

Navorsings- en oorsigartikels

Die histologie en ultrastruktuur van die hepatopankreas van die bloukurper *Oreochromis mossambicus*

M.M. Nel en J.H. Swanepoel*

Departement Dierkunde, Randse Afrikaanse Universiteit, Posbus 524,
Johannesburg 2000

H.J. Geyer

Departement Anatomie, Universiteit van Pretoria, Posbus 2034,
Pretoria 0001

Ontvang 6 Februarie 1989; aanvaar 8 Januarie 1990

UITTREKSEL

Die histologie en ultrastruktuur van die hepatopankreas van die bloukurper Oreochromis mossambicus word beskryf. 'n Dun bindweefselkapsel omring die lewer. Die hepatosietrangskikking vertoon as lobules, met die koorde van hepatosiete wat vanaf 'n sentrale vene uitradieer en met mekaar anastomoseer. Individuele lewerlobules vertoon nie duidelike grense nie, maar enkele duidelike triades word wel in die lewer van O. mossambicus aangetref. Die hepatosiete bevat 'n enkele ronde kern met 'n duidelike nukleolus en die growwe endoplasmiese retikula kom in twee of meer rye om die kerne en teen die selgrense van die hepatosiete voor. Die ander sitoplasmiese organelle kom verspreid in die hepatosietsitoplasma voor. Die eksokriene pankreasselle is om die portale venes gesetel. Die kerne van hierdie selle is rond en is basaal in die kubies- tot silindervormige selle geleë. 'n Goedontwikkelde growwe endoplasmiese retikulum – vesikulêr, tubulêr en sirkulêr in vorm – en sekretoriese granules wat apikaal in die sel geleë is, kom voor.

ABSTRACT

The histology and ultrastructure of the hepatopancreas of the Mozambique tilapia, Oreochromis mossambicus

The histology and ultrastructure of the hepatopancreas of the Mozambique tilapia O. mossambicus are described. The liver is surrounded by a thin connective tissue capsule. The hepatocyte arrangement shows as lobules, with the hepatocyte cords that radiate and anastomose from a central vein. Borders of individual liver lobules do not show clearly, as do the few triads found in the liver of O. mossambicus. Each hepatocyte contains a single round nucleus with a prominent nucleolus. The rough endoplasmic reticulum appears in two or more rows around the nuclei and in close proximity to the plasmalemma of the hepatocytes. The remaining cytoplasmic organelles are scattered throughout the hepatocyte cytoplasm. The exocrine pancreas cells are centred around the portal veins. The nuclei of these cells are spherical and basally situated in the cubiform to cylindrical cells. Well developed rough endoplasmic reticula – vesicular, tubular and circular in appearance – as well as secretory granules, apically situated in the cells, are present.

INLEIDING

Hering²¹ het reeds in 1867 die eerste deeglike morfologiese studie van die vertebratlewer gedoen. Na 'n vergelykende studie van verteenwoordigers van vier vertebratklasse (Amphibia, Aves, Mammalia en Reptilia) beskryf hy die lewer as 'n tubulêre klier waarvan die lumina met mekaar in die vorm van 'n net anastomoseer. Na Hering²¹ se bevinding het heelwat ligmikroskopiese ondersoeke van die vertebratlewer gevolg,^{4,9,24,34} wat aange- toon het dat die lewer van die laer vertebrate in die algemeen as 'n netwerk van anastomoserende buisies beskryf kan word.

Hoewel heelwat onbeantwoorde vrae nog t.o.v. die struktuur en funksie van die vertebratlewer bestaan, is daar egter 'n goeie grondslag wat as uitgangspunt gebruik kan word. Shore en Jones³⁴ vind uit beskikbare literatuur dat die lewer van alle Vertebrata (tot in daardie stadium) as

tubulêre kliere beskryf word. Aanvanklik is die soogdierlewer as 'n gemodifiseerde tubulêre klier beskryf, maar volgens Shore en Jones³⁴ kon histoloë volgens hierdie hipotese nie 'n bevredigende verklaring van die struktuur van soogdierlewersneë gee nie. Tydens hul ondersoek van die soogdierlewer vind Shore en Jones³⁴ dat die soogdierlewer in lobules verdeel word – wat nie die geval is ten opsigte van enige van die ander vertebratlewers wat ondersoek is nie.

Elias en Bengelsdorf¹³ toon in 1952 aan dat die lewerweefsel van vertebrate (met die uitsondering van *Ammocoetes*-larwes) nie uit tubulêre kliere bestaan nie. Volgens Elias en Bengelsdorf¹³ is die vertebratlewer 'n soliede massa hepatiese selle wat deur silindriese lakunes wat die sinosoïede bevat, geperforeer word. Laasgenoemde outeurs het gevind dat die wande wat die aangrensende sinosoïede skei, naamlik die hepatiese plate of laminae hepatis, in die meeste gevalle twee sellae dik is. By die soog-

*Outeur aan wie korrespondensie gerig kan word.

diere, beginnende by die Monotremata asook vanaf die Marsupialia tot en met die Placentalia, is hierdie hepatiese plate slegs een sellag dik.¹³

Elias¹² het reeds in 1949 tussen twee lewertipes onderskei. Die een tipe beskryf hy as die sakkulêre lewer (*hepar sacculare*) wat by die mens en die kat aangetref word. Die spasies van die sakkulêre lewer (*lacunae hepatis*) wat die hepatiese labirint uitmaak en die sinosoidale netwerk bevat, is wyd en onreëlmatig in vorm.¹²

Die tweede lewertipe word as die tubulêre lewer (*hepar tubulare*) beskryf en kom by die perd en konyn voor. Die labirint van hierdie lewertipe bestaan uit smal, silindriese lakunes.¹²

Elias¹² was nie bewus van die feit dat die vertebraalewer as 'n tubulêre klier beskryf is toe hy aanvanklik sy tipe-rings gedoen het nie. In sy tipe-rings van die lewer verwys hy na die sinosioïede en om verwarring te voorkom, verander Elias en Bengelsdorf¹³ die benaming na sakkulosinosoïdaal en tubulosinosoïdaal onderskeidelik.

Uit bestaande literatuur het Elias en Bengelsdorf¹³ gevind dat drie basiese lewertipes op grond van hepatosietrangskikking, posisie van die venes, sinosioïede en galkanalikuli beskryf is, naamlik 'n Cyclostomaat-, 'n algemene vertebraat- en die soogdiertipe.

