

A rovarok összetett szemeiről.

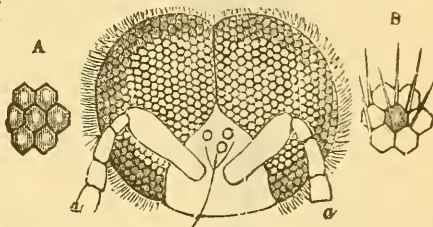
Az összetett, vagy helyesebben mondva reczézett szemek csakis az izeltlábú állatoknál találhatók, melyeknél azonban egyszerű szemek is előfordulnak. Az újabb, ezen reczézett szemek élettani funkciójának kiderítését célzó vizsgálatok azon eredményre vezettek, miszerint ezen szervek nem a tulajdonképeni látásra és nem a tárgyak megismerésére szolgálnak, hanem inkább csak orientálásra, minthogy nem idéznek elő képet; színek és mozgások észrebevására képesítik az illető állatot, megmondják az állatnak azt, hogy vajjon van-e előtte valami tárgy, vagy sem; de hogy mi ezen tárgy, azt a rovar összetett szemei segítségével megkülönböztetni nem tudja.

Különösen Plateau*) tett újabb számos kísérletet a legkülönbözőbb rovarokkal, melyeknél figyelmét arra is fordította, hogy csakis a látás érzéke vezethesse

az illető állatokat és következő eredményekre jutott. 1. hogy a nappali rovarok lehetőleg a viláosság felé repülnek, a homályt pedig nem keresik fel; 2. hogy a nappali rovaroknál az összetett szemek mellett előforduló egyszerű szemek alig jönnek használatba és nézete szerint joggal tekinthetők visszafejlődött szerveknek, 3. hogy az összetett szemek által a rovarok a tárgyak alakjait alig, vagy talán nem is különböztethetik meg.

Ezektől kissé eltérnek Dr. J. Notthafft nézetei, ki szintén foglalkozott e tárgygyal és azt állítja, hogy az egyszerű szemek a tárgyak alakjainak észrebevására, a tárgyak megismerésére szolgálnak.

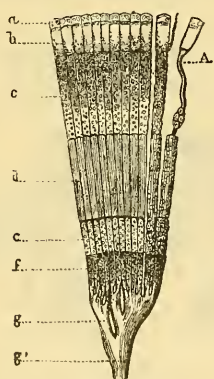
Ha az összetett szemekkel ellátott izeltlábú állatok soraiban végig tekintünk, csakhamar azon meggyőződésre jutunk, melynek már Johannes Müller is kifejezést adott, hogy az összetett szemek kifejlődése egyenes arányban áll a repülési képességgel.



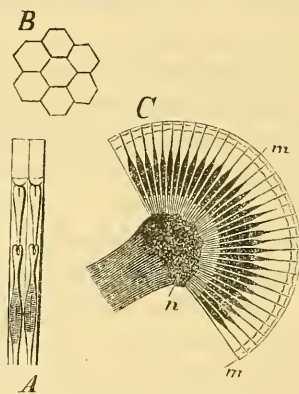
13. ábra. — *A méh feje*, melyen a nagy összetett szemeken kívül még az egyszerű szemek is láthatók. a) csápok. A) B) a a facetták külön ábrázolva.

*) Recherches expérimentales sur la vision chez les Insectes etc., Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique. 1885. 3 série, tom. X., 8., pag. 22.

A pókok és ezerlábúak, minthogy nem repülnek, sohasem bírnak összetett szemekkel; a rákok közül is csak egyes fajok vannak ellátva ily szemekkel, de ezeknek gyors mozgásai a vízben mintegy párhuzamba állíthatók a légi rovarok repülésével. Így tehát a rovarok nagy seregében vannak elterjedve e szemek, de itt is csak a kifejldött, repülő állatoknál. Az álcák (eltekintve egynehány légy-álcától) nem bírnak összetett szemekkel, ép úgy azon kifejldött rovarok sem, melyek repülni nem tudnak, vagy legalább kevésbé fejlődnek ki utóbbiaknál reczézett szemek. Sőt még tovább mehetünk és mondhatjuk, hogy a csekélymértvű repülési képességgel bíró rovarok összetett szemei durvább szerkezetűek és kevesebb



14. ábra. — Az összetett szemnek szerkezete. a) facetták; b) kristályrész; c) retinula, mely a rhabdomot körülzárja; d) c) a látóideg szálas és sejtetes folytatásai; g) a látóideg. — A) egyik szemecske külön előtüntetve.



