

Szegedi Tudományegyetem TTIK Földtani és Őslénytani Tanszék

DIPLOMADOLGOZAT

**Kagylósrákok taxonómiai, paleoökológiai vizsgálata a püspökfürdői Szent
László-tó üledékeiből**



**FÖLDRAJZI
ÉS FÖLDTUDOMÁNYI
INTÉZET**

Készítette: Bóni Zoltán Földtudomány MSc szakos hallgató

Témavezető: Dr. Gulyás Sándor egyetemi adjunktus SZTE Földtani és
Őslénytani Tanszék

Tanszéki konzulens: Prof. Dr. Sümegi Pál DSc tanszékvezető egyetemi tanár
SZTE Földtani és Őslénytani Tanszék

2022.05.11.

1 Tartalom

2	Tartalmi összefoglaló.....	3
3	Bevezetés.....	4
4	A Szent-László tó bemutatása	4
4.1	Elhelyezkedés	5
4.2	A terület rövid leírása	5
4.3	Kutatásának története.....	5
4.4	A tó története	6
5	Az Ostracodákról általában	8
5.1	Előfordulás, élőhely, elterjedési stratégiák	8
5.2	Az Ostracodák felépítése	10
6	Anyag és módszer.....	17
6.1	Határozás és azok nehézségei	18
6.2	A határozás bélyegei	19
6.3	Angol terminológia	20
7	Klasszifikáció, osztályozás.....	21
8	Az Ostracodák paleoökológiai jelentősége	26
9	Eredmények, a vélt vagy valós taxonok bemutatása	28
10	Köszönetnyilvánítás.....	39
11	Nyilatkozat.....	40

2 Tartalmi összefoglaló

Dolgozatomban a Püspökfürdő területén lévő Szent-László termál tó üledéksorozatából kinyert Ostracoda (kagylósrák) maradványok taxonhatározását végeztem el, majd megkísértem egy rövid paleoökológiai értékelést adni. Utóbbi feladat a mintaanyag töredezettsége, csekély egyedszáma és üledékkel való telítettsége révén rendkívül nehéznek bizonyult, így az öskörnyezeti viszonyokra vonatkozó megállapításaim inkább iránymutatóak, sem mint törvényerejűek.

A bélyegek szemrevételezését, s dokumentálását sajátbeszerzésű mikroszkóppal és kamerával hajtottam végre. A két mintából összesen 3 eltérő fajt találtam, melyek közül a *Heterocypris incognuens* bizonytalan, viszont a *Candona* nemzetségen belül a *C. candida* és a *C. weltneri* tipikus tagjait fedeztem fel jellegzetes alakjukkal és izomhegeikkel. A *Candona* sp. ezen két faja lakusztrikus, sekélytavi környezetre, iszapos aljzatra, 18 °C feletti vízhőmérsékletre utal, ez pedig egybevág a korábban a csigafaunán végzett malakológiai hőmérsékleti adatokkal.

Kulcsszavak: Püspökfürdő, termáltó, Ostracoda, taxon, mikroszkóp, határozó bélyeg, paleoökológia

3 Bevezetés

Az Erdélyben található Szent-László tó refúgium volta számos ritka élőlénynek biztosította életbenmaradási feltételeit, köszönhetően annak a hőtöbbletnek, ami a jégkorszakok idején is elégséges hőmérsékletet biztosított a zord körülmények átvészelésére. Jelen dolgozat íródásának pillanatában a tó már kiszáradt, egykor volt különleges malakofaunájának tagjai közül több faj a kipusztulás szélére sodródott, ilyen pl.: a bordás homorcsa csiga.

Kiemelt cél a tó visszaállítása, fajainak visszatelepítése és megőrzése. Ebben segítséget nyújthat az egykor volt tavi környezet fizikokémiai jellemzőinek feltárása, ami többek között az üledék geokémiájával, valamint az abban talált csiga és kagylósrák együttesek meghatározásával történhet. A malakofauna részletekbemenő vizsgálata (fajok azonosítása, héjgeokémia, izotóp elemzések) már korábban megtörtént SÜMEGI és társai által (2012, 2018), az Ostracodák közül azonban mindezidáig egy sem került mikroszkóp alá. Ez nem meglepő, hiszen az országban fosszilis, édesvízi Ostrakodákkal rendkívül kevés szakember foglalkozik. Magyar nyelven TÓTH EMŐKE, valamint CSOMA VIVIEN doktori disszertációi, cikkei adhatnak némi támpontot, de önmagában ez kevésnek bizonyult, hiszen a határozás menetével kapcsolatban rendkívül kevés információ áll rendelkezésre világ szinten is. Ebből kiindulva dolgozatom célja, ami a beágyazó üledék kagylósrákjainak meghatározása már önmagában is komoly kihívást jelentett.

A következőkben röviden bemutatásra kerül a Szent-László tó, az Ostracodák, ezt követően lényegre törően szót ejtek a határozás nehézségeiről, az alkalmazott módszerről (a témát a mikroszkópos módszertani TDK dolgozat bővebben tartalmazza – BÓNI, 2022), legvégül leírásra kerülnek az általam meghatározott vélt vagy valós taxonok.

4 A Szent-László tó bemutatása

A Szent-László tó bemutatását röviden BODNÁR (2013), valamint SÜMEGI et. al. (2012, 2018) munkái és két honlap alapján¹ kíséreltem meg, tartalma pedig a következők: Elhelyezkedés, a terület rövid leírása, kutatástörténet, a tó története. Ezen szempontokat a fentebb említett források kielégítően tartalmazzák.

¹ <https://greengeology.blogspot.com/search?q=szent+l%C3%A1szl%C3%B3+t%C3%B3>,
<https://www.oslenytan.hu/index.php/hu/2019-01-15-10-31-22/2019-02-13-10-48-30/otkankfih-129265>

4.1 Elhelyezkedés

A Püspökfürdői Szent-László tó egy termálvízi tó (románul Baile 1 Mai, németül Bishopbad, angolul St. Ladislaus-tó, eredeti nevén Szent-László tó¹ a Kárpátok és az Alpok, valamint a Dinaridák által körbeölelt Kárpát-medencében helyezkedik el Püspökfürdön (Baile), Nagyvárad (Oradea) közelében² (SÜMEGI et. al., 2018).

4.2 A terület rövid leírása

A terület tágabb környezetéről BODNÁR BALÁZS 2013-ban írott diplomamunkája alapján a teljesség igénye nélkül a következőket tudhatjuk meg: A környező térség helyzete medenceperemi, Püspökfürdőtől nem messze található a Pannon-medence és az Erdélyi-szigethegység határa. Az ettől DK-re lévő 343 m magas Somlyó-hegyet kitöltő üledék alsó kréta korú.

A község a Pannon-medence peremén helyezkedik el, ezért nem meglepő módon a térség felépítését tekintve a magyarországi Alföld folytatása. A kristályos aljzatot különböző korú – mezozoikumi és paleogén képződmények borítják.

4.3 Kutatásának története

A 19. században a legelső kutatók között von Heinrich Wolfot kell megemlítenünk, aki császári főgeológusként közölte az első földtani rétegsort, valamint az abban található *Melanopsis* taxonokat a püspökfürdői területről (SÜMEGI et. al., 2018). Ez a rétegsor egy holocén humuszos szinttel kezdődött, s közvetlenül a tó parti régiójában helyezkedett el. Noha munkája a megjelenésének korszakában megfelelt az elvárásoknak, manapság már meglehetősen hiányosnak számít, hiszen méretarány, égtáj és térkép nélküli közlése csak korlátozott mértékben teszi lehetővé a használatát, ráadásul az elmúlt több mint 150 évben jelentős változások is bekövetkeztek.

Wolf munkáját Zsigmondy Béla vízkutató fúrásai, és Tóth Mihály követték. Tóth szerint a tó holocénnél idősebb lehetett, s ezt a megállapítását a tó malakofaunájának vizsgálatára alapozta. A 20. századba átlépve a tó történetének kutatása nem állt meg. A Tóth által gyűjtött taxonokra építkezve 1902-ben az Osztrák-Magyar Monarchia egyik nemzetközileg elismert malakológusa, a horvát Spiridon Brusina fúrásmedélyítés és szelvényfeltárás nélkül felszínen található anyagokból dolgozott. Ezt követően Straub Móríc paleobotanikus munkáit alapul véve vizsgálta a tó csigafaunáját (SÜMEGI et. al., 2012). Később Kormos Tivadar elvégezve a morfológiai és földtani adottságok térképezését 11 méteres fúrást alakított ki (SÜMEGI et. al.,

2018), s részletes leírásokat adott mind a feltárt rétegekről, mind a benne található taxonokról (SÜMEGI et. al., 2012).

Fontos megemlíteni, hogy a tóban élő hévízi tündérrózsa miatt a tó élővilágát és területét a már korábban is említett Straub Móric, valamint Kerner Antal és Simonkai Lajos botanikusok egy korábbi korból fennmaradt szubtrópusi, reliktum oázisnak tekintették, habár több kutató is kétségbe vonta a tó reliktum voltát a tündérrózsa bizonytalan származása miatt. A kutatások az első világháborút követően sem álltak meg, bár a malakofauna vizsgálataiban komoly visszaesés volt tapasztalható. Ekkortájt egyedül Pauca végzett nem számottevő malakológiai kutatásokat. Ettől függetlenül Diaconesa és Popa 1960-as évekbeli munkássága folytán bizonyítást nyert, hogy a hévízi tündérrózsa csupán a korai holocénban jelent meg a tó fajlistájában, ezért semmilyen kontinuitást nem lehet kimutatni a harmadidőszaki és holocén flóra között, így a harmadidőszaki refugialis elemek egy enyhébb jégkorszak alatt is betelepülhettek (SÜMEGI et. al., 2012).

1999-ben és 2011-ben a Körösvidéki Múzeum engedélyével Szegedi Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszéke saját fúrásokat végzett a tó területén. Az itt végzett kutatások - többek között malakológiai és a fekvő kavicsos rétegein, valamint a mészkőszint feletti édesvízi tavi rétegeken végzett radiokarbon vizsgálatok (15-17 ezer éves, tehát felső pleisztocén vagy pleisztocén) – megerősítették a korábbi állítást, miszerint a tó nem egy korábbi szubtrópusi oázis „maradéka”, hanem a termálvíz hőtöbbletének köszönhetően fennmaradt mérsékeltövi refúgium. 2012-ben egy román-magyar projekt keretein belül ismét fúrást hajtottak végre, a feltárás ezúttal 8,4 méteres, ami az utolsó gleccser maximumáig nyúlik vissza. A pályázat egyik feltételként a Szegedi Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszékére kerültek a minták, ahol részletekbe menő malakológiai vizsgálatokra került sor.

Mivel a tó gyakorlatilag kiszáradt, - köszönhetően a szállodaépítéseknek (SÜMEGI et. al., 2012) és az illegális lecsapolásoknak - ezért kiemelt fontosságúak a manapság végzett kutatások, hogy elősegítsük a tó modellezését, ezáltal a tó visszaállítását és a benne élt (jelenleg csak akváriumban nevelt) bordás homorcsa csiga hosszútávú megőrzését.

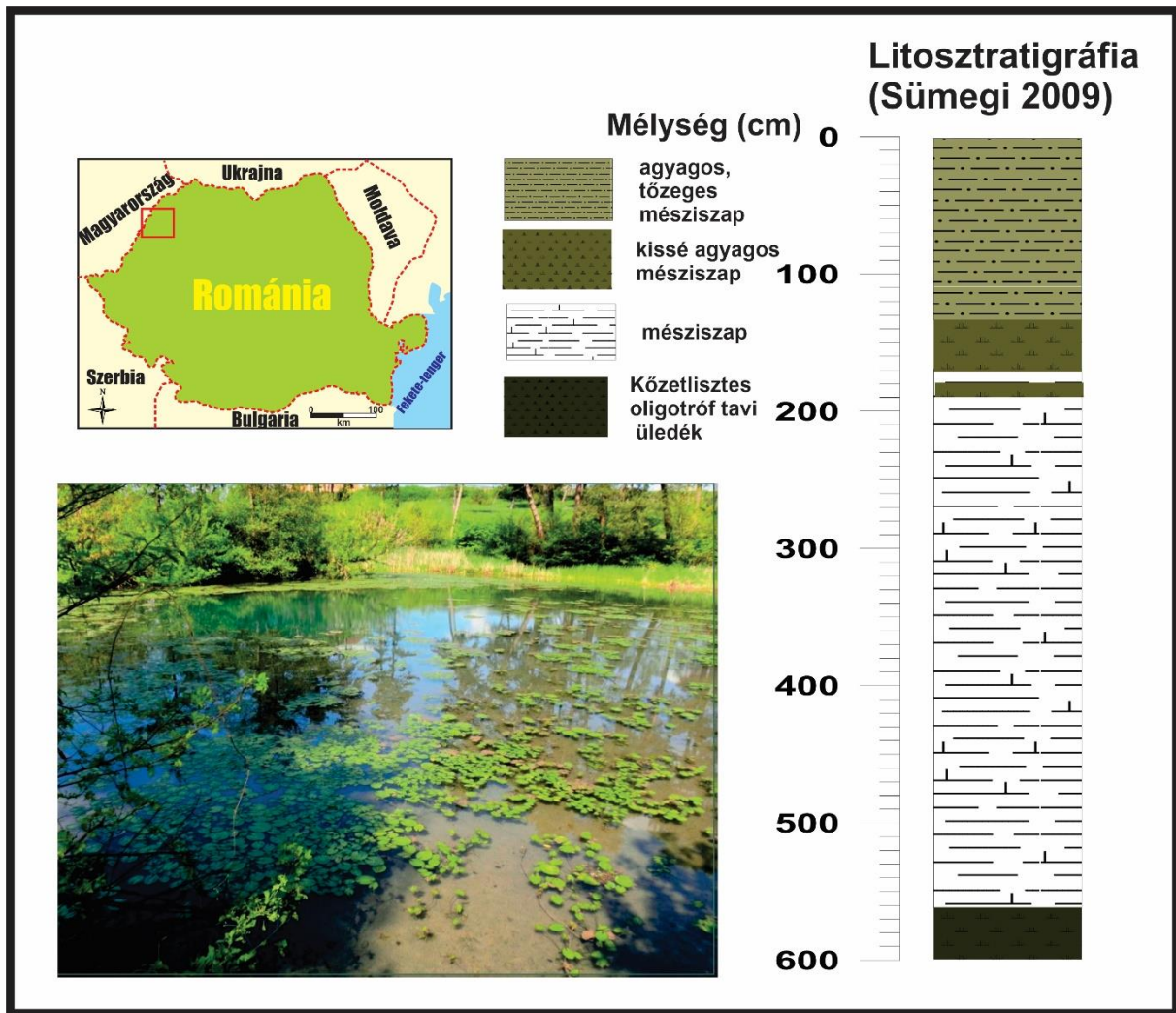
4.4 A tó története

A Szent-László tó a jégkorszak végére nyerte el végleges formáját, amely egy mérsékelt égövi, jégkorszaki (középső pleisztocén interglaciális), a termálvizek hőfeleslegéből táplálkozó termáلتó. A Kárpát-medence a jégkorszakban mindig is perifériális területnek számított, egész idő alatt jégmentes volt. Örökfagy csak az északi peremvidékeken jelent meg, a gleccserek megléte is inkább az Alpokra volt jellemző (SÜMEGI et. al., 2018).