Eurell en Haensly¹⁴ het egter hierdie klassifikasie van Elias en Bengelsdorf¹³ hersien en stel drie patrone vas waarvolgens vishepatosiete gerangskik kan wees: eerstens strek die hepatosiete radiaalwaarts uit vanaf 'n sentrale vene as anastomoserende laminae wat twee sellae dik is. Galkanalikuli kom tussen twee aangrensende hepatosiete voor. Tweedens vorm die sinosioïede 'n uitgebreide netwerk om die periferie van die buise van hepatosiete. 'n Galkanalikulus vorm die middel van die buis. Derdens is die hepatosiete beide in anastomoserende stringe (laminae) en sirkulêr om 'n sentrale vene gerangskik. Die galkanalikuli is intersellulêr geleë.

Die meeste van die ligmikroskopiese en ultrastrukturele inligting aangaande vislewer wat bekend is, is die van varswaterspesies.^{2,5,8,18,22,25,26,33,37}

Nietoo in die geval van die invertebraathepatopankreas is daar nog 'n leemte in bestaande kennis aangaande die struktuur en funksie van die hepatopankreas van visse. In die enkele gevalle^{14,23} waar 'n hepatopankreas voorkom, word hoofsaaklik die struktuur van die lewer bespreek en weinig aandag word aan die eksokriene pankreasweefsel gegee.

Tydens hierdie ondersoek is die histologie en ultrastruktuur van die hepatopankreas van *O. mossambicus* nagevors.

MATERIAAL EN TEGNIEK

Weefsel van die bloukurper *O. mossambicus* wat in Vaalkopdam (\pm 50 km Noord van Brits geleë) genet is, is vir lig- en elektronmikroskopie voorberei. Die bloukurpers is volgens die metode van McFarland en Klontz²⁸ in water wat 100 mg/l Bensokaïenhydrochloried (MS222) bevat, verdoof. Vir ligmikroskopie is die lewerweefsel 12 uur lank in Bouin se vloeistof gefikseer, waarna dit in stygende konsentrasies van etanol gedehidreer is. Die etanol is met twee ruilings chloroform verplaas en in paraffienwas (Paraplast) ingebed. Sneë van 5 μ m elk is gemaak en met Hematoksilien en Eosien gekleur.

Lewerweefselblokkies van 1 mm³-grootte is ook vir elektronmikroskopie 12 uur lank in 0,2 M fosfaatgebufferde 4,5% Glutaaraldehyd, by 'n pH van 7,3 gefikseer.³² Die weefsel is daarna 4 uur lank in koue (4° C) 1% fosfaatgebufferde osmiumtetraoksied postfikseer.²⁹ Vervolgens is die lewerweefsel vir periodes van 5 minute in stygende konsentrasies van etanol gedehidreer nadat dit 15 minute lank in fosfaatbuffer gespoel is. Die alkohol is deur drie ruilings van propileenoksied wat elk 5 minute geduur het, verplaas.³¹ Die metode van Luft²⁷ is gevolg om die lewerweefsel in Araldite 502 in te bed. Polimerisasie van die Araldite het vir 48 uur lank by 60° C in 'n polimeriseeroond plaasgevind. Sneë met 'n dikte van 60-90 nm is gemaak en met uranielasetaat volgens die metode van Gibbons & Grimstone¹⁶ en daarna met loodsitraat volgens Venable & Coggeshall³⁶ gekleur. Die sneë is met 'n Philips 301S elektronmikroskoop ondersoek.

BESKRYWING

Ligmikroskopiese waarnemings

Die lewer van die bloukurper *O. mossambicus* word deur 'n dun bindweefselkapsel omring (fig. 1A). Die hepatosietrangskikking vertoon as lobules, met die koorde (stringe) van hepatosiete wat vanaf 'n sentrale vene uitradieer en met mekaar anastomoseer (fig. 1B en 1C). 'n Duidelike rangskikkingspatroon van die hepatosiete, waar dit nie as duidelike koorde van anastomoserende selle vertoon nie, ontbreek soms (fig. 1D). Die individuele lewerlobules vertoon ook nie duidelike afgebakende grense nie (fig. 1B). Hoewel die portale venes baie duidelik onderskei kan word op grond van die basofiliese eksokriene pankreas wat dit omring, is 'n duidelike triaderangskikking soortgelyk aan dié by soogdierelewer slegs in enkele gebiede van *O. mossambicus* se lewerweefsel aangetref (fig. 1D).

Die selgrense van die individuele hepatosiete is duidelik waarneembaar; die hepatosiete vertoon heksagonaal en bevat 'n enkele, ronde, sentraalgeleë kern met 'n duidelike, donker nukleolus (fig. 1A). Die sinosioïede tussen die koorde van lewerselle word met endoteel uitgevoer (fig. 1D).