15 ábra. — A rovarok összetett szeme. C) keresztmetszet; n) a látóideg; m) az egyes pyramisalakú szemecskek. — B) A hatszögletes facetták erősebben nagyítva. — A) két pyramisalakú szemecske 800-szorosan nagyítva.

facettából alkotottak, míg a legkítünőbb repülők a legnagyobb és tömördek sok facettából álló szemekkel vannak ellátva — hiszen tudja mindenki a szitakötők, a dongó legyek és szenderek stb. szemei mily nagyok.

Már az eddigiekből is kiviláglik, hogy a rovarok a repülési képesség növekedésével csakugyan jobban kifejlett összetett szemekkel is bírnak és így ezek szemei physiologiai tekintetben mintegy összehasonlíthatók a madarak szemeivel, mert mindenesetre oly szolgálatot tesznek a rovaroknak összetett szemeik, mint a madaraknak egyszerű szemeik: kellő orientálásra képesítik az állatot, a térbeli különbség felismerését, a távolságok és irányok megíté-

lését segítik elő. A madaraknál hozzá járul azonban még az is, hogy szemeikben a kép bámulatossá válik és élenséggel idéztetik elő, mire a madarak életében előforduló jelenségekből biztosan következtethetünk s ezt fokozza még a nagy emlékező tehetség is. Hogy a természet két ily különböző szerkezetű szemmel ugyan azon czélt elérje t. i. az orientálást a térben, okát mindenesetre abban bírja, hogy az egész szervezet egymástól annyira eltér összességében és részeiben és hogy oly megmérhetlen fokozatbeli különbség létezik az arthropodák és madarak között szellemi tehetőségeik tekintetében.

Hogy a madarak vagy általában a gerincesek szemében éles határú és hű kép keletkezik, míg a rovaroknál az nem történik, az éppen a szemeknek különböző alkotásából magyarázható ki.

Az többnyire igen nagy összetett szemek külső felülete a legtöbb esetben erősen kidomborodó és számos egymást érintő facettát mutat; ezek hatszögletesek vagy más alakúak, egyeseknél néha ugyanazon szemben különbözőek mind alak, mind nagyság tekintetben, sőt oly összetett szemek is vannak, melyeknél a cornea sík és nem képez facettákat. A cornea közvetlen folytatása a külbőr kitinrétegének és egyes facettái vagy sík felületűek, vagy többé-kevésbbé domborúak, minden facetta mögött találjuk a fénytörő gyanánt szolgáló kristálykúpot, mely szélesebb alapjával a cornea felé fordul, csúcsával az összetett szem központja felé irányul. Eredetileg többnyire négy sejtből képeztetik, melyek együttvéve kúpalkakkal bírnak és a corneát is kiválasztják; csúcsaikkal az idegvégződéshez s látó pálczikához érnek, vagy vékony nyujtvány köti ezzel össze; igen finom véggel bírnak; néha összeolvadnak alapjukon a corneával, nem ritkán oly annyira térnek el kúpalkától, hajlottak, hogy bizonyára nem hatolhat keresztül sugár az idegvégződésig anélkül, hogy megtöretnék. Néha domború a kúpok alapja, máskor ismét nem esik össze a kúp tengelye a cornea lencse tengelyével. Minden idegpálczika — rhabdom — körül van véve rendszeren 7 sejtből képezett retikulával és ép úgy, mint a kristály kúp is, fénysugarakat elnyelő pigmenttel, miáltal az egyes szemecskék látópálczikái egymástól el vannak különítve és csak az illető facettán áthatott fénysugár érheti azokat*). Belső felületén vékony hártával van körülvéve az összetett szem, mely hártván a látó ideg hatol át.

*) Carriere, Die Sehorgane d. Thiere, München u. Leipzig 1885.