Litosztratigráfiáját tekintve a szelvény kezdetén durva iszapos, agyagos tavi iszapot találunk, ezt követően tavi karbonátos iszapot (*1. ábra*) (SÜMEGI et. al., 2018). Feküjét egy kavicsos réteg alkotja, ami felett késő glaciálisban a tó üledékrétegének tetején, már a jégkor végét jelző szürkés, zöldessárga magas karbonáttartalommal, jelentős vízzoldható Ca, Mg ionnal bíró tavi rétegbe megy át² (SÜMEGI et. al., 2012). A vizsgálatok azt mutatták, hogy a réteg 11600 évnél fiatalabb, 8400-8500 éves. Később a malakofauna egyes fajainak megjelenése, vagy a már meglévők abundanciájának változása már jelzik a megváltozott környezeti viszonyokat. A termáltó mocsarasodása, megnövekedett szervesanyagtartalma, eutrofizációja és a víz hőmérsékletének emelkedése is ezt igazolja (SÜMEGI et. al., 2012).

Összefoglalva, a Prospect Geo 2000 SRL program keretén belül számos vizsgálat történt, többek között malakológiai kutatások. Ezek alapján 3 paleoökológiai zónát sikerült elkülöníteni, amelyek más-más, egymástól jól megkülönböztethető környezeti képet mutatnak. Elsőnek egy sekély (1-2 méter mély), körülbelül 15 és 23 °C közötti hőmérsékletű vízfolyásrendszert sikerült megállapítani, amelynek eredete valószínűleg a würmi eljegesedésig nyúlik vissza. Később ez egy oligomezotróf tórendszerre alakult 2-3 méteres mélységgel és számottevő mészsótartalommal. Ekkoriban olyan csigafajok fordultak elő a tóban, mint a kifejezetten termofil *Fagotia aciculraia*, vagy a *Theodoxus prevostianus*. Ekkorra tehető a termálvizet tartalmazó patakrendszer (Pece-patak) befolyása. A felsorolt fajok megléte és eleve magas egyedszámuk jelzi, hogy a terület a jégkorszak végén a pannon, kelet-európai fajok refúgiuma volt. A holocén elején a tórendszer kezdett átalakulni, a tektonikus törésvonalak mentén a kitörő termálvíz 30 °C-ra emelte a tórendszer hőmérsékletét, s ezzel egyidőben területe és mélysége csökkenő tendenciát mutat, következményeként a holocén végén kialakult a mai is ismert eutróf, melegvizű tó (SÜMEGI et. al., 2012).

² <https://greengeology.blogspot.com/search?q=szent+l%C3%A1szl%C3%B3+t%C3%B3>



1. ábra A Szent-László tó elhelyezkedése és rétegsora (SÜMEGI).

5 Az Ostracodákról általában

5.1 Előfordulás, élőhely, elterjedési stratégiák

Az első fajleírás Baker nevéhez fűződik, aki 1742-ben készített illusztrációt egy fosszilis egyedről, az első névadást viszont már Linne végezte el 1746-ban. Az *Ostracoda* név görög eredetű szó - még Latreille nevezte el a csoportot 1802-ben -, (KARANOVIC, 2012) az ostracon (MEISCH, 2000) szóból származtatható, jelentése cserép vagy kagyló. Nevük angolul „seed shrimp” (VICTOR és FERNANDO, 1981) vagy „mussel shrimp”, németül „Muschelkrebse” (KARANOVIC, 2012; GOBERT, 2011-2012). A tudomány 2010-ig összesen 1,7 millió élőlény felfedezéséről számolt be. Ennek a gazdag fajegyüttesnek a háromnegyede a gerinctelenek közé tartozik. Ezen belül a rákfélékből 67 000 fajt regisztráltak, de ennek valószínűsíthetőleg a többszöröse vár még felfedezésre és nagyrészüik fosszilis (KARANOVIC, 2012; GOBERT, 2011-2012). Kialakulásuk 500 millió évvel ezelőtt az ordoviciumra tehető, az

eddig leírt fosszil fajok száma eléri az 50 000-t (KARANOVIC, 2012; KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013; MEISCH, 2000; GOBERT, 2011-2012).

A kagylósrákok kistermetű, igen változatos csoport (DAVID et al., 2002), amely gyakorlatilag minden vizes élőhelyen – tengeri és édesvízi környezetben egyaránt (MEISCH, 2000), sőt akár szárazföldi térszíneken is (nedves erdőtalajok, talajvíz (GOBERT, 2011-2012), nedves levélalom (HOME et al., 2002), felszínalatti vizek, termálvizes források (KARANOVIC, 2012)) is – előforduló ízeltlábúak (ANNA és TADEUS 2012). Szezonális, időszakos vizekben szintén megtalálhatók, pl.: faüregek, sziklamedencék, szökőkutak, szarvasmarha vályúk, rizsföldek, stb. (KISS, 2007; MEISCH, 2000; FARKAS, 1958). Ezeken kívül úgynevezett félig szárazföldi fajokat találunk úszólápok, lápok talaján (KISS, 2007; MEISCH, 2000), de a felszínalatti vizeket is benépesítik pl.: barlangokban, kutakban (MEISCH, 2000). Benton vagy nyílt tengeri élettájakon egyaránt megtalálhatjuk őket. Életmódjukat tekintve növényevők, illetve detritívórok, mert fő táplálékukat az algák és a törmelékes szerves anyagok, elhalt és élő növények, gerinctelenek ürüléke, elpusztult állati szervezetek képezik (GARELICK et al., 2017; KARANOVIC, 2012).

Más élőlényekkel való kapcsolatuk közül érdemes megemlíteni, hogy egyes kék-zöld alga fajok akár egy nap leforgása alatt is képesek elpusztítani az ottani kagylósrák állományt, másrészt a velük táplálkozó halak bélcsatornáján keresztül haladva gyakran élve kerülhetnek elő, de kacsák ürülékéből is mutattak ki élő példányokat. Ez igaz lehet a kifejezett egyedekre és a tojásokra egyaránt (pl.: *Cypridopsis vidua*, *Heterocypris incongruens*). Érdekes módon a *Cypridopsis vidua* komoly kárt képes tenni az ottani csigafaunában. Ilyenkor a csigák visszahúzódnak a házukba, miközben a kagylósrákok folyamatosan nyomást gyakorolnak rájuk (KARANOVIC, 2012).

A nem tengeri fajok diverzitása régióként is eltérő, a palearktikus több mint 700, a nearktikus 300, a holarktikus az ismert fajok felét foglalja magába, az afrotrópusi 450, s a neotrópusi 280 fajjal képviselteti magát. A keleti régióban 200, az ausztrál régióban 176 fajt jegyeztek fel (legalábbis ezen adatok közléséig). Ezek a számok azonban megtevésztőek, mivel a különböző régiók nem egyforma mélységgel lettek feltárva. Például a palearktikus régió az egyik legtöbbet kutatott, értelemszerűen ott magasabb a megtalált endemikus fajok száma csakúgy, mint az afrotrópusi régiónál. A felszín alatt élő fajok elterjedési lehetőségei korlátozottak, általában karsztos területekre jellemzőek. Noha a források gyakran számottevő Ostracoda populációkkal rendelkeznek (KISS, 2007), viszont alapvetően a fenéken, vagy vízínövényeken mozogva élnek, ezért a gyorsan áramló vízfolyásokat sem preferálják, vagyis a folyók, patakok szintén nem ideális élőhelyeik (KISS, 2007; KARANOVIC, 2012). Ahol a

víztest meglassul vagy stagnál, esetleg növényzet található, ott megtalálhatják életfeltételeiket az áramló vizekben is. Az igazán magas fajszámmal az állóvizek rendelkeznek, a sekély partmenti élettájtól a mélyebb részekig egyaránt megtalálhatók. Átmeneti élőhelynek mondhatók a kizárólag esővízből táplálkozó kisebb víztestek, amik azonban ritka fajoknak jelenthetnek életteret. (KARANOVIC, 2012).

Alacsony mobilis képességük miatt nagyobb távolságra történő eljutásuk legfőképp passzív módon történik pl.: szél-, vízáramlatok, emberek, madarak, kételtűek, halak, rovarok, úszó növények által. Ezek közül kitüntetett szerepe van a madaraknak, s főként azoknál az édesvízi Ostracodáknál, amelyek szárazra került tojásai kevésbé ellenállóak a kedvezőtlen körülményekkel szemben (*Cytherissa lacustris*). Az előbbiekből következik, hogy kolonizációjuk, megtelepedésük igen fontos feltétele a peték szívóssága, megmaradása akár száraz, alacsony hőmérsékletű, nagymagasságú térszíneken is (KISS, 2007). Erre számos példát találunk a *Cyprididae* család tagjai között. Jellemzően a madarak tollához, illetve lábaihoz tapadnak. Az ember által a rizstermesztés más területekre is eljutott, velük együtt pedig az Ostracodák is. Így telepedhetett meg több trópusi faj is Európában (KARANOVIC, 2012).

5.2 Az Ostracodák felépítése

Ha a szemünk elé kerül egy élő Ostracoda, akkor a két teknőből álló elmeszesedett héjon és néhány kiálló függeléken kívül nem sokat vélünk felfedezni. Leegyszerűsítve az állat testének két fő része van, az egyik a héj, vagyis a szilárd része, a másik a lágy testrészek (végtagok, különböző belső szervek), amiket a héjat alkotó két összezárodott teknő foglal magába. Egy kövülettel foglalkozó szakembernek értelemszerűen a héj áll csak rendelkezésre, hiszen a lágy részek, szervek az idő során elbomlanak és nem fosszilizálódnak. Ebből kifolyólag dolgozatomban kizárólag a szilárd páncéllal fogok foglalkozni, annak bemutatására törekszem, s a határozás is erre alapozódik. A héj részei a 4.-7. ábrákon láthatjuk.

Általánosságban elmondható, hogy oldalnézetben megnyúlt, vagyis horizontálisan hosszabb, mint vertikálisan, magasságának maximumát testének közepén, esetleg elülső vagy hátulsó felében éri el. Szélessége kisebb, mint a hossza vagy a magassága, ennek legnagyobb értéke általában a páncél hátsó részében található (KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013). Alakra lehetnek gömb, megnyúlt, felfűjt (összenyomott oldalirányban vagy vertikálisan), oldalról nézve tojásdad, négyszögletes, trigonális, elliptikus, trapéz vagy bab/vese (reniform), illetve rendelkezhetnek hátsó részükön faroknyúlványszerű, caudális meghosszabbodással. A héj alakja és körvonala, valamint mérete (és ezek arányai) oldalról és hátulról nézve egyaránt határozó bélyegek (KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013; KARANOVIC, 2012). Méretük –

bár forrásonként változik a tartomány megadása - változó, de milliméteres nagyságrendű. Az adult egyedek nagysága lehet 0,2, de akár 8 vagy 30 (MEISCH, 2000) -32 milliméteres (*Gigantocypris*) is (GOBERT, 2011-2012). Általánosságban 0,5-2 mm között változik (DAVID et al., 2002).