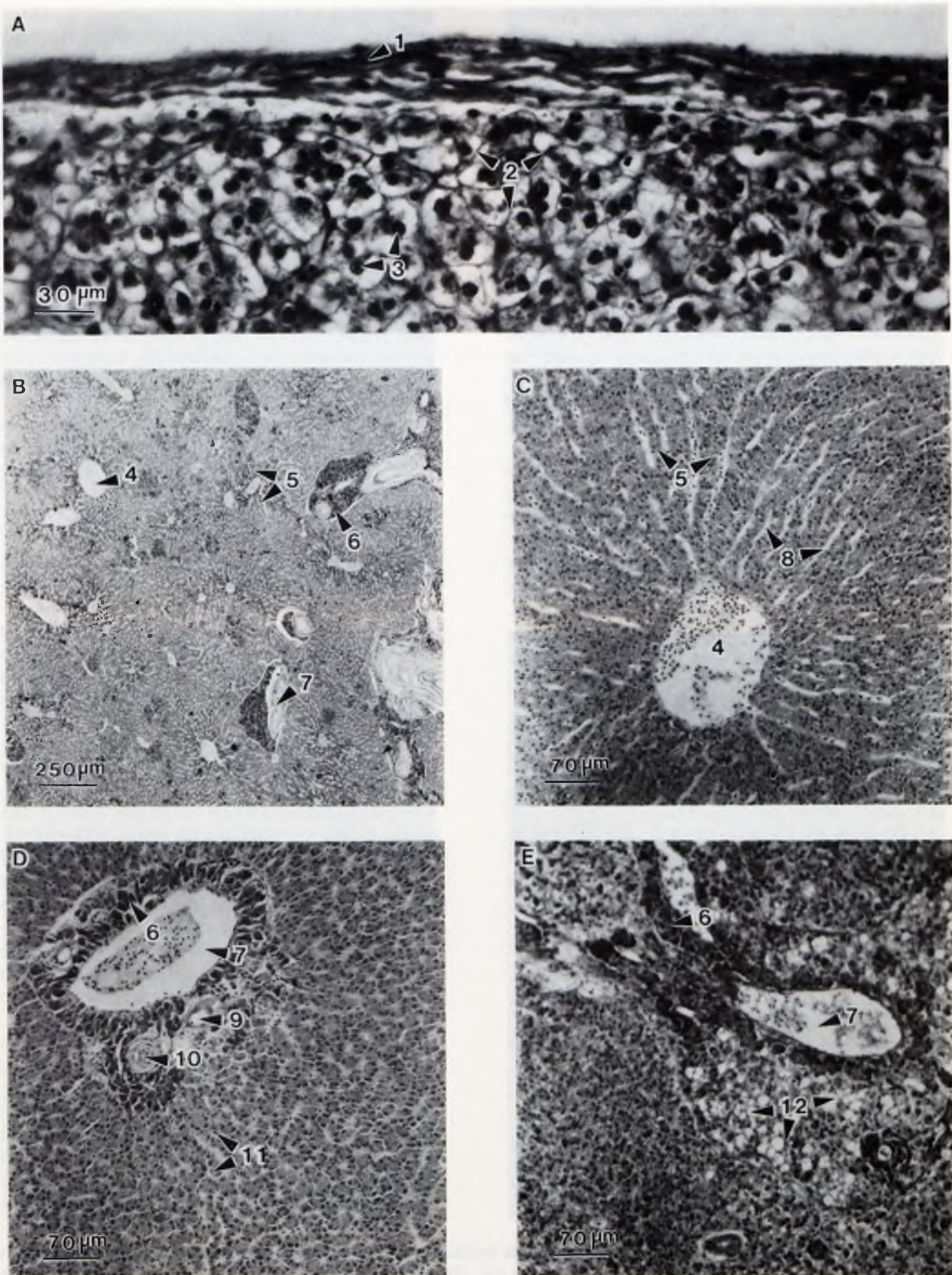
Verspreid deur die lewer en veral om die eksokriene pankreasweefsel saamgepak, is groepies selle of pigment wat met Hematoksilien en Eosien geelbruin kleur (fig. 1E).

Elektronmikroskopie

Die bindweefselkapsel wat *O. mossambicus* se lewer omring, bestaan uit 'n enkele laag epiteel (mesoteel) wat op 'n dun laag bindweefsel rus (fig. 2A). Min sitoplasmiese organelle kom in die mesoteel voor, maar 'n groot aantal pinositotiese vesikels kan duidelik waargeneem word (fig. 2A). Fyn kollageenfibrille vorm die bindweefsellagie waarop die mesoteel rus (fig. 2A).

Die hepatosiete van *O. mossambicus* bevat 'n karakteristieke ronde kern met 'n duidelike elektrondigte nukleolus en die kern is meestal aan die kant van die lewersel geleë (fig. 2B). Klein hoeveelhede heterochromatien word op die rand van die hepatosietkerne aangetref (fig. 2B). Slegs 'n enkele kern per sel is waargeneem.

Die growwe endoplasmiese retikula in die hepatosiete van *O. mossambicus* kom meestal in twee of meer rye om die kern en teen die selgrense van die hepatosiete voor (fig.



FIGUUR 1: Fotomikrograwe van die lever van *O. mossambicus* wat (A) bindweefselkapsel wat lever omring (X 360); (B) leverweefsel (X 36); (C) hepatosietrangskikking (X 144); (D) triade (X 144); (E) ligte selle om die eksokriene pankreas (X 144), toon. 1—bindweefselkapsel; 2—selgrense; 3—hepatosietkerne; 4—vena sentralis; 5—hepatosietkoorde; 6—eksokriene pankreasweefsel; 7—V. portalis; 8—sinusoïede; 9—arterie; 10—galbuisie; 11—endoteelselkerne; 12—ligte selle.

2B). In 'n mindere mate word die growwe endoplasmiese retikula soms ook verspreid in die sitoplasma van die hepatosiete aangetref (fig. 2B).

Geen vrye of poliribosome en gladde endoplasmiese retikula is in die hepatosiete van *O. mossambicus* waargeneem nie, maar wel enkele Golgi-apparaat (fig. 2C).

Die mitochondria van die hepatosiete is rond en tubulêr in vorm en kom verspreid deur die sitoplasma van die hepatosiete voor (fig. 2B).

Elke hepatosiet bevat een of meer lisosome, terwyl groot dele van sommige hepatosiete se inhoud deur lisosome opgeneem is (fig. 2D). Die lisosome het 'n onreëlmatige vorm met 'n donker en ligte inhoud. Sommige van die lisosome bevat baie filamente wat liggrys vertoon (fig. 2B en 2D).

Rosetvormige glikogeengranules is eenvormig deur die hele hepatosietsitoplasma versprei, maar is digter op mekaar om die lipieddruppels gerangskik (fig. 2D en 3A).

Elke hepatosiet bevat 'n enkele groot lipieddruppel, of twee tot drie kleineres wat gewoonlik teenaan die selgrense van die hepatosiete geleë is (fig. 2D).

Galkanalikuli kom intersellulêr voor en word deur twee tot drie hepatosiete gevorm (fig. 2D). Die kanalikuli se lumens is met mikrovilli uitgevoer. Weerskante van die kanalikus is duidelike hegtingskomplekse aanwesig (fig. 2D). Figuur 2C toon 'n duidelike voorbeeld van pretubulêre selle — dit is selle van die klein galbuisies wat intralobulêr voorkom. Die selle van die galbuisie bevat groot, donker, boontjievormige kerne wat deur 'n dun laag sitoplasma omring word (fig. 2C). Duidelike hegtingskomplekse vorm ook tussen hierdie selle en die hepatosiete, asook tussen die aangrensende epiteelselle wat die intralobulêre galbuisies uitvoer (fig. 2C).

Die selgrense van die hepatosiete is duidelik afgebaken (fig. 2B). Die intersellulêre spasie tussen die hepatosiete is ook opvallend (fig. 2B en 2D) en is in sommige gevalle met mikrofilamente gevul (fig. 3A).

