

Zur Biologie des Blutegels

Systematik

Der Blutegel gehört zu den Ringelwürmern, wie auch unser Regenwurm. Im Vergleich zu diesem haben die Egel einen viel stärker spezialisierten Körperbau.

Stamm: Ringelwürmer (Annelida)
Klasse: Gürtelwürmer (Clitellata)
Ordnung: Egel (Hirudinea)
Familie: Eigentliche Blutegel (Hirudinidae)
Gattung: Hirudo
Art: Europäischer Blutegel (Hirudo medicinalis)

Vorkommen

Der Blutegel lebt in Teichen, Gräben und Tümpeln mit passender Nahrung, sauberem Wasser, strukturiertem Untergrund und erdigem Ufer. Er ist ein Beispiel für viele Tierarten, die als Folge von Übernutzung und Verlust von Lebensraum fast oder ganz ausgestorben sind. Neben seiner übertriebenen Nutzung für medizinische Anwendungen im 19. Jahrhundert wurde sein Lebensraum durch die Elimination von Auenlandschaften und die Trockenlegung von Sümpfen eingeengt. Der Blutegel wird in der eidgenössischen "Verordnung über den Natur und Heimatschutz" erwähnt.

Körperbau

Typisch für die Ringelwürmer ist ihr segmentaler Körperbau, bei dem gleichartige Körperabschnitte mehrfach aneinander gereiht sind. Die Egel haben 34 Körpersegmente, wobei die ersten 6 den Kopf bilden und die letzten 7 den hinteren Saugfuss. In jedem Segment liegt auch ein Ganglion, also eine Ansammlung von Nervenzellen. Es sind um die 400 Nervenzellen pro Ganglion. Diese noch überschaubare Menge ist eine der Eigenschaften, die den Blutegel für die neurologische Grundlagenforschung zu einem bevorzugten Organismus werden liessen.

Lebenszyklus

Blutegel sind Zwitter und können sich gegenseitig befruchten, eine Selbstbefruchtung ist nicht möglich. Die Befruchtung geschieht im Körper. Ca. 1 - 9 Monate später steigen die Egel zur Eiablage aus dem Wasser, weshalb ihre Lebensweise als amphibisch bezeichnet wird. Die Eier werden in einem selbst gegrabenen Erdloch im Uferbereich in einen Kokon abgelegt, aus dem nach ca. 2 Wochen 10 bis 30 Junge Egel von ca. 2 cm Länge und ca. 30 mg Gewicht schlüpfen. Blutegel können bei guter Pflege 20 Jahre, in seltenen Fällen bis 27 Jahre alt, 20 cm lang und 2 cm breit werden. Frühestens nach einem Jahr werden sie geschlechtsreif.

Nahrungssuche

Blutegel leben nach dem Schlüpfen räuberisch von kleinen Wassertieren, später von Amphibienblut. Um geschlechtsreif zu werden brauchen sie Säugerblut. Blutegel finden ihre Nahrung mit Hilfe von chemischen, mechanischen, thermischen und optischen Sinnen. Ihre 5 Augenpaare am Kopf können einen vorbeihuschenden Schatten wahrnehmen. Hungrige Blutegel schwimmen auf Objekte zu, die Wellen verursachen. An ihrem Opfer suchen sie nach warmen Stellen.

Das Fressverhalten wird durch einen Stimulus auf Chemosensoren in der dorsalen Lippe ausgelöst. Es genügt eine Lösung aus NaCl (150 mM) und Arginin (90 μ M), wobei andere Salze oder andere Aminosäuren weinger bis nicht wirksam sind (Elliott 1986).

Nahrungsaufnahme

Der Egel saugt sich mit dem vorderen Saugnapf auf der Haut des Wirtes fest und sägt diese mit seinen drei sternförmig angeordneten Zahnleisten auf. Zwischen den Kalkzähnen münden Speicheldrüsen, deren Sekret in die Wunde abgegeben wird.

Während des Saugaktes treten einige typische Verhaltensmuster auf: die Erweiterung der Kiefer, die verminderte Reaktionsbereitschaft auf äussere Reize, die Produktion von Schleim, die Entspannung der Körperhaut und peristaltische Bewegungen, die durch den Körper gehen (Wilson, Kristan et al. 1996).

Schon während der Nahrungsaufnahme wird ein Teil der Blutflüssigkeit vom Egel über die Nephridien ausgeschieden. Die aufgenommene Blutmenge ist nicht proportional zur Grösse des Egels; für 1 g schwere Individuen 8.3 g, für 2 g schwere Individuen 9.7 g. Das Ende des Saugaktes wird durch die Körperdehnung ausgelöst (Lent and Dickinson 1987).

Verdauung

Ausser Exopeptidasen produziert der Blutegel keine Verdauungsenzyme. Für die Verdauung ist er auf symbiotische Bakterien angewiesen. Diese findet im relativ kurzen Darm statt. Der Magen dient nur der Vorratshaltung. Das Globin wird verdaut, während mit den Fäkalien fast reines Häm ausgeschieden wird.

Nach einer Blutmahlzeit verlieren die Egel ihre Beisslust. Sie verweilen auf dem Grund der Gewässer. Der Wechsel vom Fressverhalten zum Verdauverhalten wird von Serotonin gesteuert. Mehr als ein Jahr können sie danach ohne Nahrungsaufnahme überleben.