Az Ostracodák héjának anyagát az epidermisz választja ki, a fej régiójából dorsálisan erednek, s az egész állat testére kiterjed mindkét oldal, a kutikula egy speciális része. Két oldalsó epidermális eredetű redőből áll, amit duplikációnak nevezünk. Ezek a duplikációk két rétegből állnak, amelyeket külső és belső lamellának nevezünk (MEISCH, 2000). A külső lamella teljes felületét meszes réteg borítja, amivel ellentétben a belső lamella a perifériás részén meszesedik el (KRZYMIŃSKA és NAMIOŤKO, 2013; KARANOVIC, 2012). A továbbiakban a meszesedett belső lamellán (a szakirodalomban sokszor duplikációnak is nevezik, s részben vagy teljes egészében összeolvadhat a külső lamellával, tehát ez csak egy része, és nem szinonimája (MEISCH, 2000)). A külső és belső lamella találkozásánál található a peremzóna, amely számos lényeges támpontot adhat a határozáshoz, ilyenek a póruscsatornák (HOME et. al., 2002; KRZYMIŃSKA és NAMIOŤKO, 2013). A szelep szélső része, tehát a két lamella találkozásánál több, a határozáshoz fontos bélyeg található (KARANOVIC, 2012), mint például a póruscsatornák száma és alakja, a belső lamella szélessége és alakja, szélső fogsorok, tüskék. Fontos megjegyezni, hogy ezek a tulajdonságok a legtöbb esetben csupán kifejlett korban fejlődnek ki teljesen, s ezt tovább nehezíti az ivari dimorfizmus (KRZYMIŃSKA és NAMIOŤKO, 2013). Az elmeszesedett belső lamella szabad meghosszabbítását szegélynek nevezzük, és esetenként befelé is eltolható, ilyenkor a héj szabad szegélyét a külső lamella többé-kevésbé kiemelkedő megnyúlása, az úgynevezett karima képezi (KARANOVIC, 2012; GOBERT, 2011-2012; MEISCH, 2000). A páncél felszínén lévő kisebb-nagyobb gödrök foveolae/punctae és fossae. A két típust egy fal, az úgynevezett muri választja el. A pont és a fossae közötti különbség abban rejlik, hogy a fossae a héj falához kapcsolódik.

A legtöbb fajnál állhat teljes egészében csekély magnéziumtartalmú kalcitkristályokból, vagy párhuzamosan elhelyezkedő kitines lamellákból álló fehérjemátrixba ágyazott krisztallitrétegekből (KARANOVIC, 2012; KRZYMIŃSKA és NAMIOŤKO, 2013). A két fél általában nem egymás tükörképe (KRZYMIŃSKA és NAMIOŤKO, 2013), azonban sok esetben tapasztalhatjuk azt, hogy az egyik rész nagyobb, mint a másik, átfedi a kisebb felet, de ez alapvetően taxonfüggő. A két fél hátsó kapcsolódási vonalánál kalcitból álló csúszásmentes zárszerkezet úgynevezett zárszerkezettel érnek össze (GOBERT, 2011-2012; MEISCH, 2000) (vagy az összeköttetést egyszerű kitin biztosítja), s egymásba illeszkedő fogakból és üregekből

áll. Alakja hasznos határozó bélyeg, de mint oly sok minden ez is fajfüggő, legtöbb édesvízi alaknál nem számottevő (HOME et. al., 2002; KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013; KARANOVIC, 2012).

A héj az Ostracodák életében rendkívül fontos szerepet tölt be, ugyanis az állatot számos hatástól megóvjá, többek között a ragadozóktól (MEISCH, 2000), kedvezőtlen környezeti feltételektől (például szárazság) (GOBERT, 2011-2012), stabilitást biztosít a bentikus életmód számára, rögzítési pontokat biztosít a végtagok egyes izmainak. Az Ostracodák szinte minden lágy részüket a héjon belül tartják, de néhány szervük a héjon kívülre nyúlhat (GOBERT, 2011-2012; KARANOVIC, 2012). A két teknő zárásának mechanizmusát az állat testének közepén elhelyezkedő úgynevezett adduktor izmok (3. ábra) végzik, amelyek a külső lamellák belső felületéhez kapcsolódnak (tehát gyakorlatilag mindkét héj belső felületéhez), rendkívül fontos határozó bélyegek (szuper család szinten), mert a belső felületen jellegzetes hegeket hagynak (MEISCH, 2000; HOME et. al., 2002; KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013). Az adduktor izmok hege, lenyomata több részből állhat. Lehetnek elülső hegek, amelyek az állkapocs izmaihoz kapcsolódnak (s nem az antenna izmokhoz), és lehetnek úgynevezett mandibuláris hegek, amik pedig nem izomhegek, hanem kitinrudak rögzítési pontjai (VICTOR és FERNANDO, 1981).

A páncél felszínén pórusokra lehetünk figyelmesek (külső lamellát lyukasztják át), amelyeknek alapvetően 3 típusa van:

1. egyszerű pórusok, rajtuk keresztül érzékelő szőrök nyúlnak a külvilágba
2. szitapórusok, szintén érzékelő szőrök (*Podocopa* alosztályon belül csak a *Cytheroideában* fellelhető), egy lemezből állnak, amelyen sok apró nyílás van (MEISCH, 2000)
3. exokrin pórusok, érzékszervi szőrök nélkül, valószínűleg vedlési funkciója van (KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013)

Az első normál pórusok (egyszerű kerek nyílások, amelyeket ajakszerű gyűrű veszi körül), melyek kizárólag héj szabad felületén találhatók, (MEISCH, 2000) adott esetben szintén szolgálhatnak határozóbélyegként, ugyanis lehetnek a felszínnel egy szintben, kidudorodhatnak, vagy éppen tölcsérszerűen bemélyedhetnek, esetleg rövid vagy kúposabb nyúlványok, tüskék végén nyílnak. Meg kell említeni még a radiális és hamis póruscsatornákat, amik a héj szegélyzónájában foglalnak helyet. Hamis marginális póruscsatornáknak nevezzük azokat a csatornákat, amelyek az összeolvadt zónából a normál pórusokhoz vezetnek. Nem ritka

eset, hogy a radiális/marginális póruscsatornák a koncrescencia vonalánál³ kezdődnek, de nem futnak végig az összeolvadt zónán (mivel a héj külső felületén a külső perem előtt lépnek ki), és ilyenkor hamis radiális/marginális póruscsatornák. A radiális póruscsatornák idegeket szállító csövek, amelyek a meszesedett belső és külső lamellák közötti összeolvadt zónán haladnak keresztül (KARANOVIC, 2012; GOBERT, 2011-2012,). A radiális csatornák a a vestibulumon belüli koncrescencia vonalától az összeolvadt zónán át a héjfelületig fordulnak elő, a hamis póruscsatornák pedig a koncrescencia vonalától indulnak, de nem hatolnak át az összeolvadt zónán. Nem teljes összeolvadás esetén a belső lamella szabad részét, vagyis a nem összeolvadt részét vestibulumnak nevezzük, s ez a térrész választja el a külső lamellától a belsőt (KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013; KARANOVIC, 2012; GOBERT, 2011-2012; MEISCH, 2000).

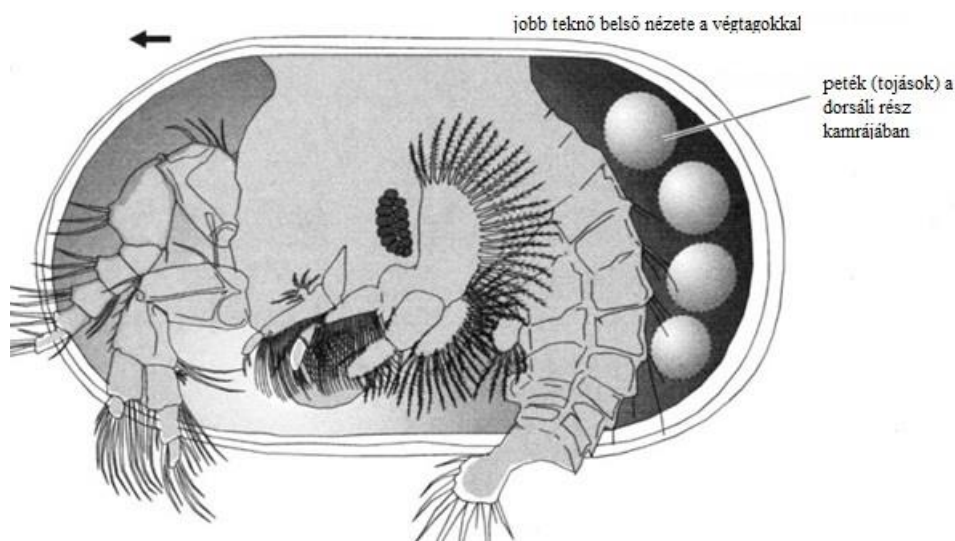
Több csoportra is jellemző, hogy a marginális zóna csak az adult egyedekben fejlődik ki teljesen, a fiatal példányokban pedig még nem. Az Ostracodák páncélja rendkívül változatos alakú és díszítésű lehet, amik szintén határozó bélyegek (KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013; HOME et. al., 2002). A héj díszítettségét mindig a teljes felületre vonatkoztatjuk, s elsődleges, valamint másodlagos díszítőelemekre bontható. Előbbibe minden kiemelkedő bélyeg beletartozik, utóbbiba kizárólag a felszíni képződmények (VICTOR és FERNANDO, 1981). Ilyen ornamentum például sulcus vagy sulci, ami egy markáns mélyedés a héj külső felületén (KARANOVIC, 2012; MEISCH, 2000). Egyéb díszítőelemek közé tartoznak a tüskék, üregek, csomók, gerincek (karina), vagy ezek kombinációi (KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013; HOME et. al., 2002; GOBERT, 2011-2012). A felsoroltak fejlettsége, megléte vagy hiánya fajon belül, korral együtt, de még a nemek között is változhat, fejlettségük gyakran a környezeti faktorok függvénye. (KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013; HOME et. al., 2002; GOBERT, 2011-2012).

Jellemző rájuk az ivari dimorfizmus (héj mérete és alakja alapján), ahol is a hímek egyaránt lehetnek nagyobbak vagy kisebbek, mint a nőivarú egyedek (KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013; HOME et. al., 2002). Egyes fajoknál nagyon nehéz különbséget tenni a hím és a nőtény héja között, másoknál viszont rendkívül egyszerű. Általában az ivarszervek mind a hímeknél, mind a nőtényeknél megnagyobbodott posterior részt eredményeznek,

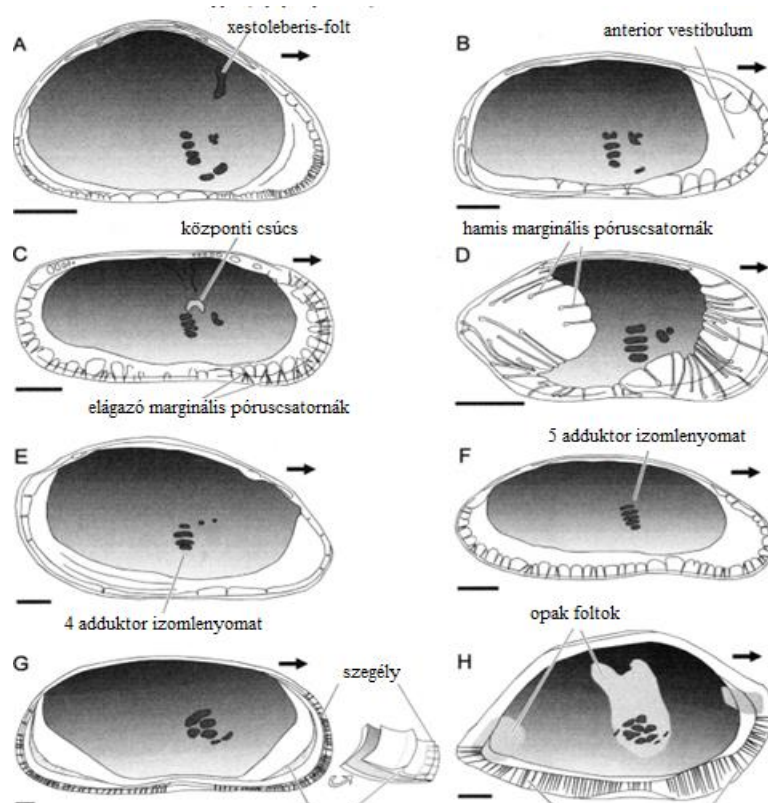
³ A belső lamella részben vagy teljesen összeolvadhat a külső lamella belső felületével, így kialakítva egy összeolvadt zónát, s ezt az összeolvadt zóna és a vestibulum közötti választóvonalat (gyakorlatilag ahol a belső és külső lamella találkozik), vagy határt nevezzük koncrescencia vonalnak (HOME et. al., 2002; GOBERT, 2011-2012; MEISCH, 2000; (KARANOVIC, 2012).

viszont az fajoként változó, hogy éppen a hímeknél vagy a nőstényeknél látványosabb. Előbbieknél a herék, utóbbiaknál a tojások helyezkednek el (2. ábra) (KARANOVIC, 2012), viszont a nőstények még akkor is kisebb mérettel rendelkezhetnek, ha éppen megtermékenyültek. Az adult hím egyedek alakja nagyságrendileg különbözik a juvenilis és nőstény egyedek héjától. A hégdíszítettség gyakran ivartól függő, pl.: a *Notodromas monacha* nőstényeinek héján egy sarkantyúszerű tágulat található, ami a hímeknél hiányzik (GOBERT, 2011-2012).