'n Goedontwikkelde perisinusoïdale spasie word by *O. mossambicus* aangetref en word deur gefenestreerde endoteelselle uitgevoer (fig. 3B). Dun mikrovilli wat vanaf die hepatosiete uitstrek, vul die Disse-spasie, maar geen kollageenfibrisse kom tussen die mikrovilli voor nie (fig. 3B). In die spasie van Disse is sowel liposiete as filamentge vulde selle aangetref. Die liposiete bevat baie min sitoplasmiese organelle (fig. 3C). Groot lipieddruppels word in die sitoplasma van die liposiete aangetref (fig. 3C). Die elektrondigte kern in hierdie selle is onreëlmatig in vorm (fig. 3C). Die filamentbevattende selle kom meer dikwels as die liposiete voor. Hierdie selle stuur lang sitoplasmiese uitlopers, wat hoofsaaklik net mikrofilamente bevat, tussen die hepatosiete in (fig. 3A). Duidelike hegtingskomplekse vorm tussen die hepatosiete en die filamentbevattende selle (fig. 3A). Hoewel geen Kupfferselle waargeneem is nie, is makrofage wel in die perisinusoïdale spasie aangetref (fig. 3D). Die makrofage is onreëlmatig in vorm, bevat elektrondigte onreëlmatige kerne en groot lisosome (fig. 3D).

'n Vierde selteipe is langs die perisinusoïdale spasie, tussen die hepatosiete, waargeneem (fig. 4A). Hierdie selteipe bevat 'n ronde elektronligte kern wat sentraalgeleë in die sel voorkom. Die sitoplasma word deur groot ligte vakuole verdring; enkele lipieddruppels en lisosome is ook teenwoordig (fig. 3D en 4A). Duidelike Golgi-apparaat en

mitochondria is tussen die vesikels sigbaar (fig. 4A).

Die eksokriene pankreasselle kom ook in verspreide groepe as asini voor — gerangskik rondom die bloedvate, tussen die vetweefsel en rondom die dermkanaal. Rondom die galbuisie en endokriene pankreasselle kom ook groepe eksokriene pankreasselle voor. Die meeste eksokriene pankreasselle is om die portale venes gesetel en hierdie pankreasselle is kubies tot silindervormig (fig. 4B). Die kerne van die eksokriene pankreasselle is rond en basaal in die selle geleë (fig. 4B). Groot elektrondigte zimogene granules word in die apikale gebied van die eksokriene pankreasselle aangetref (fig. 4B). Die growwe endoplasmiese retikula van die eksokriene pankreas is hoofsaaklik vesikulêr en kom verspreid deur die selsitoplasma voor, maar groepe van sowel tubulêr- as sirkulêrgerangskikte, growwe, endoplasmiese retikula is ook waargeneem (fig. 4B). Geen Golgi-apparaat is in die eksokriene pankreas waargeneem nie.

Die strukture wat met die ligmikroskoop geelbruin vertoon, vertoon elektronmikroskopies soos 'n opeenhoping van 'n massa lisosome met hulle inhoud (fig. 4C). Hierdie lisosoommassa kom langs die eksokriene pankreas of verspreid tussen die hepatosiete voor.

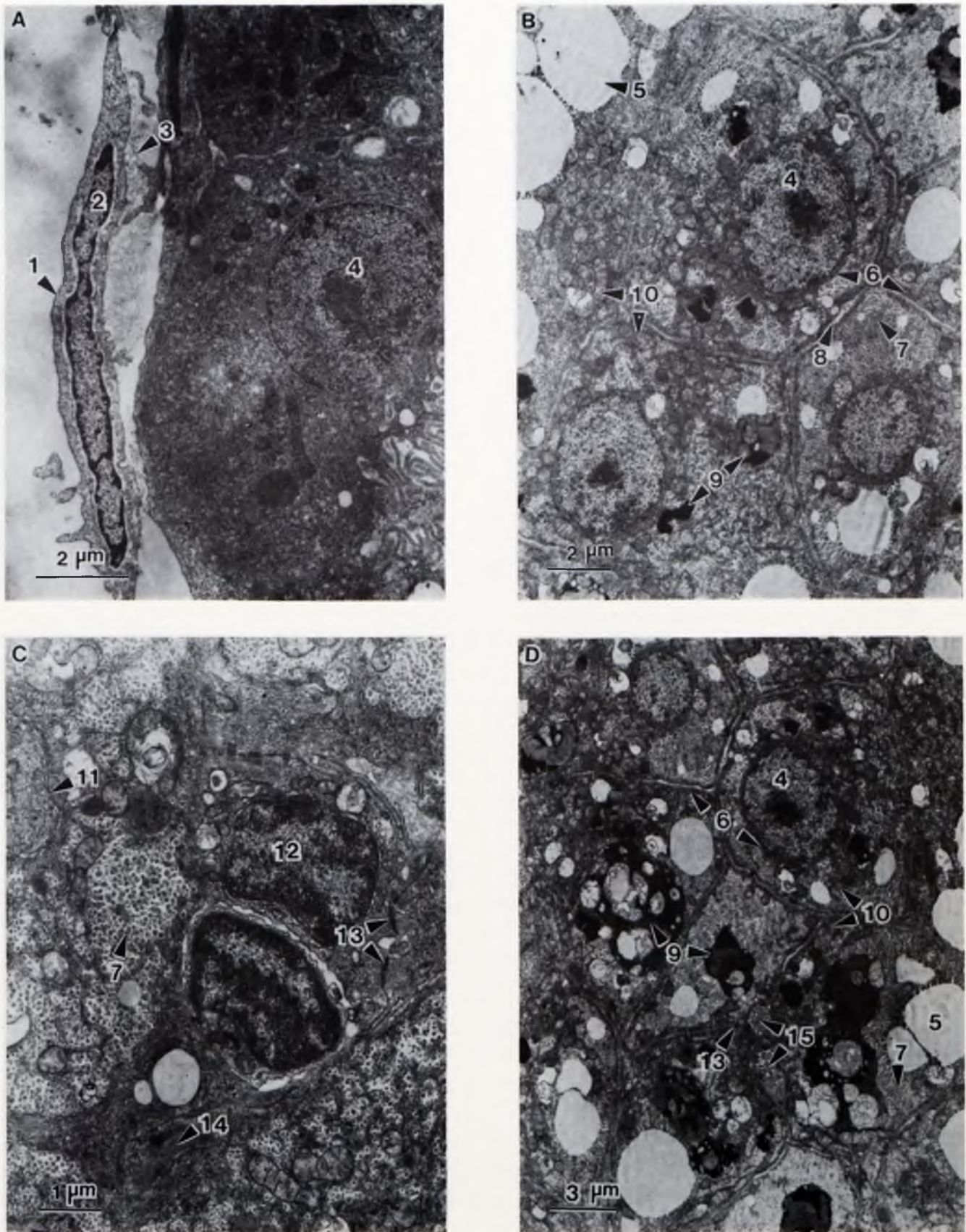
BESPREKING

Ligmikroskopies vertoon die lewer van *O. mossambicus* in 'n mate soos die lewerlobules van die soogdierlewer. Geen duidelike portale areas kan egter waargeneem word om duidelike grense van die lewerlobule aan te toon nie. Die lewer van *O. mossambicus* kan egter volgens Elias & Bengelsdorf¹³ se klassifikasie as 'n tubulosinosoïdale tipe beskryf word.

