Revue suisse Zool.	Tome 86	Fasc. 4	p. 843-854	Genève, décembre 1979

Vergleichend-morphologische Untersuchungen am Verdauungstrakt verschiedener Zahnkärpflinge (U. O. Cyprinodontoidei)

von

Paul LABHART und Vinzenz ZISWILER [1]

Mit 2 Abbildungen

ABSTRACT

Comparative morphology of the alimentary tract of several cyprinodont fish (Cyprinodontoidei). — The alimentary tracts of 23 species of the fish-suborder Cyprinodontoidei are compared on a morphological, histological and histochemical basis. Comparison of the omnivorous subfamily Cyprinodontinae with the carnivorous subfamily Rivulinae shows clear differences in 11 characteristics of the alimentary system. These characteristics are recognized as dietary adaptations. The Oryziatidae and the Cyprinodontidae could be clearly distinguished taxonomically by several newly discovered non-adaptive characteristics of the alimentary tract.

Till now all forms investigated were considered to be stomachless. We could however discern a histologically prominent area between the esophagus and the intestine. Within the Oryziatidae the epithelium of this area shows a histological and physiological similarity to stomach epithelium. We consider this area as a rudimentary stomach. The chemical structure of the mucines of the alimentary tube is recognized as extremely genus-specific and is considered as a useful diagnostic character.

---

[1] Diese Arbeit entstand im Rahmen eines Forschungsprogramms des 2. Autors, das unterstützt wurde vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

Vortrag gehalten auf der Jahresversammlung der SZG in Zürich, 2.—3. März 1979.

EINLEITUNG

Nachdem sich das Verdauungssystem von Vögeln und Reptilien als aussergewöhnlich ergiebiger Organkomplex zur Aufdeckung evolutiver Zusammenhänge und ernährungsadaptiver Radiation erwiesen hat (ZISWILER 1967*a*, *b*, 1968, 1969, 1976), wollten wir mit inzwischen standardisierten histologischen und histochemischen Methoden die Tauglichkeit des Fischverdauungssystems für ähnliche Zwecke testen.

Mit den Zahnkärpflingen, Cyprinodontoidei, fanden wir dabei eine ideale Fischgruppe, deren Vertreter zum Teil recht unterschiedliche Ernährungsgewohnheiten zeigen. So sind die Oryziatidae Allesfresser, während man bei den Cyprinodontidae u. a. die omnivoren Cyprinodontinae und die carnivoren Rivulinae findet. Den höchsten Grad von Ernährungsspezialisation findet man bei den Gattungen *Epiplatys* und *Aplocheilus*, deren Angehörige sich überwiegend von ins Wasser gefallenen Insekten ernähren.

Wir danken Herrn Felix Zihler, Assistent am Zoologischen Museum der Universität Zürich, für wertvolle Anregungen sowie für die Beschaffung von Fischmaterial, ebenso danken wir Herrn Uwe Nötzelmann, Wasserburg, BRD, für drei Paare von *Nothobranchius korthausae*.

MATERIAL UND METHODEN

Es wurden 70 Individuen aus 23 Spezies untersucht:

Cyprinodontidae	
Rivulinae	*Aphyosemion gardneri* (Boulenger, 1911)
	Aphyosemion australe (Rachow, 1921)
	Aphyosemion striatum (Boulenger, 1911)
	Aphyosemion melanopteron Goldstein & Ricco, 1970
	Epiplatys sexfasciatus Gill, 1862
	Epiplatys bifasciatus (Steindachner, 1881)
	Epiplatys chaperi (Sauvage, 1882)
	Aplocheilus panchax (Hamilton-Buchanan, 1822)
	Aplocheilus lineatus (Cuvier & Valenciennes, 1846)
	Aplocheilus dayi (Steindacher, 1892)
	Aplocheilus werneri Meinken, 1966
	Rivulus milesi Fowler, 1941
	Nothobranchius korthausae Meinken, 1973
	Cynolebias bellotti Steindachner, 1881
	Cynolebias antenori Myers, 1952
	Cynopoecilus ladigesi Foersch, 1958
	Pterolebias zonatus Myers, 1935
Procatopodinae	*Aplocheilichthys normani* Ahl, 1928
Aphaniinae	*Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821)
Cyprinodontinae	*Jordanella floridae* Goode & Bean, 1879
	Garmanella pulchra Hubbs, 1936
Oryziatidae	*Oryzias cf. melastigmus* (McClelland, 1839)
	Oryzias marmoratus (Aurich, 1935)

Es wurden teils Aquarienfische, teils Wildfänge untersucht. Der Ernährungszustand bei der Sektion war dabei bekannt.