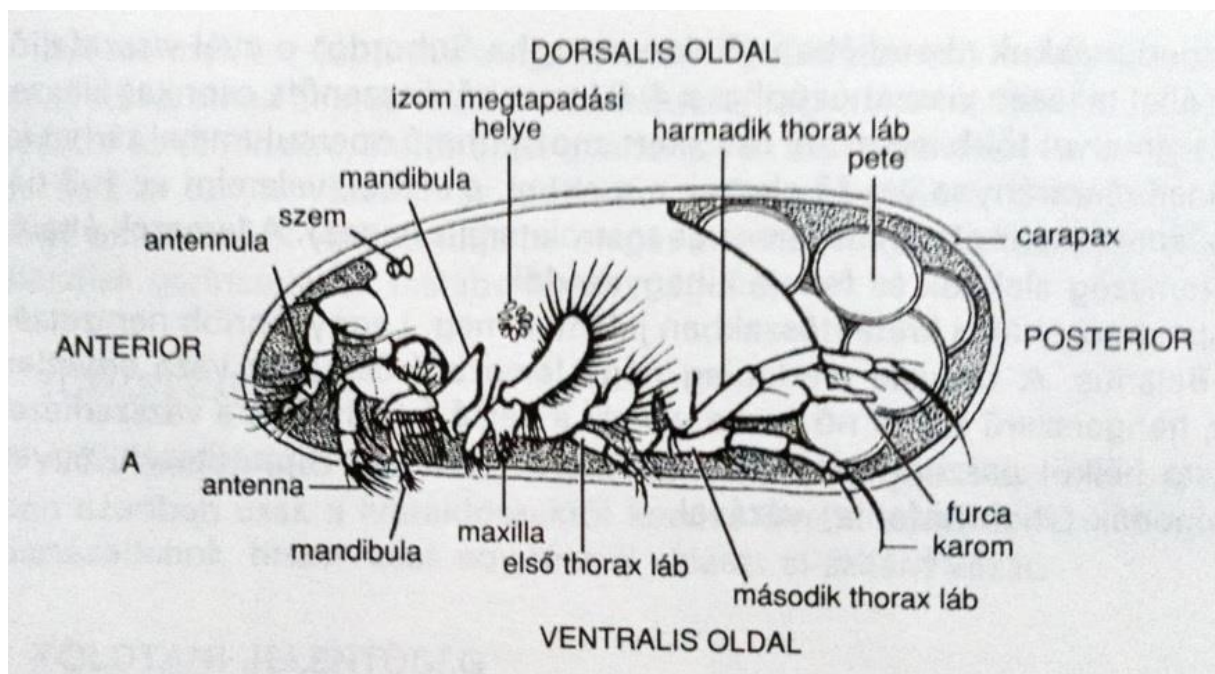
A szín rendkívül ritkán örződik meg, s még a recens fajoknál sem nevezhető biztos határozó bélyegnek, ugyanis még fajon, sőt, populáción belül is változhat. Az Ostracodák életük alatt többször is vedlenek (KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013), így a szín egy-egy vedlés alkalmával is változhat, s kortól függően más-más árnyalatot vehet fel. A színt általában a meszesedő külső lamella epidermiszében lerakódott pigmentek biztosítják (KARANOVIC, 2012; GOBERT, 2011-2012; MEISCH, 2000). Alapvetően kijelenthetjük, hogy a színnek szinte semmilyen szerepe nincs a fosszilis anyag feldolgozásában (HOME et. al., 2002).



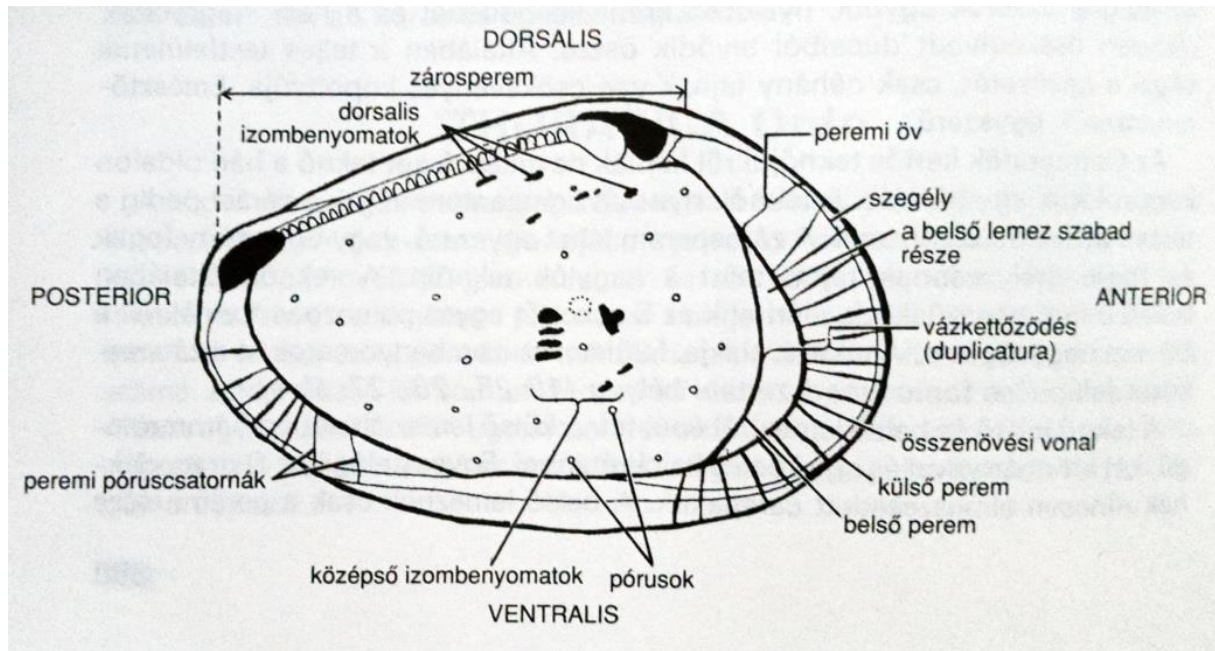
2. ábra Egy Platycopida Ostracoda nőivarú egyedének ábrája, ahol jól látszanak a hátsó részen lévő tojások DAVID és társai (2002) nyomán.



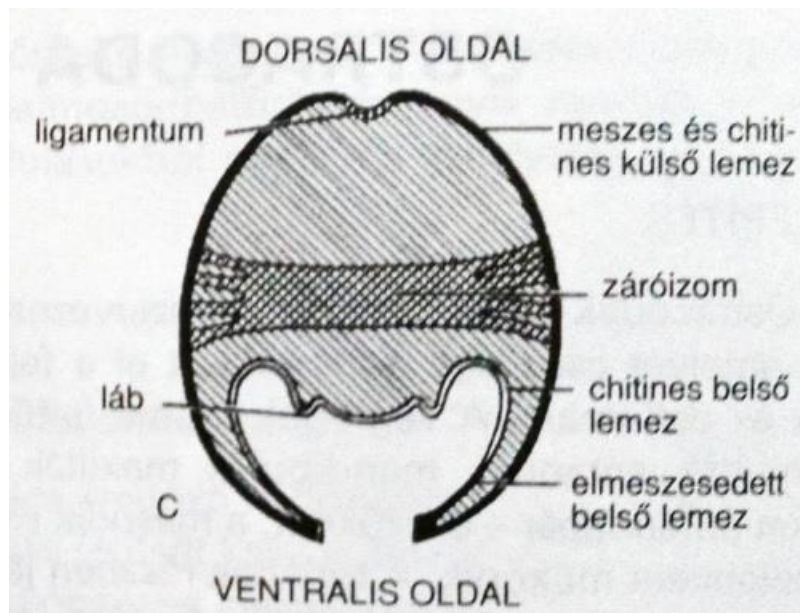
3. ábra Podocopa Ostracodák héjainak belső nézeteinek rajzai. Áteső fényben az ember hasonlókat láthat DAVID és társai (2002) nyomán.



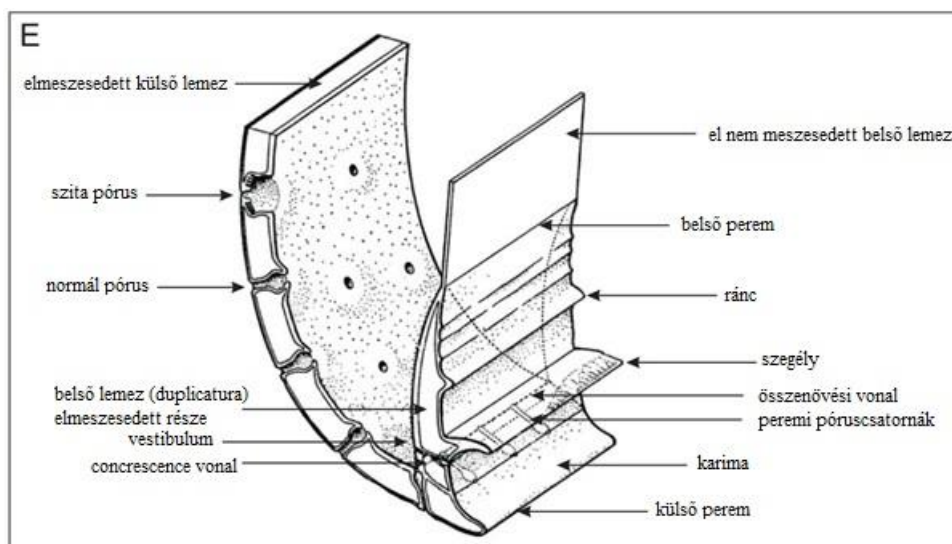
4. ábra Az Ostracodák általános belső felépítése a bal teknő képzeletbeli eltávolítása után GÉCZY (1993) nyomán.



5. ábra Az Ostracoda héj legfontosabb bélyegei GÉCZY (1993) nyomán.



6. ábra Ostracoda keresztmetszete GÉCZY (1993) nyomán.



7. ábra A héj vázlatos felépítése JARMILA (2013) és GÉCZY (1993) nyomán.

6 Anyag és módszer

Szükséges eszközök:

- tetszés szerint műanyag tároló (jelen esetben eppendorf cső)
- petri csésze/tárgylemez, 2 db
- vékony ecset
- bonctű
- mikroszkóp (Scopium XSP-151T-LED) és a dokumentáláshoz szükséges kamera (ToupCam 3 megapixeles)

Természetesen a felsoroltaktól el lehet térni, nem kötelező érvényűek, mindenki maga választhatja meg az eszközeit. A kis méretű műanyag tároló a minták állandó tárolására szolgálhat, a 2 db petri csésze közül az egyikben a még nem vizsgált anyagot, a másikba a már dokumentált mintákat rakhatjuk. A vékony ecsetnek és a bonctűnek rendkívül fontos szerepe van. Előbbi benedvesítésével a törékeny minták biztonságosan mozgathatók egyik helyről a másikra, a bonctűvel pedig a minták aprólékos mozgását érhetjük el. Utóbbi helyett használhatunk akár kihelyezett hurkapálcát is, vagy egyéb más, a héjak tájolását lehetővé tevő eszközt.

Jelen esetben a fosszilizált anyagok már előzetesen kiváltak válogatva a tanszék munkatársai által. Két minta anyagai két külön eppendorf csőbe lettek elhelyezve. A minták a PF 26, és a PF 27-t nevet kapták. Mivel a mikroszkóppal lehetőség van többféle megvilágítás használatára, ezért a vizsgálat szempontjából érdemes kihasználni őket.

Első lépésként az eppendorf cső tartalmát óvatosan kiöntjük a petricsészébe, majd a vékony, már előzetesen benedvesített ecsetünkkel kihasználva a felületi feszültséget óvatosan hozzáérintjük a páncélhoz, majd a tárgylemezünkre/másik petricsészébe helyezzük. A mikroszkóppal először a legkisebb, 40x-es nagyítással derítsük fel a lerakás helyét, majd állítsuk nagyobb, legalább 100x-os nagyításra az objektíveket tartalmazó revolverfejet. Ahhoz, hogy jól látszódjanak az áteső fényben a legfontosabb határozó bélyegek, legalább ekkora nagyítás szükséges a tapasztalatom szerint, de nem hátrány az ennél valamivel nagyobb sem (160 vagy 200-as). Sorban a következő lépés, hogy a mintákat igyekezzünk horizontálisan orientálni. Ez nem létfontosságú ugyan, de nagyságrendekkel megkönnyíti a határozást. Ilyenkor van szükség a bonctűre, amivel rendkívül óvatosan kell bánni, hiszen a vékony, törékeny héjak könnyen sérülhetnek, vagy gyakorlatilag kipattanhatnak a tárgyasztalról. Miután pozícióba helyeztük a példányunkat és tisztában vagyunk azokkal a bélyegekkel, amikkel azonosítani tudjuk az állatot, akkor azokat kamerával rögzítjük. Ha úgy érezzük, hogy már nincsen az adott példánnyal dolgunk, akkor helyezzük egy másik petricsészébe, jelezve ezzel, hogy végeztünk. Ez tehát az általam is elvégzett sémája a folyamatnak.

Sose felejtsük el, hogy az Ostracodáknál nem célszerű kizárólag egy bélyeg figyelembevétele, hanem az összes kombinációja adhatja meg a legbiztosabb diagnózist (VICTOR és FERNANDO, 1981).

6.1 Határozás és azok nehézségei

Az Ostracodák a rákfélék közül alulkutatottnak számítanak, aminek számos oka van. A különböző taxonok azonosítása – főleg fajsinten – rendkívül nehéz, ami megfelelő készségeket, gyakorlatot és szakirodalmat követel meg az embertől (VICTOR és FERNANDO, 1981). Csekély olyan határozó kulcs, szakkönyv létezik, amelyet széles körben használnak, ezek egyike CLAUDE MEISCH 2000-ben íródott könyve. Tovább nehezíti a helyzetet, hogy az eddig megjelent irodalmak közül nem mindegyik angol nyelvű, esetleg elavultak, vagy recens taxonokra van kihegyezve. Recens fajoknál az azonosítás művelete boncolást kíván, ami rendkívül körülményes és időigényes (GOBERT, 2011-2012).

Az Ostracodák helyzete a rákféléken és az ízeltlábúakon belül vitatott kérdés. Gyakran összefüggésbe hozták őket más csoportokkal, mint például a *Copepodák*, vagy a *Facetotectanok*, amelyek ma már a *Maxillopoda* osztályba tartoznak. Ez egy elég tág osztály, és az Ostracodákat tekintve számos kivétel található, ami alapján nem illenek bele ebbe a csoportba, éppen ezért átsorolták őket. Az ostracodákat az *Arthropoda* törzsön belül a *Crustacea* alcsalád egyik alapsoportjának tekintik, bár a taxonómia forrásonként változhat.

