mint például a *N. oaxystilis* bőrnemű levelében; kezdő sejtjeinek meristemás zónába való egybefűződését azonban bizonyára olyan jelenségek kísérik, a melyekről, a BACHMANN-tól eredő megfigyelésekkel együtt, fentebb részletesen megemlékeztem volt (XVII. tábla, 36. rajz). Az abból eredő s ez esetben is minden intercellularist kizáró sejtek elparásodása csak utóbb áll be; miért is a *N. anomala* paratúltengéseinek a Sudan

III-mal még szembetűnőbb differenciálódása: egy belső, vagyis a phellogeniummal közvetlen s szintelen, illetőleg egy másik s külső zónára, — a kép változatosságát annyiban emeli, hogy a rózsapirosra festett külső zónán túl rendszerint ott találjuk, a bőr maradványaival együtt, a mesophyllum szintelenül maradó roncsait is (XVIII. tábla, 45. rajz $e_{1x}-px-sp_x$).

A stelék, esetleg többes számukban sem akadályozzák a paratúltengés kifejlődését. Leptomás részletük belejut a paratúltengés Sudan III-ra is szintelen zónájába, melynek «ágya», a szivacsparenchyma felől némileg collenchymatice megvastagodott falazatú sejtjeivel, még élesebb ellentétbe jut a vékonyfalú s merőben elparásodott zónával (XVII. tábla, 42. rajz $cl-kw_1-kw_2$; XVIII. tábla, 45 $cl-kw_1-kw_2$).

7. *Norantea guianensis* AUBL.

Tobago, West Indies 4061. sz. a. kiadott példány (collector BROADWAY, 5. VIII. 1910)¹ két levelének a felső részén különböző rajzolatú paratúltengéseket észleltem, ám azzal a közös tulajdonsággal, hogy helyükön, a mesophyllum szemmel látható el-sorvadása következtében, horpadások mutatkoznak (XII. tábla, 14a—b rajz). Keresztmetszeteiken csakugyan az epidermis folytonossághiánya helyén csupán foszlányok vannak, a melyek a már kifejlődött paratúltengés részéről egyszersmind a kitöltő szövet roncsai (XVIII. tábla, 46. rajz x).

A bőrneműen vastag leveleket mindkét oldalon vastag cuticula borítja. A vastag mesophyllum, az egyszerű bifacialis szerkezeten kívül, különösebb szövettani sajátosságot nem tüntet fel, ha csak feltűnő jelenségnek nem tartjuk azt, hogy egy vastag s nagyobb méretű Marcgraviacea-levél, mint a milyen a *N. guianensis*-é, nélkülözheti a valódi sklereideket. Ezek helyett, helylyel-közzel astrosklereid-kezdetekkel, sklereidfészkek a gyakoriak, a melyek a paratúltengés ágyát alkotó szivacsparenchymában eo ipso ott lelhetők (XVIII. tábla, 46. rajz skn ; XIX. tábla, 50. rajz skn).

¹ A M. N. Múzeum növénytári osztályának a gyűjteményében.

Az egész képlet némileg a *Norantea cacabifera* paratúltengésének a XV. tábla 24. rajzában adott általános képéhez hasonlít, főleg a tekintetben, hogy a palissade-rétegnek a paratúltengés felé való összehúzódása mellett is, jóllehet nagy a szélessége, igen lankásan mélyed a szivacsparenchymába, a mit a XVIII. tábla 46. rajzában adott «felerész» tükörképének hozzáadásával képzletben is megkonstruálhatunk.

Az idézett rajzból kitetszőleg valószínű, hogy a paratúltengés képzésében kezdetileg, a bőrszövet néhány sejttjével együtt, részt vesz a palissade is. A még ép, bár törpe palissade fölött ugyanis több sejtrétegű paratúltengésbeli részlet látható, a mely, a palissade részvételével, csakis a bőrszövetből eredhetett (XVIII. tábla, 46. rajz $x-p_x$).

Hogy ez így van, még inkább meggyőzhet bennünket a XIX. tábla 51. rajza, a mely a XII. tábla, 14b rajz szerinti paratúltengés kezdeti fejlődéséből vettetett. A lenticellaserűen bemélyedő paratúltengés alatt a palissade a maga folytonosságában még nem szakadt meg, sőt konstatalható, hogy közvetlen a paratúltengés alatti s máris eltörpülő palissade-sejtek a bennük észlelhető (fali fekvésükben ismeretes helyzetű) chloroplastisaik révén nyilván élénken asszimiláltak is; mindamellott fölöttük máris egy teljesen elparásodott kis szövettest keletkezhetett, a mely a fent vázoltam eredetre vall (XIX. tábla, 51 rajz kw_1).

Legjellemzőbbnek tartom azonban azt, hogy a *N. guianensis* paratúltengéseiben, a folytonosságában megszakadt epidermisszel egy szinten, vajmi gyakoriak az eltörpülő palissade-sejtekből alakult sorozatok (XVIII. tábla, 47. rajz $p-p_x$), akár a *N. anomala* vékonyhúsú leveleiben (XVIII. tábla, 45. rajz $p-l_x$).

A sötétbarna csersavnemű anyagokkal telt palissade, a Sudan III-mal élénken megfestődő paratúltengési zónán túl (XVIII. tábla, 47. rajz kw_x-kw_1), nagyon elütő színezeténél fogva feltűnő, — nemkülönben a paratúltengés ágyának ugyancsak csersavas anyagokkal telített zónája (idézett rajzon kw_2); ez utóbbi, főleg ha sklereidészkek nem zavarják meg szöveti egyöntetűségét, utóbbi obliterálódhatik is (XVIII. tábla, 48. rajz kw_2).

A paratúltengés fejlődésének természetszerű következménye, hogy az eleinte sötét-barna, utóbb kirekesztett törpe palissade-

sejtek elhalnak, majd elszíntelenednek, közöttük az összefüggés meg-megszakad. Ámde még ily előrehaladott fejlődési állapotban is fel lehet ismerni, hogy a pusztuló s a cersavas anyagoktól még sötétbarna palissade-sejtek genetikai kapcsolatban vannak egymással (XVIII. tábla, 47. rajz $p-p_x$).

Ebben a tekintetben, valamint a paratúltengés egész fejlődés-menete szempontjából tanulságosnak tartom a XIX. tábla 52. rajzának részletesebb kifejtését.

Már a XIX. tábla 51. rajzán feltűnhetett, hogy a még «palissade-fölötti» paratúltengés alatt egy csoport oly palissade-sejtet láthatunk, a mely némileg megvastagodott falazatánál, illetőleg a sejtfalakon észlelhető gödörkéknél fogva a palosklereidek¹ kezdeményei gyanánt tekintendők. Ez a metszet a XII. tábla 14b rajz szerinti parasávból vétel, melyről nyomban megjegyzem, hogy eltérő makroszkopikus képe ellenére is alkattanilag a XII. tábla 14a-ban rajzolt parasávokkal egyező.

Ugyane sávból készített sorozatos készítmények egyikéből való az 52. rajz, a melyen mintegy megismétlődik az 51. rajzban adott «lenticella»-szerű paratúltengés, palosklereid-kezdetivel együtt (ffg. ceit. kw_1-kw_1), ámde az 52. rajzból kitetszőleg az x_1 pontban már megszakított palissade-réteggel, a hol is — mintegy másodlagos jelenségként — a szivacsparenchymából megeredő phellogenium kezdte meg a maga munkáját (52. rajz *phl*). Ez a phellogenium, az általa produkált kitöltő szövettel (idézett rajzon kw), oldalt zsugorítja a palissade néhány sejtjét (x_1-x_2) és a mint hova-tovább jobban kifejlődik, az idézett rajzon a p_2-p_x -szel megjelölt palissadesor XVIII. tábla, 47. rajz x pontján — utóbb megszakad. Ilyenkor állhat elő olyan paratúltengési kép, mintha a p_x -szel jelölt, egyébként elhaló sejtekből való palissade topographiailag a bórszövet felől eredne (XVIII. tábla, 47. rajz p_x-e_1).

A paratúltengés e kétféle eredésű kitöltő szövete, a sejtek elparásodása tekintetében voltaképpen egyként viselkedik, elannyira, hogy a palissade-fölötti (elsődleges eredésű) kitöltő

¹ Math. és Természettud. Értesítő XXXIV. (1916.) köt. 571. l-on alul ¹ jegyzetben.

paraszövet sejtjeinek radialis rendezettsége épp úgy konstatálható (XIX. tábla, 53. rajz kw_1), mint a kitöltő paraszövetnek a szivacs-parenchymából másodlagosan keletkező szövettetésében (XVIII. tábla, 46—47. rajz kw_2); Sudan III-mal mindkettő, egyöntetű szövettésként, élénk skarlátpirosra festődik (XIX. tábla, 52. rajz kw_1+kw). Vele szemben azután, a megszakadt palissade-réteg alsó (fig. cit. p_2-psk), illetőleg felső tractusa (fig. cit. p_x), a maga citromsárga színében, annyival feltünőbb.¹

Végül megjegyzem, hogy a kitöltő szövet másodlagosan keletkező tömegével kitölt palissade magával ránthatja a szivacs-parenchyma vele egybefüggő roncsait is; az 52. rajzon látható palissade-alatti raphiditömlő (*rt*) egyenesen arra emlékeztet.

Különben alig szenved kétséget, hogy a paratúltengés zöme oly phellogeniumból ered, a melynek initialéi a XVII. tábla 36. rajzán feltüntetett módon, in ultima analysi tehát ez esetben is a szivacsparenchymából keletkeznek.

Mindamellett e zóna tiszta képét a sklereidfészkek nagyban befolyásolják.

Ezek sorozatosan észlelhetők a paratúltengés úgynevezett «ágyában», melynek sejtjei, akár a *N. anomala*-ében (XVIII. tábla, 45. rajz *cl-cl*), vastag falazatúak, miért is a *N. guianensis* paratúltengésének szóbanforgó zónája, az említettem sejtfeleségek alakjában való egybeolvadása következtében, szerkezetileg bonyolódottabb képet mutathat (XIX. tábla, 50. rajz x_2). Sudan III-mal kezelt készítményeken ez a zóna, citromsárga színével, élénken elűt ugyane paratúltengés skarlátpirosra festődött külső rétegétől; ez utóbbiban a vékonyfalú parasejtek annyival tágabb üregűek (idézett rajzon *kw*).

¹ Sudan III-mal való kezelés után a paratúltengés demarcationalis határa mindig éles, a mit én a rajzokon erősebben kihúzott vonallal (kw_x) jelölök meg.

Már az ily subtilitásoknál fogva is elengedhetetlen követelmény, hogy finomabb anatómiai s összehasonlító fejlődéstani vizsgálatok eredményeinek előadása alkalmával a buvár önmaga rajzolja meg a mikroszkopi rajzait, mert csak is ezzel igazolhatja, hogy a miről ír, egyszersmind helyesen látta is. Idegen kézből eredő anatómiai rajzokkal «diszített» dolgozatok, különösképpen nálunk, s azonfelül mit sem mondó szöveggel, absolute nem állják meg a tudományos kritikát.

Am a paratúltengések, a melyek a levelek fonákán is észlelhetők, az egész paratúltengési szövetnek Sudan III hatására beálló differenciálódása, valamint a parasejtek alaki tulajdonságai tekintetében úgy viselkednek, mint a színoldali paratúltengések. Kifejlődésükben azonban a palissade önként értetődőleg bonyolulatot nem okoz. Voltaképp igen egyszerű folyamat az egész, mint-hogy a bőrrendszer fölrepedésével — ab initio — szivacsparenchymából keletkező phellogenium productuma az egész paratúltengési képlet, és pedig egy oly külső és belső zónával, a melyeknek mindvégig radialisan rendezett soraiban a belsők vastagabb falazattal lapítottabbak, Sudan-nal nem festődnek, illetőleg citromsárgán differenciálódnak az ugyanakkor skarlátpirosra festődő külső zónától (XIX. tábla, 54. rajz kw_1-kx_2).

Az egész képlet, adott topographiai helyzeténél fogva, voltaképp a *Norantea oxystylis* levele fonákoldali paratúltengésének megismétlődése, úgy a mikroskopiumi kép általános habitusa, valamint a fejlődési eredet tekintetében (XVI. tábla, 30. rajz *phl*).

A míg a levélszínoldali paratúltengések inkább a mesophyllum húsába bemélyedők, a fonákoldaliak az epidermis szintjén némileg túl is emelkedhetnek (XX. tábla, 59. rajz e_2-kw_2), a minek a magyarázatát talán e képletek viszonylagosan védettebb helyzetéből olvashatjuk ki.

8. *Norantea macrostoma* GILG.

Plantæ Bolivianæ. — A MIGUEL BANG lectæ. Ex Herb. Collegii. Columbiae, a N. L. BRITTON et H. H. RUSBY distributæ. No. 390. Bolivia: Yungas. 1890. In herb. Mus. Palat. Vindob. et Mus. botan. Berolin.!

Vizsgálataim céljaira szolgált az eredeti BANG-féle növény, a mely BRITTON-RUSBY-ék révén «*Maregravia peduncularis* POEPP.» néven került a nagy gyűjteményekbe (Bécs! Berlin!), de a melynek — bár GILG, a növénynek új fajként leírója, a *Norantea peduncularis* rokonsági körébe utalja,¹ — e szűkebb körű rokonsági körzet tekintetében voltaképpen semmi köze sincs a *N. peduncularis*-hoz.

¹ Plantæ Novæ americanæ etc. in Beibl. zu den Botan. Jahrb. Bd. XXV. (1898.) p. 30.

Ez utóbbi tudniillik ama «librosklereoides Noranteák» törzsfaja, a melynek egyik phylogeniái leszármazottjaként szerepelhet például a *N. macrosypha*, levélszerkezetének igen szembeszökő anatómiai képénél fogva;¹ ámde semmiesetre sem a *N. macrostoma*, tipikus rhizosklereoidokkal a palisadeja felől, s nem kevésbé tipikus astrosklereoidokkal a szivacsparenchymájában. Főleg ez utóbbiak azok, a melyek döntő befolyással vannak a levél fonákán észlelt paratúltengések kialakulására, a mennyiben ezek a maguk egészében kerülhetnek bele a paratúltengés kitöltő szövetébe, a mi a «librosklereoides Noranteák» között, már a jelzett mechanikai elemek tekintélyes hosszúságánál s ehhez szabott topographiai helyzeténél fogva is — alighanem teljesen kizárt dolog.

A *N. macrostoma* levélfonákoldali paratúltengéseinek mikroskopi képe (XX. tábla, 60. rajz), eltérő topographiája ellenére is, meglepően emlékeztet a *N. Eötvsorum* levélszínoldali paratúltengéseinek hasonlóképpen krátterszerű bemélyedéseire (XII. tábla, 13. rajz *kw*₂; XIV. tábla, 20. rajz *x*). Ellenben, általános habitus szempontjából, ugyanazon topographiai helyzet mellett is, absolute elüt például a *N. oxystylis* levélfonákoldali paratúltengéseitől (XVI. tábla, 30. rajz), jó részben a *N. guianensis*-éitől is (XIX. tábla, 54. rajz). Az eddig ismertett példák során mindenesetre a *N. sandiensis*-éhez áll a legközelebb, a mely rhizo- s astrosklereoides *Norantea* (XI. tábla, 8. rajz *rsk*, *ask*), akár a *N. macrostoma* (XX. tábla, 61. rajz *rsk*, *ask*). Mindazok «kitöltő szöve» azonban a szó való értelmében «ki is tölti» a paratúltengések voltaképpen testét; de nem úgy a *N. macrostoma* esetében.