Die histologische Bearbeitung erfolgte mit Standardmethoden (Formolfixierung, Einbettung in Paraffin-Bienenwachs). Zur Charakterisierung der Schleimsubstanzen gingen wir folgendermassen vor:

— Kombinierte Alcianblau-Alciangelb-Färbung (Lev & Spicer 1964). Die Schnitte wurden zunächst in Alcianblau bei pH 1 gefärbt und dann nach mehrmaligem Ausspülen in 0.1 n HCL in Alciangelb bei pH 2.5. Nicht sulfatierte Muzine sind gelb, Sulfomuzine je nach Sulfationsgrad grün bis blau.

— PAS-Reaktion nach McManus: allein und kombiniert mit AB.

— Hydrolyse in 0.1 n HCl für 4½ Stunden bei 60° C (Quintarelli 1961) oder Methylierung in Methoanol/HCl (99: 1) für 3 Stunden bei 60° C (Fischer & Lillie 1954) mit anschliessender Alcianblau-PAS-Färbung.

ERGEBNISSE

a) Morphologie

Von den vielen untersuchten teils qualitativen, teils quantitativen Merkmalen führen wir hier nur jene an, die innerhalb des untersuchten Artenspektrums deutliche Unterschiede zeigen (Tab. 1).

Die interessantesten Befunde ergaben sich dabei im Übergangsbereich vom Vorderdarm zum Hinterdarm. Obwohl ein Magen fehlt, schliesst sich dem Ösophagus-Epithel nicht direkt das Darmepithel an, sondern man findet eine Übergangszone mit charakteristischem Epithel. Dieses ist einschichtig, niedriger als das Darmepithel und enthält nur ausnahmsweise Becherzellen. Seine Dimensionen und seine Zelleinschlüsse variieren jedoch von Gattung zu Gattung (Tab. 2).

Bei allen Cyprinodontidae ist an dieser Stelle nur ein schwacher Muskelsphinkter vorhanden. Das Übergangsepithel liegt cranial von einer sphinkterartigen Aufwölbung der Darmfalten. Die Kerne der Epithelzellen liegen basal und sind nicht so stark abgeflacht wie im Darm.

Die *Aphyosemion*-Arten zeigen ein ziemlich langes Übergangsepithel. Ausser einem diffusen, leicht PAS-positiven Saum sind keine Einschlüsse zu erkennen. Bei *Epiplatys* ist die Übergangszone kürzer. Charakteristisch ist der deutliche PAS-positive subdistale Bereich in den Epithelzellen. Extrem sind die Verhältnisse bei *Aplocheilus*. Die Übergangszone, in der keinerlei Einschlüsse nachgewiesen werden konnten, besteht in der Längsrichtung nur aus etwa 15 Zellen. *Garmanella* weist von allen untersuchten Cyprinodontidae das längste Übergangsepithel auf. Es ist noch mehr abgeflacht als bei den Rivulinae.

Die Oryziatidae zeigen in der Übergangszone einige besondere Merkmale. Das Epithel ist sehr lang und weniger abgeflacht als bei den Cyprinodontidae, die Kerne sind mehr elliptisch. Besonders auffällig ist ein subdistaler, 5-7 μ breiter Einschluss, der sowohl mit PAS als auch mit Alcianblau bei pH 1 angefärbt wird. Dieses Epithel zieht sich bis auf einen deutlichen Muskelsphinkter hinauf, auf dessen analer Seite das Darmepithel beginnt.

Bemerkenswert sind auch der unterschiedliche Darmverlauf (Abb. 1) und die unterschiedliche Beschaffenheit des Darmschleimhautreliefs (Abb. 2) bei verschiedenen Gruppen. Während der Darm bei den Cyprinodontidae nach dem Ösophagus stets dorsal

TABELLE 1.

Vergleich der morphologischen und histologischen Merkmale.
DL = Gesamtdarmlänge; SL = Standardlänge des Fisches.

Rivulinae	Cyprinodontinae	Oryziatidae
carnivor	omnivor	omnivor
DL/SL < 1	DL/SL > 1	DL/SL > 1
Vorderdarm sinistro-dorsal	Vorderdarm sinistro-dorsal	Vorderdarm gegen ventral
„Magen“	kein „Magen“	Vorderster Darmteil speziell ausgebildet
Gallengang mündet weit hinten	Gallengang mündet nach Ösophagus	Gallengang mündet in „Duodenum“
Rektum	kein Rektum	kein Rektum
Netzfalten	Zickzacklängsfalten oder versetzte Lamellen	Zickzacklängsfalten und versetzte Lamellen
11—16 Ösophagusfalten	17—37 Ösophagusfalten	mehr als 17 Ösophagusfalten
Schleimzellen in Ösophagus durchgehend	Schleimzellen in Ösophagus nur zwischen den Falten	Schleimzellen in Ösophagus nur zwischen den Falten
Übergangszone kurz bis mittellang	Übergangszone lang	Übergangszone lang (Magenrudiment)
Ösophagussphinkter schwach	Ösophagussphinkter schwach	Ösophagussphinkter deutlich
Ösophagusmuskulatur endet kurz nach der Übergangszone	Ösophagusmuskulatur endet kurz nach der Übergangszone	Ösophagusmuskulatur endet erst hinter der Gallengang-Mündung
Becherzellen gross	Becherzellen schmal	Becherzellen schmal
Becherzellendichte konstant hoch	Becherzellendichte gegen anal zunehmend	Becherzellendichte gegen anal zunehmend
Submucosa dick	Submucosa dünn	Submucosa dünn

TABELLE 2.

