



<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-4-6>

УДК 639.3:575.224

Тип статьи: оригинальная

Type of article: original

К вопросу domestikации отдельных видов дождевых червей семейства Lumbricidae

Коровин А.А., (✉) Голембовский В.В.

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

Ставропольский край, г. Михайловск, Россия

(✉) e-mail: vv26@yandex.ru

Отсутствие технологических червей, максимально адаптированных к субстрату как объекту жизнедеятельности и сырью, препятствует широкому внедрению экологически чистых технологий вермикомпостирования и вермиремедиации. Исследование по domestikации дождевых червей семейства Lumbricidae *Dendrobaena veneta* и *Lumbricus terrestris* и по получению их гибрида проведено на территории Ставропольского края. Отобранные по результатам морфологического видотипирования для формирования маточного поголовья и гибридизации в качестве родительских форм *Dendrobaena veneta* и *Lumbricus terrestris* содержались в вермиреакторах и буртах как раздельно, так и совместно. Средой для жизнедеятельности и вермикомпостирования последовательно выступали верховой торф, подстилочный и бесподстилочный навоз крупного рогатого скота. В ходе эксперимента черви последовательно перерабатывали загруженное в вермиреактор сырье, постепенно перерабатывали токсичные сельскохозяйственные отходы, спаривались, выбрасывали коконы. Так последовательно происходила селекция нового подвида червя, адаптированного к запланированному виду корма, представленному органическими отходами животного и/или растительного происхождения. При этом черви не испытывали каких-либо стресс-факторов, постепенно адаптируясь к изменяющемуся физико-химическому составу кормовой смеси. И использованные в эксперименте дождевые черви успешно прошли domestikацию, в том числе в различных видах субстратов с нарастающим содержанием отходов животного происхождения. Выведенный в ходе эксперимента гибрид продемонстрировал более высокие экономические показатели по вермикомпостированию сельскохозяйственных отходов, что позволяет рекомендовать его в качестве технологического червя в условиях промышленной технологии.

Ключевые слова: дождевые черви Lumbricidae, *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus terrestris*, вермикомпостирование, domestikация, селекция

To the question of domestikation of some species of earthworms of the family Lumbricidae

Korovin A.A., (✉) Golembovskii V.V.

North Caucasus Federal Agrarian Research Centre

Mikhailovsk, Stavropol Territory, Russia

(✉) e-mail: vv26@yandex.ru

The lack of technological worms, maximally adapted to the substrate as an object of life activity and raw materials, prevents the wide introduction of environmentally friendly technologies of vermicomposting and vermiremediation. The research on domestikation of earthworms of the family Lumbricidae *Dendrobaena veneta* and *Lumbricus terrestris* and obtaining their hybrid was carried out on the grounds of the Stavropol Territory. *Dendrobaena veneta* and *Lumbricus terrestris*, selected according to the results of morphological speciation for the formation of the breeding stock and hybridization as parental forms, were kept in vermireactors and gullies both separately and jointly. The me-

dium for life activity and vermicomposting was successively highbog peat, litter and semiliquid cattle manure. During the experiment, the worms successively processed the raw materials loaded into the vermicomposting reactor, gradually processed more and more toxic agricultural wastes, mated, and discarded cocoons. Thus, the selection of a new subspecies of worm adapted to the originally planned type of feed, represented by organic wastes of animal and/or plant origin or their complex, took place sequentially. At the same time, the worms did not experience any stress factors, gradually adapting to the changing physical and chemical composition of the feed mixture. The earthworms used in the experiment were successfully domesticated, including in different types of substrates with increasing content of animal waste. The hybrid bred in the course of the experiment demonstrated higher economic performance in vermicomposting of agricultural waste, which allows us to recommend it as a technological worm in the conditions of industrial technology.