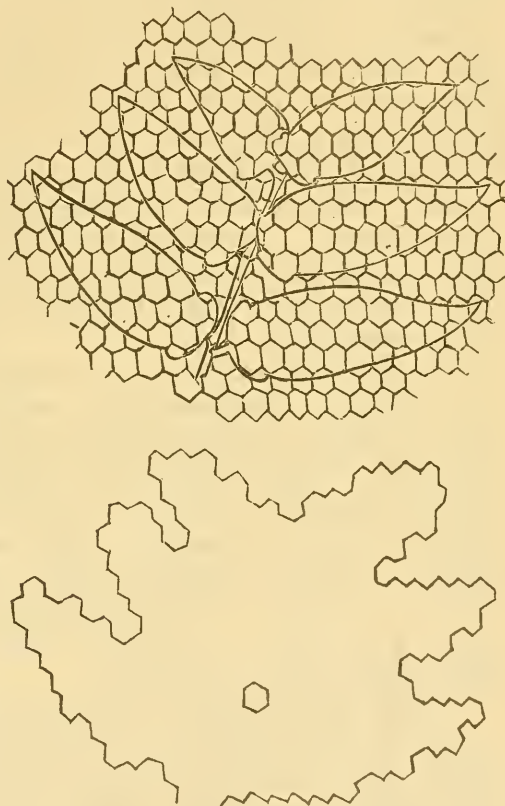
Az egyes facetták sokszor pigmenttel egymástól mintegy elvannak választva, különösen a nappali rovaroknál, de a szem látótengelyébe eső részek mindig színtelenek. A cornea facettái, ha domború felületűek és így kis képet elő is idéznek, az mindig meg lesz zavarva a kristály kúp által, melynek nagysága szerint vagy a kúpon belül, vagy messze a szemén is kívül keletkezhetik csak a kép; de ha a kúp hegyén vagy a rhabdom határán is létesülne, akkor sem volna észrevevése lehetséges, mert a kúp finom hegyű a körüle levő pigment pedig elnyeli az összes a kútból kilépő sugarakat s így hiányzik a kúp hegyén a kép keletkezéséhez szükséges tér és úgyszólván csak egy fénypont sugara érheti a látópálczikát, eltekintve még a sokféle rendetlen törésektől is. Eszerint egy szemecskében kép nem keletkezhetik. Élettanilag megfelel egy ily szemecskének idegpálczikája a retikulájával együtt egy pálczikának a gerinczesek szemében, mely magában még nem foghat fel képet, hanem az számos pálczikára esik. Ha az összetett szem számos egy irányba fordított szemecskéből állana, a közel fekvő tárgyakkal képét meglehetősen élességgel és hűséggel nyerné az állat, de tudjuk, ha még oly számosak is a szemecskék az összetett szemben tényleg mégis csak a sugarak irányában haladnak szét, miért a kép határai aránylag kevés pont által meghatározva élességük mind inkább eltűnik, amint a tárgyak távolsága nagyobbodik és a szemecskék száma kisebbedik, sőt azon állatok, melyeknél ezek száma csekély, még az egész közel fekvő tárgyak alakjait sem ismerhetik meg, mert csak kevés szemecske lesz érintve a fénysugarak által.

Pontos mikroszkopi mérésekből kitént, hogy a rovarok összetett szemében a látóideg végződése, az idegpálczikák, nem csak aránylag, de absolute is sokkal vastagabbak, mint például az embernél s már énnélfogva is a képnek határai sokkal kevésbbé élesek és hűek a rovarok szemében. A sok számadat és hosszadalmas magyarázat helyett álljon itt a 16. ábra; a felső azon kép határait tünteti fel, melynek keletkeznie kellene, a másik pedig az alsó azt a képet mutatja, melyet a rovar tényleg lát. A kép határainak eltorzulását még az is fokozza, hogy az összetett szem rendesen igen domború és így a sugarakat felvevő felület aránytalanul nagyobb mint például az embernél. Az ember szeme gömb, kétszer domború lencsével és homorú ideghártyával ellátva, az összetett szem pedig erősen kidomborodó, érző idegpálczikái domború felületet képeznek; továbbá szemünk ideghártyájának azon része,

mélyen a képnek keletkeznie kell, hogy észrevehessük, nagy ürgömb homorú belfelületének igen csekély kis része, míg az összetett szemnek minden facettája egy aránylag kis gömbnek nagy szakasza és úgy az idegpálczikák által képezett domború felületnek igen nagy részén keletkezik a kép, ha egyáltalában keletkezik, mi szintén csak a határoknak elmosódottságát és nem hű visszaadását eredményezi. Végre hozzájárul még az is, hogy az összetett szem csak ritka esetben közelíti meg a gömb alakját, legtöbbnyire igen eltér attól miáltal szintén eltorzulnak a képek.

Mindezekből látható, hogy az összetett szemeik segítségével alakokat nem különböztethetnek meg a rovarok, legalább nem olyan határozottsággal, mint az ember, sőt attól nagyon is messze állanak a legtöbb esetben. Azonban más előnyt nyújtanak ezen szemek a rovaroknak, mire nagyobb szükségük is van, mint az alakok pontos megismerésére.