E *Norantea* paratúltengései, legalább az adott példák sze-

¹ Math. és Természettud. Ért. XXXIV. (1916.) köt. I. tábla, 7. rajz. Ezt a phylogeniái kérdést csupán érinteni kívánom itt; részletesen a Marcgraviaceákról kiadandó nagyobb összehasonlító munkámban fejtem ki, mindama tagjaival együtt, a melyek valóban a «*Norantea peduncularis*» csoportjába tartoznak. Addig is, a míg a jelzitem munkálat megjelenhetik, a «peduncularis csoportot» illetően a Math. és Természettud. Ért. XXXV. (1917.) köt. 178. s köv. II-ira utalok.

rint, mind ab initio rombolólag mélyednek be, a fonák-felőli bőrrendszer felől, a szivacsparenchymába, s a közben keletkezett krátterszerű üreget, a mely az erősen feltüremkedett epidermiskövetkeztében szinte tölcéséres (XX. tábla, 60. rajz), a «felburjánzó kitöltő szövet» kibéleli csupán, de nem tölti ki teljesen. A *N. Eötvösorum* paratültengéseivel való alakí (mikroskopi) hasonlatossága ebben nyilatkozik meg, jóllehet szabad szemmel látható képük viszont egészen más (XII. tábla, 11. rajz *kw*). A *N. macrostoma* erősen bőrnemű leveleinek a fonákán a paratültengések hosszanti sávokká olvadnak össze (XIII. tábla, 18. rajz *kw*), a melyek makroskopicé épp úgy nem sejtetik az eleven szövetben tényleg okozott rombolást, miként a *N. Eötvösorum* «Bryozoon-rajzolatú» paratültengései sem (XII. tábla, 11. rajz *kw*).

Mindenesetre a kettő együtt jó példa annak az igazolására, hogy a levél paratültengéseinek mikroskopi vizsgálatát nem lehet mellőzni, még akkor sem, ha — miként ez esetben — kizártnak tekinthetjük «a paratültengések s a glandulák össze-tévesztésének» a lehetőségét (XIII. tábla, 18. rajz *kw—gl*).

A *N. macrostoma* imént vázoltam paratültengéseinek kiterjedését a palissadeig tanulmányozhattam s azt tapasztaltam, hogy erősen homorú ágyának szabályos körvonala (XX. tábla, 60. rajz $kw_x—kw_x$) utóbb szabálytalanná is lehet (XX. tábla, 61. rajz $kw_x—kw_x$). Ez egyszersmind a Sudan III-mal kimutatható teljes elparásodás határvonala, a mi annak a jele, hogy a paratültengés szövetének más esetekben oly jellemző differenciálódása (XVII. tábla, 36. rajz $kw_1—kw_2$; XIX. tábla, 54. rajz $kw_1—kw_2$ stb) ezúttal elmarad; legfőljebb a paratültengés e határvonal mentén elhúzódó cambialis zónája az, mely eo ipso szintelen.

Ebben az igen előrehaladott fejlődési állapotban, az eleinte még fennálló szivacsparenchymabeli kapcsolat (XX. tábla, 60. rajz *sp—sp*), utóbb teljesen megszakad és a paratültengés (szinte erőszakosnak minősíthető) továbbterjedésére fölötte jellemző, hogy áttörhet az a stelék leptomáján és pedig úgy, hogy a leptomát védő hánccs-sarlótól teljesen különszakad a hydromás rész (XX. tábla, 61. rajz *hr—lp—bt*).

Ily körülmények közepette, de már az előző esetek vázolósa nyomán is (XI. tábla, 8. rajz *sk* stb), nincs mit csodálkoznunk azon, hogy a paratúltengés kráterét «kibélelő» paraszövet magával ragadhatja a szivacsparenchyma astrosklereidjeit (XX. tábla, 61. rajz *ask—sk*), sőt beléje kerülhetnek a palissadeálló rhizosklereidek gyökérnyúlványai is (XX. tábla, 60. rajz *rsk_x*).

A paraszövetnek eleinte radialis sorai is utóbb teljesen megzavarodhatnak, főleg a kezdetileg tágnylású parasejtek (XX. tábla, 62. rajz) tangentialis gyűrődése, illetőleg ellaposodása nyomán (63. rajz). Mindezek pusztulása, már a paratúltengés «kráterén» belül, korán megered (ffig. cit. *kw₃*), quasi sponte sua a nélkül, hogy ezek levedlését valamely külső mechanikai hatás siettetné; hisz adott helyzetüknél fogva szinte védettek (XX. tábla, 60—61. rajz *kw₃—kw₃*), nem úgy, miként a *N. oxystylis* szöveteileg tömöttebb, egyébként felszínes paratúltengései ugyancsak a levél fonákán (XVI. tábla, 30. *kw₃*), a hol azonban tényezőként szerepel a formalis lekopás.

9. *Norantea Jussiaei* TRIANA et PLANCHON.

Az összehasonlító alkattan szempontjából a Marcgraviaceák körében a legérdekesebb példa TRIANA és PLANCHON *Norantea Jussiaei*-je.

Tudományos irodalmunk tátongó hézagai miatt sem végzek fölösleges munkát, a midőn JUSSIEU *Norantea*-jának egy-némely anatómiai sajátosságát e helyt közbeiktatom, annyival inkább, mert a kis Antillák ez egyetlen *Norantea*-ja egyszerűsmind növényföldrajzi unicum.

Alkattani viselkedése általában, ám paratúltengései tekintetében is, annak megfelelő.

Nincs a Marcgraviaceák között egyetlen példa, a mely «alkattanilag» (=anatómiailag) vele összetéveszthető volna, — és ez, tekintve az összehasonlító anatómia másodrendű jelentőségét a species-systematikában, sokat jelent.

Jelenti mindenesetre e *Norantea* teljes különállását a *Noranteák* között, a minek phylogeniai kapcsolatát megállapítani nem

könnyű feladat, annyival inkább, mert meglepően sajátzerű az alaktani (= morphologiai) viselkedése¹ is, a mely okot szolgáltatott, in illo tempore, egy botanikus tudományos hitelének a meggyanúsítására is.²

Vizsgálataim céljaira bár a berlini botanikus múzeum töredékei szolgálhattak csupán, de eredeti (originalis) példányról,³ melynek hitelességét az alábbiakban vázolandó alkattani fejtegetések összlege annyival inkább igazolja, mert az adott leírás egyetlen más Marcgraviaceára sem illik.

A ridegen bőrnemű levél 11, illetőleg 11·5 cm hosszú és 7·5—6 cm széles, szemben a Fl. Bras. l. c. 10—5·5 cm adatával; ez a mindenképpen igen érdekes faj tehát a nagylevelű *Noranteák* közül való. Typikus bifacialis levélszerkezete mellett is palissade-rétegét redukálnak kell tekintenünk, mert alig teszi ki az annyival vaskosabb, de igen laza szövetű (lacunosus) szivacs-parenchyma vastagságának egy negyedét (XXI. tábla, 66. rajz).

Ehhez képest talán meg sem lepődhetünk palissade-álló — alakulataiban, adott korlátjai mellett is, változatosan viselkedő — sklereidjeinek viszonylagos törpeségén, a melyek egész zöme voltaképp a palissade-dal egymagasságú központi testre redukálódik csupán (XXI. tábla, 66—68. rajz *psk*₁), — származástaniilag a *Norantea cuneifolia* DELPINO, jóval inkább a *Souroubea suaveolens* GILG s a *S. didyma* (POEPP.) GILG palosklereidjei felé tendálván. Basalis részükön sokszor kiszélesednek, egynémely mérsékelt

¹ Obs. 1. Planta ob corollam calyptriformam gamopetalam generi *Marcgraviae* congener, sed ob bractearum positionem in tertia parte inferiore pedicellorum vera *Norantea*, quae ob bractearum formam transitionem in genus *Ruyschiae* sistit. WITTMACK in Fl. Brasil. l. c. p. 246.

² WITTMACK Obs. II. in Flora Brasil. l. c. p. 246.

³ *Norantea Jussiaei* TR. et PL. Ann. Sc. Natur. Sér. 4. Tom. XVII. (1862.) 372. Sol. nom. — Guadeloupe, Basse terre! Soufrière» 3000. — X. 1846. FUNCK et SCHLIM n. 40. In herb. Mus. botan. Berolin. Vide WITTMACK in Fl. Brasil. l. c. p. 246.

Utóbb azonban, 1916. évi tanulmányutam alkalmával, igen instructív s bőségesen felragasztott példányokat láttam a Berlin-dahlemi botanikus muzeum «még be nem osztott» herbariumi lapjai során, ámde «paratúltengések» nélkül. Ez esetben tehát a fent jelzett töredék szolgált legjobban céljaimra.

kitüremkedésükkel némileg a szivacsparenchymába is nyomulván (XXI. tábla, 66. rajz *psk*₁). Ezekben a képletekben a rhizosklereid kezdeteit láthatjuk; feltűnően vastag falazatuk gödörkés, fénytörésüknél fogva pedig szembetűnők a csersavas anyagoktól erősen barna palissade-rétegben. Mechanikai jelentőségük, főleg a radialis nyomás irányában, kétségtelen.

Erősen szilárdító elemek ezek, a melyek a nem éppen vastag cuticulával borított levél-lemez bizonyos hullámzatos gyűrődésének a lehetőségét egyáltalában nem akadályozzák, egyetemlegesen ama sklereidekkel, a melyek a szivacsparenchymában jobbadán s szintén radialisan nyúltak és a melyeket én — minthogy a *Noranteák-Souroubeák* s *Ruyschiák* között igen feltűnő az egyedül állóságuk: mondhatnám, hogy typus a typosok között — idio (különösködő) sklereideknek, avagy sklereid-különözőknek nevezek (XXI. tábla, 66—68. rajz *isk—isk*).

A bőrnemű levelek ridegségét ezek idézik elő. Kiivelt oldalfalazatuknál fogva szabálytalanul csipkézettek, a brachysklereidszerű középponti test kis üregéig (id. 66. rajz *br*) teljesen megvastagodott falazatukban a gödörkék egyszerűek. Az astrosklereidektől, például az ophiurasklereidekhez képest, alakilag mindenestre távolabb eső képletek ezek, a melyeknek hasonmását a Marcgraviaceák fentemlített nemzetségei (exclus. *Marcgravia*¹) egyetlen tagján sem észleltem. Az idiosklereid elnevezésnek ez az indító oka.

E képletek átlagos alakja a lemez bármely irányban vett

¹ Megoldásra való feladat, melynek végrehajtását ezúttal e nemzetség morfológiai felemáslevelősége akadályozza meg azért, mert a különböző gyűjtők nem igen figyelték meg ezt s a gyűjteményekben, egyes s igen ritka kivétellel, csakis a termő (orthotropikus) hajtások leveleit találjuk. A *Marcgravia*-nemzetség fajainak anatómiai vizsgálatra alkalmas mindkét levélféleségeinek megszerzése ez idő szerint lehetetlen és az összehasonlító alkattani vizsgálatok egyoldalúan csupán a «virágzó» hajtások \pm bőrnemű levelein volnának végrehajthatók, ugyancsak herbariumi anyagon. Per analogiam azonban valószínűnek tartom, hogy a *Norantea Jussiaei* idiosklereidjeihez hasonló mechanikai elemek aligha fordulnak elő *Marcgravia*-levelekben.

keresztmetszetében sem változik, azaz: közömbösen viselkedik;¹ csupán radialis megnyúlásuk tekintetében nyilvánul meg, némileg a palosklereidekéhez fogható tendencia.

A sklereidek ez általános topographiájának jelentőséget tulajdonítok ama paratúltengések topographiájában, a mely szintén egyedülálló példa az összes eddig ismertetem Marcgraviaceabeli paratúltengési példák sorában; hozzája fogható példát az irodalomban sem találunk.

A véletlen a *N. Jussiaei* levél-paratúltengései vizsgálatában annyiban kedvezett, hogy a FUNCK-SCHLIM-féle berlini töredék egy levelének a fonákán a paratúltengések valóságos telepét pillantottam meg, a melynek *Corallium*-szerű párnás kiemelkedései annyira szembeszökők, hogy ezekben még a járatlan vizsgáló sem láthat «glandula»-szerű képleteket; ám elütők ezek a «parasávyszerű túltengések» eddigiekben előadott makroszkopikus képeitől is (XII. tábla, 15. rajz). In sicco a levélfonák bronz-barna alapján világosabb (sárga-barna) színűek és párnázottságuk szemmel láthatóan elárulja a szó szoros értelmében vett szöveti túltengést.

Való alapját ennek a szóbanforgó képletek mikroszkopi képe adja meg (XXI. tábla, 67. rajz), melynek láttára például egy, a *N. macrostoma*-éhoz fogható «szöveti rombolást» a levél fonákán (XX. tábla, 60—61. rajz) a *N. Jussiaei* esetében annyiban kizártnak kellene tekintenünk, mert paratúltengései a mesophyllumba vájt üregeket, az epidermis szintjét

¹ Pusztá «rátekintésre» azonban s a priori soha sem dönthető el helyesen, hogy a levél szövete histiológiai tekintetben «közömbösen» viselkedik-e a metszés bármely irányában, avagy sem? Azért elkerülhetetlen, hogy a Math.- és Természettud. Értesítő XXXIV. (1916.) köt. I. táblája 1 a rajza (a—b, x—x, i—i)-val kapcsolatosan s ugyanott kifejtett vizsgálati módszeremet a jobbra törekvő florista is kövesse, — különben afféle «ZAHN-Hieraciumok» utvesztőjében kalandozik, melynek phylogeniai értéke egy a semmivel. Korszerű színvonalon álló systematikus sem zárkozhatik el a mikroszkop használata elől, — különben, még oly mesterien megírt diagnózisokkal, a «Linnaeusi primitivum» ösvényén reked meg, a melyen «Enumeratiók» teremnek meg, nálunk immár túltengő, sőt laikus módon és éppenséggel sem a tudományos növénytan javára.

nagyban meghaladólag, párnásan töltik ki (XX. tábla, 67. rajz *sp—kw*; 68. rajz *sp—kw_x—e₂*).

Miközben «rombol», egyben «épít» is, — igaz, hogy activ szereppel bíró szöveti részletek helyébe passive viselkedő szövetet igtatván, aminek biológiai szerepe a többiekével azonos.

Egy-egy ily paratúltengési tömeg a keresztmetszetben csupán részletekben nyújt lenticellaszzerű képeket (XXI. tábla, 68. rajz), — egyébként lenticellaszzerű sorozatok oly egybeolvadásai gyanánt tekintendők, a melyek ágya, vagyis a phellogenium zónája hullámosan, végeredményben igen szabálytalanul szüremkedik a szivacsparenchymába (XXI. tábla, 67. rajz *phl*) s a nélkül, hogy a szivacsparenchyma rétegbeli folytonossága, — jóllehet, az eddig ismert levélparatúltengési példákhoz viszonyítottan, hatalmas paratómegekkel (valósággal a szivacsparenchymára ráfekvő para-párnasorozatokkal) van dolgunk — bárhol is megszakadna (idézett 67. rajz *sp—kw*).

Mindenesetre ez nagy ellentét az eddig ismertett paratúltengési példák homorúan (óraüvegszerűen) bemélyedő ama phellogeniumával (XI. tábla, 8. rajz *phl*; XII. tábla, 13. rajz *phl* stb) szemben, a mely — lépjen az fel akár a levélszín, avagy a levél fonáka felől — végeredményben a «lemez perforatiójához» vezet.

