

hogy elmeneküljön innét máshova, a hol nem fenyegeti szellemi kopaszságát elárulással semmi.

Nevekedhetik talán e környezetben néha egy-egy fiatal erő a kelleténél radikálisabbá. Meglehet, hogy nem fog többé otthona maradiságával megbarátkozni. De utóvégre is vagy megtörik ő, vagy engednek az elmaradottak. Az utóbbi aztán az állomás legszebb diadala!

* * *

Általában azonban annak, ki nem dolgozik például állandóbban a stáció számára, Nápolyban az időt kár egyébbel, mint az eleven állatnak, a friss szöveteknek vizsgálatával tölteni. A mi u. n. conservált, alkoholban vagy egyéb folyadékokban állandósított anyagon végzendő, munkájának azt a részét kiki otthonra halaszthatja. Mert korántsem elég ma már azt látni, a mit a jó szem maga is képes fölfedezni. Az élet ismeretére legfontosabb kérdések oly parányi alkatrészekben fordulnak meg, melyeket észre is csak akkor vehetünk, ha tudjuk százszor, sőt néha ezerszer akkorának látni, mint a minők valósággal. Első sorban ennek a kényszerűségnek szolgál a mai napig a zoologus otthoni műhelye.

Ha valaki azt vetné szemünkre, hogy mi mindent nagyítunk — igaza volna az állításban, de nem a szemrehányásban. A mint nem nélkülözheti a rövidlátó ember a szemüveget, úgy nem tudna el-lenni ma már az emberiség — a mikroskóp nélkül. Meg vagyok győződve róla, hogy rövid idő múlva a szakácskönyv mellett egy ily című könyvecske is száz meg száz kiadást fog érni: „A jó gazd'asszony, vagy gyakorlati útmutatás a mikroskóp használatában.“ Ha kételkednek, Uraim, különösen pedig Hölgyeim, e jövendölés alapos voltában, remélem, meg fogja Kegyeteket győzni jövő szombaton: a zoologus műhelye itthon.

A zoologus műhelye itthon.

III-ik előadás.

Ha elkisérték engem, Hölgyeim és Uraim! túl az Óperenczián, jártak velem őserdők árnyában, tengerek világában, ne átaljanak most belépni abba a bűvös körbe se, melybe bennünket zoologusokat,

Itthon laboratóriumunk négy fala zár. Több mindenféle üveggel, lombikkal és furcsább, laikus előtt idegenszerűbb műszerekkel, a középkor alchimistája, egy Theophrastus Paracelsus Bombastus se vehette volna körül magát. Mi is főzünk, párolunk, szűrünk, keressük a bölcsék követ vagy a mesterséges aranyat, csak hogy mi kulcsnak nevezük az élet titkához. Tudunk mi is sok olyat, amit a be nem avatott bátran boszorkányságnak tarthat, kétszáz darabra szelni például, hogy mást ne említsék, a milliméter hosszú férget, sorba rakni, rögzíteni és állandóan eltenni minden szeletet, hogy azután, látóképességünket megszásszorozva, bármikor végig lapozzunk mind a kétszáz szeleten és mintegy könyvből kiolvassuk egy szervezet alkotásának legapróbb részleteit. Csupán e boszorkánykonyhának berendezése, műszerei képesítenek bennünket arra, hogy figyelemmel kísérhessük az elemi lényeknek, a sejteknek életműködéseit, hogy kedvünk szerint tenyésztessük, tegyük ki módosított viszonyoknak őket vagy pedig életfolyamuknak bármely pillanatában megakaszszuk a további elváltozásokat, melyeket akár az élet, akár a halál fogna bennük létesíteni. Megakaszthatjuk az élet kerekét végkép, s az épen meglévő állapotot meg is őrizhetjük, mint mikroszkópi készítményt, hosszú időnkig, elméletileg örökre; vagy pedig megakasztván az életmozgást, azt mesterségesen újból el is indíthatjuk. Csak ott nem tudunk még életmozgást indítani meg, ahol ilyen még nem létezett; sőt az elemi élő lényt, az életnek legegyszerűbb gépezetét se tudjuk még mesterségesen előállítani. Életet csak élet indíthat meg, s élő lényt csak hozzá hasonló lény állíthat elő. Így van ez ma még legalább.

Emlékeznek úgy-e bár az Ember Tragédiájának arra a jelenetére, ahol a phalansteri tudós a lombikot lesi, melynek élettelen anyagból élő lényt kellene szülnie? Talán igaza van Ádám gúnyoló szavának, hogy nagyon vén lehet már az ember, ha lombikra szorul, midőn organisál. Az élet szellemének talán örökre szűk leendő az a lombik. Ma így hisszük és elvetjük az úgynevezett generatio aequivoca tanát, mely szerint élettelen anyagban önként is keletkezhetnének élő lények, állhatna elő élet a halálból. Hitünk és meggyőződésünk, hogy az élettelen anyag élővé csak akkor válhatik, ha előbb az elemi élő lény, a sejt testének, a protoplasmának alkotórésze lesz.

De ha eszközeink nem is engedik meg, hogy mesterségesen organisáljunk, azt legalább nyomról-nyomra kísérhetjük a segítségükkel

a midőn a protoplasma, más szóval az élet organisál. Hosszú és bonyolult sorozatában a tüneményeknek áll ez, mind messze a szabad szemmel láthatónak határain túl, abban a világban, ahol az elemi élő lény, a sejt uralkodik. És mi ez a sejt? Koránt sem olyan valami, mint amire a neve, melyet a felőle való eredeti fogalmunkhoz képest, a viasz sejtjeitől kölcsönöztünk, emlékeztet. A sejt minden szervezetnek az a legkisebb alkotórésze, mely még él, azaz mindazon mozgási tüneményeket viseli, melyeket az élet fogalma alatt elválaszthatatlanul egyesítünk. És miből áll a legegyszerűbb sejt? A szerkezet nélküli protoplasma-anyagnak egy korlátolt terjedelmű csöppjéből. Képzeljünk egy a gombostű fejnél százszorta kisebb mennyiségű sűrű tojásfehérjét; ez a parányi fehérje szüntelen változtatja alakját, helyét megérzi, látható jelek által mutatva ezt, a hő és a fény hatását, közben nagyobbodik, azaz táplálkozik s aztán elérvén egy bizonyos nagyságot, ketté válik, osztódik, azaz szaporodik: ez a sejt s ezek az ő életműködései. Ilyen sejtek s azoknak termékei alkotják a mi testünket is; ezeknek az életműködéseknek összege nyilvánul minden cselekvésünkben, minden gondolatunkban. És minden élő lény, bármily bonyolult is a szervezete, bármily magasra törő a szelleme vagy messze földre terjedő a hatalma, eredetileg egy ilyen sejt volt, ebből indult ki a fejlődése. A fejlődés pedig állt ennek az osztódásában, az így keletkezett leánysejteknek növekvésében, ismételt osztódásában s a mindig növekvő számu sejtek meghatározott törvény szerint való elrendeződésében és átalakulásaiban. Akár azt akarjuk tudni, milyen és hogyan működik a kifejlett szervezet, akár azt, minő volt a fejlődés a maga különböző stádiumaiban: mindig csak a sejthez kell visszatérnünk, annak életsorsára fordítani minden figyelmünket.

Igy van, hogy a modern zoologus, bármely élő lényt igyekezzék is megismerni, munkája legnagyobb részét a végtelen parányok birodalmában végzi épen úgy, mint ahogy a csillagász a végtelen nagyságokéban. De valamint a csillagásznak sem tárnának fel pusztán a saját érzékei úgyszólván semmit ennek titkaiból, úgy a zoologus is tehetetlenül állana, ha szemének csupán természetadta látóképességére volna utalva. A mi a csillagásznak a teleskop, az a zoologusnak s általában a biologia, az élettudomány művelőjének a mikroskóp. Kilenz tizedrésze azoknak a különböző chemiai szerekekkel teli üvegeknek, lombikoknak, késeknek és egyéb bonyolultnál bonyolultabb mű-

szereknek, melyeket Önök, műhelyünkbe lépve, megpillantanak, arra szolgál, hogy esetről esetre a mikroszkóp alkalmazását tegye lehetővé.