Vergleich der Übergangszonen; Standardlänge in mm, übrige Masse in μ

Art	Übergangsepithel				Einschlüsse	Darmepithel	
	Standardlänge	Höhe	Breite	Länge		Höhe	Breite
Aphyosemion australe	35	15	5	150	—	25—30	3—4
Aphyosemion melanopteron	30	15	4—5	140	—	25—30	3—4
Epiplatys sexfasciatus	42	15—20	4—5	90	AB/PAS++	25—30	3
Aplocheilus lineatus	45	15	5	40	—	25—30	3—4
Nothobranchius korthausae	31	15	5	150 ?	AB/PAS+	25	3—4
Garmanella pulchra	25	12	6	250	—	25—30	3
Oryzias cf. melastigmus	20	20—25	4—5	250	ABpH1/PAS++	25—30	3—4

auf der linken Seite verläuft, und sich dann je nach Darmlänge mehr oder weniger nach cranial umbiegt bevor er sich zum After wendet, verläuft der Darm bei den Oryziatidae zunächst gegen ventral und bildet in der Folge ein Paket von innerartlich stark variierenden Windungen.

Typisch für die Oryziatidae ist ferner die Ausbildung des vordersten Darmabschnittes. Grobmorphologisch sitzt er dem restlichen Darm kappenartig auf (Abb. 1).

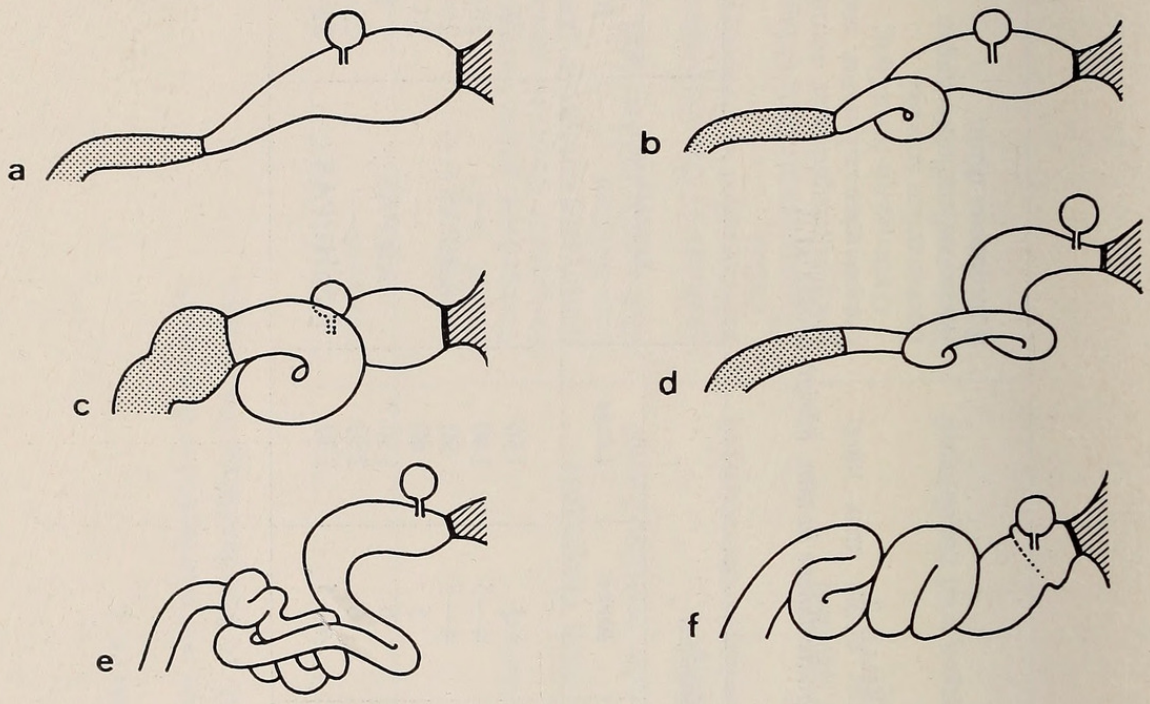

Abb. 1.

Situs des Verdauungskanals mit Gallenblase, von rechts, halbschematisch. Schrägschraffur: Ösophagus; Punktraster: Enddarm.

a: *Aphyosemion gardneri*; b: *Epiplatys bifasciatus*; c: *Cynolebias belloti*; d: *Aphanias fasciatus*; e: *Jordanella floridae*; f: *Oryzias marmoratus*.