Ez azonban aligha esik meg a *N. Jussiaei* levelein. A szivacsparenchyma megmaradó rétegén mintegy beszüremkedik a paratúltengés «ágyának» hullámzatosan görbe határvonala, a nélkül, hogy — jóllehet máris nagy a para-test tömege — bárhol is «veszedelmesen» közelitené meg a palissade rétegét (XXI. tábla, 67—68. rajz *kw—sp*). Ez azonban nem jelenti azt, hogy a szivacsparenchymát a paratúltengés nem apasztja meg.

Egy pillantás a levélszövet egyes rétegeinek a XXI. tábla, 66. rajzban adott dispositiójára, illetőleg egymáshoz való arányaira, rögtönösen meggyőz bennünket arról, hogy a mesophyllum túlnyomó részét kitevő szivacsparenchyma, hogy úgy mondjam, megbirja a paratúltengéstől leszelt szivacsparenchymabeli veszteséget; még mindig marad belőle annyi, hogy a funkciójában meg sem gátolt palissade-dal együtt a normalis bifacialis kép élettanilag

se szenvedjen zavart (XXI. tábla, 67—68—69. rajz $p-sp$), — hacsak annyiban nem, hogy a réteg hosszában ekként megcsökken a szívacsparenchyma a hozzája hermetice tapadó paratúltengés mentén el van zárva az átszellőztetés lehetőségétől, mint-hogy a leszelt szívacsparenchymával (idézett rajzokon sp_x) együtt természetsszerűleg esik áldozatul a fonáki epidermis, légzőnyilásival együtt (XX. tábla, 65. rajz $sp-kw-sp_x-e_2$; XXI. tábla, 68—69. rajz sp_x-e_2-s). Az anatómiai kép adott viszonyaiból (a mit orvosi műnyelvezetünk «látletet»-nek mond) ez a physiologiai igazság kétségtelenül kiolvasható.

Már a mennyire a vizsgálati anyag korlátoltsága s a «be-fejezett» fejlődési állapot megengedte, úgy tapasztaltam, hogy a fonákoldali paratúltengés phellogeniuma eredetileg is a szívacsparenchyma mélyében ered meg, a minek nem akadály a ugyanott meglévő idiosklereidek tekintélyes tömege. Csakis így érthető a voltaképpeni paratúltengésen kívül eső (azaz leszelt) szívacsparenchymának viszonylagosan széles sávja, a benne lépten-nyomon felbukkanó idiosklereidekkel együtt (XXI. tábla, 69. rajz $sp [kw_1-kw_2] sp_x-e_2$).

Önként értetődik, hogy az ekként kiküszöbölt szívacsparenchyma-részletek mihamar elhálnak, elbarnulnak, összezugorodnak, az azon belül eső kitöltő, egyébaránt szöveteileg tipusos paraszövevel szerves kapcsolatban (idézett 69. rajz kw_2-sp_x) olybá tűnván föl, mintha a «paratúltengési párnák» tényleges tartozékai volnának, minthogy a mindezeket magában foglaló szövet-tömeget esetleg alig ronsolt fonákoldali epidermis is boríthatja (XXI. tábla, 67—70. rajz e_2).

Sudan III-mal való kezelésre azonban a differenciálódás nyomban élesebbé lesz, minthogy a szó tágabb értelmében vett «paratúltengési párnák»-nak, a szívacsparenchymabeli ronsokon belül eső (sokszor viszonylagosan keskeny: XXI. tábla, 69. rajz kw_2) zónája az, a mely a parára jellemzőleg élénk skarlátpirosra színeződik,¹ éles határvonallal határolódván el a paratúltengés

¹ A levélszövet cuticulájával, valamint, főleg a palissadeban, gyakori olajcsöppökkel együtt.

A palissade maga, a benne felhalmozódó cseresavas anyagoknál fogva, erősen barna színezetű, a mi azonban a *Noranteákban* gyakori.

elsődleges zónájával szemben (ffüg. ceit. $kw_x - kw_x$), mely utóbbi rendszerint igen keskeny, némileg vastagodott falazatú, gyakran (in sicco keratenchymatice) összenyomott, különben citromsárga színezetével is élesen elüt amattól (XXI. tábla, 69. rajz $kw_1 - kw_2$).

Látnivaló, hogy a tekintélyes méreteket öltő, végeredményben «vegyes szövetű» paratültengés kifejlődésének még az oly erőteljes sklereid-különczök sem vethetnek gátat, mint amilyenek a *N. Jussiaei* idiosklereidjei (XXI. tábla, 66. rajz *isk*).

Ezek után, valamint a *N. guianensis* XX. tábla, 61. rajz (*hr—lp—bt*)-nek fentebb ismertetett példája nyomán, éppenséggel sem meglepő, hogy a mennyiben egy-egy stele akadna útjába, para-zónája keresztül hatol azon is és pedig a célznak megfelelő legtermészetesebb útján: a leptomán keresztül (XXI. tábla, 70. rajz *hr [kw] bt*).

Mind a két esetben azt tapasztalhatjuk, hogy kiküszöbölésre kerül a stele kevésbé fontos alkotója, a csupán mechanikaiszerepű háncs-sarló (XX. tábla, 61. rajz *bt*; XXI. tábla, 70. rajz *bt*), ellenben megmarad a viszonylagosán jelentősebb hydroma (= hadroma; ffüg. ceit. *hr—hr*).

A hydroma alatt vonul el a paratültengést regeneráló phellogonium, nyilván a leptoma vékony falazatú s vele határos elemeinek a célra való utólagos (másodlagos) átalakulásával.

A fejlődés kezdeteinek (úgynevezett initialis) sejtjei azonban minden valószínűség szerint úgy viselkednek, a mint azt BACHMANN idézett helyen és én, egyebek között, a XX. tábla, 62. rajz, illetőleg XVII. tábla, 36. rajz kapcsán fentebb már kifejtettem.

III.

Általános áttekintés és összefoglaló megjegyzések.

Az eddig tárgyaltam példák mind olyanok, amelyek a Marcgraviaceák úgynevezett orthotropikus sarjain fellépő s többé-kevésbé bőrnemű leveleinek különbözőképű paratültengéseit s ehhez fogható s nem kevésbé változatos képleteit illetik.

Azon lesznek, a mint a célra alkalmas vizsgálati anyaghoz hozzájuthatok, hogy a plagiotropikus sarjak alakilag mindig eltérő s egészen más physiologiai viselkedésű leveleinek

paratúltengéseire vonatkozó vizsgálatokról is beszámolhassak a tek. Akadémia előtt, — minthogy a *Marcgraviaceák* paratúltengéseiről s hasonló képleteiről való kép bizonyos tekintetben ezzel együtt lesz (a lehetőség határain belül) teljessé. Ugyanakkor fogom a részletvizsgálatok alapján levonható egyéb tanulságokat is összefoglalni, miknek keretében, szorosabban az eddig előadottak kapcsán, ez úttal a következő általános megjegyzésekre szoritkozom, a melyek mind, ezúttal önként értetődőleg, csakis az orthotropikus sarjak leveléire vonatkozhatnak.¹

Lepjék el a paratúltengések kisebb-nagyobb számmal a levél színét avagy fonákát, nagyobb változást aligha idéznek elő a levél biológiájában, — mert e pathologikus, következőképpen rendellenes képződmények ellenében nyilvánvaló az orthotropikus sarjak leveleinek nagyobb ellenállási képessége.²

A paratúltengésekben magukban aligha képződnek cservas anyagok, mert ezek a paraszemölcsben passive viselkedő palissade-sejtekben eredetileg is benn voltak s a mállási folyamat beálltával való megszorodásuk, illetőleg felgyülemelésük a még meg nem támadott szövetrendszereknek — a lemez e «sebhelyei» mögött — bizonyos védelmet nyújt. Ezek kitakarodásával a további

¹ A budapesti és bécsi herbariumok tekintélyes *Marcgraviaceae*-tömegében eddigelé egyetlen oly *Marcgravia*-példányra sem akadtam, melynek, ha volt is a lapon (rendszerint igen töredékes) plagiotropikus sarj, egyszersmind efféle pathologikus levelei is lettek volna. Az ilyenek specialis begyűjtéséhez különleges ismeretek szükségesek és csak természetes, hogy a *Marcgraviák* collectorai egészséges s azonfelül virágos (orthotropikus) részletek begyűjtésére vetették a fősúlyt. Ez a magyarázata annak, hogy csupán véletlen dolga, ha itt-ott, a szóbanforgó vizsgálat körében, érdekes példányokra bukkanhatunk, a miknek fejlődésadta momentumait is persze úgy kell vennünk, a mint «adva vannak». Egyes hézagok kipótlására csakis a megfelelő gyakorlat s ugyane tárgy körön belül szerzett tapasztalat jogosíthatja föl a vizsgálat.

² A növényi «ellenálló képesség» értelmét a tek. Akadémia 1917 ápr. 30. és okt. 15.-i ülésein bemutatott munkálatom egyik jegyzetében fejtem ki, minthogy a Math. és Természettud. Közlemények XXXIII. (1916.) köt. 3. sz. munkálatomban az «ellenálló tehetség» nem az én tollamból való. Én «tehetséges növényeket» absolute nem ismerek. R. A. 1918. II. 5.

védelem garanciája a paratültengés kitöltő szövetének teljesen zárt jellege; a jellegzetes parasejtek (XVI. tábla, 28. rajz) hálózataán keresztül sem víz, sem levegő nem hatolhat át.

Hogy szorosabban a palissadenak van-e része a paratültengés meristemás zónájának a kialakításában? — e kérdésre az *Ilex* példáján a BACHMANN-féle vizsgálatok sem nyújtanak határozott felvilágosítást, — a *Norantea Eötvsorum* fenn részletezett eseteiben pedig a kérdés szinte vitás marad. Azonban bármiképpen is viselkedjék a palissade az *Ilex*, avagy az utóbb nevezett *Norantea* paratültengéseinek a kialakításában, az bizonyos, hogy a palissade-nak a paratültengés meristemájában való részvétele legfeljebb átmeneti jellegű, még oly esetekben is, a hol a palissade-sejtek ily irányú oszlása kétségtelenül megállapítható, mint például a *Norantea cacabifera*-éban (XIV. tábla, 22—23. rajz p_{a-b} , p_{1-2}), — mindamelllett, hogy «rekesztett palissade-sejtek» vajmi gyakoriak a *Noranteák* levelében (X. tábla, 3, 6, rajz p_2-p_2 ; XI. tábla, 9—10. rajz p_2-p_2 ; XII. tábla, 12. rajz p_2 ; XIII. tábla, 17. rajz p_2 stb).

Keletkezzék a paratültengés a levél színén, avagy fonákán, döntő szerep (\pm) a kitöltő szövet kialakításában csakis a szivacsparenchyma sejtjeiből keletkező phellogenumnak jut, — a mely viszonylag egyszerűbb a levél fonákán, mivel bőrsejttől kezdve, a szivacsparenchymán át, bőrsejtig terjed (XI. tábla, 8. rajz $phl-phl$; XVI. tábla, 30. rajz $phl-phl$; XX. tábla, 60—61. rajz kw_x-kw_x stb). A levél szín paratültengéseinek keletkezésében a palissade közbeékelődése tudniillik bizonyos fejlődés-sorrendi bonyolulatot jelent (XII. tábla, 13. rajz $phl-phl$; XIV. tábla, 20. rajz $p_2-phl-p_2$; 22—23. rajz p_{a-b} , p_{1-2} ... stb) és én úgy látom, hogy a phellogenum e formájának a kérdése csakis az élő növény szobanforgó képleteinek trópusi biológiai állomáson való vizsgálatával volna végérvényesen megoldható.

E képletek sejtjei szorososan záródnak egymáshoz, a levegő behatolását azonkívül a sejtfalazat elparásodása is meggátolja, miért is helyesen jegyzi meg KOCHS (idézett helyen 614. l.), hogy ezeket a paraképleteket, mivel az alattuk levő szöveteket légmentesen elzárják, egyáltalában nem tekinthetjük a valódi

(STHAL-féle) lenticellák¹ (æquivalens) egyenértékesei gyanánt, mint-hogy azok kitöltő szövete viszont a levegő behatolását éppenséggel sem gátolja meg.

Ugyancsak KOCHS írja a következőket: «Mint-hogy e (már mint az általa vizsgált) képletek következetesen nem valamennyi szörképlet alatt képződnek, hanem csak elvétve és a legtöbb szörképlet lábrésze a további fejlődés folyamán beheged; fölteszi, hogy para csak ott keletkezik, a hol a szörképlet rendellenes úton vész el. Ilyenformán ez bizonyos tekintetben védekezést jelent gombafonalak behatolása ellen, a melyek tudvalevőleg «előszeretettel keresik föl a nyitott helyeket».

Nem tapasztaltam, hogy a szóbanforgó paratúltengéses képletek a Marcgraviaceák levelein gyakoriak volnának s éppen azért a KOCHS féle «biológiai» értelmezésnek sem tulajdoníthatunk valami nagy jelentőséget, — legkevésbé azonban a növényrendszertan szempontjai szerint, mint-hogy mindezek pathologikus jellegében nem is kételkedem.

A Marcgraviaceák leveleinek mesophyllumában gyakran látam utólagosan betolakodott myceliumfonalakat,² a miknek útjai nyilvánvalólag a légzőnyílásokon át vezettek a levél húsába; következésképp a szörványosan, egy ugyanannak a fajnak esupán egynémely levelén, tehát esetlegesen fellépő paratúltengés éppenséggel sem akadályozza meg a gombafonalak behatolását és ha — mondjuk — a gombának úgy tetszik, bőségesen meg is találja az arra alkalmas helyeket.

Ellenben KOCHS ama subtilisnek tetsző észrevétele, hogy csakis az «abnormis úton» vesztett szörképlet helyén képződik para, figyelmet érdemel, mert a Marcgraviaceákon észlelhető paratúltengések okait én is inkább pathologizálnak tekintem, a hegpara egy bizonyos nemének s a fogalom ama körzetében, a mit KÜSTER úttörő művében: pathologizált növényanatomiájában, ez idő szerint ugyan esupán BACHMANN idézett munkálatának az anyagára támaszkodva, — röviden máris jelzett volt.³

¹ L. jelen értekezés bevezető sorait.

² RICHTER A.: Természetr. Füzetek XXII. (1899.) köt. III. tábla, 10. rajz.

³ KÜSTER, ERNST: Pathologische Pflanzenanatomie. I. Aufl. 1903. Verl. G. Fischer in Jena. Ujabbán megjelent II. kiadása nem áll rendelkezésemre.

Az *Ilex* BACHMANN adta példáit összehasonlítva azokkal a vizsgálati eredményekkel, a melyek a *Norantea Eötvösorum* paratúltengéseire vonatkoznak, figyelmünket e helyt különösb-
ben fölköltheti BACHMANN (id. h. 210. l.) ama megjegyzése, hogy «... az epidermis alatt tartalomban dús sejteknek egy oly csoportja látható, a melynek alkotói, nyilván valamely bomlási folyamat (az aláhúzás tölem való, R. A.) következtében, egymással való kapcsolatukban meglazulnak s a mely, a keresztmetszeten, félkörben kialakuló paraszövettel vétetik körül».

Jóllehet BACHMANN idevágó 9. rajza az *Ilex*-levél fonákoldali paraszemölcsének kezdeti fejlődését tünteti föl, — az én rajzaim¹ viszont a *Norantea Eötvösorum* szinoldali paraképleteit illetik (XII. tábla, 12. és 13. rajz kw_1 — kw_2 ; XIII. tábla, 16. rajz kw_1 — kw_3 ; 17. rajz x), — mindamellettt nincs kétség az iránt, hogy a sejtek már az epidermisen belül megeredő mállási folyamata mind a két esetben azonos s hogy a mállást előidéző okok is aligha különböznek egymástól.