Említettem már első előadásomban, hogy a zoologus mindenütt felütheti a műhelyét. A szerint, hogy minő helyet választ és ott minő kérdésekre igyekszik megfelelni, különbözők lesznek a műszerek is, melyekre szüksége van, különböző lesz a műhely berendezése. Mikroszkópra például sem az őserdőben, sem a tenger alatt nincs szüksége. Nincs rá szüksége akkor sem, ha a mi réteinken, honi erdeinkben vagy vizeinkben kutatja a szabad szemmel is látható állatok külső életkörülményeit, a viszonyt, melyben egymással, a növényekkel vagy a talajjal állanak. Darwin nagyon ritkán nyúlt a mikroszkóphoz, talán nem is igen értett a vele való bánásmódhoz; de sem kísérleteiben, sem vizsgálataiban nem is volt reá szüksége. Azért a rovarok nagy szerepe a virágok megtermékenyítésében nem maradt titok előtte: a méh lábán a hímport, a dongóméhek hosszú nyelvét, mely a lóhervirág hosszú, szűk kelyhének mélyében is meg tudja lelni a mézet, szabad szemmel is lehet látni. Hogy a földi giliszták már millió évekkel az első ekevas előtt is szántották és termékenyítették a talajt, ki lehetett volna mutatni, ha még ma sem volna is fölfedezve a nagyító üveg. De már annak a benső okait és a szervezeten belül székelő tényezőit, hogy miért örökli át az utód szülői tulajdonságait, csak úgy lehetett volna használható hypothesisal magyaráznia meg, ha Darwin jártas lett volna a mikroszkópi lényeknek és sejteknek birodalmában is. Mivel azonban ezt a világot a kelleténél kevésbé ismerte, hiába volt a legnagyobb szellem, pangensis nevű átöröklési elméletét nem tudta elfogadhatóvá tenni.

Hiba volna azonban a legújabb irányban haladó zoologusnak, a kit céljai idejének legnagyobb részén át a mikroszkóphoz lán-czolnak, lenéznie azt, a ki beéri a kézi nagyítóval és azzal, amit az állatok szervezetéből késsel, ollóval, tűvel és csipővel láthatóvá tud tenni. Igaz, hogy az ilyen aztán, mivel maga nem ért hozzá, hajlandó szédelgésnek bélyegezni az előbbi foglalkozását. Persze néki gyakran hiába is mutatnók meg, amit mi ott a mikroszkópon keresztül világosan látunk. Ő nem tudja látni, mert azt is meg kell tanulni és csak hosszú gyakorlat után lehet a mikroszkópi látásban biztosságra tenni szert.

Más az ő világa és más a miénk. Más-más világ, egyforma tág,

csak látni tudjunk benne! Így van ez költészetben, tudományban egyaránt.

Magasztalták előttem egy költő magas röptét, gazdag és kiterjedt világát. Miért? Mert szavajárása a végtelen, a beláthatatlan messzeség, a kéklő boltozatnak ismeretlen térei túl a földi légkörön, soha nem hallott hangok, elragadó illatok, kimondhatatlan kéjek, névtelen kínok s a soha sem testesülő ideál, szóval mindenből a legtágabb, a viláért sem részletezett fogalmak.

Nos hát, ennek a költőnek mindezek daczára, lehet nagyon szűk, nagyon szegény világa. Még szűkebb, mint azoké az általa annyira megvetett hétköznapi íróké, a kik közönséges emberekről írnak épületes, polgári történeteket. Hisz a mennyire hatalmában van a végtelen, a test nélküli, annyira kívül esik az ő körén a kézzel fogható.

Mindenkire nézve megvannak a határok, melyeken belül képzelete csaponghat. Lehet ez a tér tágabb vagy szűkebb, de egy bizonyos nagyságot túl nem haladhat ép oly kevéssé, mint a hogy nem terjedhet testi szemeink alkalmazkodása túl a látás bizonyos korlátain: távol vagy közel, jóformán mindig csak arasznyi köz. A túllátó számára tisztán áll a messzeség, de a közelében levő dolgok finomabb részletei rejtve maradnak előtte, míg a rövidlátó előtt ködbe borúl a távol, de mindent megmutat a közelség. Voltaképen többet, hasonló emberi látóerő mellett, egyik se lát.

Így, a kinek tekintete mindig a végtelenben, a megfoghatatlanban révedezik, az láthat a csillagokon túl csodás világokat, de nem veszi észre azt, melynek elég tág egy tenyéryni tölgyfakéreg is. Pedig ez a világ sem kevésbé csodás; ebben is élnek, küzdenek milliók. Minek irigyelnők tapasztalataiért azt az óriást, a kinek egy pillantása az egész földet átfogná? Az porszemnek látná a hófödte bércezt, és nem is sejtethné, hogy a jég aljában alpesi rózsa nyílik és azúrszínű gecziána. Ha az az óriás találna föl mikroskópot és lencséje alá tenné a nápolyi öbölnek egy csöpp gyanánt kimerített víztömegét, ő sem tudna hová lenni csudálatában, midőn nagyítója oly parányokat tárna fel előtte, mint a minő például egy czápa vagy akár a feszült vitorlákkal repülő gálya. Amott az óriások országában ő lenne az a Leuwenhoek, aki először írta a csöpp víz csudáiról. A czápa szerkezetéből ő talán már nem tudna több részletet fölfedezni,

mint a mennyit mi egy *Infusorium* testében. Előtte is merülne föl sok kérdés, melyekre a feleletet optikai eszközeinek nagyobb tökéletesedéseig, ép úgy mint nekünk ma még, el kellene halasztania.

Bizony, bizony az a parányi lény, mely a tölgyfa kérgén lakik, ha rövidlátó tekintete az égboltozatot föl sem is éri, azért nem szegényebb, mint jó magunk, a kik hatalmas bükkök lombátorában gyönyörködhetünk. Néki mély völgyek a barázdák és hegygerincz minden kiemelkedés; a rejtve nősző mohok rengeteget alkotnak, a harmatsöppöt ezer meg ezer élő lény népesíti; számára is van csöndes otthon és kietlen idegen; ott törtet pusztítva a pondró, ott várja vissza a szárnyatlan lepkenő nagy útra kelt párját és boldog lesz visszatértén; ott is uralomért küzd az irigy gomba, elnyomva a jobbat, és győz az erős, áldozat a gyöngé. Mikroszkópunk segít tengernek látni a vízcsöppet és beleképzelni magunkat egy ázalékállat (*Infusorium*) érzékeinek és eszméinek körébe. Az óriásnak *Infusorium* volt a czápa, nekünk czápa lesz az *Infusorium*, mely dühös étvágygyal temeti magába a hozzá képest törpe monádokat, bakteriumokat és egysejtű moszatokat. Mint egy Attila, Isten ostora száguld végig a látóterén és útja országoknak lészen pusztulása.

Szóval, bárhol feküdjék világunk, csak tudjunk látni, egy másikonál nem szegényebb; bármily eszmekörben éljünk, csak szellemünk legyen erős, találunk a legapróbbakban is végtelen változatosságot. De vajmi ritka lélek az, ki távol és közel, otthon van egyaránt, képzelmével átöleli a végtelent, s azért a parányit is részletekre bontja.

A hivatásához méltó életbúvárnak, biologusnak azonban ilyennek kell lennie. És itt ismét élémbe áll az a hasonlat, melyet az imént hoztam föl a csillagász és a mikroszkópi vizsgálatokat végző mikrographus között. Midőn a mikroszkóp legelső vívmányai ismeretessékké kezdtek válni, vérmes reményű természetbúvárok azt hitték, hogy a szerves élet legnagyobb titkaiba, az élet valódi műhelyébe is sikerül behatolniok. Tényleg pedig csak annyit tudtunk meg, hogy e műhely a sejtnék, a protoplasmaegyének keretén belül van; de hogy ennek részei miként működnek, milyen az élet gépezete, annak kipuhatólása elé mindig több és több akadály gördült. A mikroszkópi vizsgálat legszélső előrsein túl van az a birodalom, ahol az életműködések születnek. A mit a sejt szerkezetéből ma tudunk, azok csak

a szélső tejútnak, a ködfoltoknak felelnek meg; azokon túl itt is, ott is — az analógiák léggömbjeire bízva magát — csupán képzeletünk járhat. A protoplasma szerkezetében oly végtelen kis méretekkel van dolgunk, hogy hozzájuk képest magának a sejtnak határai mérhetetlenül nagyok. Miként a csillagtér távolságai csupán a nagyság káprázatos képét tárják eléink, anélkül, hogy kedélyünkben határozott benyomást hagynának hátra, úgy ama nagyságok, melyekkel nekünk kell foglalkoznunk, viszont parányiságukkal kábítanak el bennünket. Csak egy van, a miben ma már biztosan megállapodtunk, amihez a láthatón túl el-eltévelyedvén, meg mindig visszatérünk; ez a valami a sejt, a protoplasma.