Keywords: earthworms Lumbricidae, *Dendrobaena veneta*, *Lumbricus terrestris*, vermicomposting, domestication, selection

Для цитирования: Коровин А.А., Голембовский В.В. К вопросу domestikации отдельных видов дождевых червей семейства Lumbricidae // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025. Т. 55. № 4. С. 55–64. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-4-6>

For citation: Korovin A.A., Golembovskii V.V. To the question of domestication of some species of earthworms of the family Lumbricidae. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2025, vol. 55, no. 4, pp. 55–64. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-4-6>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Процессы domestikации (одомашнивания) и редомestikации принято считать одними из существенных эволюционных процессов природы, направленных на удовлетворение все возрастающих потребностей человечества [1, 2]. Дождевые черви семейства Lumbricidae обладают рядом хозяйственно полезных качеств, главными из которых признаны вермикомпостирование и вермиремедиа́ция [3, 4], благодаря которым начато активное их разведение в различных странах, преимущественно в аграрно-развитых, в том числе России.

Отличительной особенностью вермитехнологий является деаммонификация исходного субстрата, сопровождаемая его нитрификацией. Дезинтоксикационные свойства дождевых червей реализуются путем аккумуляирования токсичных элементов и связывания их внутрикишечной микрофлорой. Это в конечном этапе приводит к снижению содержания и токсической активности поллютантов [5, 6].

После компостирования в субстрате не обнаруживаются яйца гельминтов и патогенная

флора, а содержание токсических веществ существенно снижается [7]. Антисептические свойства копролитов червей обусловлены высоким содержанием ферментов и биологически активных веществ [8].

Дождевые черви семейства Lumbricidae имеют питательное и диетическое мясо, содержащее комплекс незаменимых аминокислот и низкий процент жира [9]. Биологически активные вещества дождевых червей используются в фармацевтике и медицине [10].

Но основное назначение дождевых червей – утилизация органосодержащих отходов животного, растительного и антропогенного происхождения с выработкой сбалансированных органоминеральных удобрений – вермикомпостов; вермиремедиа́ция загрязненных почв, получение кормовых белковосодержащих добавок для нужд птицеводства и рыбководства [11, 12].

Однако на пути внедрения вермитехнологий в производство возникли определенные трудности, основной из которых является получение технологического червя, максимально адаптированного к субстрату как объекту жизнедеятельности и сырью для переработ-

ки с последующим получением вермикомпоста. Без применения методов доместикации и селекции достичь ожидаемого результата невозможно [13].

В настоящее время на рынке присутствует большое количество так называемых «заводчиков», которые под видом технологического червя продают всевозможные видовые линии аборигенных форм без каких-либо подтверждающих документов. Такие производители, пользуясь ситуацией, что отсутствуют нормативные документы по видовой принадлежности червей, преобладают на рынке, нарушая видовое равновесие в ареалах. В связи с этим распространяются инвазии дождевых червей, в особенности синантропных видов. Установлено, что на территории России европейские виды активно заселяют Сибирь, однако из-за немногочисленности исследовательских работ степень влияния этой инвазии не поддается оценке [14, 15]. Но это касается инвазивных видов семейства Lumbricidae, которые в Европейской части России находятся давно и, возможно, когда-то вытеснили аборигенную фауну. В связи с резким расширением логистических возможностей возрастает угроза инвазий азиатских видов других семейств, в частности Megascolecidae, негативное воздействие которых на состояние почв и видового разнообразия листовенных лесов уже доказано [16].

В суровых условиях северных регионов теплолюбивые виды жить не будут, но на юге они могут распространяться. Компостные черви, занимающие характерную экологическую нишу по причине довольно специфичных среды обитания и условий жизнедеятельности, не очень хорошо чувствуют себя за ее пределами. Большее влияние могут иметь другие виды, которые способны обитать повсеместно.

В настоящее время типология видовой принадлежности червей базируется на морфологических признаках [17]. Однако для дождевых червей свойствен выраженный полиморфизм, вследствие чего видовое опознавание конкретных особей может представлять значительные трудности [18, 19].

Современные генетические методы подтверждения видовой принадлежности червя в настоящее время трудоемки и дороги. Основной маркер, который рекомендуют использовать для идентификации дождевых червей, – ген цитохромоксидазы 1 (COX I), для которого есть универсальные праймеры, поэтому для свежего материала проблем с амплификацией нет. Однако он тоже не позволяет полностью ответить на многие вопросы, для этого нужно секвенировать ядерный геном [20].