KÜSTER (id. h. 188. l.-on) írja, hogy paraképződést — úgy sejtí, hogy eddig ismeretlen vegyi folyamat hatásának következményeként — elhalt szöveti részletek környezetében észlelt.

A *Norantea Eötvösorum* paratúltengéseinek fent részletesen kifejtett példáival — elegendő a XIII. tábla 16. rajz kw_1 , illetőleg 17. rajz x példájára utalnóm — KÜSTER jelzett sejtése nyilvánvalólag pozitív alapot nyer.

¹ A világháború évről-évre súlyosbodó zavarai a Monarchián belül csaknem leküzdhetetlen nehézségeket gördítenek a mikroszkopi rajzok pontos lithographiai reproductiójának útjába, mert megfelelően iskolázott munkaerőkön kívül immár a szükséges kémikáliák sem állanak rendelkezésre. Már ezen az okon is jónak látom, hogy tudományos dolgozataim műmellékleteinek eredeti rajzait, a melyek a részletek finomságait illetőleg az eddig kiadott legjobb reproductiókat is felülmúlják, a Magyar Tud. Akadémia ama külön gyűjteményében helyezzem el, a melyet a «tagok munkálatai» czimén SZILY KÁLMÁN r. t., akadémiai főkönyvtárnok szervezett. Kifogástalan lithogr. táblákat ez idő szerint csakis a Majna-frankfurti WERNER és WINTER készít, ámde oly díjtétel alapján, a mely, például a jelen munkálat esetében is, nagyon meghaladná a Math. és Természettud. Értesítő rondes költségvetését.

IV.

A táblák magyarázata.

Ismétlődő jelzések :

- c* = cuticula
*e*₁ = a levél színoldali bőre }
*e*₂ = a levél fonákoldali bőre } epidermis
n = a levél elnyálkásodott bőrsajtje
h = a levél bőralatti víztartó rétege (hypoderma)
s = légzőnyílás (stoma)
i = sejtközi (intercellularis) légüreg
r = raphidok, *rt* = raphidtómló
sd = styloïdok
vt = váladéktartó
v = váladék
ol = olajgömbök
gl = a levél fonákoldali mirigye (= glandula hypophylla)
kw = levélparabeli (esetleg lenticella-szerű) túltengés
phl = phellogenium, ez úttal a levélpara meristemája
p = palissade
sp = szivacsparenchyma
hr = hadroma (hydroma) }
lp = leptoma (plastoma) } *st* = stele
bt = stelebeli háncs-sarló }
 (Bastsichel)
sk = sklereïdek, keménysejtek
rsk = rhizosklereïd, gyökeres kemény sejtek
psk = palosklereïd, pálczikás kemény sejtek
lsk = librosklereïd, háncsrostalakú sejtek
ask = astrosklereïd = csillagos sklereïd
isk = idiosklereïd, különösködő sklereïd (-különcz)
phsk = phellosklereïd = paratúltengésbeli brachysklereïd
skn = sklereïdfészek
skm = sklereïd (-nyúlvány) keresztmetszete
k. m. = keresztmetszet
h = hosszú, *sz* = széles
 \pm = többé-kevésbé

- nagy. = nagyítás
 T. n. = természetes nagyság
 Z. = Zeiss-Mikroskop Stat. I.
 Oc. = HUYGENS-féle szemlencse
 Ob. = achromat. tárgylencse
 L = a levél lemeze (lamina fol.)
 Pt = a levél nyele (petiolus)

X. tábla

Marcgravia rectiflora TRIANA et PLANCHON v. *vulgaris* WITTM.

1. rajz. A virágos (termő, orthotropikus) hajtás egy bőrnemű levele, a fonákán «parasávtűnázó» repedéssel = *rp*. — T. n.
2. * Ugyanannak *rp* részéből való k. m., a kettős rétegű palissade-ba hatoló berepedés — *rp* — feltüntetésével. — Z. Oc. 4, Ob. AA.
3. * Levél színoldali k. m.-e a hypodermás epidermis-szel s egy kettősen tagolt palissadesejttel, mely utóbbi alsó részletében egyszersmind (*r*) raphid-tömlő. — Z. Oc. 3, Ob. C.

Norantea cuneifolia DELPINO

- 4a. rajz. Egy levele t. n., fonákán (glandulákkal, avagy lenticellaserű paratúltengésekkel makroszkopice könnyen összetéveszthető) kékesfekete s kerek pontokkal, amelyek hihetőleg valamely bogár jellemző és a cuticulához erősen tapadó «excrementumai» = 4b (Z. Oc. 2, Ob. AA felére redukáltan), a cuticula egy darabján.

Norantea sandiensis GILG

5. rajz. Egyik bőrneműen vastag levele, fonáka felől glandulákkal, parasávszerű repedéssel (= 1. rajz *rp*) és féregszerű (vermicularis) foltként mutatkozó valódi paratúltengéssel (= *kw*). — T. n.
6. * Fonákoldali paratúltengés fejlődésének kezdeti állapota, még teljesen ép bőrrendszerrel s légzőnyílásokkal. — Sudan III oldattal (0.01 gr Sudan III, 5 gr 96% alkoholban s 5 ccm glicerin-ben) kezelt készítményről; innen a lenticellaserű paratúltengés élesen mutatkozó *kw_x*—*kw_x* határvonala, a mit a rajzokon mindenhol erősebben megvont vonallal jelölök meg (olv. 805. l.-on alul ¹ jegyzetet). — Z. Oc. 2 Ob. C.

XI. tábla

7. rajz. Ugyanaz, mint a 6. rajz, de már is felrepedt epidermis-szel s egy kifelé nyomuló sklereiddel — *sk* — a paratúltengés zárt szövetségében. — Z. Oc. 2, Ob. C.

8. rajz. A paratültengés kifejlődött részéből való k. m., kiküszöbölődő astrosklereiddel = sk. Eau de Javelle-lel derített metszet alapján. — Z. Oc. 2, Ob. C.

Norantea Eötvösum AL. RICHT.

9. rajz. Lenticella-képű paratültengés fejlődésének kezdete a levél színén, különböző magasságokba oszló bőrsejtekkel (1—1—2) s már is jelentkező cuticularis czafatokkal = cf. — Z. Oc. 4, Ob. C.
10. „ Ugyanaz, némileg előréhaladottabb fejlődési állapotban; a paratültengésbeli szöveti destructio már is mutatkozik a palissade rétegében. (pk₂). — Z. Oc. 4, Ob. C.

XII. tábla

11. rajz. Egy levél t. n., színén a lenticella-szerű paratültengések Bryozoon-képű csoportjaival = kw.
12. „ Levélperembeli paratültengések, különböző fejlettségi állapotban s a főérrel egyenlőközű szeletkék k. m.-ében. — Z. Oc. 2, Ob. C.
13. „ Lenticellaszerű parazemölcsök k. m.-e a lemez belsőbb mezőjéről s az oldaleret keresztező metszeten; kw₁ = mállott epidermisszel, de még ép palissade-dal; kw₂ = elmállott palissade-dal. — Z. Oc. 2, Ob. C.

Norantea guianensis AUBL.

14. a—b rajz. Különböző rajzolatú paratültengéses sávok a levél felső részének a színén. T. n.

Norantea ussiaei TRIANA et PLANCHON

15. rajz. *Corallium*-szerű rajzolatban a levélfonákon kiemelkedő paratültengési tömegek a főér vonalán. T. n.

XIII. tábla

Norantea Eötvösum AL. RICHT.

16. rajz. A levél-lemez oldal-erével egyenlőközű metszet a paratültengések egy sorozatán át. A középső — kw₁ — kezdeti állapot, ettől a jobbfelőliben (kw₂) még észlelhető a palissade-beli málladék, — a bal felőlől már az is kitakarodott (kw₃). — Z. Oc. 2, Ob. C.
17. „ Egy színoldali parazemölcs fejlődésének kezdeti állapota a levélperem k. m.-ében. A még meglehetősen ép bőrszövet alatt a palissade-sejtek elmállása (a csersavas anyagok felgyülemelésével) már is megeredt (x). — Z. Oc. 3, Ob. C.

Norantea macrostoma GILG

18. rajz. Levelének egy darabja a fonák felől t. n., feltűnően nagy glandulákkal (*gl*) és két paratúltengési sávval (*kw*).

Norantea cacabifera G. DON

19. rajz. A BOISSIER-BARBEY-féle példány paratúltengéses sávokkal ellpett levelének felső darabja, a lemez színe felől és t. n.

XIV. tábla

Norantea Eötvösorum AL. RICHT.

20. rajz. A lemez paratúltengéses részletének az oldalérrel egyenlőközü k. m.-e. — Z. Oc. 2, Ob. C.

Norantea cacabifera G. DON

21. rajz. A berlini botanikus múzeum PAVON-féle példányának (Guayaquil) egyik levele a fonáka felől, paratúltengéses sávokkal; kw_1 = különálló «lenticellák»; kw_2 = parasávokká olvadt «lenticellák.» — T. n.
22. rajz. A BOISSIER-féle példány (XIII. tábla, 19. rajz) levelének színoldali paratúltengéséből k. m.-i részlet, a palissade — p_{a-b} — kezdeti részvételével a paratúltengés képzésében. — Z. Oc. 4, Ob. C.
23. Ugyanabból, a palissade-nak a paratúltengésben való haladottabb részvétele feltüntetése okából — $p_1-2...$ — Z. Oc. 3, Ob. C.

XV. tábla

24. rajz. Levélszínbeli paratúltengés k. m.-e a maga kifejlődött állapotában. — Z. Oc. 2, Ob. C.
25. Paratúltengésbeli k. m.-i részlet a stele végződésénél, a metszés iránya a stelét hosszában érvén. A palissade (pa) viselkedése a szivacsparenchyma sejtjeiből kialakuló (phl) phellogeniummal szemben. — Z. Oc. 4, Ob. C.
26. Részlet a BOISSIER-féle példány (XIII. tábla, 19. rajz) levélszínoldali s teljesen kifejlődött paratúltengésének k. m.-éből, a kitöltő szövet differenciált «bőrrétegének» — kw_2 — feltüntetése okából s a sklereidfészkek (skn) egy csoportjával. — Z. Oc. 3, Ob. C.
27. A levél színoldali paratúltengése k. m.-ének középső részlete phellosklereidekkel (= XVI. tábla, 28. rajz $phsk$), raphidnyalókkal, és sklereidfészkekkel. — Z. Oc. 2, Ob. C.

XVI. tábla

28. rajz. Paratúltengésbeli kitöltő-szövet középső darabja, k. m.-ben s a levél színéről, phellosklereidekkel és raphidnyalábokkal. — Z. Oc. 4, Ob. C.
29. • Teljesen kifejlődött paratúltengés középső részletének k. m.-e, a levél fonákáról, phellosklereidekkel (*phsk*) és raphidnyalábokkal (*r*). — Z. Oc. 2, Ob. C.

Norantea oxystylis BAILLON.

30. rajz. Egy teljesen kifejlődött paratúltengési sáv k. m.-e a levél fonákáról. — Z. Oc. 2, Ob. C.
31. • Ugyanannak peremi részlete, a phellogenum initialis (*in*) sejtjeivel. — Z. Oc. 4, Ob. C.
32. • Ugyanannak középső darabja, kiküszöbölődő (*ol*) olajgömbökkel. — Z. Oc. 3, Ob. C.
33. • Egy levél parasávtánzó hasítókkal a fonákán. — T. n.
34. • Ugyanaz, parasávszerű hasítókkal a levél színén. — T. n.

XVII. tábla

35. rajz. A 34. rajznak megfelelő parasávszerű hasíték k. m.-e. — Z. Oc. 2, Ob. AA.
36. • Levél fonák-oldali paratúltengésének egy részlete, a phellogenum kezdő (*in* = initialis) sejtjeivel. — Z. Oc. 4, Ob. C.

Norantea brasiliensis CHOISY

37. rajz. Egy levele t. n., színén parasávszerű mesophyllumbeli hasadásokkal — *rp*.
38. • Ugyanannak *rp*-ből való k. m.-e, a parasávszerű mesophyllumbeli berepedés fejlődésének kezdő állapotában = $rp_1 - e_1 - n - n$, $e_2 - n - n$ = epidermis mucigera. — Z. Oc. 2, Ob. AA.
39. • Ugyanaz, előrehaladott fejlődési állapotban; a bőr alatt felgyülemlett (s csersavas anyagokban bővelkedő) sejtnedv nyomására az epidermis (mucigera) felszakadt — rp_2 — és a mesophyllumbeli repedés a palissadeon át halad tovább — rp_3 . A csersavas anyagok a palissadeban mindkét rajzon árnyékolással jelöltek. — Z. Oc. 2, Ob. AA.
40. • A tocajai példány (l. 795. l.-on sub¹) egyik levele, fonákán parasávszerűleg hurkolódó mesophyllumbeli folytonosság-hiánynyal. — T. n.

Norantea anomala H. B. K.

41. rajz. Részlet a levél k. m.-éből. — Z. Oc. 2, Ob. C.
 42. „ A levélszínen fellépő paratúltengés középrészlete, a kirekesztett mesophyllum egy darabjával. — Z. Oc. 4, Ob. C.
 43. „ A paratúltengést követő palissade-sor, nagyságában apadó sejtekkel. — Z. Oc. 4, Ob. C.

XVIII. tábla

44. rajz. A levél fele, színén bogárrágás-képű paratúltengési sávokkal. T. n.
 45. „ Egy teljesen kifejlődött paratúltengési sáv k. m.-e, a mesophyllumba bemélyedő kitöltő-szövevvel s az általa kirekesztett mesophyllum (+stele= st_x) egy részletével = $e_{1x}-p_x-sp_x$. Z. Oc. 2, Ob. C.

Norantea guianensis AUBL.

46. rajz. XII. tábla 14a rajz szerinti paratúltengésből vett k. m. fele részlete. — Z. Oc. 2, Ob. C.
 47. rajz. Ugyanabból egy oly k. m.-i fele-részlet, a melyen még ott látható a kirekesztett palissade csersavval telített törpe sejtsorozata (p_x) és szivacsparenchymabeli (sp_x), illetőleg epidermis-roncokkal (e_{1x}). — Z. Oc. 2, Ob. C.
 48. rajz. K. m.-i részlet a levélszínoldali paratúltengés ama részéből, a hol a palissade megszakadásával: egyszersmind annak kitolulása is látható — $p-p_x$. — Z. Oc. 2, Ob. C.

Norantea Sodiroi GILG

49. rajz. A levél csúcs-darabja, behegedt parasávtánzó s nagyobb mesophyllumbeli berepedéssel = rp ; — csúcán hihetőleg vízkiválasztó életműszerrel (= hy = hydathodus), a mely a Marcgraviaceák leveleiről idővel — functiója vesztetten — leválik, miáltal a levél úgynevezett *folium emarginatum*-má lesz.¹ — T. n.

XIX. tábla

Norantea guianensis AUBL.

50. rajz. Levél színoldali paratúltengésének egy oly részlete a palissade közelében, a hol a paratúltengés «ágyának» megvastagodott falú sejtjei sklereidfészkekkel határosak. — Z. Oc. 4, Ob. C.