Alakjukban az élő lények a változatoknak millióféleségét tüntetik föl, s az élet úgynevezett tüneményei sem kisebb számúak. Mégis az, ami bennem gondolkozik, ami ajkaimat e szavak közben mozgatja, a mi az árpa levét sörré erjeszti, a cukoroldatot szénsav és víz fejlődése mellett szeszszé alakítja át, a mi a mezőket virággal ékesíti és az eldobott kenyérdarabra penészből zöldes réteget von: mindaz nem egyéb, mint protoplasma, ez a minden életben, növényiben és állatiban egyaránt főszerepet játszó anyag. Az élet tüneményei voltaképen csak rajta és csak általa nyilatkoznak. Nevezhetjük az élő anyagnak, mert tényleg ez az anyag az, a mi él. Az élet oly működések és tünemények összesége, oly mozgások eredője, melyek a protoplasmának tulajdonságaiból folynak ép úgy, mint a hogy például a borszeszen előidézhető magának a borszesznek tulajdonságiból. A víznek képessége, hogy bizonyos körülmények közt munkát végez, péld. malmot hajt; a protoplasmának ugyancsak, hogy kellő mennyiségű víz és hő jelenlétében az életmunkát hajtja végre. Ha érezzük a lét örömét, annak moleculái buzdúlnak vidámabb rezgésre; ha szenvedjük terhét, fáradsalmait, az lankad el bennünk. Faust a maga lombikjai és foliánsai között aligha kereste gyötrelmeinek ilyen forrását; aligha állt elébe ez a megoldás, mely a modern Faustok laboratóriumában kísért.

És vajjon nem-e csakugyan pusztá kísértet, agyrém ez az egész? Nem. Az egész élő világot három egység hatja át: 1. az anyagi összetétel, 2. az alak, illetőleg szerkezet, s 3. a képesség s az ebből folyó működés egysége; nevezhetjük ez utóbbit a lélekének is. A működés a maga sokféleségeivel e kategóriába osztható: irányul először a test

— anyagi összetétel, alak és szerkezet — megőrzésére és fejlesztésére, vonatkozik másodszor a faj főtartására és okoz harmadszor az alkotórészeknek egymáshoz s az egész egyénnek a környezethez való viszonylagos helyzetében, múlt viszonylagos változásokat. E harmadik kategóriába esik mindaz, a mit mi magasabb képességeinknek nevezünk, az értelem, az érzelem s az akarat, mert hisz egy más személy előtt csak annyiban válnak észrevehetőkké, a mennyiben a testrészeknek egymáshoz, s az egész testnek a környezethez való viszonylagos helyzetében változásokat okoznak. Az értelem, az érzelem s az akarat épen olyan jelensége az életnek, mint a táplálkozás. Testi és szellemi, physikai és psychikai képességekről külön nem is szólhatunk.

Az áthasonítás, köznapi nevén táplálkozás, az alkotó parányoknak bizonyos mozgása, régi molekula csoportoknak kieserélése, illetőleg szaporítása újakkal; a protoplasma részeknek ilyen, csakhogy számtalanszor bonyolultabb mozgása a szellemi működés. Ennélfogva szellemi képessége minden önálló, teljes mértékben élő, azaz átalakulásai által ki nem merült sejtnek van; ilyenek pedig mindnyájunk testében milliárd számra élnek, tehát gondolkoznak is a maguk módja szerint. Épen úgy, mint a hogy a nagy mindenségben a mi naprendszerünkön kívül számtalan sok más naprendszer, vonzási középpont van, melyekről egyáltalán nincs közvetlen tudomásunk, van ebben a kis mindenségben, testünkben is számos értelmi középpont, melyről jelenlegi énünknek öntudatunknak semmi tudomása nincs. Öntudatunk maga is agyunk valamely sejtjének, illetőleg sejtesoportjának működése, melyben talán egyik a másiktól időnkint átveszi a vezérszerepet a nélkül, hogy ezt a megszakítást énünk folytonosságában, a mit az álom úgy is meg-megszakaszt, észrevennők.

Hogy minő a szellemi képessége egy oly lénynek, melynek semmiféle szervei nincsenek, az egyszerű sejtnek, persze el se képzelhetjük. Mi magunk is érzékeink útján szereztük magasabb szellemi képességeinket. A minő mértékben tudja valamely lény a külső dolgokat megkülönböztetni, minél finomabb eltéréseket, árnyalatokat bir észrevenni, és minél jobban tartja meg ezeknek az emlékét, vagyis minél tartósabb a hatás, melyet azok szervezetének a hatásfölvételre szánt részében, pld. agyában előidéztek: az illető állat annál magasabb szellemi fejlettségre emelkedhetik. Más szóval, minél bonyolultabb, tökéletesebb a szervezet, annál magasabb a néki meg-

felelő szellemi színvonal, végelemzésben azonban mindig csak az egyes sejteknek összesített működése.

Épen úgy, mint minden egyéb életműködést, szervezetünk fölépítésének munkáját is velük, általuk végezzük. Olyan építő kövek ezek, melyek nemcsak maguktól szaporodnak, hanem önkényt mennek is, hogy egymásra rakodva fölépítsék testünk falait. Ezt tevék Orpheus lantjának, varázsától a sziklatömbök. Mi az a dallam, melynek rythmusára épül a mi szervezetünk vára? Hallgatózhatunk, dobogó szív fölé hajtva fejünket, lüktető érre téve ujjainkat, mert hiszen az építés egyre folyik, mind halálig: és hallunk sokat — s a halottakat ma még nem értjük!

De tudunk egyet, azt, hogy bármily kúszálnak látszó útvesztőbe ragad is a maga szerkezetével és élettünetényeivel egy-egy magasabb rendű élő lény, nagyító üvegünk nyújtott ma már nekünk megbízható Ariadne-fonalat, megbízhatóbbat mindannál, a mit valaha ember saját szellemében a földön és természetfölötti segítségben a földön túl keresett vagy találni vélt. E fonal nincs valami hatalmas, ég felé törő oszlophoz erősítve; ellenkezőleg nagyon is parányi, nagyon is gyöngéd valamihez: mindig csak sejtből, protoplasma-egyénből indul ki és bármennyi kerülő, bármily hosszú út után mindig csak oda tér meg. A bölcsék magasztos eszméinek forrását az egyszerű sejtnék életműködéseiben kutatjuk, és ez igénytelen, törpe lényt vizsgálva, csak annál inkább lelkesülünk a nagyért, minden fönségéért. A mire nem rég tudatlan bámulattal tekintettünk, azt most kezdjük érteni és nagyszerűségét csak most tudjuk igazán méltatni: a kicsinyről tanuljuk meg csodálni a nagyot.

Kétségtelenül a protoplasma-egyének tanulmányozásának köszönhetjük legnagyobb részét annak az óriási haladásnak, a mely az élet titkára boruló fátyolt már-már föllebbenti előttünk, a mely remélhetőnek mondja azt, hogy megtudjunk annyit az életről is, a mennyit alkotásunk és földi helyzetünk bármiről is tudni enged. Ma már nem hiú káprázat az, ha biztató erővel száll meg a hit, hogy a biologia előbb-utóbb el fogja érni célját, hogy ki fogja mutatni az élet összes bonyolult viszonyainak kapcsolatát a protoplasma-egyén keretén belül végbemenő és egyszerű törvényekre visszavezetett mozgási tüneményekkel. Ki fogja mutatni ezt oly világosan, mindenkire nézve oly érthető módon, hogy a művelt ember lelki

szemei előtt még gondolkodásának műhelye is oly ismert legyen, mint évek óta megszokott dolgozó szobája. Eljövend az idő, midőn mindenkinek be kell látnia, hogy, ha tudásunk csak viszonylagos értékű és örökre gyarló marad is, legalább nincs semmi, ám nevezék életnek vagy egyébnek, a mi előttünk kevésbé volna érthető, mint bármi más. Ennél pedig többet senki sem kívánhat!