В связи с этим в России производители и маркетологи обычно используют названия типа «Старатель» и «Красный калифорнийский червь». Обычно под этими названиями подразумеваются виды *Eisenia fetida* и *Eisenia andrei*. Под этим названием червей могут также продавать и вид *Dendrobaena veneta*, который широко распространен на юге России и на Кавказе, в том числе и в Ставропольском крае. Визуально *Dendrobaena veneta* не отличается от *Eisenia fetida*, но при доскональном просмотре некоторых признаков его можно отличить даже по внешней морфологии [21]. В природе между собой эти разные виды не скрещиваются, хотя по функциональной роли они почти идентичны. Однако есть немногие работы, в которых описана способность разных видов и линий дождевых червей скрещиваться между собой [22]. Также в пределах одного вида представители разных генетических линий могут внешне не отличаться.

Дождевые черви семейства Lumbricidae являются одной из наиболее распространенных групп почвенных беспозвоночных. В зависимости от видовой принадлежности им свойственны определенные различия в предпочтениях к среде обитания, размерах, особенностях питания и воспроизведения, вследствие чего дождевых червей принято подразделять на следующие основные морфоэкологические типы (включающие морфоэкологические группы): питающиеся на поверхности почвы (подстилочные, почвенно-подстилочные, норники) и питающиеся почвенным перегноем или собственно почвенные (верхне- и среднеярусные), для ка-

ждой из которых свойственны свои морфологические особенности [23].

Основной интерес для развития вермитехнологий представляют черви, питающиеся на поверхности почвы, как основные производители гумуса в природе.

Для группы подстилочных червей характерны мелкие размеры, а также высокая степень адаптации к изменяющимся параметрам окружающей среды, плодовитость и продуктивность в переработке органических остатков, вследствие чего они получили широкое распространение в технологиях вермикультивирования.

Дождевые черви почвенно-подстилочной группы имеют средние размеры и обитают в верхних слоях почвы, проделывая ходы на поверхность.

Самых крупных червей, питающихся растительными остатками с поверхности почвы и создающих вертикальные норы глубиной до 2,5 м, относят к группе норных. Для них характерны достаточно длинный репродуктивный цикл, невысокая плотность в популяциях и требовательность к стабильным и постоянным условиям среды.

Однако предлагаемые на рынке в качестве производителей вермикомпоста черви в большинстве своем не адаптированы к определенному виду субстрата в качестве объекта жизнедеятельности, что вызывает повышенную гибель и снижение производительности. Многие вермифермеры пытаются решить данную проблему путем дополнительного подселения свежих неадаптированных особей, либо червей иных видов, но это не дает должного эффекта.

Одним из способов адаптации субстрата к требованиям жизнедеятельности червей является смешивание отходов животного и растительного происхождения, прежде всего с целью снижения концентрации азотсодержащих элементов и pH среды. Неконтролируемое смешивание в субстрате особей червей различных видов, особенно при буртовом и ямочном их содержании, приводит к их инволюции, снижению размеров, плодовитости и производительности.

Несмотря на перспективность направления по разведению и выращиванию дождевых червей семейства Lumbricidae, работы в направлении их доместикиции и селекции крайне малочисленны.

Цель исследования – доместицирование дождевых червей семейства Lumbricidae, создание маточного поголовья для селекции новых линий технологических червей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись черви семейства Lumbricidae *Dendrobaena veneta* и *Lumbricus terrestris*, обитающие на территории Ставропольского края. Отобранные для гибридизации в качестве родительских форм *Dendrobaena veneta* и *Lumbricus terrestris* были достаточно крупные, хорошо зарекомендовавшие себя в качестве переработчиков органических отходов. Маточное поголовье червей *Dendrobaena veneta* и *Lumbricus terrestris* отбирали на особо охраняемых природных территориях краевого значения, что заведомо исключало загрязнение сельскохозяйственными отходами, нефтью, нефтепродуктами, отходами производства и бытовой химии. Далее особей подвергали морфологическому видотипированию. Содержание и размножение маточного поголовья осуществлялось в вермиреакторах и в буртах в условиях плотности посадки 2,5–3,0 тыс. особей/м². Морфометрические признаки определялись путем промеров с помощью штангенциркуля и лабораторных весов. Отобранные виды червей использовали в качестве селекционного материала. Производство маточного поголовья осуществляли в вермиреакторах вертикального и стеллажного типа путем последовательного переселения особей. Крупные половозрелые особи содержались в вермиреакторах стеллажного типа, где происходил выброс коконов. После этого коконы отбирались и переносились в вермиреакторы вертикального типа, где происходило созревание коконов, выход и формирование ювенильных форм. Подросшие до состояния половой зрелости ювенильные формы последовательно перемещались в вермиреакторы стеллажного типа, где продолжали свою жиз-