Er umfasst etwa einen Fünftel des ersten absteigenden Abschnittes und enthält die Mündung des Gallenganges. Die quergestreifte Ringmuskulatur des Ösophagus reicht bis ans Ende dieses Abschnittes. Das Plasma der Epithelzellen ist stärker eosinophil als im übrigen Darm. In den Becherzellen übertreffen die CG-Muzine die S-Muzine [1], während im folgenden Darmabschnitt die letzteren dominieren. Das Schleimhautrelief schliesslich zeigt Längszickzackfalten, die beim Übergang in den normalen Darm von finger- oder v-förmigen Zotten abgelöst werden (Abb. 2*d*). Suyehiro (1942) und Ikeda (1959) fanden diesen vordersten Darmabschnitt ebenfalls bei *Oryzias latipes*. Während ersterer ihn als Magen bezeichnet, sucht Ikeda hier vergebens nach Magenmerkmalen. Nach unseren Befunden liegt das Magenäquivalent weiter cranial. Dieser Abschnitt entspricht eher einem Duodenum. Bei den Cyprinodontidae zeigt der vorderste Darmabschnitt keine besonderen Merkmale.

Bei den Rivulinae ist der vorderste Darmabschnitt magenartig erweitert, und der Gallengang mündet erst nach dem ersten Darmviertel (Abb. 1*a*, *b*). Die Darmlänge ist

[1] Klassifikation nach Spicer 1965.

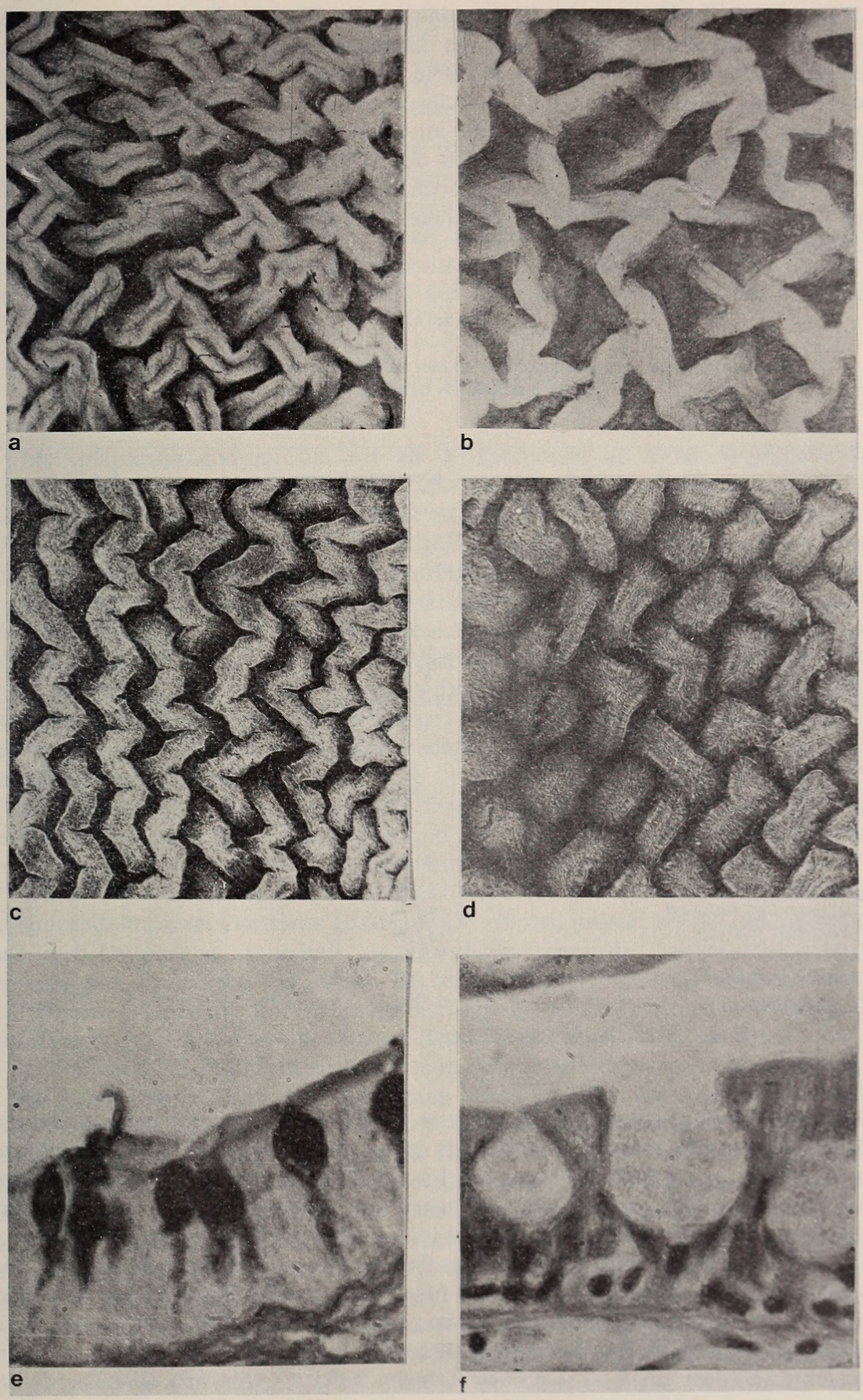

Abb. 2.