S ezzel azt hiszem, eléggé kifejtettem, miért játszik a modern zoologus műhelyében főszerepet a mikroskóp. Röviden, még egyszer azért, mert minden állatban leginkább alkotó sejtjeinek szerepe érdeklő, ezek pedig olyan lények, melyek messze túl esnek a szabad látás határán. A fölhozott problémák megoldásához pedig, ha csekélylyel is, hozzájárulhatni, bőven megéri a szellemi munkát, az időt s a költséget a mibe bűvárlataink kerülnek. Mert hiába néz le ez vagy az, a kit bánt, hogy a húst mi olcsóbbá úgy se tudjuk tenni, se az aratást gazdagabbá, bármelyikünket azért, hogy például éveken át foglalkozik a Pióczákkal. A Pióczában is a sejtek életét kutatjuk, azoknak pályafutását és viszontagságait kísérjük, már pedig az a sejt, melylyel a Piócza gondolkodik, lényegében egészen olyan, mint legbüszkébb felebarátunké, csak hogy ránk nézve sokkal értékesebb, mert annak működését szemmel láthatjuk és kileshetjük, míg ezé koponyájának sötét boltozata alatt, a tudománynak haszontalanul, örökké rejtve marad. S épen, hogy az ilyen pióczasejtet kellő világításba helyezhesse, szabja meg egy biológus műhelyének első követelményét.

Lépjenek be tehát, Hölgyeim és Uraim! ismétlem a meghívást, egy ilyen mintaszerűen berendezett és minden kívánhatóval ellátott, műhelybe. Azt azonban előre ki kell jelentenem, hogy ilyennel — szerény viszonyaink közt — ma még legalább nem dicsekedhetünk; nem vagyok abban a szerencsés helyzetben, hogy egy ideális zoológiai műhelyt bármelyiköknek tényleg is mutathatnék. Itt helyben, ha nem is vagyunk oly távol tőle, mint az őserdőtől, vagy a tengerfenéktől, de nagyon közel se jutottunk még hozzá. Hogy mégis némi fogalmat szerezhessenek felőle, annak a berendezéséből is mutatok egyes jó, rossz állapotban lévő részeket, mint a minap a tengerfenék állatvilágából példányokat.

Az egykori tudomány barlangszerű, boltozatos czellákban lakott, a hol a keskeny ablakon át az égbe nem kívántak kilátni és

beérték nappal is félhomálylyal. A terem, a hová most mi lépünk, tág s jól szellőztethető; legalább három nagy, magas ablaka van, melyek elé nem áll se fa, se fal, s melyek a puszta égre, észak felé vagy északkeletre tekintenek. A fényt ugyanis, hogy mikroskópunk tükréről a szervezetek titkaiba bevilágítson, nem szeretjük közvetlenül a naptól kapni; ez a fény reszket és vakít. Használhatóvá csak úgy lesz, ha előbb az égen szétfolyik s legjobb, ha annak fehér felhőről verődik be hozzánk. Ez a világosság nyugodt s a mikroskópba tekintő szemünket nem bántja. Borus, téli napokon, midőn sötétszürke a boltozat, persze nem elegendő, s ilyenkor vagy szünetel a nézés munkája, vagy mesterséges fényforrásokhoz fordul, például egy kis elektromos ívlámpát állít a mikroskóp tükrének helyére.

Mindhárom ablak előtt, melyek persze függönyöket nem tűrnek, van, méternyi távolságban tőlük, egy-egy nagy festetlen keményfa-asztal, kisebb nagyobb számú fiókkal. Az első a praeparáló, a második a beágyazó s metsző, a harmadik a mikroszkop asztal. Egy negyedik, távolabb az ablaktól, s harántul állítva a teremben, az író, egy ötödik ugyanigy, szabadon elhelyezve az olvasóasztal. Mindenik előtt az asztal czéljának megfelelő, más-más alakú szék. A teremnek csak egy ajtaja van, az íróasztaltól távolabb eső keskenyebb oldalán. Ez ajtó s az első ablak közt van egy nagy szekrény, melyben a conservált vizsgálati anyag áll üvegedények soraiban; hasonló szekrény zárja magába, az ajtó másik oldalán, a chemiai szereket, az u. n. reagenseket és egyebeket. A helyiség hosszú falába mélyed, közelebb az ajtóhoz, a szellőző készülékkel ellátott fülke, mely a reagensek elkészítéséhez, főzéséhez, páczolásához szükséges és természetesen gázcsapokkal van felszerelve. Jobbra tőle van az injeciáló gép, vérereknek, s a test egyéb rés-rendszereinek tele fecskendésére megolvadó anyagokkal; balra van a költökemencze. A hosszú falnak még fönmaradó részét s a másik keskenyebbiket, az íróasztal mögött, kézi könyvtár foglalja el. A terem közepén, melyet az író- s az olvasóasztal még szabadon hágy, van egy aquarium s egy terrarium kisebb állatoknak elevenen tartására és tenyésztésére.

Belépvén az így berendezett mülhelybe, tartunk mindjárt, mint legfontosabbhoz, ahhoz az asztalhoz, melyen a mikroskópok állanak. Ilyen van rajta legalább három: egy nagy, teljes felszerelésű és két

kisebb, mindenik munkára készen, üvegharang alatt. Ugyanitt a mikroszkopokon és a hozzájuk való mellékkészülékeken kívül rajzoló eszközöket is fogunk találni; mert a mit látunk, azt a mikroszkópiai képhez híven meg is kell örökítenünk akár rajzban, akár photographiában, a mi bizonyos dolgokat illetőleg, a melyeket a mikroszkop alatt photographálni lehet, a rajznál előnyösebb, jöllehet e tekintetben ma még nagyon is küzdünk a kezdet nehézségeivel. Itt van még ez asztal mellett egy szekrény, tele lapos fiókokkal a mikroszkopi készítmények számára. Csakis ilyen mikroszkópi készítményekben lapozva, azokat végig betűzve, ismerheti meg a bűvár legtöbb állatnak szervezetét. Ugy, a mint élnek, korántsem mindig, mondhatni csak ritkább esetekben alkalmasak arra, hogy nagyítónkkal szerkezetük részleteibe belepillanthassunk, sőt bárhogy kezeljük őket, sem azok a maguk egészében. Egyenlő vastagságú, vékony szeletekre kell őket vágnunk, akár egyszerre az egész állatot, akár részenkint s aztán ezeket a szeleteket tanulmányozni át és a mindenikből vonható tanulságot összegezve, állítani képzeletileg ismét elé az illető állat eredeti alakulatait. Ez, Hölgyeim és Uraim, rendkívül bonyolódott művelet és sok mindenféle megelőző kezelést tesz szükségessé. Midőn azonban ezt egy lehetőleg egyszerű, konkrét példa kapcsán röviden vázolni megkísérteném, engedjék meg, hogy bemutassam önöknek a tudomány leghatalmasabb fegyverét, a mikroszkópot és annak alkalmazását olyan esetekben, melyek a vizsgálandó tárgynak előzetes kezelését nem követelik meg.