недеятельность. При этом виды используемых в работе червей содержались раздельно, за исключением случаев, предусмотренных целями эксперимента по выведению новых гибридов.

Сертификация исходных видов червей и полученного в качестве объекта селекции гибрида осуществлена органом по сертификации Обществом с ограниченной ответственностью «Стандарт-Тест» (№ Artalix.ru.32550.OS02 г. Москва), действующим на основе требований Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в рамках системы добровольной сертификации «РОСЭКОАРТАЛИКС» № РОСС RU.32550.04РЭА0. Сертификат соответствия (Регистрационный № ECO.RU.32550.OS03.00223) удостоверяет, что объект сертификации «Черви дождевые» соответствует экологическим требованиям¹⁻⁴.

Заключение сделано на основании Протокола испытаний № 32550.ИЛ03.ECO.00185 от 27.06.2024 г. Испытательной лаборатории Общество с ограниченной ответственностью «ГОСТСТАНДАРТ» (Свидетельство о подтверждении компетентности испытательной лаборатории на выполнение работ по проведению сертификационных испытаний в подтверждении соответствия, рег. № ARTALIX.RU.32311.ИЛ03 от 11 апреля 2024 г.).

Исследования включали следующие этапы:

- приготовление субстрата для жизнедеятельности червей и производства вермикомпоста;
- загрузка субстрата в стеллажный вермикомпостер;
- помещение червей семейства Lumbricidae *Dendrobaena veneta* и *Lumbricus terrestris* в стеллажный вермикомпостер и выдерживание их при периодическом увлажнении водой в течение 6–8 нед при температуре 20–24 °С и влажности 70–75%.

Субстратом для жизнедеятельности червей и выработки вермикомпоста выступили верховой торф, бесподстилочный навоз крупного рогатого скота (КРС), подстилочный навоз КРС (смесь 40 мас.% соломы озимой пшеницы и 60 мас.% навоза КРС) и их смеси. Субстрат в виде торфа служил отправной точкой эксперимента. Характеристики жизнедеятельности и плодовитости червей, средой обитания которых являлся торф, рассматривались в качестве контрольных показателей. Подстилочный и бесподстилочный навоз КРС выступал в качестве конечного субстрата. Его забирали непосредственно из навозохранилища животноводческого предприятия. Смеси для проведения эксперимента готовились путем смешивания верхового торфа, подстилочного и бесподстилочного навоза путем последовательного замещения торфа в объеме 10% до полного исключения торфа из состава смеси.

Отдельно провели эксперимент по выживаемости и жизнедеятельности червей *Dendrobaena veneta* и *Lumbricus terrestris* в бесподстилочном и подстилочном навозе КРС.

Подготовленный субстрат последовательно загружали в стеллажный вермикомпостер размером 5,0 × 1,5 × 0,2 м. На поверхность субстрата помещали дождевых червей *Dendrobaena veneta* и *Lumbricus terrestris* (плотность заселения – 3–5 тыс. особей/м²).

Идея эксперимента заключалась в том, чтобы свести в условиях вермиореактора на ограниченной территории, прежде всего по вертикали, виды червей со сходным пищевым рационом, которые в условиях окружающей среды не пересекаются, для возможного скрещивания и закрепления у потомства полезных для выживания признаков.