a—d: Schleimhautreliefs im cranialen Darmbereich, Vergr. ca. 45×. e—f: Becherzellen im Darmepithel.

a: *Epiplatys bifasciatus*; b: *Nothobranchius korthausae*; c: *Garmanella pulchra*; d: *Oryzias marmoratus*; e: *Garmanella pulchra*: Becherzellen, AB/PAS, 1 450×; f: *Aphyosemion gardneri*: Becherzellen, H.-E. 1 450×.

bei diesen stets kleiner als die Standardlänge des Fisches. Der hinterste ¼ bis $^1/_5$ des Darmes ist grobmorphologisch als Enddarm abgetrennt. Das Schleimhautrelief zeigt mehr oder weniger differenzierte Netzfalten (Abb. 2*a*, *b*). Das Ösophagusepithel ist gleichmässig und durchgehend mit Schleimzellen besetzt. Der Ösophagus zeigt 11—16 Längsfalten, die im Querschnitt ziemlich stumpf und unregelmässig angeordnet sind. Die Becherzellen des Darmes sind beinahe kugelförmig und im histologischen Präparat bis zu 15 μ hoch. Ihre Dichte bleibt über die ganze Darmlänge konstant. Die Submukosa ist zwischen den Falten mindestens 5 μ, in den Falten im Durchschnitt 10 μ stark.

TABELLE 3

Farbreaktionen der Mucosubstanzen in den Becherzellen von Ösophagus und Darm
Y = gelb; B = blau; G = grün.

	Alcianblau-Alciangelb		P.A.S.	
	Oesophagus	Darm	Oesophagus	Darm
Aphyosemion australe	Y/G	Y	++	++
A. striatum	Y	Y	++	++
A. gardneri	Y/G	Y	++	++
A. melanopteron	Y/G	Y	++	++
Epiplatys sexfasciatus	Y (1—5%G)	Y	++	++
E. chaperi	Y (1—5%G)	Y	++	++
E. bifasciatus	Y (1—5%G)	Y	++	++
Aplocheilus panchax	B	B	–	–
A. dayi	B	B	–	–
A. werneri	B	B	–	–
A. lineatus	B	B	–	–
Nothobranchius korthausae	G/B	Y	+	++
Cynolebias bellotti	G/B	Y	+	++
Cynopoecilus ladigesi	G/B	Y	+	++
Jordanella floridae	G/B	Y	+	++
Garmanella pulchra	Y (10%G)	Y	+	++
Oryzias marmoratus	B	Y/B	–	++/–
O. melastigmus	B	Y/B	–	++/–

Bei den Cyprinodontinae ist der vordeste Darmabschnitt nicht magenartig erweitert, und der Gallengang mündet unmittelbar nach dem Ösophagus. Die Darmlänge ist immer grösser als die Standardlänge des Fisches. Ein Enddarm ist nicht zu erkennen. Das Schleimhautrelief zeigt einfachere Muster, wie Zickzacklängsfalten (Abb. 2*c*) oder versetzte Lamellen. Das Ösophagusepithel ist an den Faltenspitzen weitgehend frei von Schleimzellen. Die grössten Schleimzellen findet man an der Basis der Falten. Auch die histochemischen Ergebnisse sprechen für eine gerichtete Entwicklung der Schleimzellen von der Faltenspitze gegen die Basis. Die 17—36 Ösophagusfalten sind ziemlich regelmässig und schmal. Der Schleimeinschluss der Darmbecherzellen besteht aus einem schmalen Stiel, dem ein 5—7 μ grosser Tropfen aufsitzt (Abb. 2*f*). Ihre Dichte ist im Vorderdarm etwa halb so gross wie bei den Rivulinae, steigt aber gegen caudal auf etwa die gleiche Dichte an, wobei die Becherzellen besonders zwischen den Falten dichte

Ansammlungen bilden. Die Submukosa ist zwischen der Falten nur 2—5 μ, in den Falten meistens 5, selten bis 10 μ stark.

b) Histochemie

Auffällige Unterschiede ergeben die histochemischen Befunde am Schleim des Ösophagus- und Darmepithels. Dabei konnten wir feststellen, dass für die einzelnen Abschnitte des Verdauungskanals ein spezifischer Schleimtyp oder eine Vorstufe davon produziert wird, aber auch dass zwischen einzelnen Formen oder Gruppen sich die Muzine im Sulfationsgrad und in der Intensität der PAS-Reaktion unterscheiden können. Den Sulfationsgrad bewerteten wir nach der Alcianblau-Alciangelb-Färbung (Tab. 3).

