

Abstract

Gluing for the future – Characterisation of the gland system of *Latia neritoides* (Mollusca, Gastropoda, Hygrophila)

Sophie Greistorfer, Janek von Byern, Ingrid Miller, Victor Benno Meyer-Rochow, Peter Ladurner, Robert Farkas, Gerhard Steiner

Bioadhesives derived from various organisms, including bacteria, plants, and animals, have evolved over millions of years to meet specific needs. One particularly promising biomaterial is snail mucus, which has potential benefits for human skin regeneration (Tsoutsos et al. 2009) as it has been widely used as an agent in the folk medicinal armamentarium to treat dermatoses and other skin problems (Meyer-Rochow 2017).

The limpet-like New Zealand pulmonate *Latia neritoides* produces luminescent and adhesive mucus when threatened, a unique trait among freshwater gastropods. While the *Latia* luciferin-luciferase system is fundamentally understood, questions persist regarding the source and the composition of the adhesive mucus, and the location of the responsible glands (Shimomura et al. 1972; Shimomura & Johnson, 1968a, 1968b). There are two hypotheses concerning where the luminescent mucus is produced and released: the lateral foot region and/or the mantle cavity (Bowden 1950, Meyer-Rochow & Moore, 1988).

Histochemical and morphological investigations in the lateral foot area revealed two distinct types of glandular cells (Greistorfer et al. 2023a, b). However, video footage indicates that the luminescent component is primarily released from within the mantle cavity. We used a μ -CT stack to examine the entire animal for mucus reservoirs and alternative glandular cell structures, which could be involved in the defence mucus system.

Comparing protein profiles obtained from electrophoretic separation of the defensive and trail mucus reveals significant disparities in total protein concentration, the number and the physicochemical characteristics of proteins. We detected unknown proteins that seem to be unique to the glowing mucus. Increasing our knowledge on these unique proteins in the defence mucus not only helps us understand *Latia neritoides*' luminescent mucus system, but also aid in developing novel aqueous medical adhesives for use in moist environments, such as tissue sealants and for haemostasis.

Greistorfer S, Byern J v, Miller I, Meyer-Rochow V B, Ladurner P, Farkas R, Steiner G (2024) Kleben für die Zukunft – Charakterisierung des Drüsenystems von *Latia neritoides* (Weichtiere, Gastropoda, Hygrophila).

Biologische Klebstoffe verschiedener Organismen, einschließlich Bakterien, Pflanzen und Tieren, haben sich über Millionen von Jahren entwickelt, um spezifischen Bedürfnissen gerecht zu werden. Ein besonders vielversprechendes Biomaterial ist Schnecken-schleim, der die Regeneration der menschlichen Haut unterstützen kann (Tsoutsos et al. 2009). Das unterstreicht dessen jahrhundertelange volksmedizinische Anwendung als Mittel gegen Dermatosen und andere Hautprobleme (Meyer-Rochow 2017). Die neuseeländische Süßwasserschnecke *Latia neritoides* produziert bei Bedrohung lumineszierenden und klebrigen Mucus, ein einzigartiges Phänomen unter Süßwasser-Gastropoden. Während das *Latia*-Luciferin-Luciferase-System schon erforscht ist, gibt es noch offene Fragen bezüglich des Ursprungs und der Zusammensetzung des Abwehrmucus, sowie der Lokalisierung der verantwortlichen Drüsen (Shimomura et al. 1972; Shimomura & Johnson 1968a, 1968b). Es gibt zwei Hypothesen darüber, wo der Abwehrmucus produziert und freigesetzt wird: in der seitlichen Fußregion und/oder in der Mantelhöhle (Bowden 1950, Meyer-Rochow & Moore 1988).

Histochemische und morphologische Untersuchungen im lateralen Fußbereich zeigen zwei unterschiedliche Arten von Drüsenzellen (Greistorfer et al 2023a, b). Allerdings deutet Videomaterial darauf hin, dass der lumineszierende Bestandteil hauptsächlich aus der Mantelhöhle freigesetzt wird. Wir nutzten einen μ -CT-Stack, um das gesamte Tier auf Mucusreservoirs und alternative drüsenartige Strukturen zu untersuchen, die am Verteidigungssystem beteiligt sein könnten.