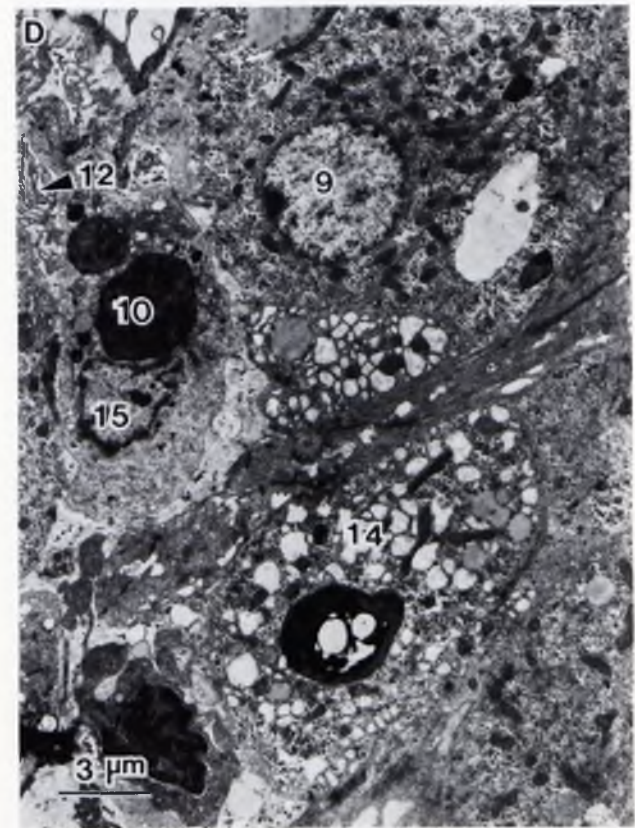
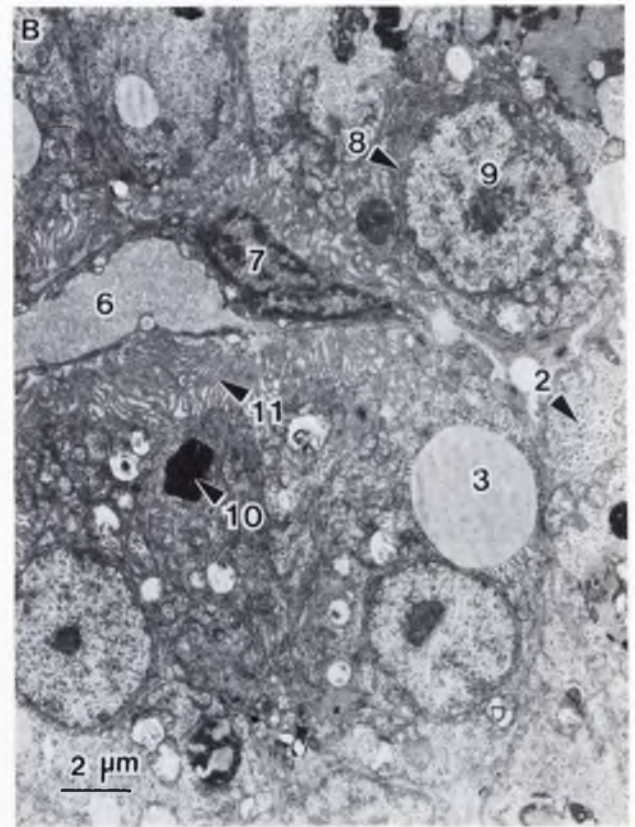
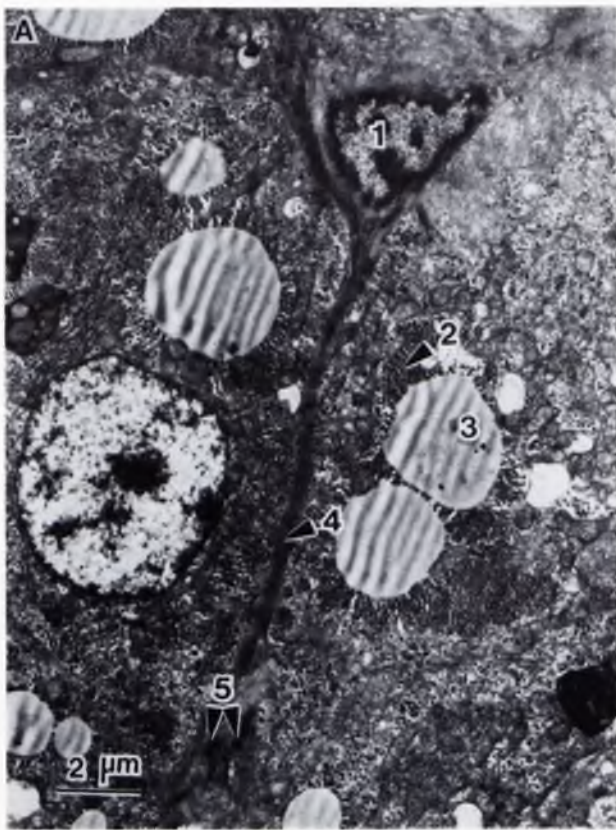
Die duidelike dun bindweefselkapsel van die bloukurper stem ooreen met dié van *Salmo gairdneri* wat deur Chapman⁸ beskryf is.