DISKUSSION

a) Ernährungsadaptationen

Merkmalsausprägungen, die wir als Adaptationen an Ernährungsspezialisation deuten könnten, müssten in erster Linie beim Vergleich zwischen den omnivoren Cyprinodontinae und den carnivoren Rivulinae zu Tage treten. Die bei den Rivulinae relativ kürzere Darmlänge scheint damit der allgemeinen für Wirbeltiere geltenden Regel zu gehorchen, dass carnivore und insectivore Formen einen relativ kurzen Darm besitzen.

Auch das Vorhandensein einer magenähnlichen Erweiterung bei den Rivulinae lässt sich gut funktionell deuten, nämlich als Speicherorgan. Während wir annehmen können, dass ein omnivorer Fisch seine Nahrung eher homogen verteilt findet, so dass er keinen Grund hat, zuviel Nahrung auf einmal aufzunehmen, stösst ein carnivorer Fisch viel seltener auf Beute. Hat er solche gefunden, z. B. einen über Wasser sich tummelnden Insektenschwarm, so muss er darnach trachten, soviel wie möglich zu erhaschen, und demzufolge auch zu speichern.

Das wesentlich höher differenzierte Darmschleimhautrelief der Rivulinae könnte ebenfalls dahin gedeutet werden, dass mit der erhöhten resorptiven Oberfläche die schwieriger zu erreichende Nahrung optimaler ausgewertet werden kann.

Durch die voluminöseren Becherzellen (Abb. 2a) und deren höhere Dichte ist die Schleimproduktion im Darm der Rivulinae 15—20 mal grösser als bei den Cyprinodontinae und Oryziatidae. Innerhalb der *Rivulinae* haben die insektivoren Gattungen *Epiplatys* und *Aplocheilus* die grösste Becherzellendichte. Oft stehen sie annähernd so dicht wie im Ösophagus (auf 100 μ Epithellänge bis zu 10 Zellen). Der Schleim dürfte dazu dienen, das Epithel vor der harten Kutikula der Insekten zu schützen.

Die anderen Merkmalsunterschiede sind funktionell kaum zu erklären. Interessant ist die verschiedene Lage der Gallengang-Mündung. Sie lässt auf unterschiedliche Reduktionsvorgänge schliessen. Eine Hypothese geht dahin, dass der vordere Darmabschnitt bis zum Beginn des Enddarms bei den Rivulinae ein Duodenum darstellt, welches bei den Cyprinodontinae stark reduziert wurde, so dass die Mündung des Gallenganges nahe an den Ösophagus rückte. Der Enddarm entspräche demnach dem ganzen Darm der Cyprinodontinac bis auf den vordersten kleinen Abschnitt mit dem Gallengang. Funktionell scheint der Enddarm der Rivulinae aber nur dem hinteren Abschnitt des Cyprinodontinae-Darmes zu entsprechen. In beiden tritt nach einer Nahrungsaufnahme im supranukleären Bereich der Absorptionszellen eine starke Vakuolisation auf, und der PAS-positive Epithelsaum ist breiter als im vorderen Darm. Bullock (1967) und Ciullo (1968) machten bei *Gambusia* und *Fundulus* die gleichen Beobachtungen und schliessen daraus, dass in diesen Abschnitten vermutlich die grösste Sekretions- und Absorptionsaktivität herrsche.

b) Stammesgeschichtliche und systematische Evidenzen

Die vorhin als Ernährungsadaptation gedeuteten Merkmale der carnivoren Rivulinae lassen sich überzeugend als vom omnivoren Zustand abgeleitet und höher spezialisiert deuten. Die entsprechenden Merkmale sind bei den omnivoren Cyprinodontinae und den Oryziatidae — soweit sie sich nicht auf den vordersten Darmabschnitt beziehen — sehr ähnlich ausgebildet und auf einer niedrigeren Differenzierungsstufe. Möglicherweise ist dies ein Hinweis dafür, dass bei der stammesgeschichtlichen Aufsplitterung der Unterordnung Cyprinodontoidei in Familien die Ernährungsspezialisation keine ausschlaggebende Rolle spielte. Ebensosehr aber wird klar, dass Ernährungsradiation Hauptursache für die intrafamiliäre Aufspaltung der Cyprinodontinae und Rivulinae war.

So sehr sich die Cyprinodontinae und die Oryziatidae in den für die Omnivorie typischen Merkmalen des hinteren Darmbereichs gleichen, dürfen wir die sehr deutlich zutage tretenden Unterschiede in andern Merkmalen nicht übersehen. Da es sich bei diesen offenbar nicht um Ernährungsadaptationen handelt, sind sie von bedeutendem diagnostischem Wert und liefern gewichtige Argumente für die Trennung der Familien Cyprinodontidae und Oryziatidae.