При биотестировании образцов использовали хорошо зарекомендовавшую себя мето-

¹ГОСТ 17.4.3.06–2020. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химически загрязняющих веществ.

²ГОСТ 17.4.3.03–85. Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.

³ГОСТ 17.4.3.01–2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. ПОЧВЫ. Общие требования к отбору проб.

⁴ГОСТ 33036–2014. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение острой токсичности для дождевых червей.

дику «50 червей», согласно которой определялись характер поведения червей на поверхности, скорость закапывания в субстрат, процент выживаемости. По прошествии 1 и 3 сут червей выбирали и определяли целостность наружных покровов⁵.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Температура 20–24 °С и влажность 70–75% оказались оптимальными для жизнедеятельности червей, хотя появление потомства наблюдалось уже при 10 °С, но прекращалось при температуре выше 28 °С.

Черви, помещенные на поверхность торфа, закапывались в субстрат за 7–10 мин без последующего выхода на поверхность, активно переедали субстрат и размножались. Гибели червей в период 1–3 сут не фиксировалось. При наружном осмотре червей повреждения покровов не определялись. Таким образом, состав верхового торфа оптимально подходил для адаптации дождевых червей к изменениям условий жизнедеятельности.

Черви, помещенные на поверхность подстильного навоза, вели себя беспокойно, постоянно перемещаясь по поверхности, время закапывания в субстрат увеличивалось до 20–30 мин. Иногда наблюдался выход червей на поверхность с последующим закапыванием. Гибель червей в период 1–3 сут достигала 20%. При наружном осмотре червей отмечались повреждения покровов.

Черви, помещенные на поверхность бесподстильного навоза, проявляли повышенную подвижность. Около 10% червей продолжали ползать по поверхности в течение 40–60 мин, неоднократно предпринимали попытки закопаться, но снова выходили на поверхность с последующим закапыванием в течение 10 мин. В течение 30–40 мин около 80% особей закопались на глубину 2–3 см. Иногда черви проявляли стремление к агрегированию, собирались в группы, увеличивали выделение слизи. Подобное поведение было свойственно червям в течение 2–3 сут, после чего выжившие черви адаптировались

к условиям обитания, начинали перерабатывать субстрат и выбрасывать коконы. Гибель червей в период 1–3 сут достигала 25%. При наружном осмотре червей отмечались повреждения покровов.

В ходе эксперимента по селекции и гибридизации черви, двигаясь от начала вермиреактора, загруженного торфом, постепенно перерабатывали все более неадаптированный субстрат с увеличивающейся концентрацией бесподстильного и подстильного навоза КРС, спаривались, выбрасывали коконы. Так последовательно происходила селекция нового подвида червя, адаптированного к изначально запланированному виду корма, представленному органическими отходами животного и/или растительного происхождения. При этом черви не испытывали каких-либо стресс-факторов, постепенно адаптируясь к изменяющемуся физико-химическому составу кормовой смеси. Гибель червей на конечном этапе составляла около 7%. Наружный осмотр также не выявлял признаков нарушения покровов.

В результате получали гибрид червя и экологически чистый вермикомпост. Полученный гибрид, морфологические параметры которого приведены в таблице, отличался высокой адаптивной способностью к конечному субстрату, состоящему из неадаптированных отходов животного и/или растительного происхождения.

Гибриды при оптимальной температуре и влажности откладывали 2–3 кокона в неделю, из кокона выходили 1–3 червя в сравнении с 1–2 коконами в неделю и 1–2 червя у родительских форм. Кокон гибридов созревали в среднем 14–21 день при 18–28 днях у родительских форм.

Массовой гибели при прохождении червей из одной порции субстрата в другую с повышенным содержанием навоза не отмечено.

В результате отбора полученного гибрида по сравнению с исходными линиями, их адаптации к условиям содержания летальность снизилась с 25 до 7%. В результате из

⁵Дмитриева В.И., Степанов А.И., Мерзлая Г.Е. Вермикультивирование: Теория, опыт, практика. Якутск: Сахаполиграфиздат, 2000. 120 с.