A héjat nem tekintik a két alcsalád (*Myodocopa* és *Podocopa*) szinapormof bélyegének. Például hasonló karakterű páncélt a *Branchiopoda* bizonyos leszármazási vonalaiban éppúgy találunk, mint az Ostracodáknál. Noha mindkét csoport vázanyaga kalcit, jelentős különbségek figyelhetők meg a morfológiájukban.

Kivételes esetben előfordult, hogy lágy részek is megőrződtek (GOBERT, 2011-2012). Ilyenek lehetnek a végtagok, belsőszervek, vagy óriási spermiumok (KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013). A találtak alapján az Ostracoda leletet a *Cylindroleberididae* családba sorolták volna, viszont a héj a *Cypridinidae* és a *Sarsiellidae* családdal hozható összefüggésbe. Ez egyben megkérdőjelezi a pusztán héj alapján történő határozás megbízhatóságát. A morfológiai bélyegek és a ma is élő fajok genetikai vizsgálata arra engedett következtetni, hogy a kagylósrákok egy polifiletikus csoport. A szupercsaládok közötti filogén kapcsolatok sem a *Podocopa*, sem pedig a *Myodocopa* alosztályban nincsenek tisztázva (KARANOVIC, 2012).

Mint oly sok rákféléhez, az Ostracodákhoz hasonlóan sincs általánosan használt terminológia. A *Cytherocopina* alrendjével foglalkozó szakemberek az esetek nagyrésztében más határozó kulcsot használnak, mint a *Cypridocopina* alrend esetében (KARANOVIC, 2012).

A nemek közötti különbségek az utolsó vedlés után, kifejezetten jelennek meg teljes egészében (pl.: a marginális zónák szerkezete csak felnőtt korban alakul ki). A fiatal és adult egyedek megkülönböztetése pusztán a héj mérete alapján nem lehet teljes bizonyossággal megállapítani (MEISCH, 2000).

6.2 A határozás bélyegei

Az Ostracodák osztályozása (ahol lehetséges) a forma, a héj teknőinek átfedése, a díszítés, a zárszerkezet jellemzői, valamint a hím és nőstény héjának különbségei alapján történik (SREEPAT, 2020), közelebbről pedig (felsorolás szintjén, nem sorrendben):

- zárszerkezet alakja
- a héjazat szélén lévő struktúrák megléte, alakja
- póruscsatornák és pórusok megléte, alakja
- izomtapadási hegek (központi és állkapocs izmok alakja, darabszáma)
- díszítettség, sima/díszített (a héjon lévő mélyedések, vagy kiemelkedések)
- forma
- a héj két felének átfedése
- nőstény vagy hím?

6.3 Angol terminológia

- ▶ Valve = teknő
- ▶ Marginal ripples = szélső hullámok, fodrozódás
- ▶ Muscle scars = adduktor izomhegek/forradás/nyom
- ▶ Inner valve margin = a belső héj széle
- ▶ Inner lamina = belső réteg
- ▶ List = varrat
- ▶ Sulci/Sulcus = gödör, barázda, bemélyedés
- ▶ Radial pore canals = radiális póruscsatornák
- ▶ Calcified inner lamella = elmeszesedett belső lemez
- ▶ Selvage = szél/szegély

Szövegben és ábrákban használt rövidítések:

A1	= Antennula
A2	= Antenna
Cp	= Carapace
CpD	= Carapace dorsal
CpRl	= Carapace right lateral
CpV	= Carapace ventral
CR	= Caudal ramus
CRa	= Attachment of caudal ramus
Db	= Dorsal branch of caudal ramus
H	= Height of valves
JH	= Janet Híguti
L	= Length of valves
Lpp	= Left prehensile palp
Ls	= Lateral shield of hemipenis
LV	= Left valve
LVi	= Left valve interior
Md	= Mandibula
ms	= Medial shield
Mx1	= Maxillula

Rlo	= Rake-like organ
Rpp	= Right prehensile palp
RBINS = Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Belgium	
RVi	= Right valve interior
T1	= First thoracopod, sometimes called Maxilla = Mx2
T2	= Second thoracopod
T3	= Third thoracopod
V	= Valve
Vb	= Ventral branch of caudal ramus
W	= Width of carapace

(HIGUTI és MARTENS 2014).

7 Klasszifikáció, osztályozás

Manapság a világon közel 20 000 élő faj (GARELICK et. al., 2017; DAVID at al., 2002) (más források szerint 8000 (GOBERT, 2011-2012)) közül legalább 2000 faj édesvizekben él (HIGUTI és MARKTENS 2014), amelyek 3 szupercsaláddal képviseltetik magukat: *Darwinuloidea*, *Cypridoidea* és *Cytheroidea* (ANNA és TADEUS 2012).

Korábban már említésre került, hogy az Ostracodák klasszifikációja rendkívül törekeny lábakon áll, szerzőtől függően besorolásuk eltérő lehet. Abban nagy egyetértés mutatkozik, hogy a csoportot osztály szintig emeljék, de egyesek inkább alosztálynak tekintik (DAVID at al., 2002). Mindenesetre, jelen dolgozatomban STEFAN GOBERT (2011-2012) és CLAUDE MEISCH (2000) munkáját tekintem alapnak a klasszifikációt illetően. A *Crustacea* altörzsön belül az *Ostracoda* osztálynak 2 alosztályát különítjük el: a *Myodocopa* és a *Podocopa* alosztályt. A csoportok jellemzése a következőképpen néz ki: A *Myodocopa* szinte teljes egészében tengeri fajokból áll, ezért értelemszerűen jelen dolgozat szempontjából irreleváns, a *Podocopa* alosztály ezzel szemben tengeri és édesvízi képviselőkkel is rendelkezik. Ezek közül a *Palaeocopida* és a *Platycopida* kizárólag tengeri fajokból áll. A *Palaeocopida* messze kisebb fajszámmal és elterjedéssel nem számottevő (HOME et. al., 2002), s végül a *Podocopida* rend az Ostracodák legváltozatosabb csoportja, tagjai sós és édesvízi környezetben egyaránt megtalálhatók, négy szupercsaládja a *Darwinuloidea*, *Cypridoidea*, *Cytheroidea* és *Terrestricytheroidea* édesvíziek, a többi tengeri mivoltuk miatt nem kerül felsorolásra. A nem sósvízi Ostracodák nem alkotnak monofiletikus csoportot, hanem polifiletikusak, ami arra utal,

hogy a különböző Ostracoda taxonok más-más időben merészkedtek az édesvízi környezetbe. Például a *Darwinulidea* már a devonban megtelepedett, ezt követte a permben a *Cytherideidae* és a *Lymnocytheridae* (HOME et. al., 2002).

A következő felsorolás és a 8.-10. ábrák szemléletesen mutatják be a kagylósrákok rendszertanát. Tekintettel a fosszilis anyag származási környezetére, a további felsorolásnál a negyedidőszaki édesvízi taxonokra koncentrálok. IVANA KARANOVIC (2012) munkájában megtalálható a kagylósrákok osztályozása, ami az alább látható:

Class Ostracoda Latreille 1802

Subclass Myodocopa Sars 1866 m

Order Myodocopida Sars 1866

Suborder Myodocopina Sars 1866

Order Halocyprida Dana 1852

Suborder Halocypridina Dana 1852

Suborder Cladocopina Sars 1866

Subclass Podocopa Sars 1866 m/f

Order Platycopida Sars 1866 m

Order Podocopida Sars 1866 m/f

Suborder Bairdiocopina Sars 1866 m

Superfamily Bairdioidea Sars 1866

Family Bairdiidae Sars 1866

Family Bythocyprididae Maddocks 1969

Suborder Cytherocopina Baird 1850 m/f

Superfamily Cytheroidea Baird 1850 m/f

Family Bythocytheridae Sars 1866 m

Family Cobanocytheridae Schornikov 1975 m

Family Cuneocytheridae Mandelstam 1959 m

Family Cushmaniidae Puri 1974 m

Family Cytherettidae Triebel 1952 m

Family Cytheridae Baird 1850 m

Family Cytherideidae Sars 1925 m/f

Family Cytheromatidae Elofson 1938 m

Family Cytheruridae Müller 1894 m

Family Entocytheridae Hoff 1942 f (living commensally on other crustaceans)