Solche Merkmale sind etwa die wesentlichen Situsunterschiede im Vorderdarm, die Mündungsverhältnisse des Gallengangs, die Ausbildung des Ösophagussphincters und die Ausdehnung der übrigen Ösophagusmuskulatur. Diese Merkmale sprechen deutlich für den selbständigen Familiencharakter der Oryziatidae, die man bis 1964 noch als Unterfamilie der Cyprinodontidae betrachtete (Rosen 1964).

Eine noch subtilere Bewertung der beiden Familien erlaubt der Vergleich der Magenreduktion. Magenlosigkeit tritt bei den verschiedensten Teleosteerfamilien auf, und es ist anzunehmen, dass sie ein sekundärer Zustand darstellt. Klare Hinweise auf eventuelle Magenrudimente fehlten bislang. Schacht (1931) konnte bei verschiedenen Poeciliidae und bei *Aplocheilus panchax* nicht „auch nur eine Andeutung von einem Magenepithel" finden. Bullock (1967) stellt zwar bei *Gambusia* (Poeciliidae) in der Übergangszone einen diffusen PAS-positiven subdistalen Bereich fest, doch weist er nicht auf eine Ähnlichkeit mit einem Magenepithel hin. Bei *Oryzias* ist diese aber unübersehbar. Es wird eine stark saure, sulfathaltige PAS-positive Mukosubstanz ausgeschieden, wie sie im Magenoberflächenepithel anderer Fische ebenfalls nachgewiesen wurde (Barbetta 1962). Physiologisch ist diese Sekretion also eine echte Magensekretion, und es besteht kaum ein Zweifel, dass es sich hier um ein Magenrudiment handelt. Magendrüsen und Pylorusanhänge fehlen zwar völlig. Der vorhandene Muskelsphinkter kann aber mit dem Pylorussphinkter homologisiert werden.

Nach diesem Befund wäre die Magenreduktion bei den Cyprinodontidae weiter fortgeschritten, wobei entweder die Länge des Organs, die Sekretionsfähigkeit des Epithels oder beides zusammen reduziert worden ist.

Den interessantesten Befund für die Taxonomie dürfte die hohe Gattungsspezifität der Muzine darstellen, die einzig im Ösophagusbereich innerhalb der mehr als 50 Spezies umfassenden Gattung *Aphyosemion* geringfügig im Sulfationsgrad variiert.

Besonders eindrücklich ist der markante Unterschied zwischen den Gattungen *Epiplatys* und *Aplocheilus*, die Scheel (1968) und Radda (1973) mangels klarer Unterschiede vereinigen wollten. Nach unseren Untersuchungen stellen aber *Epiplatys* mit fast ausschliesslich nichtsulfatierten, PAS-positiven Muzinen (CG-Muzin) und *Aplocheilus* mit stark sauren Sulfomuzinen (S-Muzin) Extremzustände dar. Ohne unsere histochemischen Befunde überbewerten zu wollen, glauben wir für eine Aufrechterhaltung der beiden Gattungen plädieren zu können, zumal wir von beiden Gattungen ein repräsentatives Artspektrum vergleichen konnten.

Eine noch subtilere Unterscheidung auf Grund der Schleimcharakterisierung ermöglicht die Methylierung. So unterscheiden sich beispielsweise die Gattungen *Aphyosemion* und *Epiplatys* nicht voneinander in bezug auf AB/PAS-Färbung. Methyliert man jedoch den Schleim vor dieser Färbung, so wird die Alcianophilie nach 3 Stunden bei *Epiplatys* nur zum Teil, bei *Aphyosemion* jedoch total zerstört.

Der taxonomische Wert dieser Muzincharakteristik wird durch den Umstand erhöht, dass wir keinerlei Korrelation zu Ernährungsspezialisation finden konnten. Es bleibt abzuklären, ob sich auch bei andern Tiergruppen eine Taxon-Spezifität der Muzine finden lässt.

Zusammenfassung

An 70 Individuen und 23 Spezies aus verschiedenen Familien und Unterfamilien der Unterordnung Cyprinodontoidei wurde der Verdauungstrakt grobmorphologisch, histologisch und histochemisch untersucht und verglichen.

Die omnivoren Cyprinodontinae unterscheiden sich in 11 Merkmalen des Verdauungstraktes deutlich von den carnivoren Rivulinae. Diese Merkmale können als Ernährungsadaptationen gedeutet werden.

In andern Merkmalen, für die kein ernährungsadaptiver Charakter nachgewiesen werden konnte, unterscheiden sich hingegen die Familien Oryziatidae und Cyprinodontidae, deren selbständiger Familiencharakter erneut bestätigt werden konnte.