Морфологические особенности видов дождевых червей семейства Lumbricidae, используемых в эксперименте

Morphological features of earthworm species of the family Lumbricidae used in the experiment

Вид червя	<i>Dendrobaena veneta</i>	<i>Lumbricus terrestris</i>	Гибрид <i>Dendrobaena veneta</i> + <i>Lumbricus terrestris</i>
Цвет, характер окраса, пигмента	Красный, коричневый, лиловый. Кольчатый характер окраски выражен резко. Пигментация темно-пурпуровая с фиолетовым оттенком в виде широких поперечных полос, разделенных узкими участками покровов, лишенных пигментации	Туловище спереди красное, сзади бледное, пигментация в предпоясочной части пурпуровая, за пояском имеет вид темно-красной срединной полосы	От бледно-красного до лилово-серого. Кольчатый характер окраски выражен. Пигментация темно-пурпуровая
Средняя масса (г)	1,5	4–5	2,5–3,5
Длина (см)	5–10	9–30	15–20
Ширина (см)	0,5–0,6	0,6–0,9	0,6–0,8
Сегменты (количество, характерные особенности)	125–140, окаймлены желтыми бороздками	108–180	130–160
Характеристика пояса	С 26–27 по 32–33-й сегменты	С 32-го по 37-й сегмент	С 30-го по 36-й сегмент
Характеристика валиков зрелости	Заменены отдельными бугорками на 30-м и 31-м сегментах	С 33-го по 36-й сегмент	С 31-го по 35-й сегмент

субстрата, который был представлен смесью сельскохозяйственных отходов растительного и/или животного происхождения и чистым навозом получен вермикомпост, соответствующий требованиям⁶.

При оценке производительности установлено, что время вермикомпостирования контрольного объема подстилочного и бесподстилочного навоза (20 л) червями-гибридами отмечено на 25–30% меньше, чем родительскими формами. При этом содержание непереваренных остатков, в особенности соломы, было гораздо меньше, вермикомпост носил более однородный и рассыпчатый характер.

Таким образом, в ходе эксперимента установлено, что для адаптации жизнедеятельности червей требуется формирование субстрата, состоящего из отходов сельскохозяйственного производства растительного и/или животного происхождения, каждый из которых имеет специфические особенности: плотность, влажность, волокнистость, pH, химический состав и другие, которые влияют на жизнедеятельность и продуктивность

червей. Смеси из отходов животного и/или растительного происхождения необходимо готовить исходя из преобладающего у сельскохозяйственного производителя вида отхода, комбинируя составляющие, для обеспечения оптимальных условий для жизнедеятельности червей с целью минимизировать смертность и максимально ускорить процесс выработки вермикомпоста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Специально отобранные в экологически чистых территориях и прошедшие морфологическое и морфометрическое тестирование на соответствие видовой принадлежности дождевые черви семейства Lumbricidae позволяют создать устойчивую однородную популяцию, способную выступать в качестве маточного поголовья при выращивании в искусственных условиях.

Использованные в эксперименте дождевые черви успешно прошли domestikацию, в том числе в различных видах субстратов с нарастающим содержанием отходов животного происхождения.

⁶ГОСТ Р 56004–2014. Удобрения органические. Вермикомпосты.