Symbiotische Bakterien

E. coli, die normalerweise im Darm des Menschen vorkommen, werden im Verdauungstrakt des Blutegels durch aufkonzentrierte Abwehrsubstanzen aus dem Wirtsblut abgetötet. Das Bakterium *Aeromonas veronii* besiedelt als einzige Art den Verdauungstrakt des Blutegels (Indergand and Graf 2000). Es produziert ein Antibiotikum, das andere Bakterien hemmt und das aufgenommene Blut für einen langen Zeitraum konserviert. Es liefert zudem wichtige Verdauungsenzyme, wahrscheinlich auch Vitamine. Blutsaugende Egel haben nur eine Bakterienart als Symbiont, während nicht-blutsaugende Egel mehrere verschiedene haben.

Speichelsekrete

Normalerweise führt eine Verletzung zu einer Entzündung mit einer Ansammlung von vielen Leukozyten. Es ist im Interesse der Blutegels, dieses bei seinen "Opfern" zu vermeiden, denn während der Monate, in denen die Blutmahlzeit verdaut wird, würden die Leukozyten Blut abbauende Enzyme freisetzen. Es ist eine Herausforderung für den Blutegel, beim Wirt die Feststellung einer Verletzung während des Bisses zu verhindern und damit eine lokale Entzündung zu vermeiden. Er gibt Substanzen ab, die den Wundverschluss verhindern und das Blut während der Aufnahme und der Verdauung flüssig erhalten (Salzet 2001).

Hirudin hemmt die Blutgerinnung durch eine spezifische Hemmung des Thrombins, wirkt gefässerweiternd, harntreibend und antibiotisch. Es hält die Wunde für den ca. 30 minütigen Saugakt offen und das Blut fließfähig.

Calin hemmt die Blutgerinnung durch eine spezifische Hemmung der durch Kollagen ausgelösten Blutplättchen-Aggregation. Calin hat aber im Gegensatz zu Hirudin eine wesentlich längere Wirkzeit und sorgt somit für die ca. 12 Stunden dauernde Reinigung der Wunde durch Nachbluten.

Hyaluronidase (auch unter dem Warenzeichen "Orgelase" bekannt) wirkt in den Gewebezweischenräumen schleimlösend. Sie erhöht die Gewebs- und Bindegewebdurchlässigkeit und sorgt dafür, dass sich die anderen Wirksubstanzen an der Biss-Stelle ausbreiten können. Sie wirkt möglicherweise auch antibiotisch.

Destabilase und γ -Glutamyl-Tanspeptidase lösen Quervernetzungen in den Fibrin-Klumpchen auf und wirken somit thrombolytisch. Destabilase ist in der pharmazeutischen Zubereitung "Piyavit" enthalten.

Egline (a, b, c) hemmen Verdauungsproteasen. Sie wirken gerinnungs-, elastase- und entzündungshemmend. Sie wirken als Antioxidantien und Radikalfänger.

Bdellin ist ein Plasminhemmer und wirkt entzündungshemmend.

Apyrase wirkt der Aggregation der Blutplättchen entgegen und verflüssigt damit das Blut.

Kollagenase und Yagin sind weitere Substanzen, die über unterschiedliche Wirkmechanismen an der Gerinnungshemmung beteiligt sind.

Lipasen und Esterasen lösen Fett auf.

Histaminähnliche Substanz wirkt gefässerweiternd.

Eine anästhesierende Substanz führt zur Schmerzunempfindlichkeit beim Saugen.

Rekombinantes Hirudin

Das Hirudin, einer der Wirkstoffe aus dem Speichel des Blutegels, wurde als erster auch gentechnisch hergestellt. Dazu wird das Hirudin-Gen ins Genom eines Mikroorganismus eingebaut, z.B. *Escherichia coli* (Darmbakterium), *Saccharomyces cerevisiae* (Hefe) oder *Acremonium chrysogenum* (ein fädiger Pilz) (Salzet 2001). Diese Mikroorganismen produzieren dann Hirudin.

Literatur

- Elliott, E. J. (1986). "Chemosensory stimuli in feeding behavior of the leech *Hirudo medicinalis*." J Comp Physiol [A] **159**(3): 391-401.
- Herter, K. (1968). "Der Medizinische Blutegel und seine Verwandten." Die neue Brehm-Bücherei. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- Indergand, S. and J. Graf (2000). "Ingested blood contributes to the specificity of the symbiosis of *Aeromonas veronii* biovar *sobria* and *Hirudo medicinalis*, the medicinal leech." Applied and Environmental Microbiology **66**(11): 4735-4741.
- Lent, C. M. and M. H. Dickinson (1987). "On the termination of ingestive behaviour by the medicinal leech." J Exp Biol **15**: 1311-15.
- Mann, K. H. (1962). "Leeches (Hirudinea). Their Structure, Physiology, Ecology and Embryology." Pergamon Press, Oxford, London, New York, Paris.
- Salzet, M. (2001). "Anticoagulants and inhibitors of platelet aggregation derived from leeches." FEBS Letters **492**: 187-192.
- Wilson, R. J., W. B. Kristan, et al. (1996). "An increase in activity of serotonergic Retzius neurones may not be necessary for the consummatory phase of feeding in the leech *Hirudo medicinalis*." J Exp Biol **199**(Pt 6): 1405-14.
- Internet: <http://www.blutegel.de>
<http://www.benecke.com/blutegel.html>
<http://www.benecke.com/hirudo.html>
<http://www.rmcp.co.uk/MedicinalLeech.html>
<http://www.leeches-medicinalis.com>
<http://www.biopharm-leeches.com/pdf/bioandbehav.pdf>