Az emberi szellem fejlődéstörténetének nagy alakjai az utókor emlékezetében szerfölött különböző s nem mindig érdemükhöz mért szerepet játszanak. A művelt nagyközönség előtt korántsem azok a legismertebbek, a kiknek az emberiség legtöbbet köszön. Legtöbbet hangzik az utódok ajkán a vallásalapítók neve, mindenki tudja, ki volt Mózes, Muhamed vagy Buddha, — a legnagyobbat említeni szentségtörés is volna. Pedig vajjon jótevői voltak-e mindezek az emberiségnek. Sok vér elfolyt, sok nyomoruság áradt szét a földgolyón a kereszt s a félhold küzdelme által, vagy a Buddha szent jogáért s a Brahma száz alakja miatt. Szerte hangzik aztán a világhódítók dicsősége is. Ki ne ismerné Nagy Sándort, Attilát vagy Napoleont, pedig pusztulást hoztak milliókra, halált vagy rabszolgaságot. Egy Homerosnak, Danténak vagy Shakespeare-nak híre nem versenyezhet az

övékkel, pedig ezeknek a műve ugyancsak millióknak adott gyönyört, s a köznapi lét terheinek feledését. Már sokkal kevésbé ismerik a tudósokat s köztük sem azokat leginkább, a kiknek legtöbbet köszönhetünk. Minden gyermek hallott egy Columbusról, művelt ember előtt a Galilei, Kepler és Newton neve sem ismeretlen. De hallottak-e annyian, mint ezekről, a mikroskóp feltalálójáról? Se Amerika felfedezése, se hogy tudjuk a föld forgását vagy az esés törvényét, nem tett annyi jót velünk, mint a mikroskóp; mindennapi élet emberének is több dolga van, ha nem is ad magának számot róla, a mikroskópi technika vívmányaival, mint a nehézkedési erő elméletével. És mégis, minden hányadik tudja, ki volt Janssen János és Zachariás? Pedig ugyancsak érdemes megjegyezni, hogy ez a két middelburgi pápaszemkészítő találta fel az összetett mikroskópot. Különböző domboru üveglencsákat illesztettek bele egy csőbe s rájöttek bizonyos lencserendszerek rendkívüli nagyító erejére.

Domborura csiszolt üveglencse keretbe foglalva: ez az egyszerű nagyító üveg. Több ilyen nagyítóüveg beleillesztve egy fémcsőbe úgy, hogy az egyik lencse által nagyított képet lássuk meg a másodikon keresztül, s ezt a kétszer nagyítottat a harmadik még inkább nagyítva juttassa szemünkbe: ez az összetett mikroskóp. Ha például az első lencse nagyít ötször, s a második ismét ötször és e most már 25-szörös nagyságu képet egy négyszeresen nagyító lencsén át nézzük, a kép, a mi szemünkbe jut, a tárgynak százszorosa leend. Így vannak szerkesztve a legegyszerűbb, úgynevezett kézi, demonstráló mikroskópok, melyeket csak a világosság felé kell tartani és a legelső lencsét a vizsgálandó tárgyhoz bizonyos távolságban rögzíteni, hogy lássunk velük. Lehet az ilyenekkel a tárgyon áteső fényben átlátszó dolgokat és a tárgyra a nézés irányából ráeső fényben átlátszatlanokat vizsgálni. Az általuk elérhető nagyítás azonban alig éri el a kétszázszorosat. Ha erősebbekre törekszünk, csakis áteső fényben vizsgálhatunk átlátszó tárgyakat. A megkívántató mikroskópoknak is több lencséből kell állaniok; az egyes lencsék domborulatát, egymástól való távolságukat bonyolult számítás útján állapítják meg az optikusok. Maguknak a lencséknek is kétféle üvegből kell összezsizsolva, összeragasztva lenniök, mert különben a körvonalakat elmosódva, szivárványszínűeknek mutatnák. A lencsék két rendszerbe vannak összeragasztva, melyek mindenike úgy működik, mintha egy rendkívül na-

gyító lencse volna. Az egyik a tárgylencserendszer, az a melyet a mikroskóp csövének a tárgy felé fordított részére csavarunk ; a másik a szemlencserendszer, melyet a túbusnak abba a végébe illesztünk, a hol belenézünk. A tárgylencserendszer kisebb, de erősebb domborulatú, a szemlencserendszer nagyobb és laposabb lencséből áll. Minél nagyobb domborulatú és minél több lencsén kell a fénysugaraknak keresztülhatolniuk, hogy szemünkbe jussanak, annál többet nyel el belőlük a lencsék üvege, annál kevesebb jut tényleg a szemünkbe s így annál nagyobb megvilágításra van szüksége a tárgynak, hogy részletei a lencserendszereken keresztül kivehetőek legyenek. Ezért kell az erősebb nagyítási mikroskópokon a tárgy alá, mely a mikroskóp állványának, a stativumnak egy közepén átfurt asztalkáján nyugszik, világító tükröt, sőt egyéb készülékeket is alkalmazni, melyek a fénysugarakat összegyűjtve nagyobb mennyiségben vetik a tárgyon keresztül, s annak megvilágítására szolgálnak. A mikroskóp tubusát, mely a lencserendszereket foglalja össze s mely az állványra van illesztve, csavarok segítségével majd közelebb a tárgyhoz, majd távolabb tőle állíthatják be. Azt már az egyszerű nagyítóüvegeknél is tapasztalhatják, hogy csak akkor látni velök tisztán, ha a tárgytól egy bizonyos távolságban tartják, s ezt a távolságot, mely a legtisztább képet nyújtja, nevezzük a lencse képtávolságnak. Ilyen képtávola van mindazon lencsének is, melyek egy összetett mikroskóp rendszerében foglaltatnak. Minél erősebb a nagyító képességük, ez a távolság annál kisebb. Se közelebről, se messzebről, mint épen a megfelelő képtávól, tiszta kép nem nyerhető; ezért vannak a mikroskópokon a pontos beállítást lehetővé tevő úgynevezett mikrométercsavarok.

Az összetett mikroskópnak főrészei tehát: 1. egy táveső módjára kihúzható és összetelhető fémcső egyik végén a tárgy, a másikon a szemlencserendszerrel; 2. az állvány a tárgyasztallal és a megvilágító tükrökkel. A nagy mikroskópokon mindezen részek alkalmazását bonyolult szerkezet és különféle mellékkészülékek teszik pontosabbá és kényelmesebbé, melyeknek leírásával azonban nem akarom tisztelt hallgatóimat untatni. Föltüntetésére annak, mily összetett gépezet egy nagyobb mikroskóp, csak azt kívánom még fölemlíteni, hogy az ilyenek ára teljes fölszereléssel a jelenleg e nemben első czégnél Zeissnél, Jenában körülbelöl 4000 márka. A vele elérhető és még elég tiszta képeket nyújtó nagyítás 3000-szeres.

De hát, fogják talán kérdeni, miért töltök én itt most ennyi időt a mikroskóp leírásával, mely lehet ugyan hatalmas fegyver a tudomány kezében, lehet mulattatója diletánsoknak is, Önöknek azonban általában semmi szükségük reá. Valóban nincs; de csak azért, mert használata még nincs eléggé elterjedve, mert legtöbben nem tudják, hogy minő hasznát vehetnék. Nem volt tréfa, a mit multkori előadásom befejezésében mondtam a gyakorlati útmutatásról mikroskóp használatában. A mikroskópi látás előnyei ma még nem közkincs, de azzá lesznek nemsokára; hisz a mikroskópot méltán mondtotta egy nagy tudós az ember hatodik érzékének. Soktól megfosztva marad, a ki e hatodik érzéket nem szerzi meg magának.

Madár hiába zeng, falomb hiába suttog, vagy mormol a hab annak, a kinek hallóérzéke nincs. Lángoljon bár a hajnali ég, legyen ékes tarka szinekkel a mező, szivárvánnyal a lepke szárnya, mi haszna annak, a ki vak? Hiába áll változatos alakú lények vázaiból a krétapor, hogy egykor élő állatok építettek nem egy mészhegyvet, azt nem tudtuk volna meg soha, ha a mikroskóp nem állította volna élénk egy kis porban a ma is élő Foraminiferák őseit. Más, mint a mikroskóp, mi mondhatta volna meg nekünk, hogy a baktériumok idézik elő vagy legalább állandóan kísérik a fertőző betegségek lázait? Mindenkit szolgál ma már a gőz s az elektromosság, megszázszorozva bizonyos képességeinket. Ugyanezt teszi a mikroskóp, de ma még a nagyközönség nem veszi hasznát. A röpkülő gyorsvonat mögött postakocsin koczogva senki sem akar hátramaradni; ha sürgős mondani valója van, ki fogja a postára, vasútra vagy hajóra bízni, mikor a telegráfrót egy pillanat alatt átviszi az óceánon? A technikai vívmányok kiaknázásán általában mindnyájan versenyezünk; miért marad a század legnagyobb technikai vívmánya a tökéletesített mikroskóp csak egyes kiválasztottak kezében?