¹ «... laminæ apice incrassato certe secernente» GILG diagn. l. c. p: 14. — (Math. és Természettud. Ért. XXXIV. (1916.) köt. I. tábla, 7. rajz *hy*.)

51. rajz. Levél színoldali paratúltengésének kezdeti fejlődése a palosklereid-kezetek egy csoportja fölött. — Z. Oc. 2, Ob. C.
52. « Ugyanannak egy előrehaladottabb fejlődési állapota, a midőn a szivacsparenchymából eredő phellogenium actióba lépésével a palissade-réteg részben máris kiküszöbölődik ($p-p_x$). — Z. Oc. 2, Ob. C.
53. « Elsődleges eredésű paratúltengés radialis sejtsorai (kw_1) a palosklereidekkel kapcsolatos palissade fölött. — Z. Orth. Oc. 6, Ob. AA.
54. « Levélfonák paratúltengése, fele részében. — Z. Oc. 2, Ob. C.

Norantea Uleana PILGER

55. rajz. A levélszínen fellépő «glandula-képző» képletek ($a-h$) különböző formái, \pm sötétbarna «udvarral» = $u-u$; az áttekinthetőség okából némileg nagyítva.
56. « Ugyanazok a levél fonákáról (= XX. tábla, 64. rajz rp), elmosódó «udvarral».
57. « Az 55. rajznak megfelelő képlet vázlatos k. m.-i képe, a fejlődés haladottabb állapotában.
58. « Ugyanaz a fejlődés kezdeti állapotában, vázlatosan.

XX. tábla

Norantea guianensis AUBL.

59. rajz. A levél fonákoldali paratúltengésének néhány szélső sejtsora, az epidermis (e_2) szintjén túlemlelkedőleg. — Z. Oc. 4, Ob. C.

Norantea macrostoma GILG

60. rajz. Levélfonákon rombolólag fellépő paratúltengés krátterszerű kialakulása. — Z. Oc. 2, Ob. AA.
61. « Ugyanaz, erősebb nagyítással s annak az illusztrálására, hogy a stelék nem befolyásolják a paratúltengést, elannyira, hogy a paratúltengés paraszöveve $hr-lp-bt$ — egyszerűen áttör rajta. Z. Oc. 2, Ob. C.
62. « A levél fonákoldali parakitöltő szövetének néhány ép sejtsora, a hol is kw_x erősebben megvonatott vonala jelöli a phellogenium zónáját, illetőleg az azon túl rögtönösen elparásodott és Sudan III-mal mohón szineződő réteg határát; kw_2 -n túl kw_3 (a többi rajzon is) a paratúltengéses foszlányok jele. — Z. Oc. 4, Ob. C.
63. « A teljesen kifejlesztett fonákoldali paratúltengés gyűrődött falazatú s radialis soraiban megzavart részlete. — Z. Oc. 2, Ob. C.

Norantea Uleana PILGER

64. rajz. Levél, a fonák felől, fölötte kicsiny glandulákkal (*gl*) és «glandulautánzó képletekkel (*rp*). — T. n.

Norantea Jussiaei TRIANA et PLANCHON

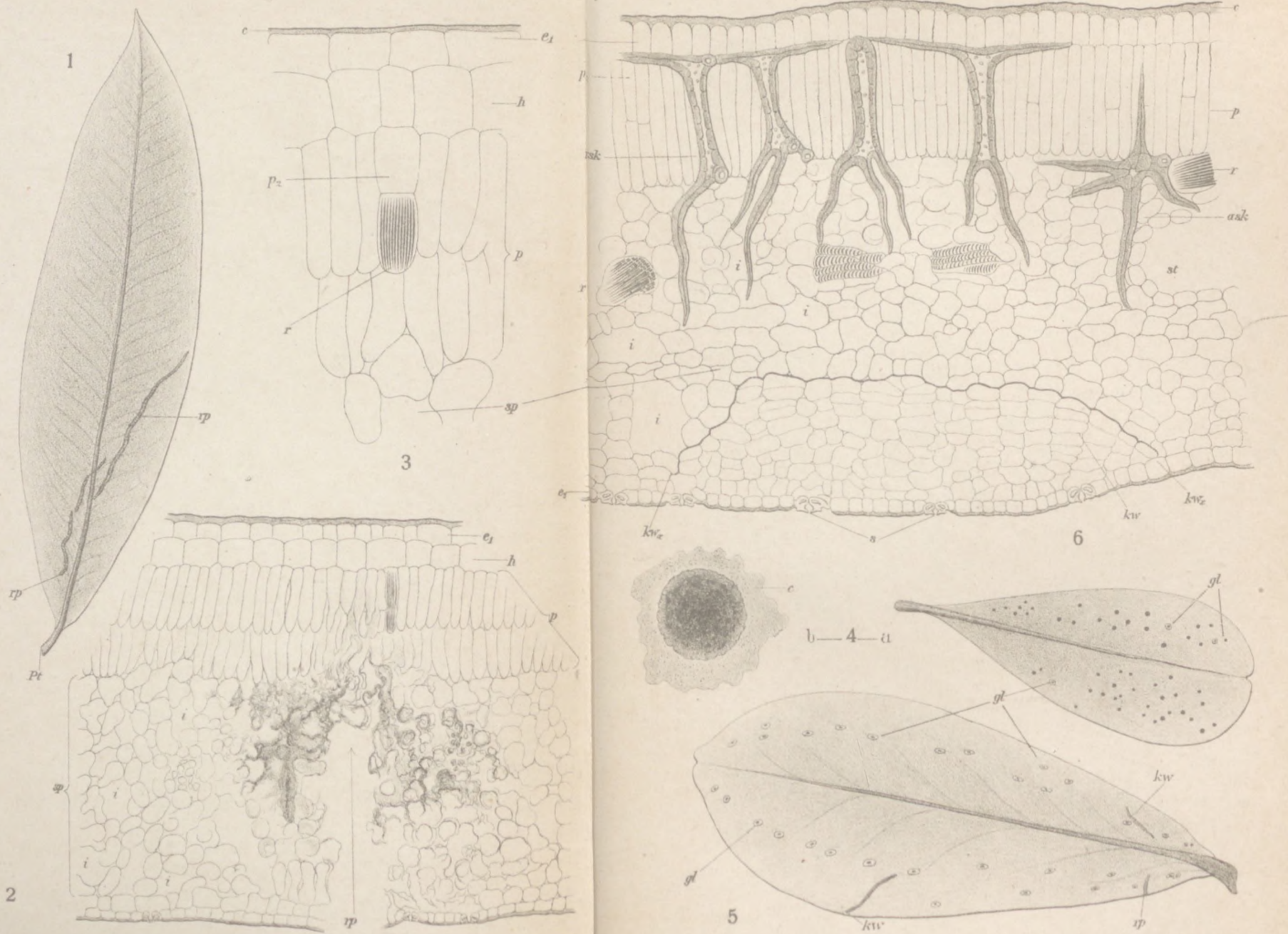
65. rajz. Levél fonákoldali paratúltengésének egy részlete erősebb nagyítással. — Z. Oc. 4, Ob. AA.

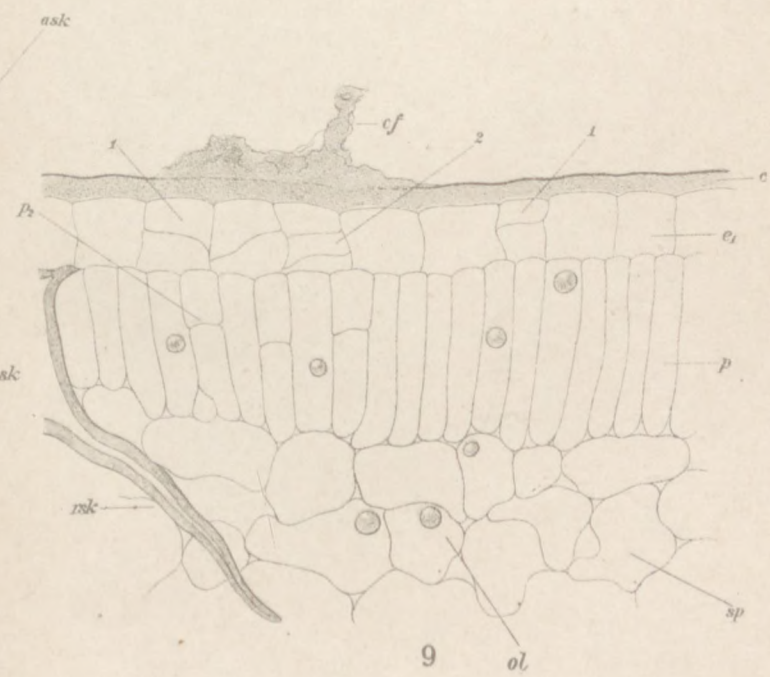
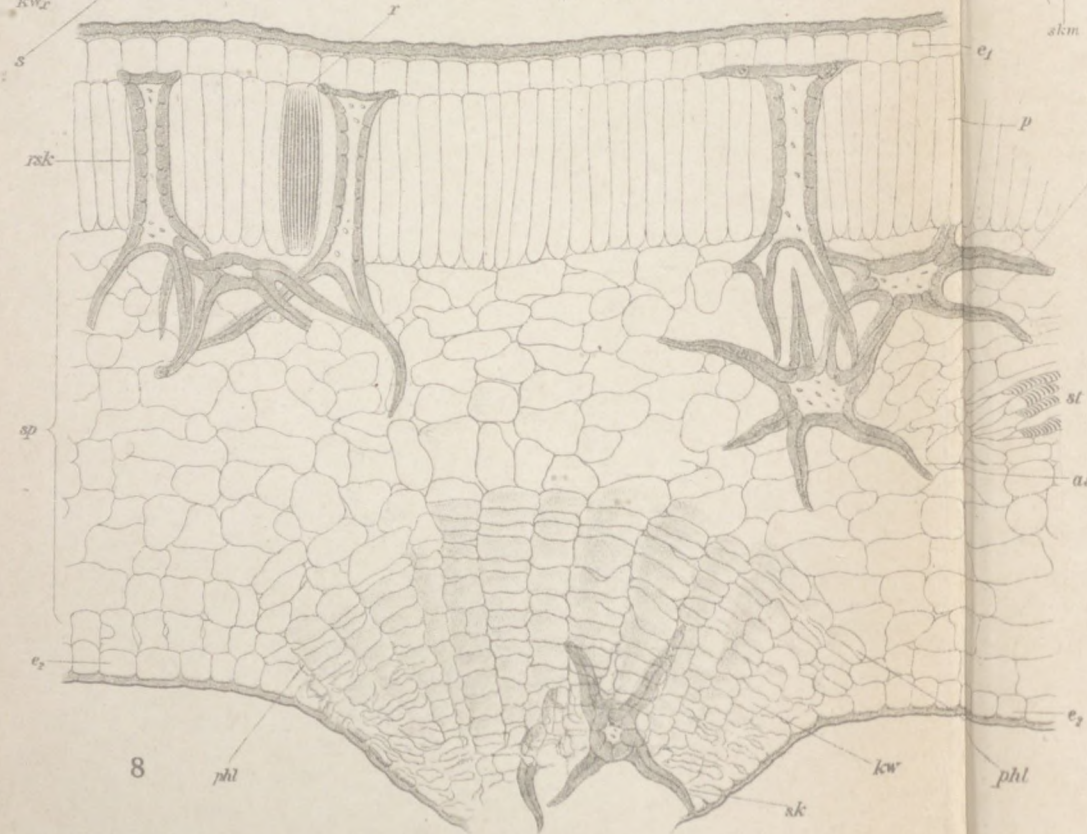
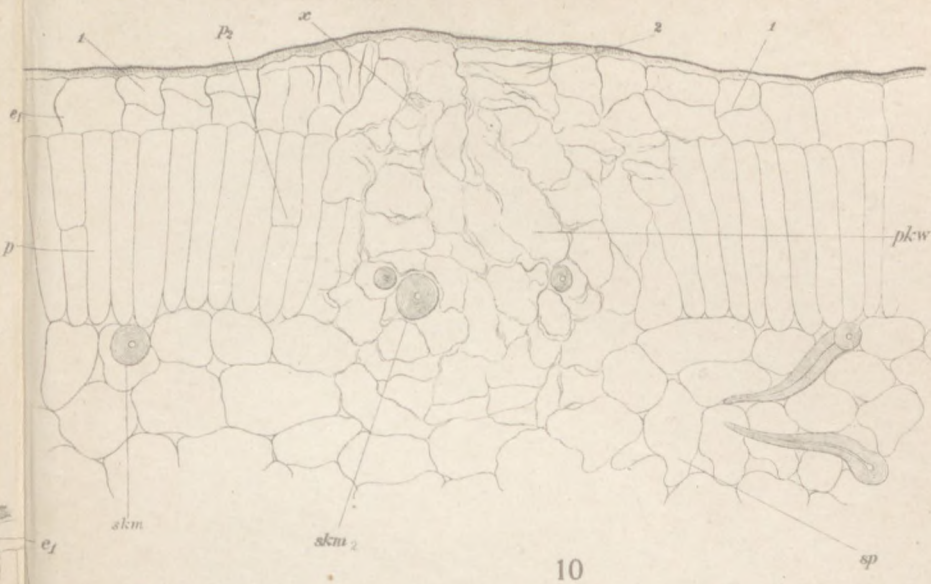
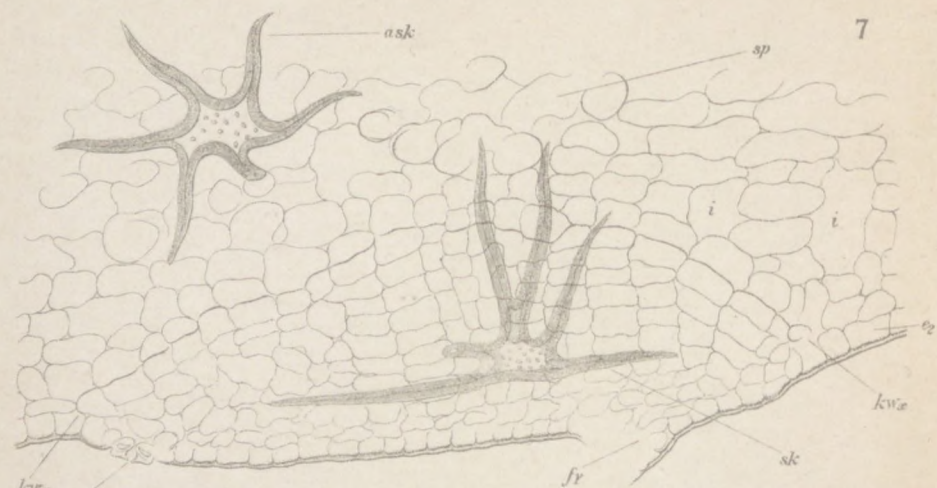
XXI. tábla.

66. rajz. A levél k. m.-e az egyik oldaléren át, palissade-jában palosklereidekkel, a szivacsparenchymában pedig oly *idiosklereid*-ekkel (sklereid-különczökkel = (*isk*)), melyek hasonmása egyetlen más *Norantea*-ban sem látható. — Z. Oc. 2, Ob. C.
67. « Levélfonákbeli paratúltengés (= XII. tábla, 15. rajz) k. m.-ének kb fele részlete. Z. Oc. 2, Ob. AA. nagy-nak felére redukáltan.
68. « Ugyanannak egy még kisebb, a szivacsparenchymára mintegy párnaszerűen illeszkedő (*lenticell*szerű) részlete. — Z. Oc. 2, Ob. AA.
69. « A fonákoldali paratúltengéssel terhelt levélszövet egy részlete, a szivacsparenchymából leszelt tekintélyes (*sp_x*) darabjával — Z. Oc. 4, Ob. AA.
70. « A paratúltengési zóna áttörése a stele (*hr—bt*) leptomáján keresztül. Vázlatos rajz, kb Z. Oc. 2, Ob. AA. felére redukált nagyítással.

