

## **Заключение диссертационного совета МГУ.015.8**

**по диссертации на соискание ученой степени доктора наук**

**Решение диссертационного совета от «17» апреля 2023 г. № 5**

О присуждении **Ворцепневой Елены Владимировны**, гражданке РФ, ученой степени доктора биологических наук.

Диссертация «Глоточное вооружение брюхоногих моллюсков (Gastropoda, Mollusca): онтогенез и эволюция» по специальности 1.5.12 – «зоология» принята к защите диссертационным советом МГУ.015.8 10.02.2023 г. протокол № 2.

Соискатель **Ворцепнева Елена Владимировна** 1981 года рождения, в 2003 году окончила ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» по специальности зоология (специализация – зоология беспозвоночных).

Ворцепнева Е.В. обучалась в очной аспирантуре факультета на кафедре зоологии беспозвоночных биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова по специальности зоология 03.02.04 с 01.10.2003. по 01.10.2006 г., В 2006 г. защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на тему «*Asetocalamyzas laonicola* Tzetlin, 1985 (Spionidae) – полихета с эктопаразитическим самцом» в диссертационном совете Д 501.001.20 МГУ имени М.В. Ломоносова.

Соискатель с 2007 г. по настоящее время **работает** на кафедре зоологии беспозвоночных биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, в должности старшего научного сотрудника с 2016 г.

Диссертация выполнена на кафедре зоологии беспозвоночных биологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». Научный консультант – доктор биологических наук, доцент Цетлин Александр Борисович, профессор кафедры зоологии беспозвоночных биологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

**Воронежская Елена Евгеньевна**, доктор биологических наук, Институт биологии развития Им. Н.К. Кольцова РАН, лаборатория сравнительной физиологии развития, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории.

**Котов Алексей Алексеевич** – доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, Профессор РАН, Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, лаборатория экологии водных сообществ и инвазий, врио, главный научный сотрудник.

**Слюсарев Георгий Сергеевич** – доктор биологических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра зоологии беспозвоночных, профессор.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 95 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 37 печатных работы, из них 19 статей в рецензируемых журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus и/или Web of Science, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.5.12 – зоология.

Наиболее значимые публикации по теме диссертации:

1. **Vortsepneva E.**, Ivanov D., Purschke G., Tzetlin A. Morphology of the jaw apparatus in 8 species of Patellogastropoda (Mollusca, Gastropoda) with special reference to *Testudinalia tesulata* (Lottiidae) // *Zoomorphology*. — 2013. — Vol. 132. — P. 359–377. DOI 10.1007/s00435-013-0199-y. CiteScore 2.3
2. **Ворцепнева Е. В.**, Цетлин А. Б. Новые данные по тонкому строению крючьев *Clione limacina* (Gastropoda, Heterobranchia, Gymnosomata) и разнообразие челюстного аппарата Gastropoda // *Зоологический журнал*. — 2014. — Vol. 93. № 3. — P. 466–478. CiteScore 0.8.
3. **Vortsepneva E.**, Ivanov D., Purschke G., Tzetlin A. Fine morphology of the jaw apparatus in one species of Fissurellidae (*Puncturella noachina*) // *Journal of Morphology*. — 2014. — Vol. 275. № 7. — P. 775–787. DOI 10.1002/jmor.20259. CiteScore 2.9.
4. Mikhlina A. L., **Vortsepneva E.**, Tzetlin A. Functional morphology of the buccal complex of *Flabellina verrucosa* (Opisthobranchia, Gastropoda) // *Invertebrate zoology*. — 2015. — Vol. 12. — № 2. — P. 175–196. DOI 10.15298/invertzool.12.2.04. CiteScore 2.0.
5. **Vortsepneva E.**, Tzetlin A., Budaeva N. Morphogenesis and fine structure of the developing jaws of *Mooreonuphis stigmatis* (Onuphidae, Annelida) // *Zoologischer Anzeiger*. — 2017. — Vol. 267. — P. 42–62. DOI 10.1016/j.jcz.2017.02.002. CiteScore 2.5.
6. Mikhlina A., Tzetlin A., **Vortsepneva E.** Renewal mechanisms of buccal armature in *Flabellina verrucosa* (Nudibranchia: Aeolidida: Flabellinidae) // *Zoomorphology*. — 2018. — Vol. 137. — № 1. — P. 31–50. DOI 10.1007/s00435-017-0370-y. CiteScore 2.3.
7. **Vortsepneva E.**, Tzetlin A. General morphology and ultrastructure of the radula of *Testudinalia testudinalis* (O. F. Müller, 1776) (Patellogastropoda, Gastropoda) // *Journal of Morphology*. — 2019. — Vol. 280. № 11. — P. 1714–1733. DOI 10.1002/jmor.21063. CiteScore 2.9.
8. **Vortsepneva E.**, Tzetlin A., Kantor Y. First ultrastructural study of the formation of the hypodermic radula teeth of *Conus* (Neogastropoda: Conidae) // *Journal of Molluscan Studies*. — 2019. — Vol. 85. № 2. — P. 184–196. DOI 10.1093/mollus/eyz010. CiteScore 2.3