Die hepatosietrangskikking van *O. mossambicus* stem ooreen met die rangskikkingswyse van die reënboogforel, *S. gairdneri irideus* soos Weinreb & Bilstad³⁷ dit beskryf het, asook met Bucke⁵ se beskrywing van sy bevindinge by die varswatersnoek (*Esox lucius*), Hinton, Snipes en Kendall²² se beskrywing van die grootbekbaars (*Micropoterus salmoides*) en Anderson & Mitchum¹ se bevindinge by die forel (*S. gairdneri*). Hierdie rangskikkingspatroon bestaan uit hepatosiete wat uitradieer om 'n sentrale vene in tweesellaagdikte anastomoserende hepatosietkoorde. Sekere gebiede op die lewersneë van *O. mossambicus* toon geen karakteristieke hepatosietrangskikking nie, omrede die weefsel d.m.v. immersie gefikseer is en die sinusoïede gevolglik nie oop is nie. Indien fiksering van die lewerweefsel d.m.v. perfusie gedoen word, word die sinusoïede oopgedruk en vertoon die rangskikkingspatroon altyd duidelik.²⁰

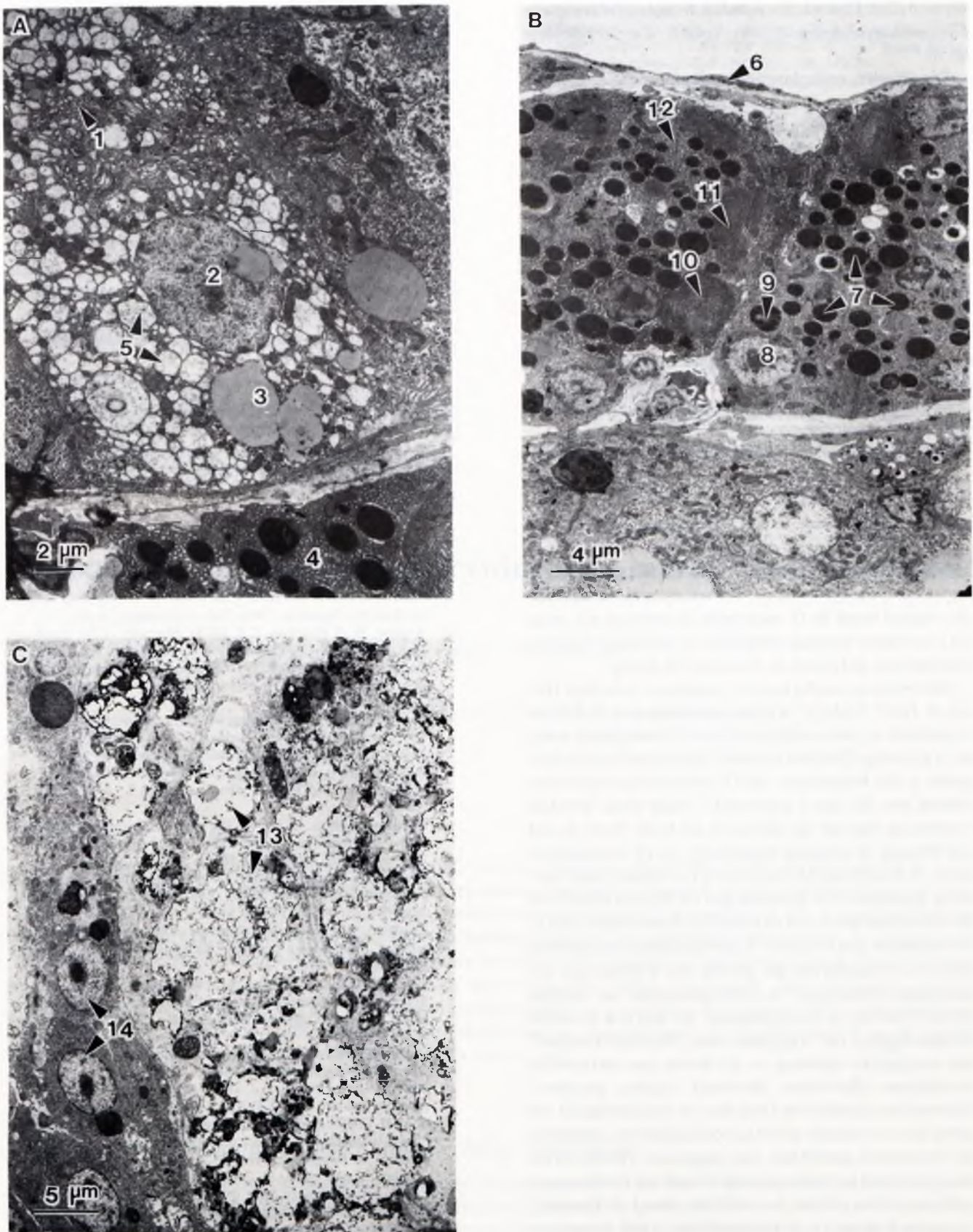
Die selgrense van die hepatosiete van *O. mossambicus* is baie duidelik sigbaar, omdat die intersellulêre spasie tussen aangrensende hepatosiete duidelik vertoon, die rangskikking van die tubulêre, growwe, endoplasmiese retikula parallel met en direk langs die selmembraan geleë is, uitlopers van die filamentselle direk tussen die hepatosiete instrek, en duidelike hegtingskomplekse ook tussen die aangrensende hepatosiete vorm. Die selgrense van hepatosiete by van die ander beenvisspesies, nl. *Pimelodus maculatus*, *S. gairdneri*, *Brachydanio rerio* en *Gambusia affinis*



FIGUUR 2: Elektronmikrograwe van die lewer van *O. mossambicus* wat (A) mesoteelsel van die kapsel (X 8 325); (B) hepatosiete (X 5 400); (C) pretubulêre selle van die galbuisies (X 11 375); (D) lisosome in hepatosiete (X 4 080), toon. 1—pinositotiese vesikels; 2—mesoteelselkern; 3—kollageenfibrille; 4—hepatosietkern; 5—lipieddruppel; 6—grootte endoplasmiese retikula; 7—glikogeen; 8—intersellulêre spasie; 9—lisosome; 10—mitochondria; 11—Golgi-kompleks; 12—pretubulêre selkern; 13—hegtingskomplekse; 14—mikrofilamente; 15—galkanalikuli.



FIGUUR 3: Elektronmikrograwe van die lewer van *O. mossambicus* wat (A) 'n filamentbevattende sel (X 5 400); (B) perisinusoidale spasie van Disse (X 4 420); (C) 'n liposiet (X 5 850); (D) 'n makrofaag en gevakuoleerde sel (X 4 080), toon. 1—kern van filamentryke sel; 2—glikogeen; 3—lipieddruppel; 4—mikrofilamente; 5—desmosome; 6—sinusoidlumen; 7—endoteelselkern; 8—grootte endoplasmiese retikulum; 9—hepatosietkern; 10—lisosoom; 11—mikrovilli; 12—perisinusoidale spasie; 13—liposietkern; 14—gevakuoleerde sel; 15—makrofaagselkern.