Pedig meghitt tanácsadó lehetne a mindennapi életben is. Igaz, hogy sok dolgot csak hosszadalmas kezelés, szakértő előkészítés után lehet mikroskóppal vizsgálni. Számtalanszor azonban elég a megvizsgálandó anyagnak kis mennyiségét üveglemezre az úgynevezett tárgylemezre tenni és befedni vékonyabb üveggel, a fedőlemezzel, hogy mikroskóp alatt megtekinthessük. Hogy jó-e a tej, melyet az anya beteg gyermekének ad, megmondja a mikroskóp egy pillantás alatt. Hogy nincs-e hamisítva keményítővel a törött cukor, festve a bors,

a paprika, nincs-e Trichina a disznóhúsban, tiszta selyem-e, gyapjuszálak nélkül, amit ilyennek vásárolt, s az állítólagos vászont nem teszik-e a pamut fonalak csekélyebb értékűvé? kézi mikroskópjával minden háziasszony maga eldönthetné.

Épen úgy, mint a köznapi gyakorlat követheti a mikroskóppal a maga czéljait, a tudományos vizsgálat is a tárgynak minden kezelése nélkül, ha csekély tömegű és átlátszó vagy vékony rétegbe szétteríthető dolgokról van szó. De kezelés nélkül mindig ekkor sem. Ha a tanulmányozandó alakelemek igen kicsinyek és fénytörésük kevésé különbözik a környezetiekétől, akkor meg kell azokat festenünk, a mi nem mindig oly egyszerű. Bonyolultabb eljárásokat kíván esetleg az is, ha a frissen különben szintén vizsgálható állatokat, folyadékokat vagy szöveteket állandósítani, mikroszkópi készítményül el is akarjuk tenni, hogy később még behatóbb tanulmány tárgyává tegyük.

Minden kezelés nélkül föl fogja azonban tártani előttünk titkait vagy legalább azoknak egy részét, péld. a csöpp állott víz, a vér, valamely átlátszó kis Féreg, Rák stb.

A vizesöppben találunk ázalékállatokat, nyugtalan Colpodákat és lusta Parameciumokat, valódi óriásokat a körülöttük hemzsegő Bakteriumokhoz képest. Moszatok, zöld gombák szintelen fonalakkal hálózják be a látóteret és közöttük nyujtózkodnak az Amoebák, ezek a Proteusok, melyek szünetlenül változtatják az alakjukat. Külön, szabadon élő állatok; egy-egy tipikus sejt, nem nagyobb a milliméter századrésznél; de azért nekik épen úgy van szükségük Oxygenre és organicus anyagokra táplálékul, mint akár magunknak. Alakjuk majd gömb, majd több-kevesebb, hosszabb-rövidebb nyújtványt bocsát és szabálytalanná vagy csillagszerűvé változik. Némi nyálkaszerű anyag az egész, néhány apró szemese és egy fényesebb gömbölyded mag látható legfőlebb benne. Ilyen az egyszerű sejt bár nem a létező leg-egyszerűbb.

Épen ilyen Amoebáknak milliói barangolják be testünk minden zugát, porczikáját, majd a véráramtól vitetve gyors iramodásban, majd önkényt furakodva be a többi, mozgásra már nem képes, egy helyhez kötött sejt közé. Ezek a mi testünknek Amoebái, az úgynevezett fehér vérszettek. Nyugtalan természetü lények; részt követelnek mindenből, a mi szervezetünket éri. Ott vannak minden bajnak, vésznek színhelyén, kísérői minden gyulladásnak, gyógyulásnak; ők a szervezet ke-

selyűi, melyek fölfalnak minden elhalt, széteső sejtet, de halálát egynek sem okozzák, sőt szembe szállnak minden ellenséggel, mely vérrünkbe, szöveteinkbe tolakodva, épségünkre tör. Így ők küzdenek meg a lázas beteg érdekében a fertőző baktériumokkal, amennyiben tőlük telhetőleg fölfalják, megemésztik azokat; ők hegesztik sebeinket, ellensúlyozzák minden bajunkat. Midőn az orvos a természetre bízza a gyógyítást, voltaképen a fehér vérsejtektől várja a segítséget.

Minden többsejtű állat sejtjeinek jórésze ilyen fehér vérsejt, másnéven nyirok- vagy vándorsejt alakjában van meg. Alsóbbrendűek vérében csupán ilyenek vannak; magasabb rendűeknél ezeken kívül, sőt túlnyomólag úgynevezett vörös vérsejtek találhatók. Ha például a magunk véréből vizsgálunk egy csöppet, a fehéreket eleinte meg se látjuk, oly szerényen vonulnak meg a vörös vérsejtek között, számuk ezeké mellett olyan elenyésző. Már többet találunk a béka vérében. Elég egy csöppet az üveglemezen szétteritenünk és letakarunk, hogy láthassuk úgy a vörös, mint a fehér vérsejteket. Az előbbiek békánál ovalis, nagy maggal ellátott képletek, nem pirosak, hanem inkább zöldesek; vörössé a vért csak optikai összehatásuk teszi. Mozdulatlanok és életteleneknek látszanak; a fehérek ellenben épen úgy változtatják helyüket és alakjukat, mint az Amoebák, életben maradvá napokon át, ha a vérnek beszáradását meg tudjuk akadályozni.

Könnyen megtaláljuk őket az élő állat testén belül is, ha kisebb állatokat vagy akár nagyobbaknak átlátszó részeit, például halak vékony úszóit helyezzük a mikroskóp alá. A mi alakelem egy átlátszó kis Rák vagy Féreg testüregében, véréreibe kering, az kevés kivétellel, ilyen Amoeba, az örökké nyughatatlan fehér vérsejt.

De egy ilyen kis Féregnek, Ráknak vagy Rovarálczának nemcsak a fehér vérsejtjei láthatók, s nemcsak azok nyújtanak érdekes látnivalót. Ott áll előttünk, a nagyító alatt föltárva, apró részletekig egész belső szervezetük. Szemlélhetjük benne az izmok rágásait, véréregeknek vagy légsövegeknek elágazásait, mirigyek működését, idegek lefutását, mindent — csak gondolataik születését nem, mert azok bölcsője, mint mondám, a láthatón túl, az idegdúcsejtek moleculái között van.

Így tár eléink a mikroskóp egy-egy különben láthatatlan világot, élő világokat a nélkül, hogy egyébre volna szükség, mint tárgy-

asztalára helyezni az illető dolgot és belétekinteni. Belétekinteni és papírra vetni, megörökíteni a látottakat, az eleven életet. Ilyen vizsgálódás volna az ideálja minden biologusnak. Sok szellemes mellék-készüléket eszeltek már ki a mikroskóphoz, hogy ennek a lehetőségnek határait minél jobban kiterjesszék. Hogy az élethez szükséges nedvek elpárolgását akadályozzák, ott vannak az úgynevezett nedves kamrák (camera humida), melyek az apróbb szervezetek vizsgálatát függő cseppben, vérben vagy vízben, lehetővé teszik, megkímélve az illető lényt a fedőlemez nyomásától. Ilyen módon lehet ma már napokon, sőt heteken át kísérni azt a csodálatos folyamatot, melyben az egyszerű petéből, annak sokszori osztódása, sejtszaporodás útján, ezek a sejtek különféleképp alakulván át és helyezkedvén el, létrejön egy-egy összetett szervezetű állat. Olyan érdekfeszítő vizsgálatok ezek, hogy elfeledtetnek a bűvárral minden más világot azon az egyen kívül, mely mikroskópja alatt szervezkedik. Szeme előtt organisál a protoplasma; perczről-perczre változik a kép, és a várakozás, hogy mit hoz a következő, mindennél erősebben odabilincsel a mikroskóp elé és csak azt sajnáljuk, hogy ezt most rajtunk kívül nem látja más, vagy legalább nem az összes kollégasereg. Szeretnők pillanatról-pillanatra lefotografálni a változásokat, mert hisz ez volna legjobb bizonyítéka annak, hogy csakugyan így volt. Ma még nem lehet; a mikroskópi fotografálás ma még nincs eléggé tökéletesítve az ilyesmihez. De vannak rajzoló készülékeink, melyek a képet egy előttünk fekvő papírlapra vetik, a hol czeruzával legalább a körvonalait követhetjük és ezeket adhatjuk vissza nagyobb pontossággal.