Family Eucytheridae Puri 1954 m

Family Hemicytheridae Puri 1953 m

Family Kliellidae Schœafer 1945 f

Family Krithidae Mandelstam 1960 m

Family Leptocytheridae Hanai 1957 m/f

Family Limnocytheridae Klie 1938a f

Family Loxoconchidae Sars 1925 m/f

Family Microcytheridae Klie 1938a m

Family Neocytheridae Puri 1957 m

Family Paracytherideidae Puri 1957 m

Family Paradoxostomatidae Brady and Norman 1889 m

Family Parvocytheridae Hartmann 1959 m

Family Pectocytheridae Hanai 1957 m

Family Psammocytheridae Klie 1938a m

Family Schizocytheridae Howe 1961 m

Family Trachyleberididae Sylvester-Bradley 1948 m

Family Xestoleberididae Sars 1928 f/m

Superfamily Terrestricytheroidea Schornikov 1969 m

Family Terrestricytheridae Schornikov 1969

Suborder Darwinulocopina Sohn 1987 f

Superfamily Darwinuloidea Brady and Norman 1889

Family Darwinulidae Brady and Norman 1889

Suborder Cypridocopina Jones 1901 m/f

Superfamily Cypridoidea Baird 1845 m/f

Family Candonidae Kaufmann 1900a m/f

Family Cyprididae Baird 1845 f

Family Ilyocyprididae Kaufmann 1900a, f

Family Notodromadidae Kaufmann 1900a, f

Superfamily Macrocypridoidea Müller 1912 m

Family Macrocyprididae Müller 1912

Superfamily Pontocypridoidea Müller 1894 m

Family Pontocyprididae Müller 1894

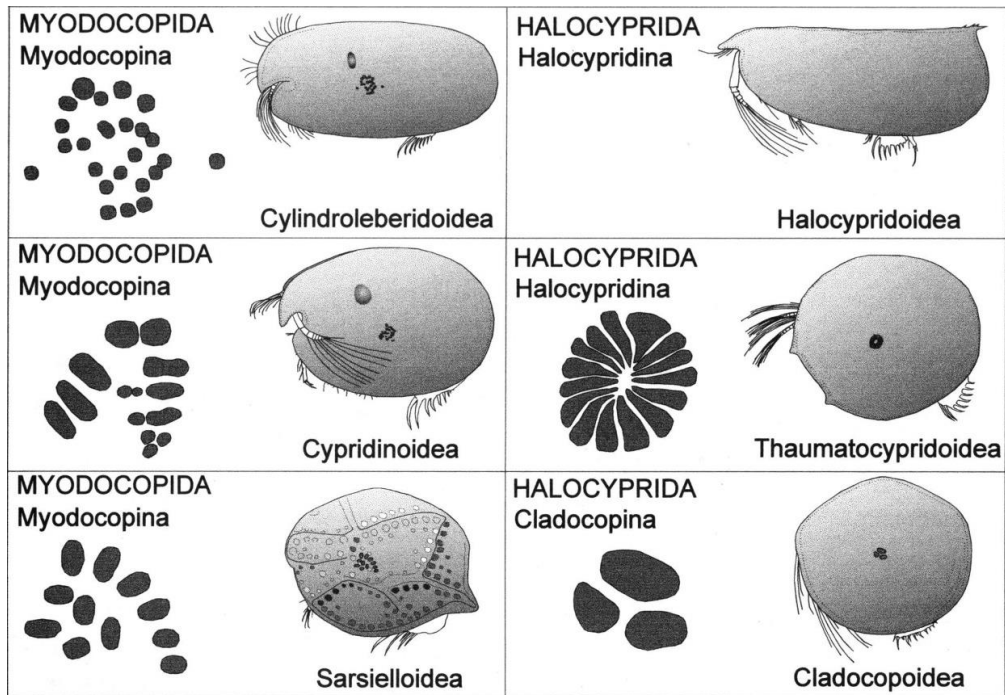
Suborder Sigilliocopina Martens 1992c m

Superfamily Sigillioidea Mandelstam 1960

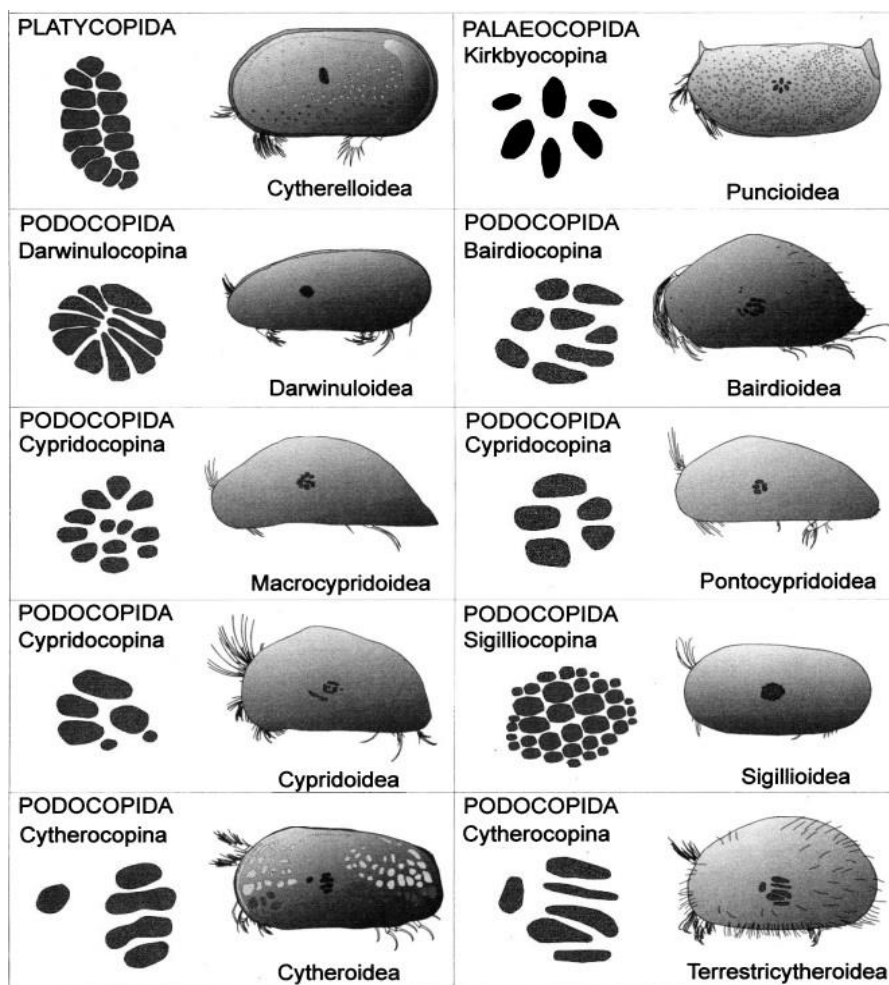
Family Sigilliidae Mandelstam 1960

ECOLOGY	MARINE				NONMARINE				MARINE				
	NEKTOBENTHONIC	PELAGIC	NEKTOBENTHONIC	BENTHONIC	BENTHONIC	NEKTOBENTHONIC	(SEMI) TERRESTRIAL	BENTHONIC	BENTHONIC	NEKTOBENTHONIC	BENTHONIC	NEKTOBENTHONIC	BENTHONIC
	Era / Period												
CAINOZOIC	Quaternary												
	Neogene												
MESOZOIC	Paleogene												
	Cretaceous												
	Jurassic												
	Triassic												
	Permian												
PALAEOZOIC	Carboniferous												
	Devonian												
	Silurian												
	Ordovician												
	Cambrian												
MAIN TAXONOMIC GROUPS OF OSTRACODA	Halocyprida	Myodocopida	Leperditicopida	Podocopida								Platycopida	Palaeocopida
	Myodocopa			Podocopa									

8. ábra A kagylósrákok osztályozásának összefoglaló ábrája (JAIN, 2020).



9. ábra Különböző quarter *Myodocopa* szupercsaládok eltérő izomlenyomatokkal (HOME et. al., 2002).



10. ábra Negyedidőszaki *Podocopa* szupercsaládok és adduktor izomlenyomataik (DAVID et. al., 2002).

8 Az Ostracodák paleoökológiai jelentősége

Az Ostracodákat számos tulajdonságuk teszi a paleoökológia kiváló kutatási alanyaivá. Rendkívül értékes információt szolgáltathatnak a természeti rendszerek különböző tulajdonságairól, ennek oka pedig többek között a megfelelő fosszilizáció, gyakran tömeges jelenlét, kis méret, s kozmopolita rákféléről lévén szó szinte minden vizes környezetben előfordulnak, valamint fajtól függően speciális környezeti igényekkel rendelkeznek (KRZYMIŃSKA és NAMIOTKO, 2013) és jól behatárolható toleranciatartománnyal, ebből kifolyólag ideális taxonok a vizes élőhelyek bioindikátoraiként (ANNA, TADEUS 2012).

Elterjedésüket biotikus és abiotikus tényezők egyaránt befolyásolják (a teljesség igénye nélkül) a táplálékforrások, hidraulikai feltételek, víz kémiai és fizikai tulajdonságai (pH, sótartalom, hőmérséklet, oldott oxigén mennyisége, ülepedési sebesség, szemcseméret, aljzat, üledék típus, növényzet, fenék domborzata, víz mélysége és átlátszósága, áramlás, összes foszfát, oldott oxigén mennyisége, táplálék rendelkezésre állása, kompetíció, stb.) (KARANOVIC, 2012; GARELICK et. al., 2017). Például, ha a gyors ülepedési sebesség finomcsemcsés mérettartománnyal párosul, akkor általánosságban kijelenthető, hogy az Ostracodák abundanciájának és diverzitásának csökkenése léphet fel. A víztest mélyebb rétegei szintén kisebb fajsza­mot eredményezhet. A pH elemi szinten befolyásolja az elterjedésüket, mivel rendkívül ritka, hogy 5-ös érték alatt megtalálják az életfeltételeiket, ugyanis a savasabb pH megnehezíti a pán­céljukba a Ca beépülését, ami a héj meszesedéséhez nélkülözhetetlen, ezért a lúgosabb környezetben érzik jól magukat. Az oldott oxigén mennyiség sem elhanyagolható, mert az anoxikus környezetet a legtöbb fajuk kifejezetten rosszul tűri, életbenmaradásukra nem alkalmas (GARELICK et. al., 2017). A hőmérséklet hatása leginkább egyedfejlődésükben mutatkozik meg. Vagyis, magasabb hőmérsékleten a növekedésük gyorsabb, viszont élettartamuk rövidebb, alacsonyabb hőmérsékleten nagyobb testméretet képesek elérni, de héjaik kalciumtartalma alacsonyabb. A sókoncentrációra különösen érzékenyek, steno- és oligohalin szervezetek egyaránt előfordulnak közöttük. Az alacsony sótartalom egyes fajoknál megnyúltabb testformát eredményezhet (KARANOVIC, 2012; KISS, 2007; MEISCH, 2000).

Az üledékben megőrződött egyedek kiválóan alkalmasak például tavak környezeti minőségének változásának nyomonkövetésére, jellemzésére, vagy akár a negyedidőszak paleoklimájának és öskörnyezeti viszonyainak tanulmányozására, recens fajok esetén az antropogén hatások mértékére lehet következtetni. Erre jó példa, hogy modellezéssel a

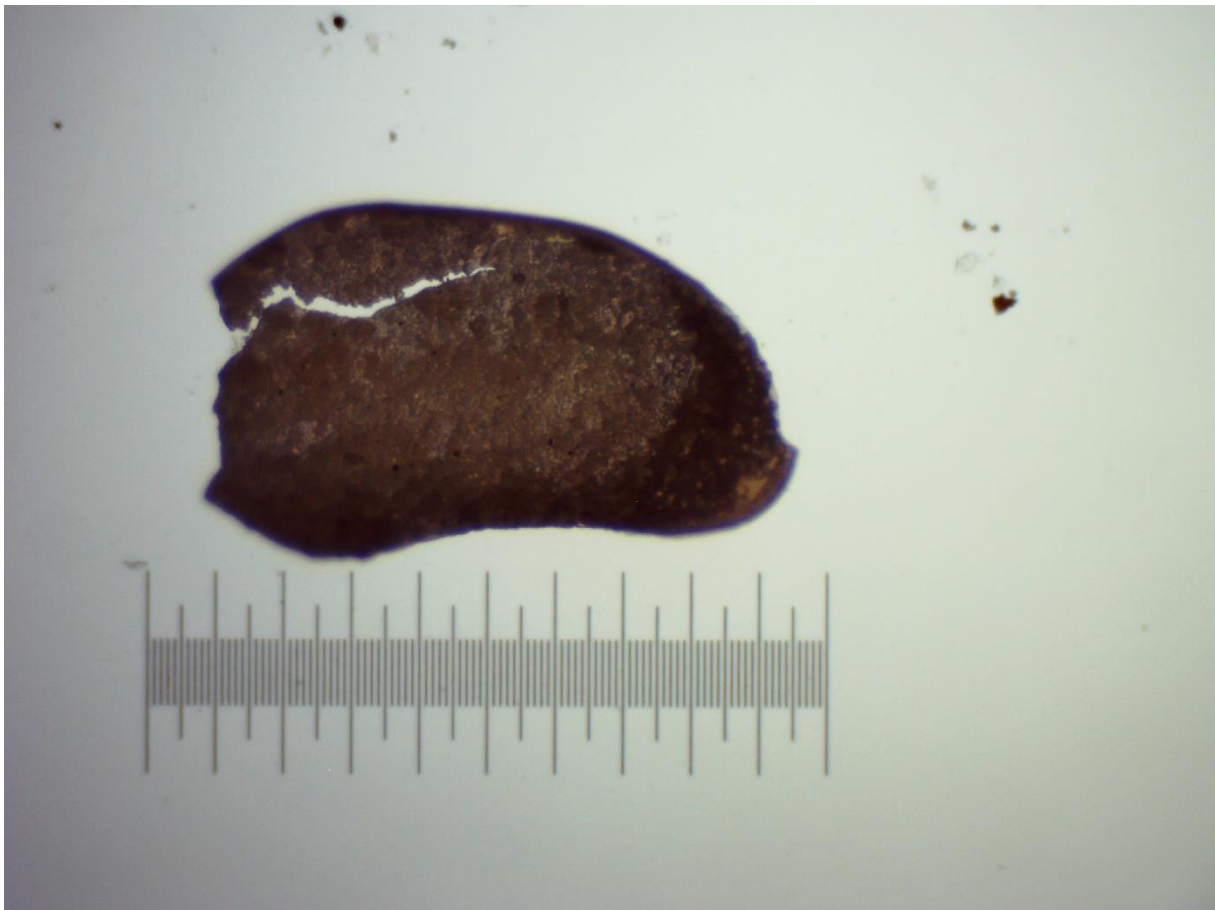
tápanyagbevitel révén megadhatjuk az alga mennyiség növekedését, a kapott eredményekből következtethetünk, hogy milyen hatással lehet a jövőbeni diverzitásra, vagy abundanciára (GARELICK et. al., 2017). Ezen kívül a szaporodási módok evolúciójában is modellszervezetként tekintenek rá (GOBERT, 2011-2012).

A paleoökológiai módszerek közül a kagylósrákoknál alapvetően kétfajta megközelítést alkalmazunk. Az egyiknél a fajokat és az egyes példányokat vizsgáljuk, a másiknál számos Ostracoda egyed együtteséből indulunk ki. Az előbbinél az általam is végzett vizsgálatok kerülnek alkalmazásra, tehát alapvetően a héj kerül a mikroszkóp áteső fényébe. A méret, az alak, a díszítettség mind-mind információt szolgáltatnak az egykori környezet viszonyairól, így a sótartalomról vagy a hőmérsékletről. Az Ostracoda héj elemösszetétele, a meszesedés és a díszítettség mértéke rendkívül fontos adatokat szolgáltat a paleokörnyezet változásairól. Tudjuk, hogy a héj alapvetően alacsony Mg tartalmú kalcitegyüttes, ami a kitines mátrixba beágyazódva található, de a kalcit pontos összetételét az állatot körülvevő víztest ionösszetétele befolyásolja számottevően, ami viszont a hidrológiai és klimatikus viszonyoktól függ. Erre jó példa az ásványi anyagokban gazdag talajvíz beáramlása, a levegő, valamint a víz hőmérséklete. Noha a vízből nagymennyiségben Ca^{2+} -t és HCO_3^- -t vesznek föl a héj szilárdításához, ezzel együtt egyéb kationok is beépülnek. Ilyen elemek Mg, Sr, Na, Ba, U. A héj kémiai összetétel vizsgálata elsősorban a Sr és a Mg veszi alapul kiegészítve a stabil izotóp összetétellel (^{18}O , ^{13}C). A ^{14}C aránya a kormeghatározáshoz adhat információt (MEISCH, 2000; GOBERT, 2011-2012; KARANOVIC, 2012). Ezek az elemek a paleohidrológiai és paleoklimatológiai kutatásokban egyaránt fontosak. A Mg mennyisége főként a víz hőmérsékletéhez, a Sr/Ca és a Mg/Ca arány pedig inkább a sótartalomhoz köthető. Ezen vizsgálatok kiindulópontja az, hogy a frakcionálódás akkor következik be, amikor a stabil izotópok fázisátalakuláson mennek keresztül. Az oxigénizotóp összetételét a meszesedés ideje alatt lévő víz hőmérséklete, valamint az izotóp összetétel határozza meg, a szén izotóp összetételét viszont az oldott szerves szén izotóp összetétele befolyásolja.

Az Ostracodák csoportos vizsgálata alternatívát megoldást kínál. A fajösszetétel, azok abundanciája a paleohidrológiai és trofikus viszonyokban beállt változásokról, a hőmérsékletről, a vízmélységről, a sótartalomról, valamint az ionösszetételről adnak tájékoztatást (GOBERT, 2011-2012).

9 Eredmények, a vélt vagy valós taxonok bemutatása

A biológiai mikroszkóp egy mikroszkópkamerával párosítva megfelelőnek bizonyult a fajok legfontosabb határozóbélyegeinek rögzítésére, ezzel lehetővé téve jelen dolgozat fő célját, a fajok megállapítását. A dolgozat másik kitűzött célja a csekély egyedszám következtében nem az elvártaknak megfelelően teljesült. Komolyan vehető paleoökológiai értékelést megfelelő abundanciával, morfometriai eljárásokkal lehet elérni. A minták egy jelentős részének elégtelen megőrződése, valamint üledékkel való kitöltöttsége miatt nem volt alkalmas az azonosításra (11. ábra), alaktani vizsgálatok az időkeret szűkössége miatt sajnos nem fértek bele jelen dolgozat kereteibe. Mindazonáltal a különböző források tartalmazzanak adatokat a környezeti faktorokkal szembeni toleranciára vonatkozólag.