Выведенный в ходе эксперимента гибрид может быть рекомендован в качестве технологического червя в условиях промышленной технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юдин Н.С., Ларкин Д.М. Гены-кандидаты доместикиции и устойчивости к холоду по данным полногеномного секвенирования российских пород крупного рогатого скота и овец // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2023. Т. 27. № 5. С. 463–470. DOI: 10.18699/VJGB-23-56.
2. Глазко В.И., Косовский Г.Ю., Глазко Т.Т. Доместикация как частный случай эволюции: об универсальности принципов и механизмов (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2023. Т. 58. № 5. С. 821–839. DOI: 10.15389/agrobiology.2023.5.821rus.
3. Фахруденова И.Б., Хамитова А.С., Сергазина С.М., Мустафина Ш.А. Вермитехнологии как основа экологического земледелия // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 4. С. 106–110.
4. Singh S., Singh J., Kandoria A., Jahangeer Q., Bhat S.A., Chowdhary A.B., Vig P.A. Bioconversion of different organic waste into fortified vermicompost with the help of earthworm: A comprehensive review // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2020. N 9 (4). P. 423–439.
5. Олива Т.В., Колесниченко Е.Ю., Панин С.И., Андреева Н.В. Экологические аспекты производства и применения вермикомпоста // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2022. № 4 (26). С. 41–46.
6. Wang Z., Chen Z., Niu Y., Ren P., Hao M. Feasibility of vermicomposting for spent drilling fluid from a nature-gas industry employing earthworms *Eisenia fetida* // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2021. Vol. 214. P. 111994.
7. Ибрагимова Д.В., Гусельникова М.В., Наконечный Н.В. Использование нетрадиционных органических отходов при вермикомпостировании в закрытом грунте в условиях города Сургута // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10. № 1. С. 80–85. DOI 10.17816/snv2021101111.
8. Бугаев О.Г., Леонов И.И., Климов В.А., Хатунцов Д.С., Пономарев А.К. Технология изготовления белковых кормовых смесей для гидробионтов на основе культивируемых червей *Eisenia fetida* и *Dendrobena veneta* с применением технологии лиофильной сушки // Рыбное хозяйство. 2022. № 4. С. 65–70.
9. Леонов И.И., Головачева Н.А., Селиванова И.Р., Хорева Т.И. Влияние скармливания белковой кормовой добавки из муки *Eisenia fetida* на некоторые продуктивные показатели кроликов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4. С. 141–148.
10. Кароматов И.Д. Дождевые черви как перспективное лекарственное средство // Биология и интегративная медицина. 2022. № 6 (59). С. 104–131.
11. Sanchez-Hernandez J.C., Sáez J.A., Vico A., Moreno J., Moral R. Evaluating earthworms' potential for remediating soils contaminated with olive millwaste sediments // Applied Sciences (Switzerland). 2020. Vol. 10 (7). P. 2624.
12. Поддубная И.В., Руднева О.Н., Гуркина О.А., Тарасов П.С., Орленко Е.В. Технология приготовления вермикуки из компостного червя для кормления объектов аквакультуры // Аграрная Россия. 2023. № 11. С. 45–48.
13. Калашиников А.Е., Голубков А.И., Труфанов В.Г., Гостева Е.Р., Ялуга В.Л., Прожерин В.П. Геномная селекция как основа племенной работы (Обзор) // Вестник КрасГАУ. 2021. № 7. С. 163–170.
14. Shekhovtsov S.V., Derzhinsky Ye.A., Poluboyarova T.V., Golovanova E.V., Ershov N.I., Berman D.I., Bulakhova N.A., Szederjesi T., Peltek S.E. Phylogeography and genetic lineages of *Aporrectodea rosea* (Lumbricidae, Annelida) // European Journal of Soil Biology. 2020. V. 99. P. 103191.
15. Golovanova E.V., Kniazev S.Y., Karaban K., Babiy K.A., Shekhovtsov S.V. First short-term study of the relationship between native and invasive earthworms in the zone of soil freezing in Western Siberia – Experiments in Mesocosms // Diversity. 2023. Vol. 15. N 2. P. 248.
16. Mac A. Callahan Jr., Cameron E.K., Dávalos A., Dobson A., Görres J.H., Herrick B.M., Hiroshi I., James S.W., Johnston M.R., McCay T.S., McHugh D., Minamiya Y., Nouri-Aiin M., Novo M., Ortiz-Pachar J., Pinder R.A., Ransom T., Richardson J.B., Bruce S.A., Szlavecz K. The second wave of earthworm invasions in North America: biology, environmental impacts, management and control of invasive jumping worms. // Biological Invasions. 2021. N 23. P. 3291–3322. DOI: 10.1007/s10530-021-02598-1.
17. Ермолов С.А. Обзор подходов к экологической классификации дождевых червей // Вопросы лесной науки. 2021. Т. 4. № 4. С. 1–40.