Sajnos, hogy nem minden állja ki így elevenen hosszabb ideig a vizsgálatot. Sejtjei elhálnak; sőt ha nem is hálnak el, finomabb részleteik, a mig élnek, rejtve maradnak. A mit részeiknek természetes fénytörési különbségei nem tüntetnek föl, azt néha bizonyos optikai mellékkészülékei a mikroskópnak, pld. a polarisáló, a szinképelemző készülék, megmutatják ugyan, legtöbbször azonban meg kell a sejteket ölni, hogy megláthassuk rajtuk a szükségeseket. Mivel maguk jobbára szintelenek, csak azáltal válnak láthatókká, hogy más a fénylésük, másképen törik a fényt, mint a környezetük; és a sejten belül, annak alkotórészeit is csak annyiban tudjuk megkülönböztetni egymástól, amennyiben nem egyforma a fénytörésük. Ha üvegpálczát vízbe dugok, úgy az ebben látszani fog; ha ellenben tiszta víz he-

lyett víznek és glycerinnek bizonyos arányú keverékébe dugom, abban mintegy el fog enyészni, mert az üvegnek a glycerin keverékével egyforma a fénytörése, míg a víznél nagyobb volt. Ismét látszani fog a pálcza, ha glycerinnek és víznek keveréke helyett tiszta glycerinbe merítem, mert akkor meg a glycerin fénytörése lesz erősebb, mint az üvegé. Ilyen fénytörési különbségek hiánya és annak meggátlása, hogy az elhaló sejtek természetes alkotórészeikre szét bomoljanak s el pusztuljon közöttük a szerves összefüggés, teszi szükségessé mindama számos eljárást, annak a sokféle alkoholnak, savnak, sónak, glycerinnek, festékeknek alkalmazását, a melyekben áll a modern mikroszkópi technika. Csak egyet emelek ki most ebből: a festést. A szövettani festés, tinctio arra szolgál, hogy bizonyos festékoldatokkal, carminnal, haematoxylinnal, fuchsinnal vagy más egyébbel átítatván a conservált, esetleg a friss szervezeteket, azok egyes alkotórészeinek különböző szint vagy legalább színárnyalatot kölcsönözzünk s így fölismerésüket megkönnyítsük, illetőleg lehetővé tegyük.

Ha a vizsgálandó tárgy akár frissen is, akár a conserválás folytán átlátszatlan, átlátszóvá lehet gyakran tenni, átvilágítani azáltal, hogy erős fénytörésű folyadékokkal, glycerinnel, illó olajokkal, szegfű-, origanum-, bergamozt-, cézdrus-, vagy más hasonló olajjal, illetőleg terpentinnel itatjuk át. Átlátszóbbá tesz, amennyiben megduzzaszt sok szövetet az eczetsavoldat is.

Nagyobb tárgyakat hiába világítunk át, mert már vastagságuk is megakadályozza a hozzájuk férést erősebb nagyításokkal. Ilyenkor áll be annak a szüksége, hogy finom metszetekre tagoljuk szét az állatot, a szeleteket sorban egymás mellé rakva rögzítsük, s az áttanulmányozott metszetekből reconstruáljuk az egész állatot. Így lesz igazán könyv az organismusból, melyet lapról-lapra kell átolvasnunk, hogy megismerhessük. Ha csak egyet is kihagyunk, esetleg elveszítjük az egésznek az összefüggését. Ezeknek a lapoknak emberi beszédre való lefordításában áll a modern zoologus szellemi munkájának, ha nem is legfőbb, de minden esetre tekintélyes része.

Magának a könyvnek, a metszetsorozatoknak elkészítése nem tudományos munka ugyan, de fáradságba elégbe kerül. Hiszen, hogy csak a metszésig juthattunk légyen, előzetesen már rögzítenünk, állandósítanunk, festenünk és be kellett ágyaznunk az anyagot. Ezt az előkészítő munkát végezzük az imént leirt ideális műhelyben az

első asztalnál a praeparáló asztalnál. Ennek főfelszerelése a késeken, borotvákön, ollókön, bontótűkön, csipeszekön, ecseteken, különféle üvegdobozokon kívül a reagensek hosszú sorai és a beágyazó anyagok. A legszükségesebb reagensek között szerepel a destillált víz mellett vagy 5-féle alkohol, illetőleg gliczerin és aether, az előbbieket különböző hígításban, sóknak, savaknak és alkaliáknak legalább harminczféle oldata, 10—15 féle festék, chloroform, terpentín, xylo stb. A beágyazó anyagok közül kettő elég: a paraffin s a celloidin. Az előbbiből különböző keménységű és különböző hőfoknál olvadó fajták, az utóbbiból higabb és sűrűbb oldatok, melyeket az összetört száraz celloidinból aether és alkohol keverékével készítünk. A beágyazás nygvanis abban áll, hogy az illető szervezetet olyan folyadékkal itatjuk át, melyek kihülés, illetőleg elpárolgás és higabb alkohol behatása után megmeredvén, a tárgyat egy könnyen metszhető, a különben széthulló szöveteket a széthullástól megóvó anyaggal hasák át és vegyék körül.

A metszés céljából már most a műhely második asztalához megyünk át és esetleg ide hozzuk magunkkal a paraffinba ágyazáshoz szükséges kis kemenczét. Ez asztalon áll illó olajok, vagy terpentín, illetőleg bensin és xylo társaságában, üveglemezek, u. n. tárgy- és fedőlemezek, itató és másoló papír-szeletek, ecsetek és bontótűk mellett, egy kis borszeszlámpán s egyebeken kívül a mikrotóm, a metszőgép. Méltó társa a tudományban a mikroskópnak; ha ez a bűvárnak látóképességét, úgy az a kéz ügyességét százszorozza meg. Lehet készíteni borotvával, szabad kézzel is vékony metszeteket. De ki vállalkoznék arra, hogy egy milliméter vastag réteget két-, sőt háromszáz szeletre vágjon, melyek mind egyenlő vastagok, egyenlő kiterjedésűek, illetőleg teljesek, szakadásnélküliek legyenek? Ki tudna mikrotóm nélkül kétszáz metszetet állítani elő, melyek mind egymásra téve ne volnának összesen vastagabbak egy millimeternél? A metszeteket sorjában rögzítjük a tárgylemezen, ha paraffinba volt ágyazva a tárgy, kioldjuk azt belőlük, egy csöpp kanadabalzsamot teszünk reá, és az egészet a fedőlemezzel letakarjuk. Ezzel megvan a készítmény, lehet akár ezerszeres nagyítással vizsgálni. $\frac{1}{200}$ -ad milliméter vastag metszetekre azonban nem mindig van szükség; minél sűrűbb az illető szövet, minél nagyobb számúak és kisebb terjedelműek a benne foglalt alakelemek, tanulmányozása annál vékonyabb metsze-

teket kíván ugyan meg, de rendszeren beérjük olyanokkal, melyeknek vastagsága a milliméter századrésze. Hogy megmutassam, mennyire nem bosszorkányság a dolog, ilyenek előállítására legott én is vállalkozom, itt önök előtt.

A mivel metszeni fogjuk, az úgynevezett Thoma-féle mikrotóm. Az egész öntöttvasból, illetve nickelezett aczélból van; együttvéve meglehetősen súlyos instrumentum. Főrészei: az állvány és a két szánka, melyek az előbbin egymás ellenében mozognak. Az egyik szánka a kést hordja, mely mint látják elég hatalmas fegyver, főleg ha meggondoljuk, hogy szabadon tartott hajszálat csak végig kell az élén húzni és derékon elmetszi. E szánka vízszintes pályán mozog, és oly könnyen kell mozognia, hogy ujjunk csekély érintése is elegendő legyen megindítására. A másik szánkát, melyre a metszendő tárgyat erősítjük, a vízszintessel bizonyos foknyi szöveget alkotó, lejtőn emeli egy mikrométer csavar, melynek dobján a beosztás minden egyes foka a szánkának egy ezredmilliméterrel való emelkedését jelzi. Amennyivel esetről-esetre a tárgy emelkedik a kés irányában, oly vastag szeletet fog ez belőle, ha végig húzzuk rajta, lemetszeni. Így ha a mikrométercsavaron öt osztályt fordítunk, a metszet vastagsága a milliméternek $\frac{1}{200}$, ha 10-et, úgy $\frac{1}{100}$ része leend.