FIGUUR 4: Elektronmikrograwe van die hepatopancreas van *O. mossambicus* wat (A) gevakuoleerde sel in die lewer (X 4 420); (B) eksokriene pankreasselle (X 3 000); (C) lisosoomstrukture (X 2 280), toon. 1-Golgi-kompleks; 2-gevakuoleerde selkern; 3-lipieddruppel; 4-eksokriene pankreas; 5-vakuole; 6-endoteel; 7-zimogeengranules; 8-eksokriene pankreasselkern; 9-lisosoom; 10-sirkulêrgerangskikte growwe endoplasmiese retikulum; 11-tubulêrgerangskikte growwe endoplasmiese retikulum; 12-vesikulêre growwe endoplasmiese retikulum; 13-lisosoomstrukture; 14-hepatosietkerne.

vertoon duidelik a.g.v. die opvallende intersellulêre spasie en hegtingskomplekse wat tussen die hepatosiete vorm.^{15,19,38}

Die growwe, endoplasmiese retikulum van *O. mossambicus* is in twee tot drie lae om die kern en ewewydig langs die selmembrane gerangskik. Die kernmembrane en kernporië van *O. mossambicus* is nie baie opvallend nie, omrede dit deur die growwe endoplasmiese retikula, wat konsentries om die kern gerangskik is, verdwerg word. Volgens Weis³⁸ is die growwe endoplasmiese retikula van die zebra vis *B. rerio* met die mitochondria geassosieer en strek dan uit na die nukleus of na die selperiferie wat parallel met die sel- en kernmembrane loop. Daarenteen vind Hacking, Budd en Hodson¹⁷ dat die growwe endoplasmiese retikula van die reënboogforel *S. gairdneri* gewoonlik in parallelle groepe langs die kern of plasmamembraan voorkom. By *Dissostichus mawsoni* is die growwe endoplasmiese retikula in cisternae gerangskik en kom dit regdeur die hepatosietitoplasma voor.¹¹

Geen vry ribosome of poliribosome is by *O. mossambicus* waargeneem nie, wat ooreenstem met Hinton & Pool²³ se bevindinge ten opsigte van *Ictalurus punctatus*. Hoewel gladde endoplasmiese retikula in die hepatosiete van die meeste beenvisse naby die glikogeen voorkom,^{17,23,38} is hierdie sitoplasmiese organel nie in *O. mossambicus* se hepatosiete waargeneem nie. Dit wil egter nie sê dat hierdie organel totaal by *O. mossambicus* ontbreek nie, maar dit is moontlik net swak ontwikkel en word deur die groot hoeveelhede glikogeen en lisosome verdwerg.

Die lisosome van die katvis *I. punctatus*, soos deur Hinton & Pool²³ beskryf, is ronde strukture met 'n dubbele membraan en bevat elektrondigte miëlienstrukture sowel as 'n gryserige fibrillêre netwerk. Die inhoud van die lisosome in die hepatosiete van *O. mossambicus* stem baie ooreen met die van *I. punctatus*,²³ maar slegs 'n enkele membraan omring die lisosome en hulle vorm is ook oneweredig. In sommige hepatosiete van *O. mossambicus* word 'n baie groot deel van die sel se inhoud deur lisosome opgeneem. Die groepies geel tot ligbruin eilande om die eksokriene pankreas en tussen die lewerweefsel van *O. mossambicus* kan moontlik 'n sameklomp van lisosome wees en is waarskynlik die gevolg van 'n verhoogde sel- of organel-afbreking of 'n verhoogde omset van intrasellulêre vertering in die hepatosiete. Dit kan ook moontlik die neerlegging van 'n pigment wees. Wood en Yasutake³⁹ het soortgelyke strukture in die lewers van verskillende forelspesies (*Salvelinus fontinalis*, *Salmo gairdneri*, *Hemophilus piscium* ens.) wat deur 'n verskeidenheid van patologiese toestande sowel as voedselgebrek, bakteriese en virussiektes geaffekteer was, aangetoon. Hierdie strukture het as geel granulêre pigment in sneë wat met hematoksilien en eosien gekleur was, vertoon. Wood en Yasutake³⁹ is van mening dat vis wat normaalweg 'n hoë inhoud onversadigde vetsure bevat, besonder vatbaar is vir die vorming van hierdie geel pigment in die lewerselle.

Die hepatosietitoplasma van *O. mossambicus* se glikogeenbeeld stem ooreen met sommige van die Teleostei wat reeds beskryf is.^{8,23,30} Heelwat lipied kom in die hepatosiete van *O. mossambicus* voor. Byczkowska-Smyk⁷ wys daarop dat tydens natuurlike daaglikse omgewings-toestande die hoeveelheid en kwaliteit van voedsel kan wissel en indien meer voedsel beskikbaar is as wat vir daaglikse

groei en energiebehoefte benodig word, word voedselreserwes, soos glikogeen en lipied, in verskillende organe gestoor. Dit wil voorkom of die aanwesigheid van so baie lipied in die lewer van *O. mossambicus* 'n vorm van voedselstoring is.

Die sinusoïede van *O. mossambicus* is goed ontwikkelde strukture en bevat, net soos in die geval van *Kareius bicoloratus*,³⁵ ook vetstorende of Itoselle, asook filament-bevattende selle in die spasie van Disse. Geen kollageen-fibrille in die Disse-spasie soos deur Hinton & Pool²³ en Chapman⁸ beskryf is, het by *O. mossambicus* voorgekom nie. Weis³⁸ vind ook geen kollageen-fibrille in die spasie van Disse van *B. rerio* en *G. affinis* nie, maar die spasie van Disse van laasgenoemde twee spesies is baie kleiner as wat by *O. mossambicus* en van die ander teleostspesies aangetref is.^{3,6,7,10}

Die voorkoms van die eksokriene pankreas om die portale vene van *O. mossambicus* stem ooreen met dié van *I. punctatus*²³ en *M. undulatus*.¹⁴ Geen ultrastrukturele verskille ten opsigte van wat reeds van die eksokriene vispankreas bekend is,^{14,23} kon by *O. mossambicus* aangetoon word nie.