Ein Vergleich der Proteinprofile aus der elektrophoretischen Trennung dieses Verteidigungs- und des herkömmlichen Kriechschleims zeigt signifikante Unterschiede sowohl in der Gesamtproteinkonzentration als auch in der Anzahl und den physikochemischen Eigenschaften der enthaltenen Proteine. Dabei haben wir neue Proteine entdeckt, die einzigartig für den leuchtenden Mucus zu sein scheinen. Das vermehrte Wissen über diese spezifischen Proteine im Abwehrschleim hilft nicht nur, das Mucussystem von *Latia neritoides* zu verstehen, sondern fördert auch die Entwicklung neuartiger medizinischer Klebstoffe, die für den Einsatz unter feuchten Bedingungen geeignet sind, wie z. B. in Geweben und bei der Hämostase.

Keywords: ultrastructural analyses, bioadhesives, 3D reconstruction, skin regeneration, mucus.

Literature

- Bowden B J (1950) Some observations on a luminescent freshwater limpet from New Zealand. *Biol. Bull.* 99, 373–380. DOI <https://doi.org/10.2307/1538467>
- Greistorfer S, von Byern J, Miller I, Meyer-Rochow V B, Farkas R & Steiner G (2023a) A histochemical and morphological study of the mucus producing pedal gland system in *Latia neritoides* (Mollusca; Gastropoda; Hygrophila). *Zoology* 156. DOI <https://doi.org/10.1016/j.zool.2022.126067>
- Greistorfer S, von Byern J, Miller I, Meyer-Rochow V B, Farkas R & Steiner G (2023b) Corrigendum to “A histochemical and morphological study of the mucus producing pedal gland system in *Latia neritoides* (Mollusca; Gastropoda; Hygrophila)” [*Zoology* 156 (2023a)]. *Zoology* 159. DOI <https://doi.org/10.1016/j.zool.2023.126101>
- Meyer-Rochow V B, Moore S (1988) Biology of *Latia neritoides* GRAY 1850 (Gastropoda, Pulmonata, Basomatophora): the only light-producing freshwater snail in the world. *Int. Rev. der gesamten Hydrobiol. und Hydrogr* 73, 21–42. DOI <https://doi.org/10.1002/iroh.19880730104>
- Meyer-Rochow V B (2017) Therapeutic arthropods and other, largely terrestrial, folk-medicinally important invertebrates: a comparative survey and review: *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 13, 9. DOI <https://doi.org/10.1186/s13002-017-0136-0>
- Shimomura O, Johnson F H (1968a) Purification and properties of the luciferase and of a protein cofactor in the bioluminescence system of *Latia neritoides*. *Biochemistry* 7, 2574–2580. DOI <https://doi.org/10.1021/bi00847a019>
- Shimomura O, Johnson F H (1968b) The structure of *Latia* luciferin. *Biochemistry* 7, 1734–1738. DOI <https://doi.org/10.1021/bi00845a017>
- Shimomura O, Johnson F H, Kohama Y, (1972) Reactions involved in bioluminescence systems of limpet (*Latia neritoides*) and Luminous Bacteria. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 69, 2086–2089. DOI <https://doi.org/10.1073/pnas.69.8.2086>
- Tsoutsos D, Kakagia D, Tamparopoulos K (2009) The efficacy of *Helix aspersa* Müller extract in the healing of partial thickness burns: a novel treatment for open burn management protocols. *J. Dermatol. Treat.* 20, 219–222. DOI <https://doi.org/10.1080/09546630802582037>

Received: 2023 12 20

Addresses:

Sophie Greistorfer, E-Mail: sophie.greistorfer@univie.ac.at (corresponding author)
Recipient of a DOC Fellowship of the Austrian Academy of Sciences at the Department
of Evolutionary Biology, University of Vienna, Austria.

Janek von Byern
Ludwig Boltzmann Institute for Experimental and Clinical Traumatology, Austrian
Cluster for Tissue Regeneration, Vienna, Austria.

Ingrid Miller, Institute of Medical Biochemistry, University of Veterinary Medicine
Vienna, Vienna, Austria.

Victor Benno Meyer-Rochow
Department of Ecology and Genetics, Oulu University, Oulu, Finland.
Agricultural Science and Technology Research Institute, Andong National University,
Andong, Republic of Korea.

Peter Ladurner
Institute of Zoology and Centre of Molecular Bioscience Innsbruck, University of
Innsbruck, Innsbruck, Austria.

Robert Farkas
Laboratory of Developmental Genetics, Institute of Experimental Endocrinology,
Biomedical Centre, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovakia.

Gerhard Steiner
Department of Evolutionary Biology, University of Vienna, Vienna, Austria.