Míg az ember szemei segítségével a tárgyaknak térben való kiterjedéséről főképpen csak két irányban szerzhet magának meggyőződést, a hosszúsá-



16. ábra. — Képek az összetett szemben.

got és szélességet ismerheti meg és csak e két irányban ítélheti meg pontosan a tárgyak alakját és nagyságát, a harmadik irányban pedig — mélység, távolság — csak gyakorlás és tapasztalás által képes némileg eligazodni — addig a rovarok összetett szemeikkel éppen ez utóbbit érhetik el könnyen, vagyis más szavakkal, könnyen ismerhetik fel a körüllevő tárgyak távolságait, a mélységben való

kiterjedést is, minden irányban, a sugarakban szétálló szemecskéik segélyével.

Tudjuk a gyermeknek mily hosszú és a térben tett mozgásokkal egybekötött tapasztalásra van szüksége, hogy a tárgyak távolságát, illetőleg a testek harmadik irányban való kiterjedését megkülönböztethesse. A fiatal madár, mely már heteken, hónapokon át tapázztalatokat nyert lassankint, eleinte csak a fészek szélén repülget és nagy elővigyázattal ugrik ágról-ágra, jól megnézve a távolságot és csak miután már számtalan észrevételt gyűjtött és a nézésben és megítélésben kellő gyakorlottságot szerzett, csak akkor meri a gyors és határt nem ismerő utat megtenni. Pedig könnyebbíti ezen tanulását mindenesetre a fejlett emlékező és megítélő tehetsége is. A szender azonban, alig hogy kibujt bábruhájából és alig hogy megszáradt már is képes a sebes és látszólag tervnélküli repülésre, miközben nagy ügyességgel és hirtelen kerüli ki mindazt mi útjában van — repülésében legkevésbé sem különbözik már idősebb fajrokonaitól, úgy látszik nem kellett tapasztalnia és nem kellett tanulnia, hogy szemeit használhassa távolságok gyors és helyes felismerésére.

Látjuk mindebből, hogy a rovar összetett szemének, mely az alakok képeinek előidézésében oly annyira hátramarad az ember, vagy még inkább a madarak szemeitől, tulajdonképen más feladattal kell bírnia. Ez pedig annak helyes és gyors felfogása, hogy miként vannak a tárgyak a tér minden irányában, a mélységben is, elrendezve, vagy más szavakkal, feladata ezen különös alkotású szemeknek az, hogy a körüllevő tárgyak távolságát a tér minden irányában a sugarakban szétálló szemecskék segélyével észre vegyék, mert csak így képes a rovar néha roppant gyors mozgásaiban az akadályokat elég korán kikerülni.

Hogy miképen felelhet meg a recézett szem ezen feladatának azt könnyen megérthetjük, ha tekintetbe vesszük, hogy a legjobban kifejtett ilyen szemekben gyűjtő, gömbszerűen domború közegek nem fordulnak elő és így a tárgyról jövő sugarak párhuzamosan hatolnak azon facettákba, illetőleg szemecskékbe, melyekre esnek, nem úgy mint a gerinczesek szemébe, hol a lencse által törve és gyűjtve mintegy kúpalakban egy pont felé irányulnak a sugarak. Ezen utóbbiaknál a sugarak kúpja annál nagyobb átmérővel bír, minél közelebb áll a tárgy a szemhez és fordítva, eszerint a kép nagyobb vagy kisebb, élesebb vagy elmosódottabb lesz s így a tárgy távolsága eszerint ítélhető meg a tapasztaltság és gyakorlottság

igénybe vételével. Az összetett szembe csupán párhuzamos sugarak nyomulnak (legalább közel párhuzamosak, mert gyűjtő készülékek hiányzanak), habár eredeti irányuktól eltérítettek a cornea és kristálykúp által, de azon sugarak, melyek ezen fénytörők rendetlen alakjai miatt igen eltérnek, el lesznek nyelve a pigmentrétegben. Így a képnek nagysága, határainak élessége szerint nem ítélheti meg a rovar a tárgy távolságát, annál kevésbbé, mert mint előbbiekből kítűnt tulajdonképeni hű alakkal bíró kép úgysem keletkezhetik az összetett szemben. De tudva azt, hogy a fény erőssége a távolság négyzetével fogy, könnyen belátható, hogy a rovar összetett szemével a tárgy alakját és nagyságát ugyan kevésbbé veheti ki, mégis jól megkülömböztetheti a távolságát, mert hiszen 10-szer távolabb álló tárgy 100-szor homályosabb képet ad itt meg nem jelölhető határon túl a tér bizonyosan már üresnek fog tetszeni előtte, míg a közel álló tárgyak annál világosabb, vakítóbb, de nem éleshatárú képet fognak nyujtani.