Norantea Uleana PILGER

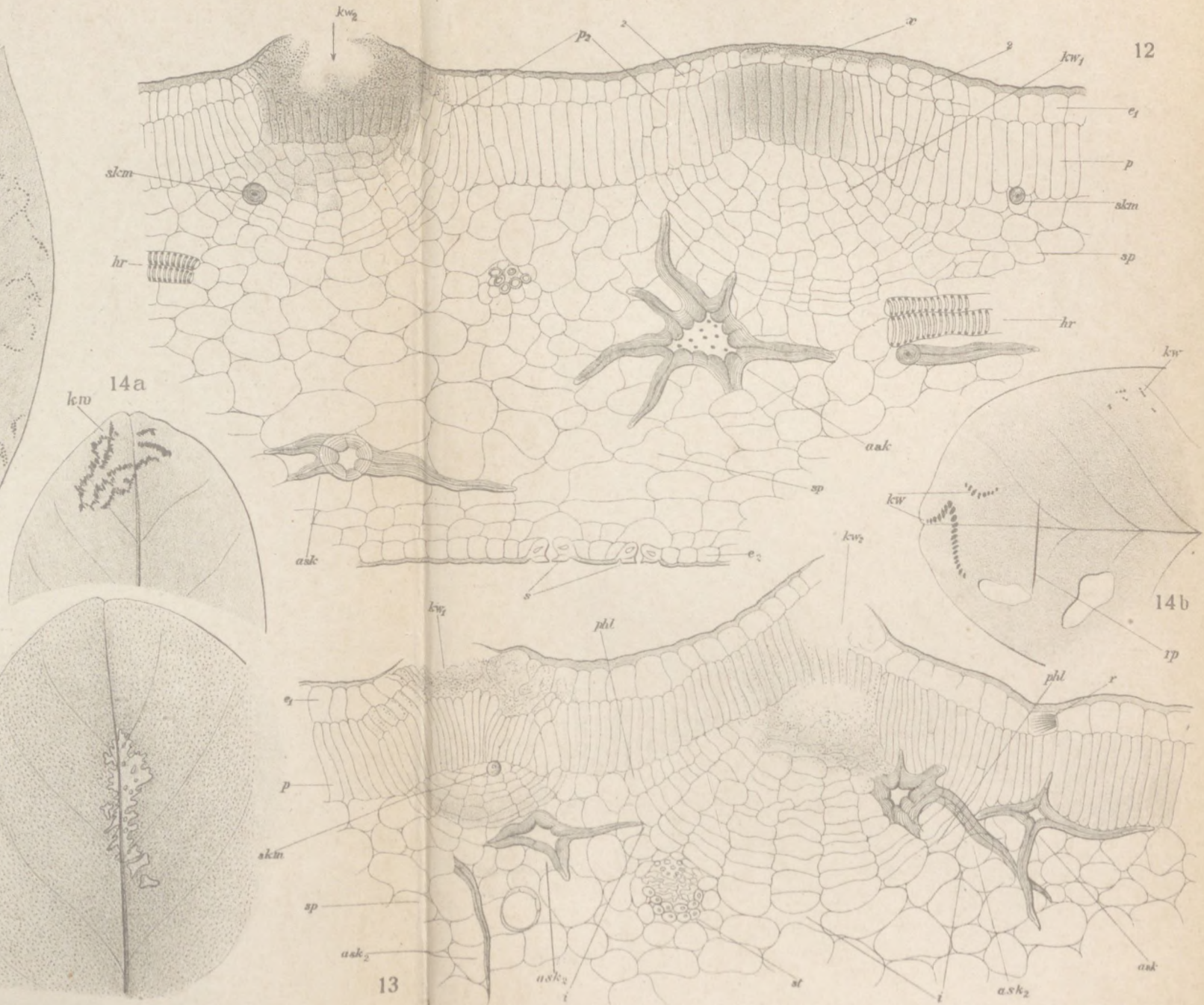
71. rajz. A levél fonákoldali (bogárszúrás-szerű) glandulájának (XX. tábla, 64. rajz *gl*) k. m.-e; — α - α glandularis üreg, azon belül *gv* = vázlatos hihetőleg nectariumot kiválasztó réteg, glandularis sklerenchymával — *gsk* — körülövezetten. — Vázlatos rajz.
72. « Ugyanaz «komma-szerű» alakjában s hosszanti átmetszetben, szintén vázlatosan.