9. Mikhlina A. L., Tzetlin A. B., Ekimova I. A., **Vortsepneva E. V.** Drilling in the dorid species *Vayssierea* cf. *elegans* (Gastropoda: Nudibranchia): functional and comparative morphological aspects // *Journal of Morphology*. — 2019. — Vol. 280. № 1. — P. 119–132. DOI 10.1002/jmor.20922. CiteScore 2.9.
10. **Vortsepneva E. V.** Radula morphology of *Clione limacina* (Phipps, 1774) (Gastropoda: Heterobranchia: Gymnosomata) // *Invertebrate zoology*. — 2020. — Vol. 17. № 3. — P. 291–309. DOI 0.15298/invertzool.17.3.06. CiteScore 2.0.
11. **Vortsepneva E.**, Herbert D. G., Kantor Y. Radula formation in two species of Conoidea (Gastropoda) // *Journal of Morphology*. — 2020. — Vol. 281. — № 10. — P. 1328–1350. DOI 10.1002/jmor.21250. CiteScore 2.9.
12. Tzetlin A., Budaeva N., **Vortsepneva E.**, Helm C. New insights into the morphology and evolution of the ventral pharynx and jaws in Histriobdellidae (Eunicida) // *Zoological Letters*. — 2020. — Vol. 6. — № 1. — P. 1–19. DOI 10.1186/s40851-020-00168-2. CiteScore 5.4.
13. Mikhlina A., Ekimova I., **Vortsepneva E.** Functional morphology and post-larval development of the buccal complex in *Eubbranchus rupium* (Nudibranchia: Aeolidida: Fionidae) // *Zoology*. — 2020. — Vol. 143. 125850. — P. 1–16. DOI 10.1016/j.zool.2020.125850. CiteScore 3.3.
14. **Vortsepneva E.**, Khramova Y. V., Nikishin D. A. Development of the limpet *Testudinalia testudinalis* (O. F. Müller, 1776) (Patellogastropoda, Mollusca) from the White Sea, with special reference to the radula // *Invertebrate Reproduction and Development*. — 2020. — Vol. 64. — № 4. — P. 296–311. DOI 10.1080/07924259.2020.1821798. CiteScore 1.7.
15. **Vortsepneva E.**, Herbert D. G., Kantor Y. The rhipidoglossan radula: formation and morphology of the radula in *Puncturella noachina* // *Journal of Morphology*. — 2021. — Vol. 282. — № 10. — P. 1523–1532. DOI 10.1002/jmor.21402. CiteScore 2.9.
16. **Vortsepneva E.**, Herbert D. G., Kantor Y. The rhipidoglossan radula: formation and development in *Margarites helycinus* Phipps, 1774 (Trochoidea, Vetigastropoda) // *Journal of Morphology*. — 2021. — Vol. 282. — № 11. — P. 1683–1697. DOI 10.1002/jmor.21413. CiteScore 2.9.
17. **Vortsepneva E.**, Herbert D. G., Kantor Y. The rhipidoglossan radula: radular morphology and formation in *Nerita litterata* (Gmelin, 1791) (Neritimorpha, Neritidae) // *Journal of Morphology*. — 2022. — Vol. 283. — № 3. — P. 363–373. DOI 10.1002/jmor.21448. CiteScore 2.9.
18. Mikhlina A., Lisova E., **Vortsepneva E.** Formation of buccal armature of *Cadlina laevis* (Linnaeus, 1767) (Nudibranchia, Gastropoda) // *Zoomorphology*. — 2022. — Vol. 141. — № 3. — P. 245–261. DOI 10.1007/s00435-022-00576-2. CiteScore 2.3.

19. **Vortsepneva E.**, Mikhlina A., Kantor Y. Main patterns of radula formation and ontogeny in Gastropoda // Journal of Morphology. — 2023. — Vol284. — № 1. — P. 1–19 DOI 10.1002/jmor.21538. CiteScore 2.9.