Már csekély tapasztalás után is rájöhet a rovar, hogy a világos képet szolgáltató, tehát közel álló tárgyakat kerülnie kell, nehogy beléjük ütközzék, hanem oda kell irányítani a sebes repülését, a hol sötétebb vagy semmilyen képet sem lát. Repülése tehát folytonos kikerülése a tárgyaknak; úgy jár mint az ember sötétben, ki tapogatódzva tovább halad — mindazt a minek jelenlétéről meggyőződött tapogatózás segélyével, azt kikerüli, anélkül, hogy jobban megvizsgálná. Ez egyszersmind legegyszerűbb neme az orientálásnak is, mely nem igényel több tapasztalást és gyakorlottságot, mint a mennyivel az egész fiatal szender bír, hogy oly felfoghatlan gyorsasággal, oly merészen és sebesen mint a nyíl hasítsa a levegőt — és még sem ütközik semmibe sem.

Ezzel látszólag ellentétben áll az, hogy a rovarok éjjel mindig a lámpafényhez sietnek. De talán nem kételkedik abban senki, miszerint az nem normalis és nem célirányos mozgás, hanem a túlságos inger által előidézett, beteges állapot. Szintúgy nincs kizárva azáltal, hogy úgyszólván kitérve repülnek a rovarok, az sem, amit igen sokszor tapasztalni lehet, miszerint t. i. világos színek által kitüntetett tárgyakra, virágokra stb-re repülnek.

A recézett szemek mellett még egyszerű szemek is fordulnak elő, rendszeren ezek közelében elhelyezve. Leginkább az intelligencia magasabb fokán álló rovaroknál találjuk a szemeknek mindkét alakját együtt, így a hymenopteráknál, a ragadozó szitakötőknél stb-nél, míg a bogarak és lepkéknél az egyszerű szemek hiányzanak.

A munkafelosztás szép példájának tekinthetjük e jelenséget, mert míg az összetett szemek nem elég hű képet adnak, de megkönnyítik az orientálást a térben — addig az egyszerű szemek az említett rovaroknál éppen a tárgyak megismerését teszik lehetővé s így az előbbieket mintegy kiegészítik.

Lendl Adolf.

A folyami rák (*Astacus fluviatilis* L.)

életviszonya és tenyésztése.

Talán nem végzek háladatlan munkát, ha folyami rákunk tenyésztése kérdéséről s ezzel szoros összefüggésben levő életviszonyairól némely dolgot elmondok. Azt hiszem nem háladatlan ez, ha azt vetem a mérlegre, hogy a tengerparti lakosoknak ezen állatok elárúsítása által a természet százezrekre — milliókra menő jövedelmet adott keresetül s különösen, ha azt vesszük tekintetbe, hogy a természeti viszonyoknak okszerű s egyszersmint könnyű utánzása által a rák-tenyésztés útján jelentékeny jövedelmi forrás volna megszerezhető hazánknak számtalan vidékén s ha már meg van az anyag, akkor azt úgy feldolgozni s kereskedésbe hozni, mint a külföld sok részben boldog tengerparti lakosai s újabban több tenyésztő is teszi, az már könnyű dolog; az anyagi sikert biztosítja az, hogy a rák conservek a csemege elegelekeknek, talán mondhatni, legnagyobb részét képezik.

A folyami rákot talán majdnem minden ember ismeri, ha másképp nem, a naptárból; hiszen ott láthatni a hónapok címkepei és csillagászati jegyei között juniusnál és egyebütt is két nagy ollóval, behajlított farkkal, két hosszú csápját előre nyujtó méltóságteljes alakot, a folyami rákot.

Különösen kedvencz tartózkodási helyei a patakok, de nagy számmal élnek folyamainkban, ugy szintén azon tavakban is, melyeknek vize lefolyással bir (Balaton). Az állandóan zavaros vizeket nem szeretik. Lakásaikat mindenki ismeri: a víz partjába lyukat fúr s a hely megválasztásában nagyon okszerűen jár el, mert kemény s így vajmi kevésse omlékony agyagos talajt, avagy épen sziklahasadékot választ magának. Omlékonyabb talajt csak kényszerűségből választ lakóhelyül s itt kiválasztja azon helyet, hol a bejártatott egy kő, fagyökér, vagy ilyes keményebb tárgy védi többé-kevésbbé a betemettetés veszélye ellen. Lakásaiknak általában véve csoportos