11



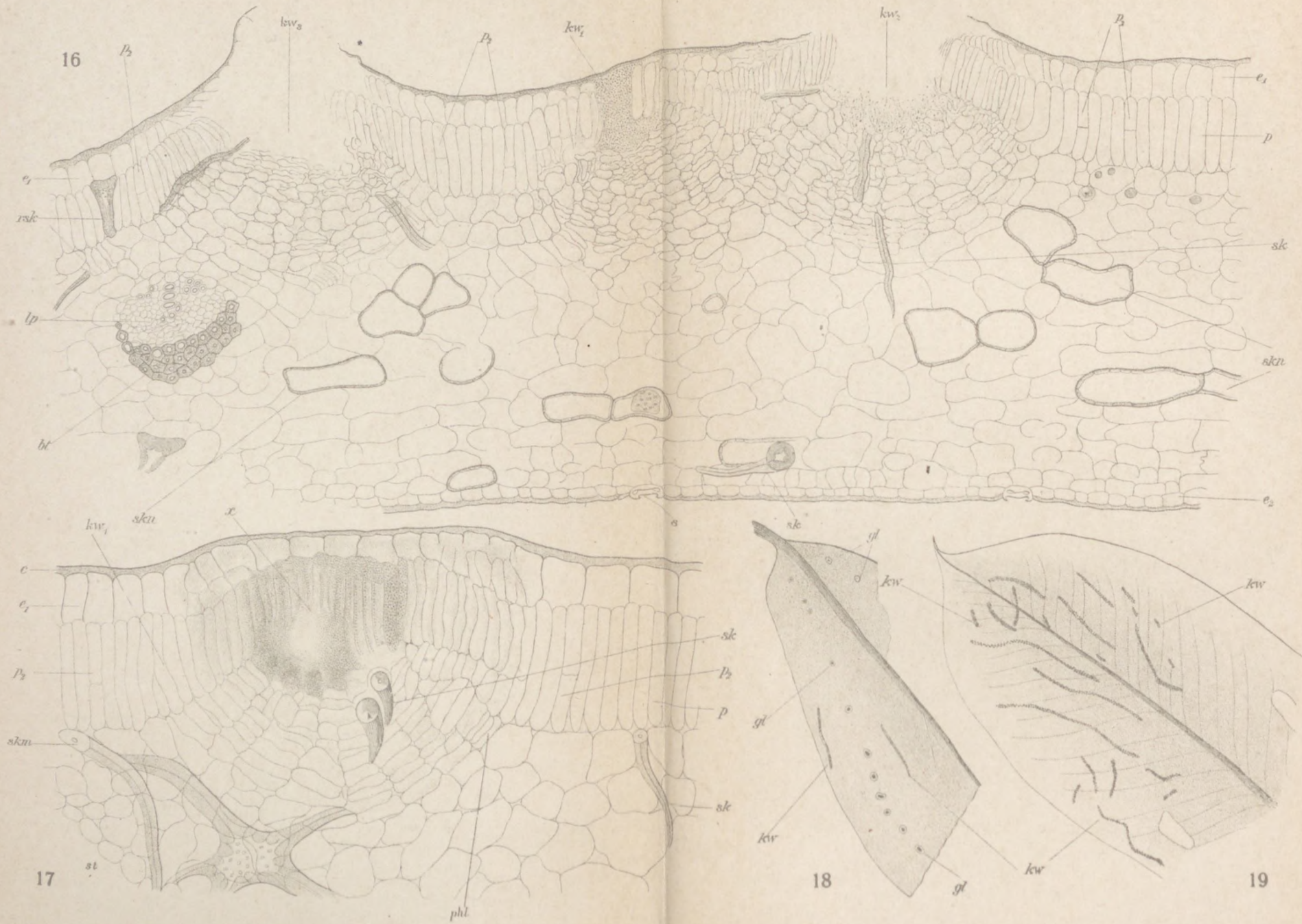
12

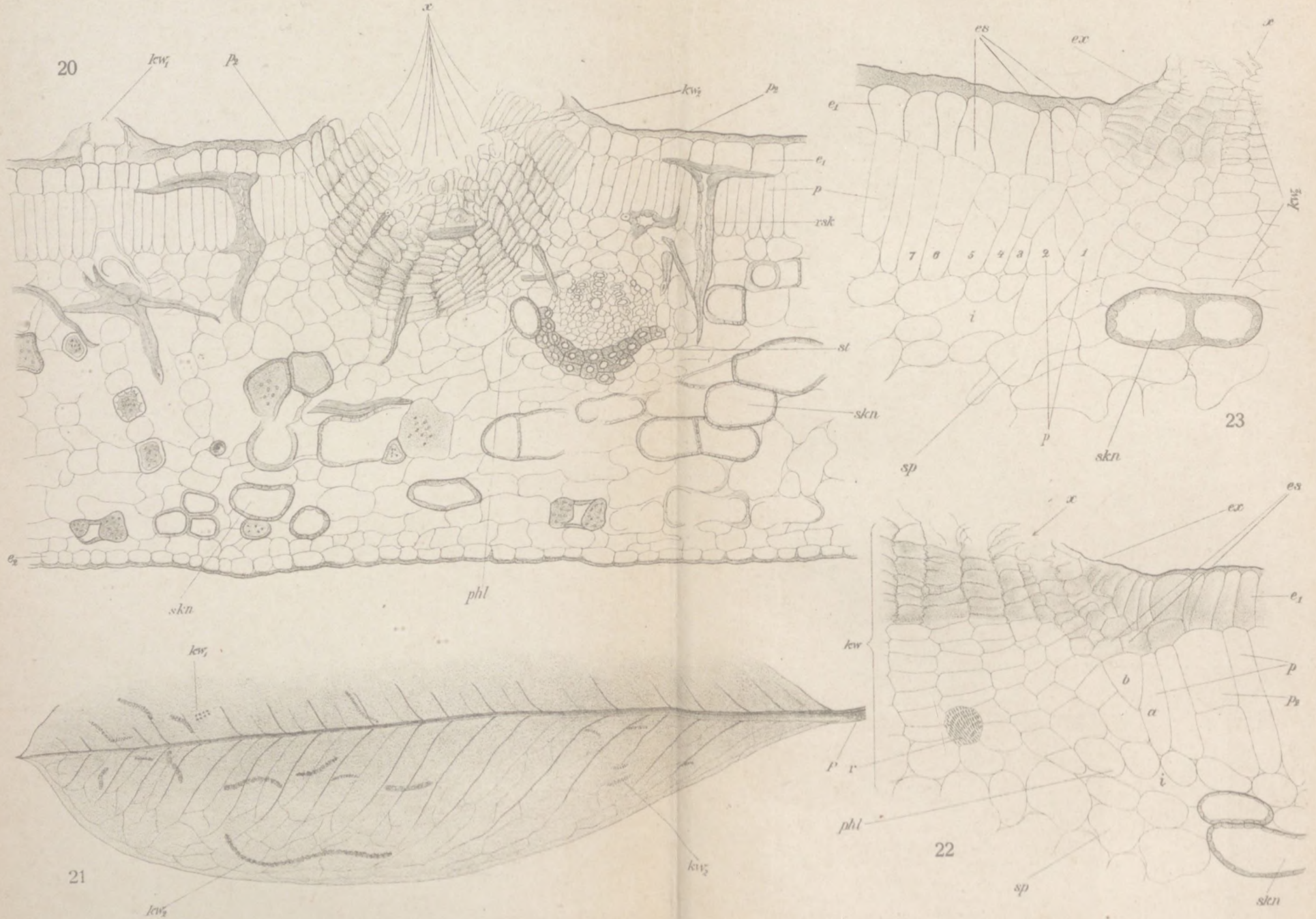
14a

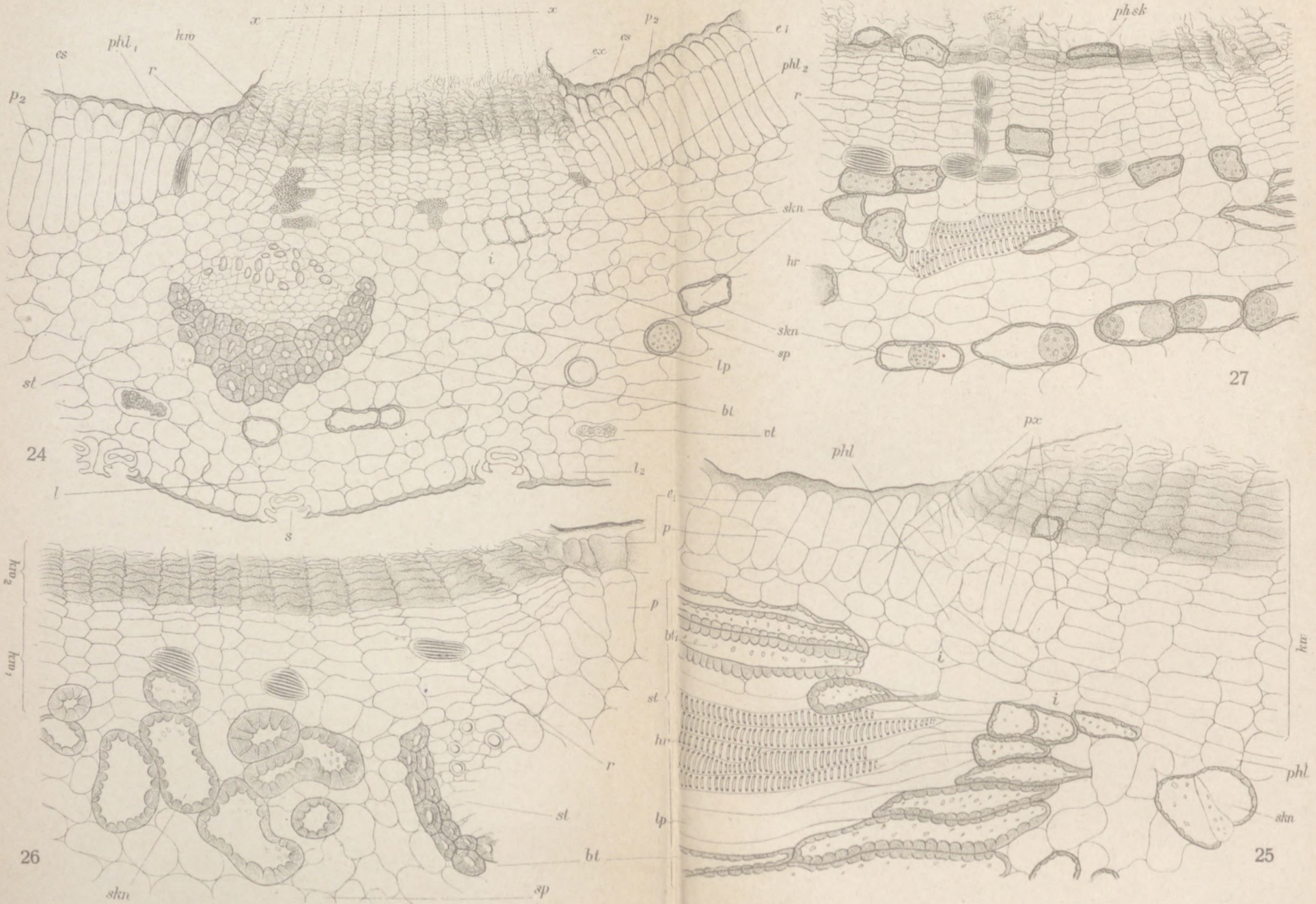
14b

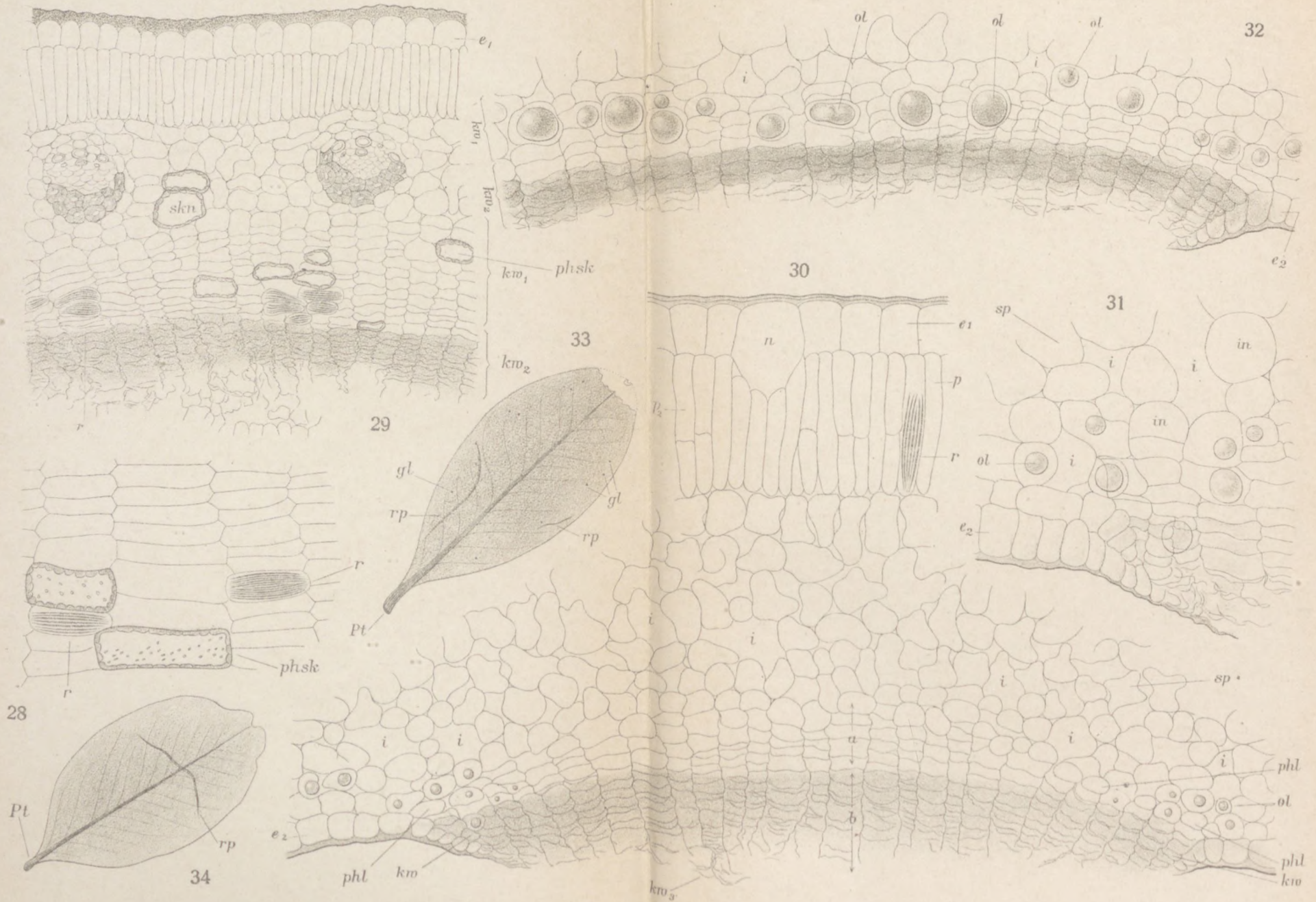
13

15

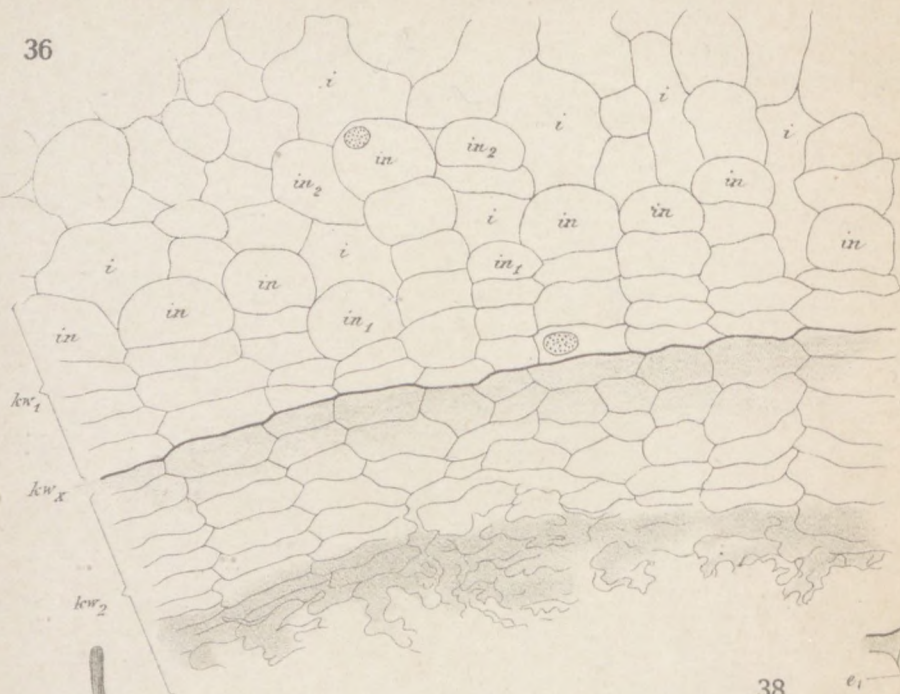




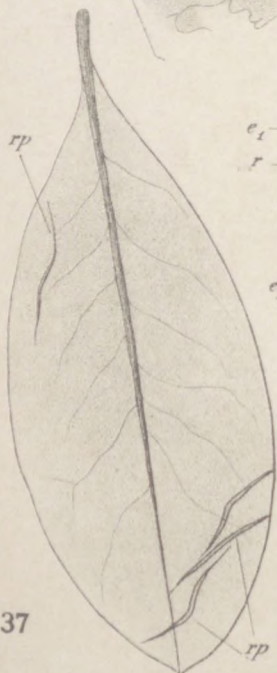




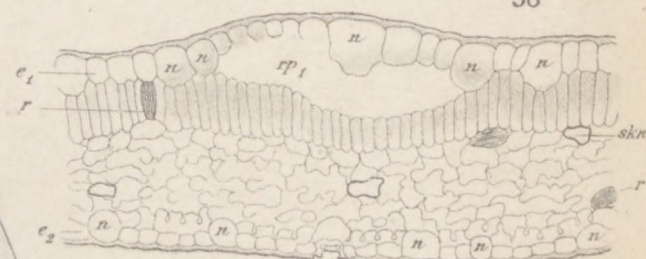
36



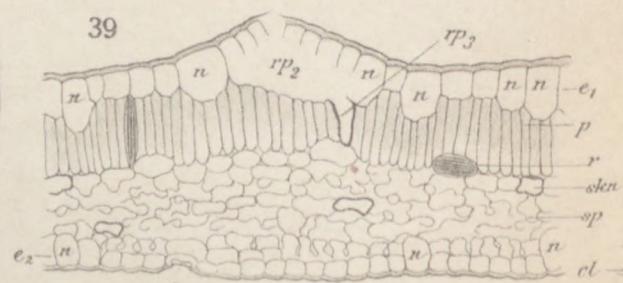
37



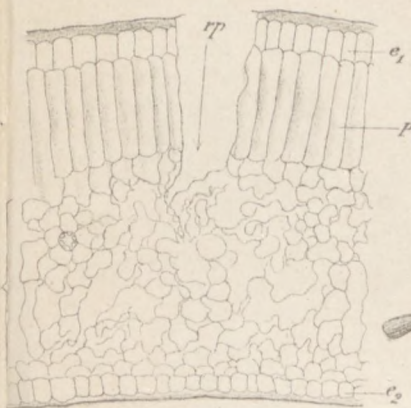
38



39



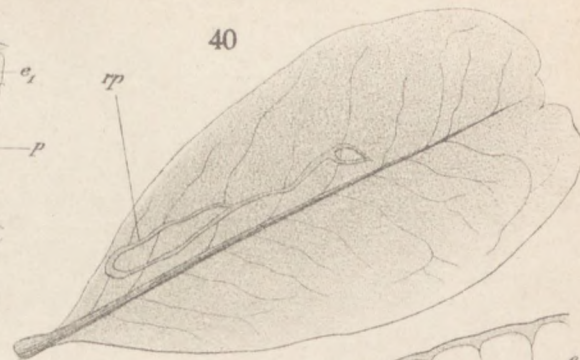
35



42



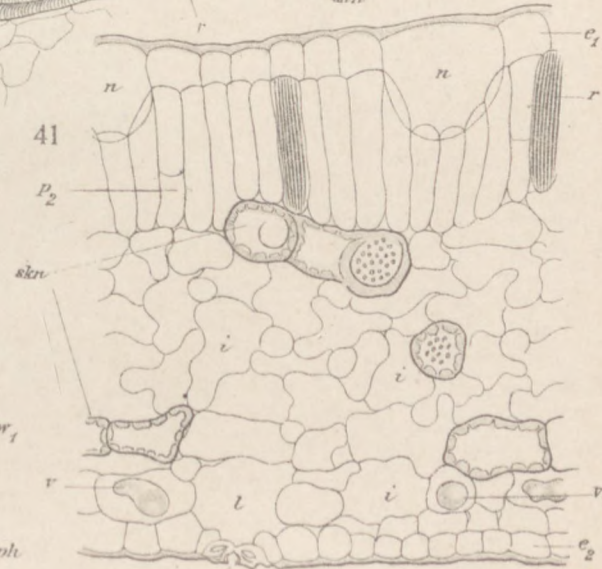
40

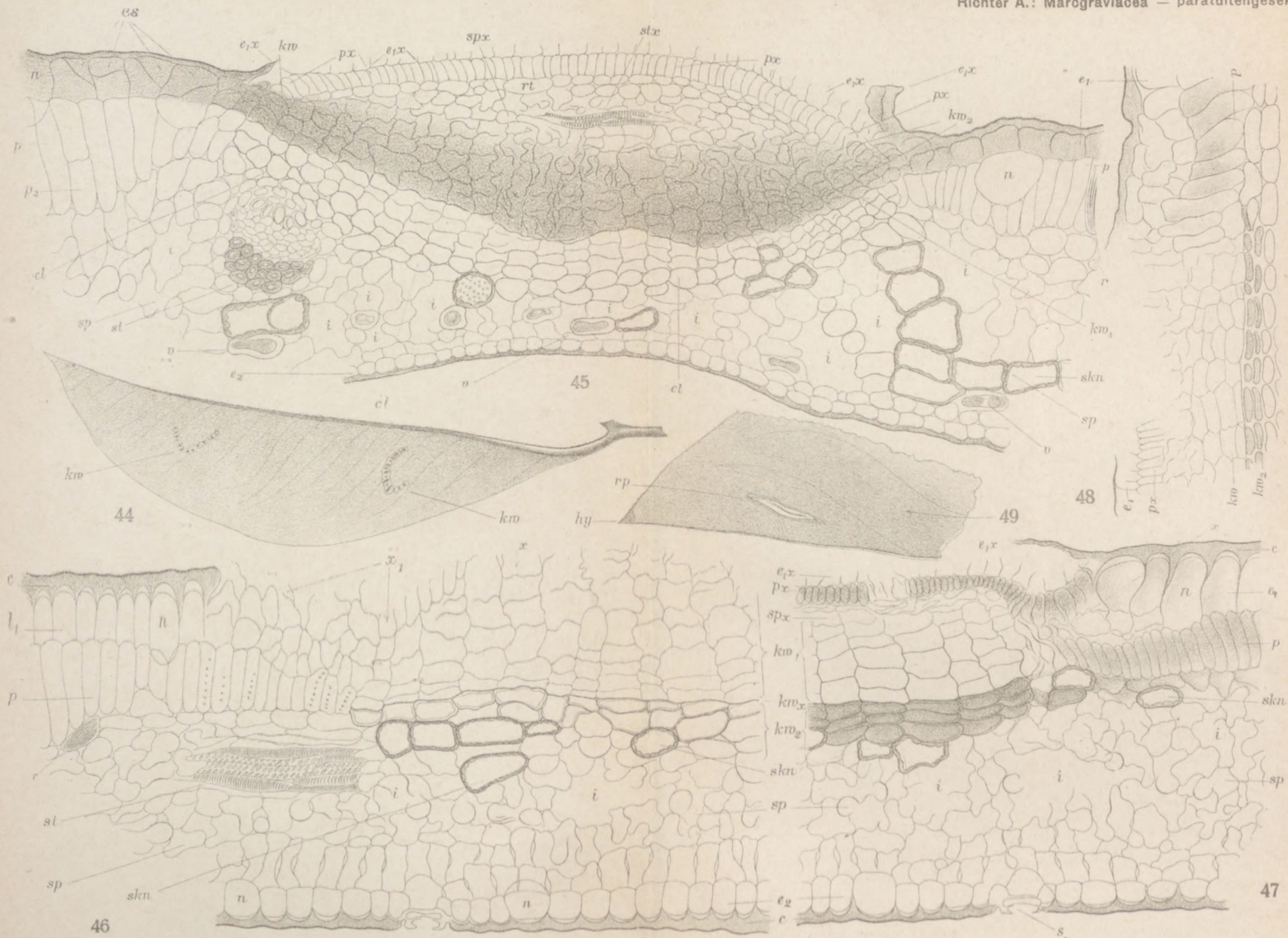


