

## VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ZUR RÜCKRESORPTION VON VERDAUUNGSENZYMEN BEI EINHEIMISCHEN CYPRINIDEN

Gerhard Reimer, Zoologisches Institut der Universität Wien, Althanstraße 14, 1090 Wien

### Einleitung

Bei den meisten Fischarten ist nach dem Mitteldarm eine Abnahme der Verdauungsenzymaktivität feststellbar, bei magenlosen Arten ebenso wie bei solchen mit Magen. Ein Zerfall der Enzyme im Darm ist unwahrscheinlich, denn *in vitro* ist nach 24 Stunden bei Zimmertemperatur keine Aktivitätsabnahme von Trypsin und Amylase nachweisbar. Heute ist man der Ansicht, daß die Enzyme als Ganzes im hinteren Darmabschnitt resorbiert werden. Der Aufnahmemechanismus ist noch unklar, eine pinocytotische Aufnahme von Makromolekülen durch die Darmwand von Fischen ist nachgewiesen (Noaillac-Depeyre & Gas 1973). Wie man bei Versuchen mit radioaktiv markierten Verdauungsenzymen an Säugern festgestellt hat, werden die resorbierten Enzymmoleküle zumindest teilweise vom Pankreas aufgenommen und wieder in den Darm sezerniert (Liebow & Rothman 1975). Der biologische Sinn dieses Mechanismus scheint zu sein, daß so die Proteine effizienter genützt werden können, und ein zu großer Verlust über die Faeces vermieden wird.

Von Hofer & Schiemer wurden ökophysiologische Anpassungen der Resorption von Proteasen an 6 Cypriniden- und 2 Cichlidenarten in Ceylon untersucht. Es zeigte sich, daß die Effizienz dieser "Rückresorption" mit steigender relativer Darmlänge zunimmt.

Ein langer Darm ist das Kennzeichen herbivorer Fischarten. Herbivore nehmen mit der Nahrung nur wenig Protein auf, können aber besser damit haushalten als Carnivore, die viel Enzymprotein mit den Faeces verlieren (Hofer & Schiemer 1981).

In dieser Untersuchung wurde versucht, die in Ceylon gewonnenen Ergebnisse bei einheimischen Cyprinidenarten zu überprüfen. Im Gegensatz zu den Tropen gibt es aber in der heimischen Fischfauna keine echten Herbivoren mit Darmlängen bis zu 18-facher Körperlänge. Den längsten Darm hat die Nase (2,3-fache Körperlänge); die mehrheitlich pflanzenfressende Rotfeder hat einen Darm, der nur wenig länger als der Körper ist. Den kürzesten Darm, mit rund 75% der Körperlänge, haben piscivore oder zooplanktivore Arten, wie *Aspius aspius*, *Abramis ballerus* oder der in Österreich fast nur im Neusiedlersee vorkommende *Pelecus cultratus*.

Die Arbeit ist noch nicht abgeschlossen, bis jetzt wurden 10 Arten untersucht, im nächsten Jahr ist die Einbeziehung weiterer Arten geplant.

### Material und Methoden

Die Fische wurden aus der Donau und den Donauauen gefangen und frisch seziiert. Der Darmtrakt wurde in drei Teile, also Vorder-, Mittel- und Hinterdarm geteilt, der Inhalt entnommen und abzentrifugiert. In der überstehenden Flüssigkeit wurde die Trypsin- und Amylaseaktivität gemessen und auf 1ml Darmsaft bezogen (Trypsin nach Rick, 1974;



Amylase mit dem Test Nr. 568589 von Boehringer Mannheim). Das Verhältnis der Enzymaktivität von Vorder- bzw. Mitteldarm zu der im Hinterdarm wurde als Maß für die Rückresorption berechnet. (Im Mitteldarm war die Aktivität meist etwas höher als im Vorderdarm).

#### Ergebnisse

Die Resorptionsrate von Trypsin und Amylase ist etwa gleich. In Tab. 1 sind die Werte für Trypsin zusammengestellt. Im Prinzip zeigt sich eine ähnliche Tendenz wie in der Arbeit von Hofer & Schiemer, daß die Resorptionseffizienz mit steigender relativer Darmlänge zunimmt; diese Beziehung ist aber bei einheimischen Cyprinidenarten weit weniger deutlich. Bei zwei Arten läßt sich keine Resorption von Verdauungsenzymen nachweisen, beim piscivoren *Aspius aspius* und beim omnivoren *Leuciscus cephalus*. Die eher herbivoren Arten *Scardinius*, *Rutilus* und *Chondrostoma* haben relativ höhere Resorptionsraten, die deutlich höchste hat aber die carnivore Barbe (die allerdings den zweitlängsten Darm besitzt).