LITERATUURVERWYSINGS

1. Anderson, B.G. & Mitchum, K.L. (1974). In *Atlas of Trout Histology* (Laramie Wyoming, Game Fish Department), p. 81.
2. Andrew, W. & Hickman, C.P. (1974). *Histology of the vertebrates* (C.V. Mosby, St. Louis).
3. Berlin, J.D. & Dean, J.M. (1967). Temperature-induced alterations in hepatocyte structure of rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *J. Exp. Zool.*, 164, 117-132.
4. Braus, H. (1896). Untersuchungen über die vergleichende Histologie der Leber der Wirbeltiere, *Semon Zool. Forschungsreisen in Australien, Denkschriften Med., Natur. Ges. Jena V*, 4, 303-367.
5. Bucke, D. (1971). The anatomy and histology of the alimentary tract of the carnivorous fish the pike *Esox lucius* L., *J. Fish Biol.*, 3, 421-431.
6. Byczkowska-Smyk, W. (1967). The ultrastructure of the hepatic cells in the sea-trout (*Salmo trutta* L.) during ontogenesis, Part I, II, *Zool. polon.*, 17, 105-119, 155-170.
7. Byczkowska-Smyk, W. (1968). Observation of the ultrastructure of the hepatic cells of the burbot (*Lota lota* L.), *Zool. polon.*, 18, 287-298.
8. Chapman, G.B. (1981). Ultrastructure of the liver of the fingerling rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson, *J. Fish Biol.*, 18, 553-567.
9. Cole, F.J. (1913). A monograph on the general morphology of the Myxinoid fishes, based on a study of Myxine. Part V. The anatomy of the gut and its appendages, *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, 49, part II, 293-344.
10. David, H. (1961). Zur submikroskopischen morphologie intrazellulärer Gallenkapillaren, *Acta anat.*, 47, 216-224.
11. Eastman, J.T. & De Vries, A.L. (1981). Hepatic ultrastructural specialization in antarctic fishes, *Cell Tiss. Res.*, 219, 489-496.
12. Elias, H. (1949). A re-examination of the structure of the mammalian liver. I. Parenchymal architecture, *Amer. J. Anat.*, 84, 311-334.
13. Elias, H. & Bengelsdorf, H. (1952). The structure of the liver of vertebrates, *Acta anat.*, 14, 297-337.
14. Eurell, J.A. & Haensly, W.E. (1982). The histology and ultrastructure of the liver of Atlantic croaker *Micropogon undulatus* L., *J. Fish Biol.*, 21, 113-125.
15. Ferri, S. & Sessa, A. (1981). Ultrastructural study of Kupffer cells in teleost liver under normal and experimental conditions, *Cell Tiss. Res.*, 220, 387-391.
16. Gibbons, I.R. & Grimstone, A.V. (1960). On flagellar structure in certain flagellates, *J. Biophys. Biochem. Cytol.*, 7, 697-716.
17. Hacking, M.A., Budd, J. & Hodson, K. (1978). The ultrastructure of the liver of the rainbow trout: normal structure and modifications after chronic administration of a polychlorinated biphenyl Aroclor 1254, *Can. J. Zool.*, 56, 477-491.
18. Hale, P.A. (1965). The morphology and histology of the digestive systems of the freshwater teleosts, *Poecilia reticulata* and *Gasterosteus aculeatus*, *J. Zool.*, 146, 132-149.

19. Hampton, J.A., McCuskey, P.A., McCuskey, R.S. & Hinton, D.E. (1985). Functional units in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) liver: I. Arrangement and histochemical properties of hepatocytes, *Anat. Rec.*, 213, 166-175.
20. Hayat, M.A. (1970). *Principles and Techniques of Electron Microscopy* Vol. 1, Biological applications (Van Nostrand Reinhold Company, New York) pp. 95-104.
21. Hering, E. (1867). Uber den Bau der Wirbelthierleber, *Arch. mikr. Anat.*, 3, 88-114.
22. Hinton, D.E., Snipes, R.L. & Kendall, M.W. (1972). Morphology and enzyme histochemistry in the liver of largemouth bass (*Micropterus salmoides*), *J. Fish Res. Bd. Can.*, 29, 531-534.
23. Hinton, D.E. & Pool, C.R. (1976). Ultrastructure of the liver in channel catfish *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), *J. Fish. Biol.*, 8, 209-219.
24. Holm, J.F. (1897). Uber den feineren Bau der Leber bei den niederen Wirbeltieren, *Zool. Jb., Abt. Anat. n. Ontog.*, 10, 277-296.
25. Kendall, M.W. & Hawkins, W.E. (1975). Hepatic morphology and acid phosphatase localization in the channel catfish (*Ictalurus punctatus*), *J. Fish Res. Bd. Can.*, 32, 1459-1464.
26. Langer, M. (1979). Histologische Untersuchungen an der Teleosteerleber. I. Der aufbau des Leberparenchyms, *Z. mikrosk. anat. Forsch.*, 93, 829-848.
27. Luft, J.H. (1961). Improvements in epoxy resin embedding methods, *J. biophys. biochem. Cytol.*, 9, 409-414.
28. McFarland, W.N. & Klontz, G.W. (1969). Anaesthesia in Fishes, *Fedn. Proc. Fedn. Am. Socs. exp. Biol.*, 28, 1535-1540.
29. Millonig, G. (1961). Advantages of a phosphate buffer for O_3 so-
lutions in fixation, *J. appl. Phys.*, 32, 1637-1638.
30. Nopanitaya, W., Carson, J.L., Grisham, J.W. & Aghajanian, J. (1979). New observations on the fine structure of the liver in goldfish (*Carassius auratus*), *Cell Tiss. Res.*, 196, 249-261.
31. Pease, D.C. (1964). *Histological techniques for electron microscopy* (Academic Press, New York).
32. Sabatini, D.D., Bensch, K. & Barnett, R.J. (1963). Cytochemistry and electron microscopy. The preservation of cellular ultrastructure and enzymatic activity by aldehyde fixation, *J. Cell Biol.*, 17, 19-58.
33. Scarpelli, D.G., Greider, M.H. & Frajola, W.J. (1963). Observations on hepatic cell hyperplasia, adenoma and hepatoma of rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Cancer Res.*, 23, 848-857.
34. Shore, T.W. & Jones, H.L. (1889). On the structure of the vertebrate liver, *J. Phys.*, 10, 408-428.
35. Tanuma, Y., Ohata, M. & Ito, T. (1982). Electron microscopic study on the sinusoidal wall of the liver in the flatfish, *Kareius bicoloratus*: Demonstration of numerous desmosomes along the sinusoidal wall, *Arch. histol. jap.*, 45, 453-471.
36. Venable, J.H. & Coggeshall, R. (1965). A simplified lead citrate stain for use in electron microscopy, *J. Cell Biol.*, 25, 407-408.
37. Weinreb, E.L. & Bilstad, N. (1955). Histology of the digestive tract and adjacent structures of the rainbow trout, *Salmo gairdneri irideus*, *Copeia*, 3, 194-204.
38. Weis, P. (1972). Hepatic ultrastructure in two species of normal, fasted and gravid teleost fishes, *Am. J. Anat.*, 133, 317-332.
39. Wood, E.M. & Yasutake, W.T. (1956). Ceroid in Fish, *Am. J. Path.*, 32, 591-603.