На диссертацию и автореферат поступило 8 дополнительных отзывов, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался близостью их научных интересов к теме диссертации, высоким профессионализмом компетентностью в данной области, наличием большого числа научных публикаций и отсутствием формальных препятствий к оппонированию. Это подтверждается представленными ими сведениями и списком научных публикаций в рецензируемых научных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основе огромного массива новых оригинальных данных по десяткам видов моллюсков, полученных с применением всего арсенала современных методов морфологии впервые для трохофорных животных описан принципиально новый механизм синтеза твердых структур, который обеспечивает формирование уникального органа, характерного только для моллюсков – сериальной радулы. На основе анализа полученных данных был предложен и обоснован ряд новых гипотез о путях эволюционных трансформаций глоточного вооружения как в классе гастропод, так и во всем типе моллюсков; впервые была обоснована гипотеза о гетерохронии при формировании глоточного вооружения гастропод.

В работе впервые были получены данные по цитологической организации зоны формирования радулы половозрелых стадий 31 вида из пяти подклассов Gastropoda, в том числе впервые для трёх подклассов. Для 21 вида из 20 семейств всех пяти подклассов гастропод впервые были получены трёхмерные реконструкции пищедобывательного аппарата с сопутствующими системами органов. Для 10 видов были впервые получены данные по пролиферативной активности в зоне формирования радулы. Для 15 видов впервые были получены данные по ультратонкому строению зоны формирования радулы и челюстей.

Для 11 видов впервые были получены данные по закладке глоточного вооружения на ранних стадиях онтогенеза на ультраструктурном уровне. На данный момент это единственные описания строения и гистогенеза ларвальных радул у моллюсков. Полученные результаты легли в основу выводов о клеточной дифференцировке эпителия радулярного мешка в онтогенезе, что дало основания для определения филогенетически значимых признаков и выявления общих закономерностей при формировании различных типов радул.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Возобновление глоточного вооружения гастропод осуществляется двумя механизмами секреции: непрерывным и периодическим. Периодический тип секреции является новоприобретённым для моллюсков и обеспечивает синтез сериальных зубов радулы и зубчиков челюстей.

2. Для раннего онтогенеза гастропод характерна гетерохрония — смещение закладки definitivoного органа (радулы) на личиночные стадии в силу сложной организации радулярного аппарата. В большинстве случаев тип радулы определяется на личиночной стадии, хотя она состоит из меньшего количества зубов, чем взрослая радула. Только у *Patellogastropoda* радула на личиночной стадии отличается от радулы взрослых особей наличием центрального зуба, который редуцируется в позднем развитии.

3. Эволюционные трансформации глоточного вооружения шли по нескольким направлениям, прослеженным для разных подклассов, и были сопряжены с модификациями клеточного состава зоны формирования радулы и челюстей.

4. Особенности гистогенеза радулы и челюстей на разных стадиях онтогенеза легли в основу новой гипотезы об эволюции глоточного вооружения гастропод, согласно которой анцестральным состоянием являются парные челюстные пластинки и флексиглоссная радула с 11-17 зубами в поперечном ряду и слабым разделением латеральных и маргинальных зубов.

**Результаты работы вносят значительный вклад** в выявление общих закономерностей формирования радулы и челюстей брюхоногих моллюсков. Полученные данные по гистогенезу глоточного вооружения на разных стадиях онтогенеза являются новыми для малакологии и открывают возможности для формирования нового взгляда на эволюционные процессы внутри группы. Выявленные в работе цитологические особенности возобновления глоточного вооружения гастропод позволяют понять механизм формирования уникальной для всех моллюсков структуры — сериальной радулы — и предположить принципиально новый для моллюсков механизм синтеза зубов. Полученные результаты послужили основой для формирования нового взгляда на эволюционные трансформации пищедобывательного аппарата *Gastropoda*.

Полученные данные лягут в основу лекционных специализированных курсов, обобщения могут войти в учебники и методические пособия.

Беспозвоночные в целом и гастроподы в частности являются важными модельными объектами для решения многих биологических задач, включая медицинские, биохимические, молекулярные и т. п. Выявление разнообразия механизмов формирования и возобновления армированных структур, к которым относится в том числе и глоточное вооружение гастропод, может сыграть важную роль в создании биокompозитных материалов, которые могут найти применение в медицине. Для успешного решения этих медицинских задач необходимо найти новые удобные объекты, с одной стороны подходящие для исследования процесса регенерации и возобновления твёрдых минерализованных структур, а с другой — способные стать модельными. Полученные в данной работе результаты по морфогенезу и закладке радулы в эмбриогенезе могут стать ключевыми в изучении синтеза и матричной биоминерализации армированных структур, и дать толчок к созданию принципиально новых моделей для изучения формирования биокompозитных материалов.

На заседании 17.04.2023 г. диссертационный совет принял решение присудить **Ворцепневой Е.В.** ученую степень доктора биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 10 докторов наук, по специальности 1.5.12. «зоология», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за 15, против 1, недействительных бюллетеней (голосов) 0.

Председатель  
диссертационного совета

Полилов А.А.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Перфильева К.С.

17.04.2023 г.