Szentelni fogom e mikrotómmal a Kerti Csigának egy darabka máját, melyet piros színre festve és egy celloidinkoczkába zárva itt van szerencsém bemutatni. Mielőtt azonban a metszéshez fognék, elmondom röviden a viszontagságok sorát, melyeken e csiga, kezünkbe kerülvén, keresztülment.

Kora tavasszal volt, a hó alig olvadt el, s a csigák olyankor még téli álmukat alusszák. A szoba melege azonban fölbresztette kibújt a házából; de mi újra elaltattuk. Chloralhydrátoldatba tettük. A chloralhydratnak tudvalevőleg altató hatása van. A mi csigánk is elterpeszkedett tőle, telhetőleg kinyújtózott házából és elsenderült, hogy többé föl se ébredjen. A chloralhydrátból ugyanis még egy úgynevezett rögzítő, fixáló folyadékba tettük, mely tüstént megölte és szöveteit átjáván, azok halálutáni változásainak elejét vette. Állott e folyadék víznek, alkoholnak, glicerinnek, sublimátumnak és jégezetnek bizonyos arányú keverékéből. Ha túlságosan sokáig tennők ki az állatot e keverék hatásának, szövetei kárt szenvednének, igen megváltoznának a helyett, hogy természetes állapotukat őrizték meg. Ki kellett

tehát a csigát mosnunk. E kimosás jódtincturával kevert, gyöngé alkoholban történt mindaddig, míg a jód barna színe többé el nem halványodott, a mi azt jelentette, hogy az állat szöveteiből már minden sublimátum eltávolodott. A gyöngé alkoholt már most erős, az erőset abszolút alkohol váltotta föl abból a czélból, hogy a lágy szövetek megkeményedjenek. Festésükre, tingálásukra az úgynevezett boraxkarmint, egy piros színanyagot használtunk, melynek oldatában a csigát két napig hagytuk. A beivódott fölös színanyagot sósavval megsavanyított 75%-os alkoholban mostuk ki.

Ezután, hogy celloidinba ágyazhassuk, víztelenítettük a csigát, még pedig abszolút alkoholban, melynek az a sajátsága, hogy a beletett dolgokból magába veszi a vizet. A víztelenített csiga már most híg celloidinoldatba, alkoholnak és aethernek egyenlő arányu keverékében oldott celloidinbe került; egy nap múlva sűrűbb s végül igen sűrű, épen hogy még folyékony oldatba juttattuk. Ezzel együtt üvegdobozba öntöttük ki; miután itt a celloidin felületén az aether és alkohol elpárolgása folytán egy szilárdabb kéreg keletkezett, teleltöttük az üvegdobozt 75%-os alkohollal. 24 óra alatt a celloidin a benne levő csigával együtt átlátszó rugalmas, szilárd tömeggé meredt, melyet az üvegdobozból könnyű volt kiemelni. A celloidin, a benne levő csigával együtt mindenütt egyenlő összeállású anyagot alkotván, mely igen jól szeletelhető, hozzáfoghatunk a metszés előkészítéséhez.

Egy darabot, a máj egy részét, kivágtunk a csigából és parafa dugóra ragasztottuk. Ezt a dugót, s vele együtt a metszendő tárgyat hordja a mikrotómnak a lejtőn mozgó szánkája. Most ime, beállítom ezt olyan módon, hogy a fölötte végig húzott kés épen érje, illetőleg egy kis darabot leszelvén belőle, metszfelületet állítson elő. A kést 95%-os alkohollal nedvesítem. A mennyivel emelem a mikrométercsavar fordítása által a tárgy színvonalát, olyan vastag réteget szel le belőle a fölötte végig húzott kés. Jelenleg olyan metszeteket készítek, melyekből százat kellene egymásra tenni, hogy belőlük egy milliméternyi vastagság kiteljék.

A metszetet ecsettel leemelem a késről s egy lapos üvegdobozban levő bergamostolaj felszínére eresztem. Itt az előbb összegyűrt, idomtalan, rongyalakú metszet simán szétterül és távol egy szeletke másoló papirnak másik kezemmel az olajba beletartott végére föl-

húzható. Ezen a szelet másoló papíron rakom így sorra a metszete-
ket. Most például, hogy ne úntassam tisztelt hallgatóimat sokáig,
csak négyet helyezek el. Ezt a kis sorozatot olyképp juttatom a tárgy-
lemezre, hogy a papírszeletet — természetesen úgy fordítva, hogy a
metszetek alúl legyenek — ráfektetem, itatós papírral odasímitom és
egyszerűen leemelem. Az összes metszetek az üvegen maradnak, mint
valami matricz képei; sőt akkor sem mozdulnak el innét, ha a fő-
lősleges olajat leitatom róluk, kanadabalzsamot csöppentek rájuk s az
egészét a fedőlemezzel betakarom.

Igy, ime, elkészült a sorozat, mely, ha a kanadabalzsam meg-
szárad és üvegszerűvé válik, mintegy üvegbe ágyazva, állandóan el-
tartható. Az így előállított sorozatok persze tartalmazhatnak, a tárgy
nagysága szerint nemcsak négy, hanem száz metszetet is egy-egy
tárgylemezen.

Méltóztassanak ezeket a most készült metszetekeket e demonstráló
mikroskópban mindjárt meg is tekinteni. Piros színű brüsszeli csipke,
melyből a hozzáértő a csiga májának szerkezetét betüzi ki, míg ha
a májat a maga egészében tekintené, annak átlátszatlansága és nagy
tömege miatt mit sem láthatna belőle.

* * *

Ilyen és sok más egyéb eljárásra van szükségünk, hogy a mi-
kroskópnak egy-egy adott esetben hasznát vehessük. Azzal, a mit
előadtam és bemutattam, csupán némi fogalmat kívántam nyújtani
önöknek arról, hogy mi mindennel kell ennek a mi mesterségünknek
vesződnie itthon!

Az a rengeteg, a hol a zoologust otthoni műhelyében a mi-
kroskóp kalauzolja, a szervezetek alakelemeinek, az elemi lényeknek
rengetege, tágabb és a maga parányiségében talán még magasztosabb,
mint az őserdő, változatosabb, mint a tengerek virágos keretjei. A
létért való küzdelemnek, az átalakulásoknak és az alkalmazkodásnak
törvényei egy-egy szervezet mikrokosmosában is uralkodnak. Mind-
nyájunkban küzdenek a hatalomért egymással a sejtek s a szervek,
melyeket alkotnak: élethalálharcz nem csak rajtunk kívül, hanem
testünkön belül is!

Mennyi vándorláson és viszontagságon megy keresztül csak
egy véresejt is, mely éppen most sietett tova ütőerünkben! Honnan

jő, mi lesz belőle? Testünk egy-egy sejtjének hosszú története lehet, s az ilyenek sorsán fordul meg esetleg a miénk is: egészség, a lét öröme, boldogság, vagy pedig kór, szenvedés, az élet unalma, őrület és halál.

Talán lesz még alkalmam idővel ebből a történetből is mondani el egyes fejezeteket önök előtt. Jelenleg csak annak a módját kívánom vázolni, miként hatolhatunk be e minket oly közel érdeklő világba, mely azért mégis idegenebb a legtöbb művelt ember előtt is, mint akár az Amazon folyó partvidékei.

Addig is őszinte köszönetet mond önöknek Hölgyeim és Uraim, a zoologus azért a figyelemért, melyben műhelyét részesítették! *)

*) Ezeket az előadásokat szerző az Erdélyi Múzeum-egylet orvos-termt.-szakosztálya által 1890. április 19., 26. és május 3. rendezett természettud. es-télyen tartotta.