11. ábra A töredezett, vagy üledékkel kitöltött héjak alkalmatlanok az azonosításra. Forrás: saját fotó.

Az adduktor izomlenyomatok elégséges támpontot adtak a határozás elkezdéséhez, ami egyértelműen a *Candoninae* alcsaládra, azon belül a *Candona* nemzetségre utalt. Ez a genus jellemzően 0,3 és 1,5 mm közötti méretet érhet el, ami mellé egy változatos alakú héj is társul. Felülete lehet sima, vagy díszített. A balteknő átfedi a jobbteknőt. Az adduktor izmok

együttesen hat, közel azonos méretű hegből állnak, egy felső hosszúkás, és az elülső sorban lévő három, illetve két hátsó hegből (KARANOVIC, 2012).

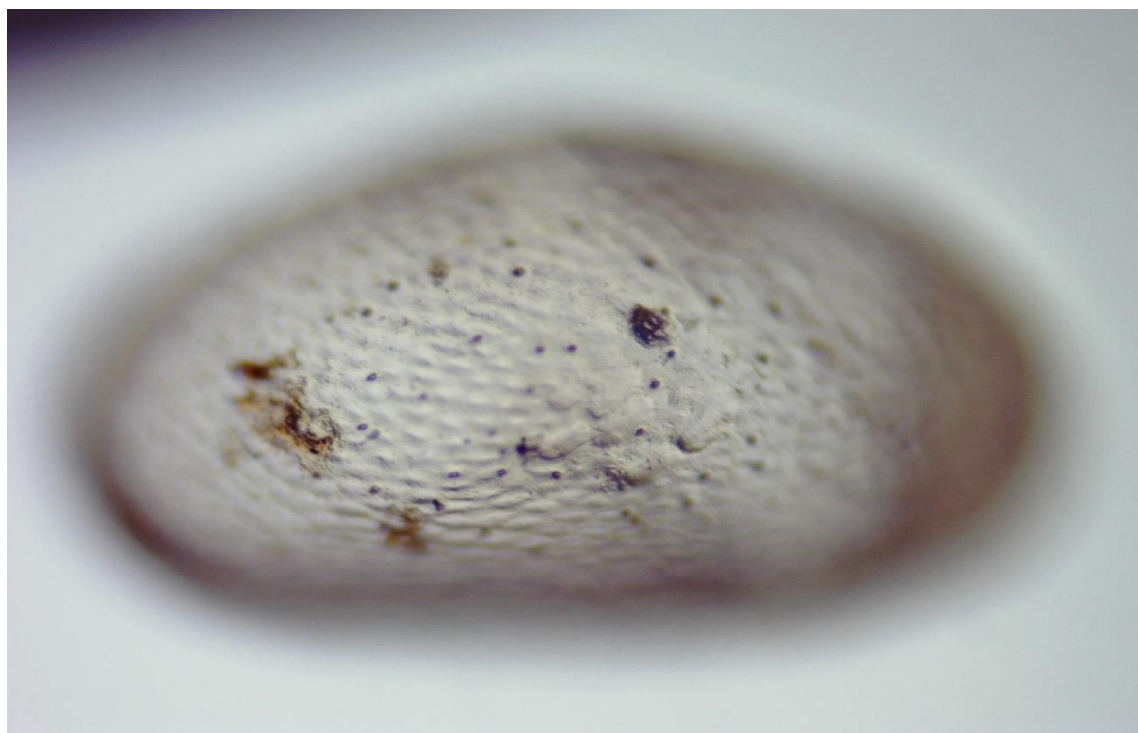
Megállapítottam, hogy a két minta Ostracodái legalább 3 fajt tartalmaznak: *Candona weltneri*, *Candona candida*, *Heterocypris incognuens* (12.-21. ábra), indoklásom pedig a következő: Noha a *Candona*, *Pseudocandona* genusok és a csoport fajai meglehetősen nagy hasonlóságot mutatnak, de kisebb alaki jegyek, illetve a szakirodalomban szereplő eddigi előfordulási adatok alapján óvatosan meg tudjuk becsülni a taxonokat. Valószínűleg a *Candona weltneri* adja a legnagyobb egyedszámot, a *C. candida* már jóval csekélyebb mértékben fordul el. Hasonló fajok közül a *C. muelleri* izomlenyomatai hasonlítanak ugyan, viszont az alakot tekintve a héj nyúltabb, a ventrális rész erősen homorú, a zárszerkezet alakja nem egyezik az általam dokumentált példányokéval. A *Pseudocandona marchica* a MEISCH által közölt rajzokkal analóg mind alakra, mind a szegélyeken elhelyezkedő póruscsatornák tekintetében, így potenciális lehetőségként kell kezelni, biztos elkülönítésük még genus szinten is rendkívül nehéz, leginkább a lágy részek segítségével történik. Hasonlóan nehéz feladat elkülöníteni a *P. hartwigit*, amely a tavak sekélyebb részeit, illetve az iszapos aljzatot részesíti előnyben, viszont a rajzokon a marginális póruscsatornák helyzete nem látszik (vagy nincs feltüntetve), s a teknők átfedése sem egyértelmű, ezért kizárom a lehetséges fajok listájáról. Következő taxonunk a *P. rostrata* hideg stenoterm, amit hőmérsékleti igényeit figyelembe véve kizártam, hiszen a termáltavi környezet jóval magasabb hőmérséklettel rendelkezik. A *P. sarsi* főként a kiszáradó, kisebb víztesteket kedveli, a *P. stagnalis* adduktor izomlenyomatának mintázata, elhelyezkedése, illetve a jobb teknő anterior részének éles lejtése, valamint a tény, hogy csupán két bizonytalan fosszilis egyed találtak Spanyolország pleisztocén és holocén rétegeiből egyértelművé teszi, hogy nem lehet azonos a Szent-László tóból kimutatott taxonokkal. A *P. semicognita* napjainkban is csupán néhány feljegyzésből ismert, az erdélyi régióból élő példányt még nem mutattak ki, a *P. sucki* pedig a szikes vizek kedvelője.

A *Heterocypris* nemzetségre az adduktor izmok és a héj alakja engednek következtetni. Meg kell említeni, hogy a *Cyclocypridinae* alcsalád *Cypria exsculpta* fajával mutat hasonlóságot, mert méretben kisebb mint 1 mm, a héj szegélye sima (a *Heterocypris*é enyhén fogazott). A fotón szereplő egyed pedig alig több mint fél mm, a Cyprinotinae alcsalád tagjai pedig minden esetben 1 és 2 mm közötti mérettel rendelkeznek, viszont mindkét fajnál a bal teknő az anterior és posterior végén egyaránt átfedést mutat a jobb teknővel, az adduktor izomlenyomatok pedig inkább a *Heterocypris*re utalnak. A szél sima felületét okozhatja, hogy juvenilis egyeddel van dolgunk, még nem fejlődtek ki a felnőttekre legjellemzőbb

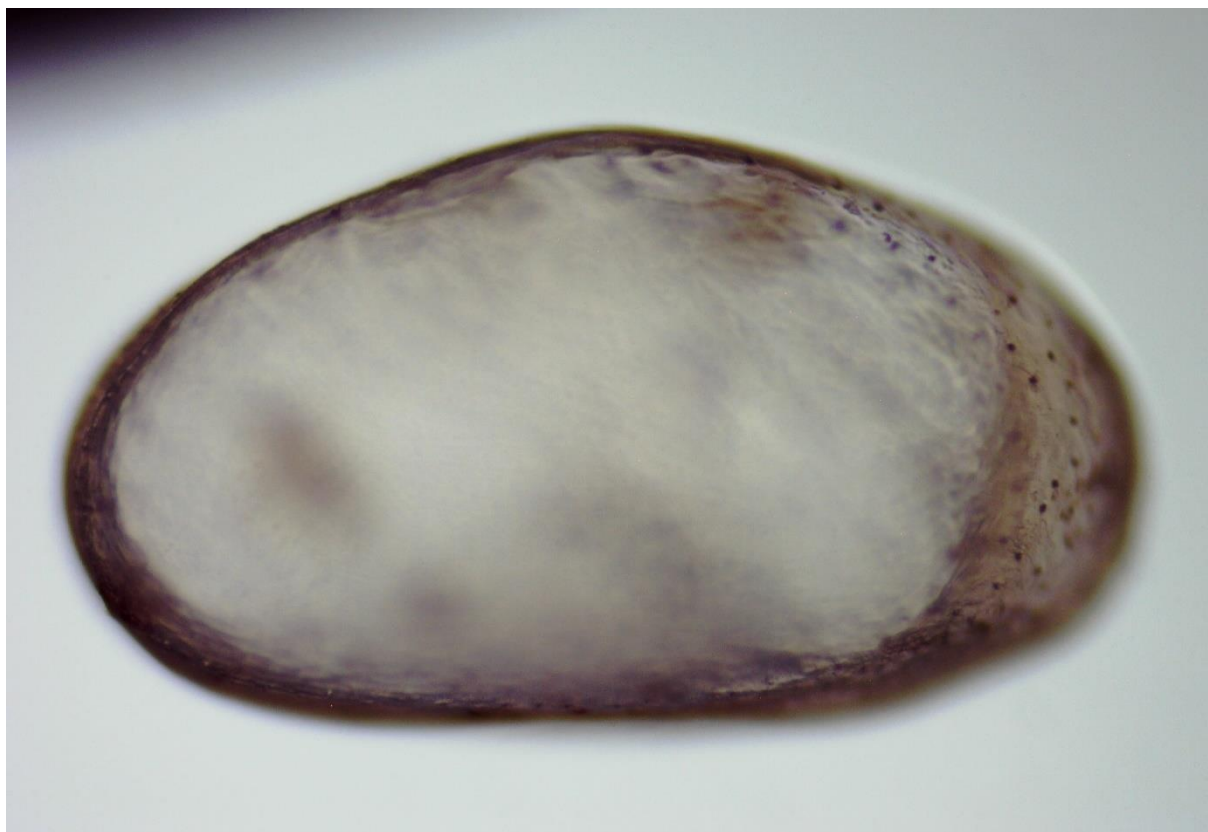
tulajdonságok, vagyis lehetséges, hogy a képen látható példány egy fiatal *Heterocypris incognuens*.



12. ábra Zárszerkezet alakja. Forrás: saját fotó.



13. ábra Adduktor izomlenyomat. Forrás: saját fotó.

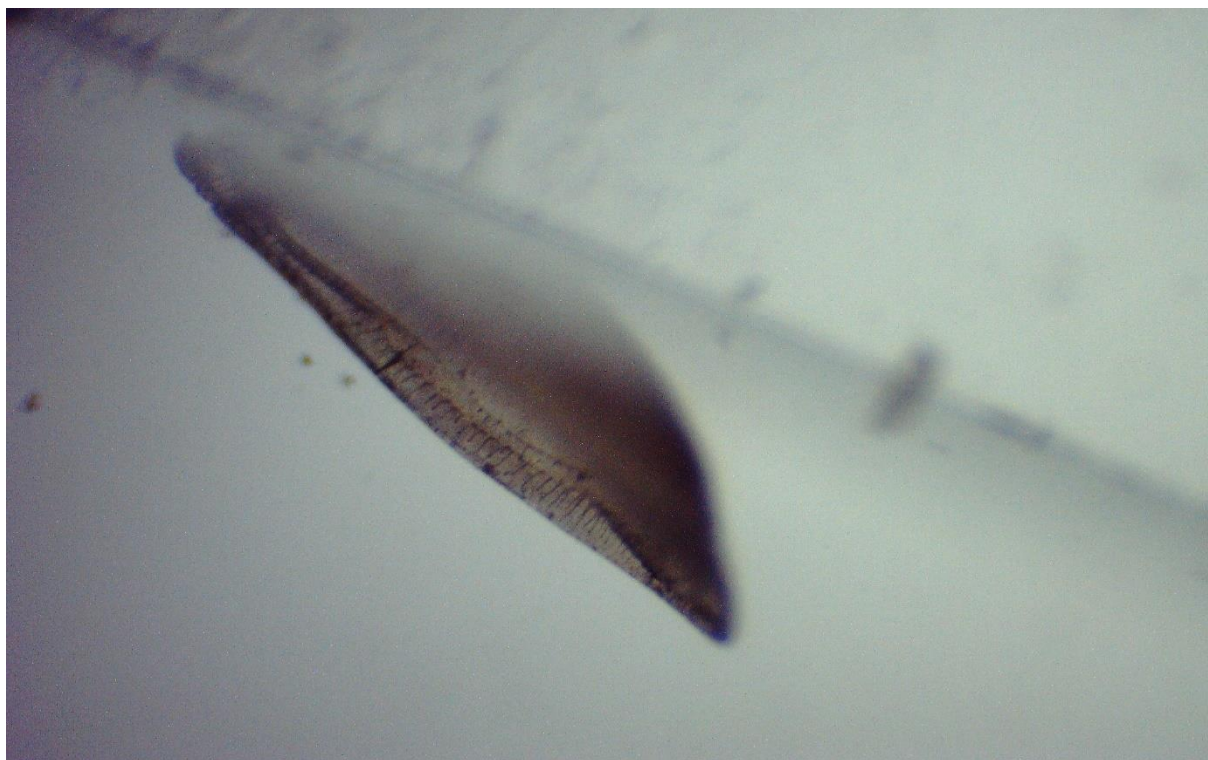


14. ábra Marginális szélen nem látszanak póruscsatornák. Forrás: saját fotó.