Alle untersuchten Formen galten bisher als magenlos. Es konnte aber in allen Fällen eine mindestens histologisch definierbare Übergangszone zwischen Ösophagus und Darm nachgewiesen werden. Bei den Oryziatidae weist das Epithel in der Übergangszone histologisch und physiologisch Charakteristika eines Magenepithels auf, es ist zum mindesten bei dieser Gruppe als Magenrudiment zu betrachten.

Die Charakteristik der Verdauungstraktmuzine erwies sich als extrem gattungsspezifisch. Sie scheint zum mindesten von grossem diagnostischem Wert zu sein.

Solche histochemische Befunde sprechen für eine Aufrechterhaltung der Gattungen *Aplocheilus* und *Epiplatys*.

LITERATUR

Barbetta, F. 1962. Cellule mucose e mucoidi nell'epitelio gastrico dei pesci. *Annls Histochiml.* 7 (2): 25-31.

Bullock, W. L. 1967. The Intestinal Histology of the Mosquito Fish, *Gambusia affinis* (Baird & Girard) *Acta zool., Stockh.* 48: 1-17.

Ciullo, R. H. 1968. The Histology of the Digestive Tube of the Cyprinodontiform Fish *Fundulus heteroclitus* L. *Diss. Abstr.* 29B: 409-410.

Fisher, E. R. & R. D. Lillie. 1954. The Effect of Methylation on Basophilia. *J. Histochem. Cytochem.* 2: 81-88.

Ikeda, A. 1959. Embryological and Histochemical Studies on the Development of the Digestive System in a Teleost Fish, *Oryzias latipes. Hiroshima J. med. Sci.* 8: 71-88.

Lev, R. & S. S. Spicer, 1964. Specific Staining of Sulphate Groups with Alcian Blue at Low pH. *J. Histochem. Cytochem.* 12: 309.

Quintarelli, G. 1961. Studies of Sialic Acid-containing Mucins in Bovine Submaxillary and Rat sublingual Glands. *J. Histochem. Cytochem.* 9: 176-183.

Radda, A. 1973. Eine Synopsis der Untergattung *Aplocheilus. Aquaria* 1973: 45-57.

ROSEN, D. E. 1964. The Relationships and Taxonomic Position of the Halfbeaks, Killifishes, Silversides and their Relatives. *Bull. Am. Mus. nat. Hist.* 127 (5): 226-261.

SCHACHT, H. 1931. Ueber den Vorderdarm der Cyprinodonten. *Z. mikrosk.-anat. Forsch.* 26: 534-546.

SCHEEL, J. J. 1968. Rivulins of the Old World. *T. F. H. Publ. Jersey City*, 480 pp.

— 1972. Rivuline Karyotypes and their Evolution. *Z. zool. Syst. Evolut.-Forsch.* 10: 180-209.

SPICER, S. S. 1965: Suggestions for a Histochemical Terminology of Carbohydrate Rich Tissue Components. *J. Histochem. Cytochem.* 13: 599-603.

SUYEHIRO, Y. 1942. A Study on the Digestive System and Feeding Habits of Fish. *Jap. J. Zool.* 10: 1-303.

ZISWILER, V. 1967*a*. Vergleichend morphologische Untersuchungen am Verdauungstrakt körnerfressender Singvögel zur Abklärung ihrer systematischen Stellung. *Zool. Jb. Syst.* 94: 427-520.

— 1967*b*. Die taxonomische Stellung des Schneefinken. *Montifringilla nivalis. Orn. Beob.* 64: 105-110.

— 1968. Die taxonomische Stellung der Gattung *Sporopipes* CABANIS. *Bonn. zool. Beitr.* 19: 269-279.

— 1969. Adaptive Radiation innerhalb der Prachtfinkengattung *Erythrura. Revue suisse Zool.* 76: 1095-1105.

— 1976. Advances in Avian Taxonomy. Special Morphological Characters. *Proc. Int. Ornith. Congress 1974. Canberra.*

Adresse der Autoren:

Zoologisches Museum
Universität Zürich-Irchel
Winterthurerstrasse 190
CH-8057 Zürich

Biodiversity Heritage Library

Labhart, P and Ziswiler, Vinzenz. 1979. "Vergleichend-morphologische Untersuchungen am Verdauungstrakt verschiedener Zahnkärpflinge (U.O. Cyprinodontoidei)." *Revue suisse de zoologie* 86, 843–854. https://doi.org/10.5962/bhl.part.82342.

View This Item Online: https://www.biodiversitylibrary.org/item/128876
DOI: https://doi.org/10.5962/bhl.part.82342
Permalink: https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/82342

Holding Institution
Smithsonian Libraries and Archives

Sponsored by
Biodiversity Heritage Library

Copyright & Reuse
Copyright Status: In Copyright. Digitized with the permission of the rights holder.
Rights Holder: Muséum d'histoire naturelle - Ville de Genève
License: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/
Rights: https://www.biodiversitylibrary.org/permissions/

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at https://www.biodiversitylibrary.org.

This file was generated 21 September 2023 at 17:53 UTC