Tabelle 1

| Art<br>wissenschaftlicher<br>Name | deutscher<br>Name | Resorptionsrate<br>Medianwert; Quartilen | relative Darmlänge |
|-----------------------------------|-------------------|--|--------------------|
| <i>Aspius aspius</i>              | Schied            | 0,9 (0,9 - 1,1)                          | 72%                |
| <i>Leuciscus cephalus</i>         | Aitel             | 1,1 (1 - 1,6)                            | 117%               |
| <i>Blicca bjoerkna</i>            | Güster            | 1,6 (1,1 - 2,2)                          | 92%                |
| <i>Abramis ballerus</i>           | Pleinzen          | 1,7 (1,5 - 2 )                           | 75%                |
| <i>Alburnus alburnus</i>          | Laube             | 2 (1,6 - 2,9)                            | 81%                |
| <i>Abramis brama</i>              | Brachse           | 2,2 (1,5 - 2,7)                          | 91%                |
| <i>Scardinius erythroph.</i>      | Rotfeder          | 2,3 (1,8 - 2,8)                          | 109%               |
| <i>Rutilus rutilus</i>            | Rotauge           | 2,4 (1,8 - 4,1)                          | 112%               |
| <i>Chondrostoma nasus</i>         | Nase              | 2,5 (1,5 - 3,2)                          | 232%               |
| <i>Barbus barbus</i>              | Barbe             | 4 (2,3 - 9,4)                            | 143%               |

Im Streubereich der einheimischen Cypriniden liegen auch die drei ceylonesischen Arten mit relativen Darmlängen unter 2,5. In Tab. 2 sind die Enzymaktivitäten im Mitteldarm der verschiedenen Arten verglichen. Sowohl bei Trypsin, als auch bei Amylase hat die Barbe die höchsten Werte. Nur schwache Enzymaktivitäten zeigen *Abramis ballerus*, *Chondrostoma* und *Scardinius*.

Tabelle 2

| Trypsin (Units / ml)      |     | Amylase (Units / ml)      |      |
|---------------------------|-----|---------------------------|------|
| <i>Barbus</i>             | 683 | <i>Barbus</i>             | 53,3 |
| <i>Aspius</i>             | 498 | <i>Rutilus</i>            | 31,3 |
| <i>Alburnus</i>           | 473 | <i>Alburnus</i>           | 25,3 |
| <i>Abramis brama</i>      | 443 | <i>Blicca</i>             | 17,6 |
| <i>Rutilus</i>            | 400 | <i>Abramis brama</i>      | 14   |
| <i>Blicca</i>             | 390 | <i>Leuciscus cephalus</i> | 13,9 |
| <i>Leuciscus cephalus</i> | 288 | <i>Chondrostoma</i>       | 13,5 |
| <i>Abramis ballerus</i>   | 271 | <i>Scardinius</i>         | 11,2 |
| <i>Chondrostoma</i>       | 171 | <i>Aspius</i>             | 8,6  |
| <i>Scardinius</i>         | 67  | <i>Abramis ballerus</i>   | 7    |



Interessant ist auch das Trypsin - Amylase Verhältnis (Tab. 3): Carnivore Fischarten haben im allgemeinen relativ stärkere Proteasen, herbivore hingegen relativ stärkere Amylase (Agrawal et al. 1975). Und das zeigt sich recht deutlich: Die stärksten Herbivoreneigenschaften hat Scardinius vor Chondrostoma und Rutilus, die stärksten Carnivoreneigenschaften der fischfressende Aspius aspius vor dem zooplanktonfressenden Abramis ballerus. Eine Art paßt aber überhaupt nicht in dieses Schema, die carnivore Barbe, die das gleiche Trypsin - Amylaseverhältnis hat wie die algenfressende Nase. Die Barbe zeigt also, ungeachtet ihrer Ernährungsweise, im Verdauungssystem anatomische wie physiologische Eigenschaften Herbivorer: den relativ langen Darm, die hohe "Rückresorptionsrate" und die relativ hohe Amylaseaktivität. Muus & Dahlström (1978) geben als Nahrung "Bodentiere" an, die von mir untersuchten Exemplare (von zwei Standorten) hatten alle Mollusken gefressen.

Wie man nun diese Diskrepanz zwischen der Ernährungsweise und den Anpassungen des Verdauungssystems der Barbe interpretieren könnte, möchte ich derzeit keine Spekulationen anstellen.

---

Tabelle 3

| Art                         | Trypsin Units : (Amylase Units . 10) |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Scardinius erythrophthalmus | 0,6                                  |
| Rutilus rutilus             | 1,2                                  |
| Chondrostoma nasus          | 1,3                                  |
| Barbus barbus               | 1,3                                  |
| Leuciscus cephalus          | 2,1                                  |
| Alburnus alburnus           | 2,1                                  |
| Blicca bjoerkna             | 2,2                                  |
| Abramis brama               | 3,2                                  |
| Abramis ballerus            | 3,9                                  |
| Aspius aspius               | 5,8                                  |

---

Literatur

- AGRAWAL, V. P., SASTRY, K.V., KAUSHAB, S.K.S. (1975) Digestive enzymes of three teleost fishes. Acta physiol. hung. 46, 93 - 98
- HOFER, R., SCHIEMER, F. (1981) Proteolytic activity in the digestive tract of several species of fish with different feeding habits. Oecologia 48; 342 - 345
- LIEBOW, C., ROTHMAN, S.S. (1975) Enteropancreatic circulation of digestive enzymes Science, 189, 472 - 474
- MUUS, P.S., DAHLSTRÖM, P. (1978) Süßwasserfische Europas. BLV, München, Bern, Wien
- NOAILLAC - DEPEYRE, J., GAS, N. (1973) Absorption of protein macromolecules by the enterocytes of the carp (Cyprinus carpio) Z. Zellforsch. mikrosk. Anat, 146, 525 - 541
- RICK, W. (1974) Trypsin. In: Methoden der enzymatischen Analyse (Bergmeyer ed.) Verlag Chemie, Weinheim /Bergstraße.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [BFB-Bericht \(Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland, Illmitz 1](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [58](#)

Autor(en)/Author(s): Reimer Gerhard

Artikel/Article: [Vergleichende Untersuchungen zur Rückresorption von Verdauungsenzymen bei einheimischen Cypriniden 77-79](#)