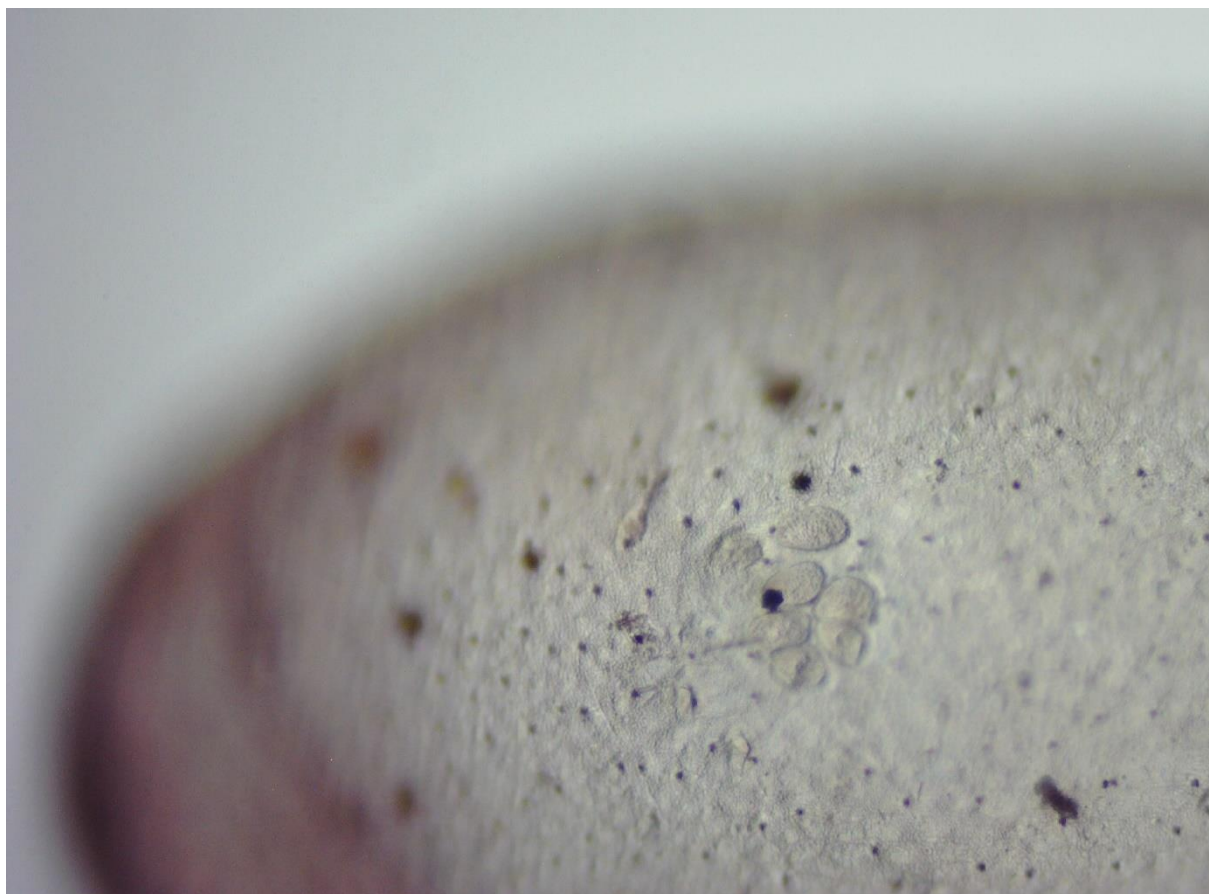


15. ábra Az alig több mint fél mm hosszúságú állatról nem lehetett egyértelműen eldönteni, hogy melyik genus tagja.
Forrás: saját fotó.

A *Candida* sp. egyike azon ritka taxonoknak, amik széles toleranciatartománnyal rendelkeznek. Jellemzésére MEISCH, JARMILA, és STEFAN munkáit használtam fel. Ennél a formánál a nőivarú egyedekre jellemző, hogy a héj legmagasabb pontja a hossz 2/3-nál található, a dorsális tájék elülső része enyhén lekerekített, a dorsális tájék posterior felőli része meredek, ventrális része kifejezetten homorú. A héj felülete sima, háti nézetben a legnagyobb szélessége a hossz közepén található, a bal teknő átfedi a jobb teknőt a héj mindkét végén. A hímek héja csekély mértékben hosszabb, de mindkét nem alakja változó. A nőivarú egyedek hossza 0,9-1,2 mm, a hímeké 1,1-1,2 mm, magasság 0,5-0,7, szélesség 0,4-0,6 mm között változik. Fosszilis egyedek a felső pliocéntól kezdve a holocénig előfordulnak. Jelenléte a főként állandó, lakuszkus környezetben nagyrészt a partmenti zónákat jelzi, de a mélységi élettájakon is jelen lévő bentikus forma. Jól tolerálja a savas környezetet, 5 pH alatt is találtak már élő példányokat, de legjobban az 5,4-13 közötti tartományt preferálja. Sótartalom tekintetében az 5,3 ‰ érték felett már nem fordul elő (forrástól függően ez a szám 5,77 is lehet), így egy alacsony mezohalin szervezetről van szó (oligohalofil-mezohalofil). Noha a tartósan alacsony oxigénhiányt rosszul tűri, azonban valószínűleg széles toleranciatartománnyal rendelkezik, mivel már szinte anoxikus környezetben is megtalálták. Az iszapos aljzat meghatározó az előfordulásában, ugyanis a száraz periódusokat itt vészeli át. Hőtüresét tekintve oligotermofil, a kifejlett egyedek egész évben előfordulnak azokban a víztestekben, ahol a víz hőmérséklet tartósan meghaladja a 18 °C-ot.



16. ábra Határozáshoz csak az egyik teknő állt rendelkezésre. Forrás: saját fotó.



17. ábra Áteső fényben kiválóan látszik a hat adduktor izomlenyomat. Forrás: saját fotó.



18. ábra Bal teknő mikrométerrel. Forrás: saját fotó.

A *C. weltneri* nőstényeinél a legnagyobb magasság a héj 2/3-nál található, viszont a *candida* sp.-vel szemben a ventrális oldal szinte egyenes. A törzsalak nőstény egyedeinek mérete 1,13 és 1,21 mm között változik, a hímeké 1,18-1,31 mm. Míg az *obtusa* forma nőstényei 1,04-1,08, a hímek 1,04 és 1,16 mm között változik. Magasságuk 0,6-0,8, szélességük 0,5-től 0,7 mm-ig terjed. Tavakban, állandó és időszakos vizekben egyaránt előfordul, legjellemzőbb életterét a mocsarak képezik. Tavi környezetben a part menti zónát kedveli, de a *candida* sp.-hez hasonlóan a profundális régióban is előfordul, persze ebben az esetben jóval kisebb egyedszámmal. Két formáját tartjuk számon, az *obtusa*-t és a *weltneri*-t, amelyek leginkább a héj alakjában és ökológiai toleranciájukban különböznek. A *weltneri* forma főként a hidegebb vizekben fordul elő, stenoterm (szűk hőmérsékleti tartományt képes elviselni), az *obtusa* viszont hőmérsékleti igényeinek megfelelően oligotermofil és kizárólag édesvízben fordul elő. Fossziliáit tekintve a pleisztocéntól a holocénig egyaránt előfordul.



19. ábra Az átfedés a héj mindkét végére jellemző. Forrás: saját fotó.



20. ábra A Candonák jellegzetes izomcsoportjának lenyomata. Forrás: saját fotó.



21. ábra A ventrális oldalon lévő lineárisabb rész már más fajt sejtet. Forrás: saját fotó.

Heterocypris incognuens merőben eltérő igényekkel rendelkezik a *Candona* nemzetség tagjaihoz képest, s mivel rendkívül bizonytalannak találtam, ezért a továbbiakban nem tartom célszerűnek ismertetni a paleoökológiáját.

Források:

BODNÁR, B. (2013): A püspökfürdői termálvizű Pece-tó üledékföldtani vizsgálata, diplomamunka, Szeged, 10.-11. ppm.

FARKAS, H. (1958): Kagyósrák, Ostracoda, MAGYARORSZÁG ÁLLATVILÁGA, FAUNA HUNGARIAE, IV. kötet, 3. füzet, Akadémiai Kiadó, Budapest, 31; 34.-35. ppm.

GARELICK, S.; LEONARD-PINGEL, J.; MICHELSON, A. (2017): SUBFOSSIL OSTRACOD ASSEMBLAGES AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL QUALITY AND HUMAN IMPACT IN TEMPERATE LAKES OF WISCONSIN, Short Contributions, 30th Annual Symposium Volume, Oberlin College, 1.-2. ppm.

GÉCZY, B. (1993): Ősállattan, Invertebrata paleontologia, Budapest Nemzeti Tankönyvkiadó, 360.-361. ppm.

GOBERT, S. (2011-2012): Freshwater ostracods as palaeoenvironmental proxies in the Moervaart Depression, a palaeolake in Sandy Flanders (NW Belgium), Thesis submitted to obtain the degree of Master in Biology, 1; 15.-21. ppm.

HOME J., D.; COHEN, A.; MARTENS, K. (2002): Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and Living Ostracoda, The Ostracoda: Applications in Quaternary Research, Geophysical Monograph 131, 5.-7; 9.-10; 13; 16; 19; 21. ppm.

HIGUTI, J.; MARTENS, K. (2014): Five new species of Candoninae Crustacea, Ostracoda from the alluvial valley of the Upper Paraná River (Brazil, South America), European Journal of Taxonomy 106: 1–36 ISSN 2118-9773, 1.-2; 6.-7. ppm.

IGLIKOWSAKA, A.; NAMIOTKO, T. (2012): The Impact of Environmental Factors on Diversity of Ostracoda in Freshwater Habitats of Subarctic and Temperate Europe, Ann. Zool. Fennici 49: 193–218 ISSN 0003-455X (print), ISSN 1797-2450 (online), Finnish Zoological and Botanical Publishing Board, 193.-194. ppm.

JAIN, S. (2020): Fundamentals of Invertebrate Paleontology – Microfossils, Springer, 152. ppm.

KARANOVIC, I. (2012): Recent Freshwater Ostracods of the World, Crustacea, Ostracoda, Podocopida, Springer, V.-Vii; 4.-5; 6.-11; 14.-19; 48; 54.-57; 59.-67; 74.-75; 210.-211. ppm.

KRZYMIŃSKA, J.; NAMIOTKO, T. (2013): Quaternary Ostracoda of the southern Baltic Sea (Poland) – taxonomy, palaeoecology and stratigraphy, Polish Geological Institute Special Papers, 29, WARSZAWA, 6; 22.-20; 25.-26; 27.-28; 35. ppm.

MEISCH, C. (2000): Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1.-2; 4; 8; 20; 28; 30; 32.-33; 36.-37; 65; 68.-70; 70; 72 ppm.

SÜMEGI, P.; MOLNÁR, D.; SÁVAI, SZ.; GULYÁS, S. (2012): Malacofauna evolution of the Lake Pețea (Püspökfürdő), Oradea region, Romania, Department of Geology and Palaeontology, University of Szeged, NYMPHAEA Folia naturae Bihariae, XXXIX, 5 – 29, Oradea, 5.-6; 17.-25. ppm.

SÜMEGI, P.; MOLNÁR, D.; SÁVAI, SZ.; TÖVISKES, J. R. (2012): Preliminary radiocarbon dated paleontological and geological data for the Quaternary malacofauna at Püspökfürdő, MALAKOLÓGIAI TÁJÉKOZTATÓ, MALACOLOGICAL NEWSLETTER, 30: 31–37, Baile 1 Mai, Oradea region, Romania, 31.-35. ppm.

SÜMEGI, P.; GULYÁS, S.; MOLNÁR, D.; NÁFRÁDI, K.; TÖRŐCSIK, T.; SÜMEGI, P. S.; MÜLLER, P.; SZILÁGYI, G.; VARGA, Z. (2018): Ice Age Terrestrial and Freshwater Gastropod Refugia in the Carpathian Basin, Central Europe Provisional chapter Ice Age Terrestrial and Freshwater Gastropod Refugia in the Carpath..., Biological Resources of Water, 93.-101. ppm.

VICTOR, R.; FERNANDO, H. C. (1981): An Illustrated Key to the Freshwater Ostracod Genera of the Oriental Region, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, 4.-9; 12. ppm.

10 Köszönetnyilvánítás

Diplomamunkám nem jöhetett volna létre tanáraink Prof. Dr. Sümegi Pál DSc. tanszékvezető egyetemi tanár és Dr. Gulyás Sándor egyetemi adjunktus témaajánlása és útmutatása nélkül. Hathatós segítséget kaptam a formai követelményeket, módszertani kidolgozást és az eszközpark saját beszerzését illetően.

A kutatás az NKFIH 129265 számú pályázat keretében valósult meg.

11 Nyilatkozat

Alulírott Bóni Zoltán MSc szakos hallgató kijelentem, hogy diplomamunkámat a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Karán, a Földtani és Őslénytani Tanszékén készítettem, MSC diploma megszerzése érdekében.

Kijelentem, hogy a dolgozatot más szakon korábban nem védtem meg, saját munkám eredménye, és csak a szakma elvárásainak megfelelő módon hivatkozott forrásokat (szakirodalom, eszközök, stb.) használtam fel.

Tudomásul veszem, hogy diplomamunkámat a Szegedi Tudományegyetem könyvtárában, a kölcsönözhető könyvek között, illetve az interneten helyezik el.

2022.05.10., Bóni Zoltán

¹ <https://greengeology.blogspot.com/search?q=szent+l%C3%A1szl%C3%B3+t%C3%B3>

² <https://greengeology.blogspot.com/search?q=szent+l%C3%A1szl%C3%B3+t%C3%B3>