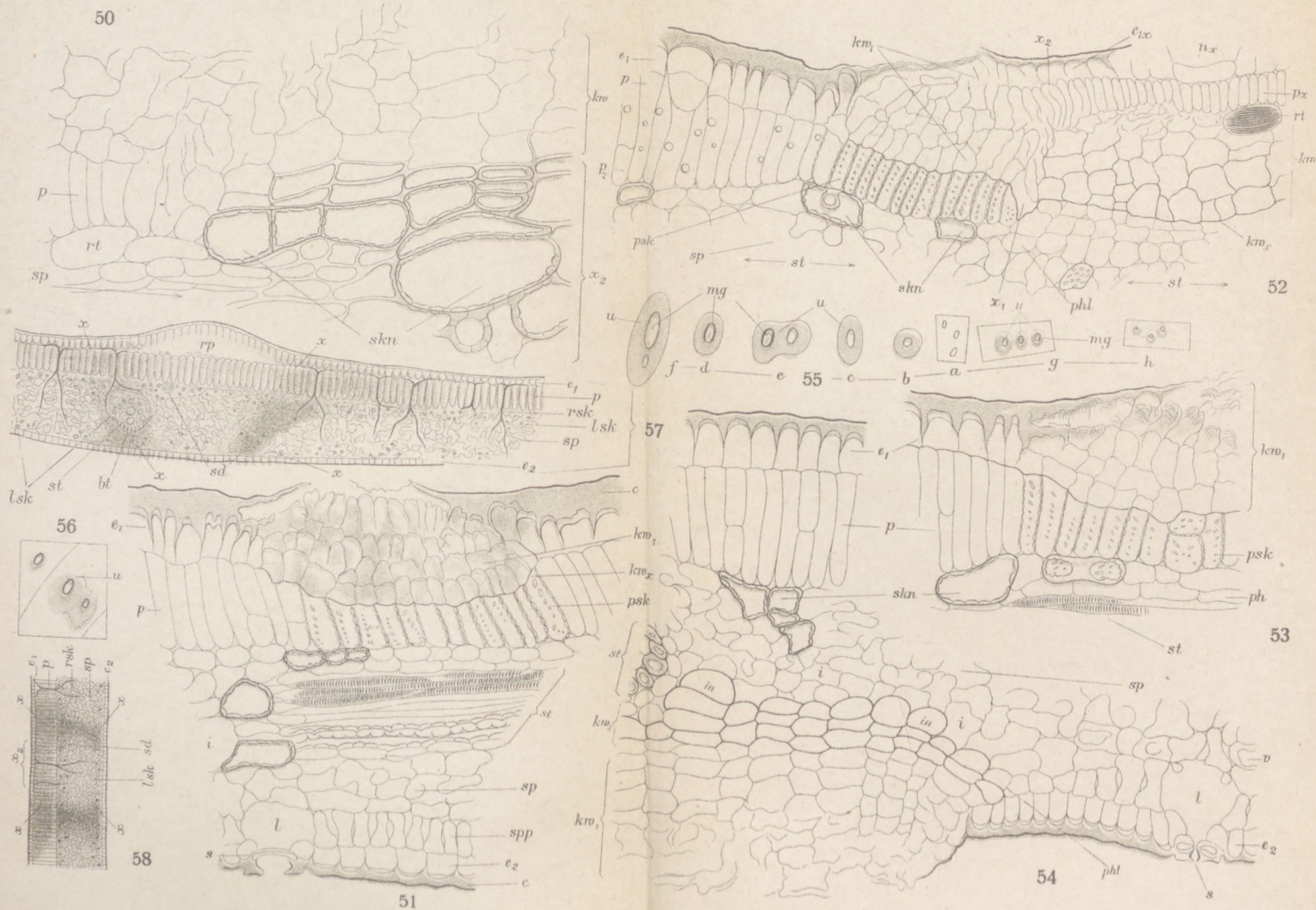
43

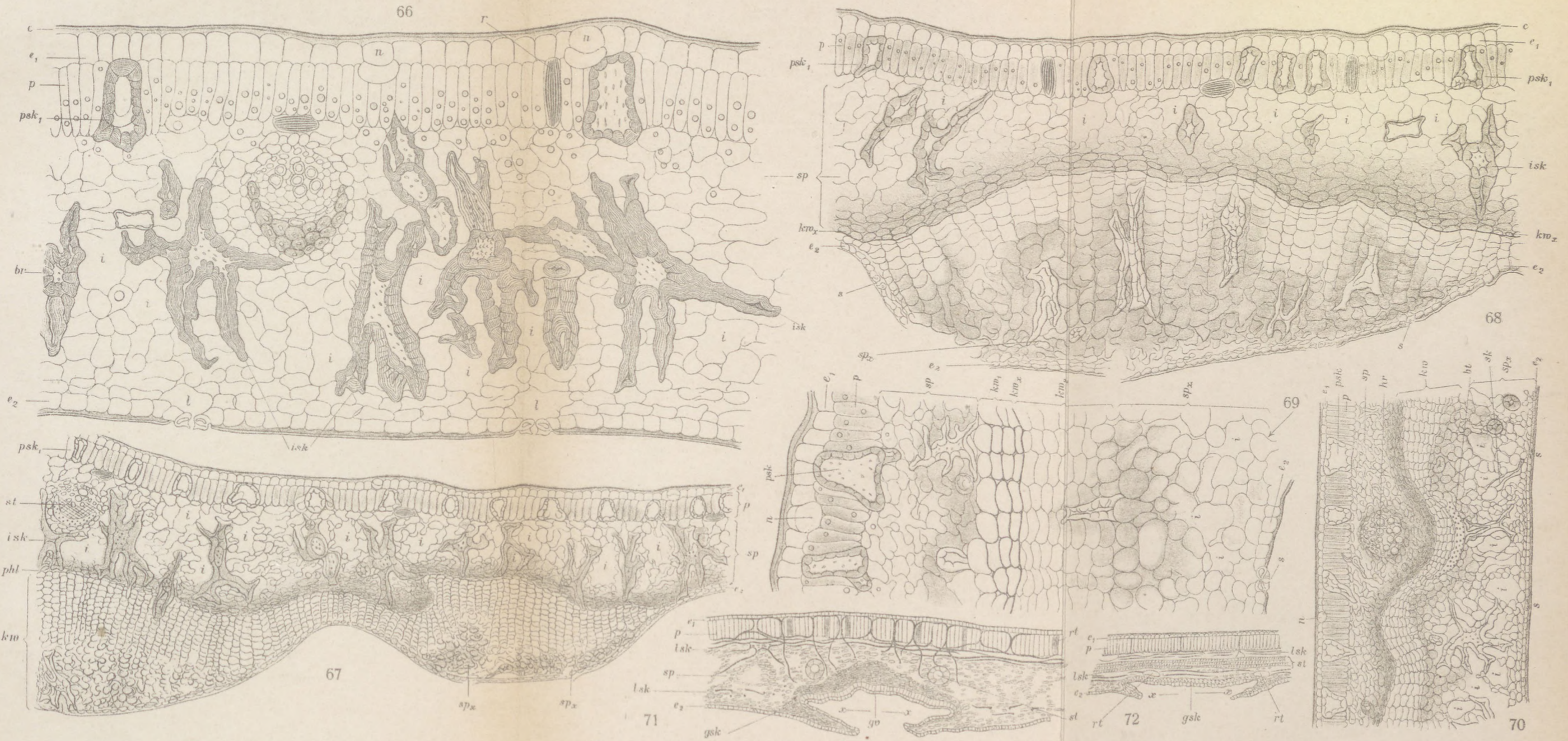


41

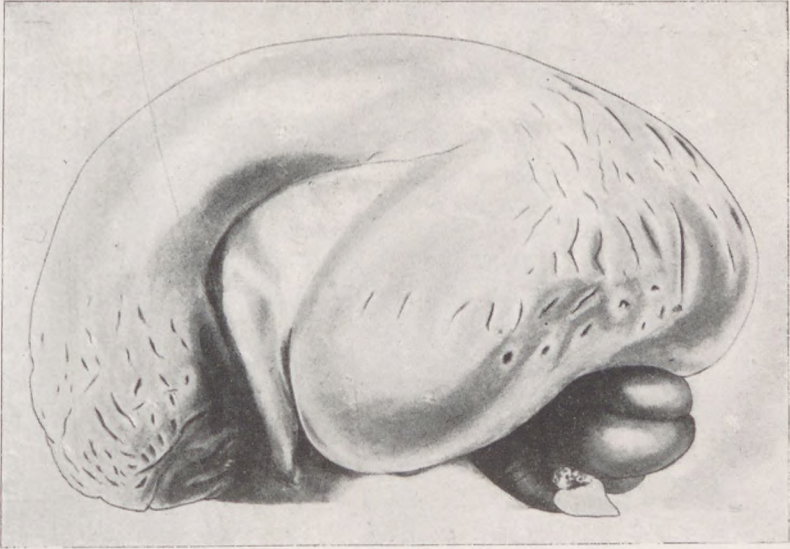








1



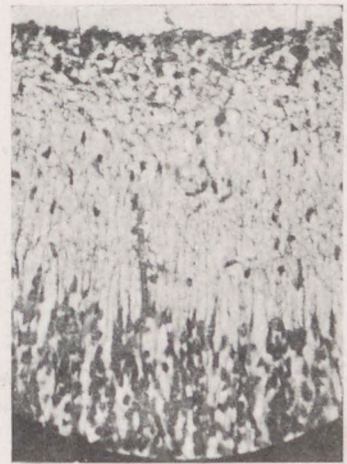
2

3

ef

4

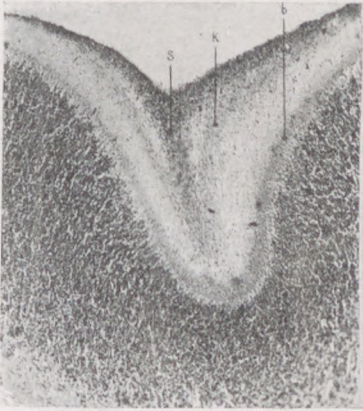
ef



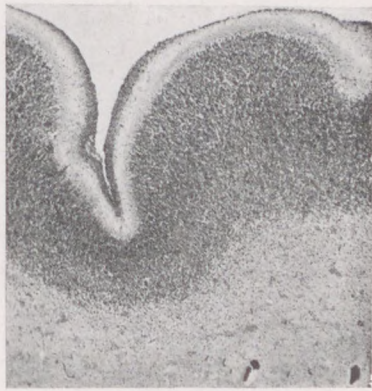
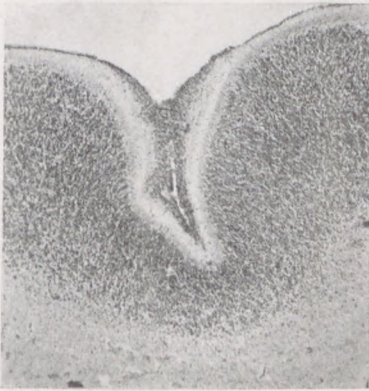
5



6

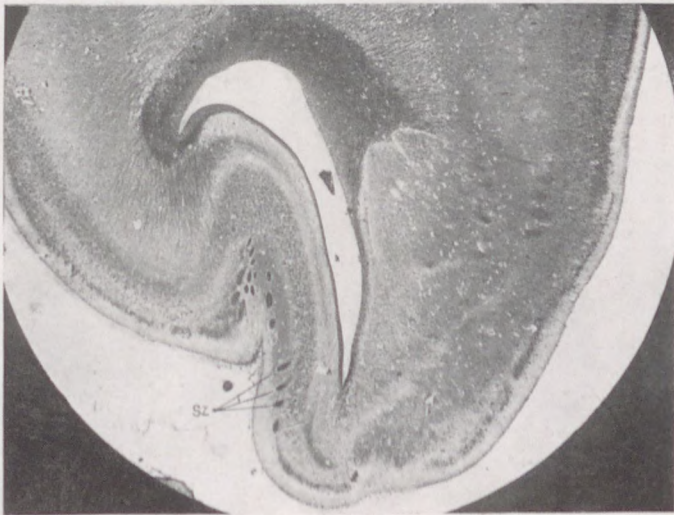


7



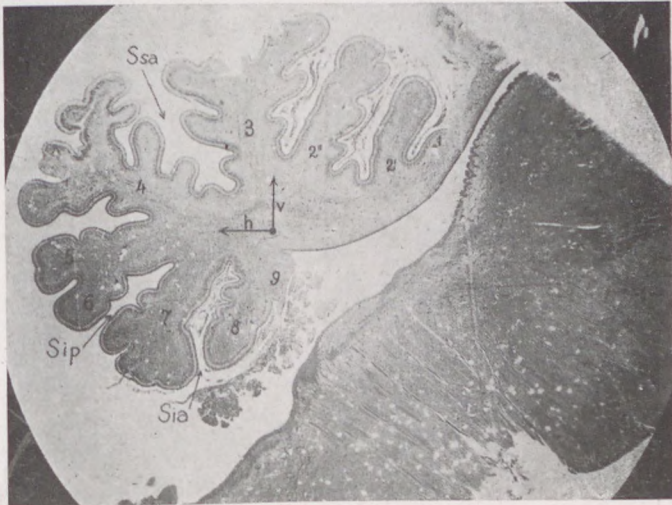
8

9

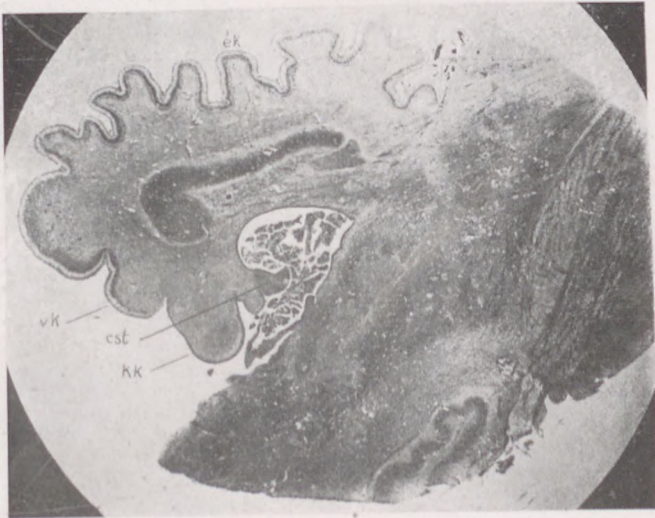


10

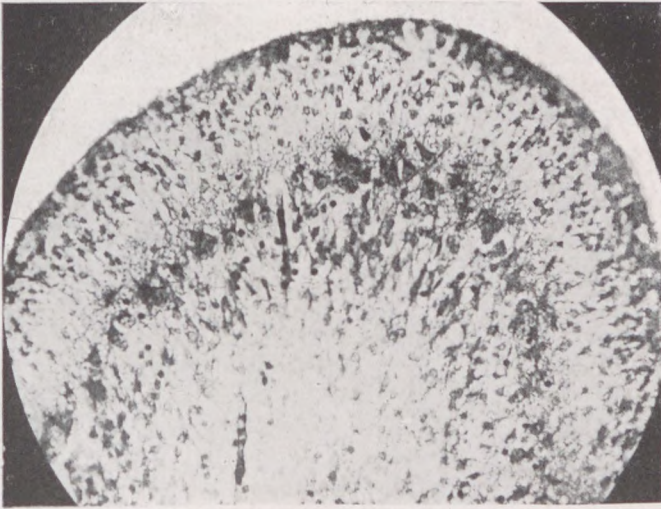
11



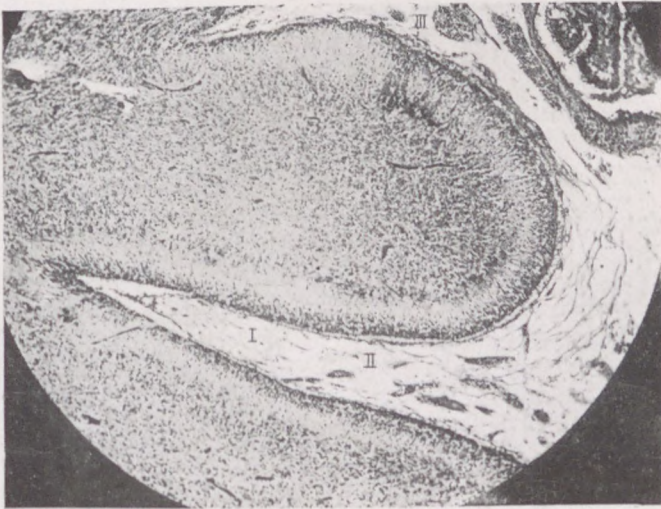
12



13



14



15