18. Шеховцов С.В., Ермолов С.А., Держинский Е.А., Полубоярова Т.В., Ларичева М.С., Пельтек С.Е. Генетическая и размерная изменчивость *Octolasion tyrtaeum* (Lumbricidae, Annelida) // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Т. 6. № 1. С. 5–9.
19. Князев С.Ю., Бабий К.А., Голованова Е.В., Соломатин Д.В., Сарф Е.А., Бельская Л.В. Исследование различий ИК-спектров дождевых червей как возможный способ их таксономической идентификации // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2023. № 2. С. 147–157. DOI: 10.17072/1994-9952-2023-2-147-157.
20. Шеховцов С.В., Васильев Г.В., Латиф Р., Полубоярова Т.В., Пельтек С.Е., Рапопорт И.Б. Митохондриальный геном *Dendrobaena tellermanica* Perel 2003 (Annelida: Lumbricidae) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2023. Т. 27. № 2. С. 146–152.
21. Ermolov S.A., Shekhovtsov S.V., Geraskina A.P., Derzhinsky E.A., Kotsur V.M., Poluboyarova T.V., Peltek S.E. Morphological and genetic analysis of *Dendrodrilus rubidus* (*Bimastos rubidus*) (Oligochaeta, Lumbricidae) in Russia and Belarus. Russian // Journal of Ecosystem Ecology. 2023. N 8 (1). DOI: 10.21685/2500-0578-2023-1-2.
22. Plytycz N.B., Bigaj J., Rysiewska A., Osikowski A., Hofman S., Podolak A., Grzmil P. Impairment of reproductive capabilities in three subsequent generations of asymmetric hybrids between *Eisenia andrei* and *E. fetida* from French, Hungarian and Polish laboratory colonies // Journal article. 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0235789.
23. Bottinelli N., Heddec M., Jouqueta P., Capowiezd Y. An explicit definition of earthworm ecological categories – Marcel Bouché's triangle revisited // Geoderma. 2020. N 372. P. 1–7.
3. Fakhrudenova I.B., Khamitova A.S., Sergazina S.M., Mustafina Sh.A. Vermitechnologies as the basis of ecological agriculture. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii = International Journal of Veterinary Medicine*, 2020, no. 4. pp. 106–110. (In Russian).
4. Singh S., Singh J., Kandoria A., Jahangeer Q., Bhat S.A., Chowdhary A.B., Vig P.A. Bioconversion of different organic waste into fortified vermicompost with the help of earthworm: A comprehensive review. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 2020, no. 9 (4), pp. 423–439.
5. Oliva T.V., Kolesnichenko E.Yu., Panin S.I., Andreeva N.V. Environmental aspects of production and application of vermicompost. *Aktual'nye voprosy sel'skokhozyaistvennoi biologii = Actual issues in agricultural biology*, 2022, no. 4 (26), pp. 41–46. (In Russian).
6. Wang Z., Chen Z., Niu Y., Ren P., Hao M. Feasibility of vermicomposting for spent drilling fluid from a nature-gas industry employing earthworms *Eisenia fetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2021, vol. 214, p. 111994.
7. Ibragimova D.V., Gusel'nikova M.V., Nakonechnyi N.V. The use of unconventional organic waste for vermicomposting in Surgut greenhouses. *Samarskii nauchnyi vestnik = Samara Journal of Science*, 2021, vol. 10, no. 1, pp. 80–85. (In Russian). DOI: 10.17816/snv2021101111.
8. Bugaev O.G., Leonov I.I., Klimov V.A., Khatuntsov D.S., Ponomarev A.K. Technology of production of protein feed mixtures for hydrobiota based on cultured worms *Eisenia fetida* and *Dendrobaena Veneta* using freeze drying technology. *Rybnoe khozyaistvo = Fisheries*, 2022, no. 4, pp. 65–70. (In Russian).
9. Leonov I.I., Golovacheva N.A., Selivanova I.R., Khoreva T.I. Effect of feeding a protein feed additive from *Eisenia fetida* flour on some productive parameters of rabbits. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2024, no. 4, pp. 141–148. (In Russian).
10. Karomatov I.D. Earthworms as a promising drug. *Biologiya i integrativnaya meditsina = Biology and Integrative Medicine*, 2022, no. 6 (59), pp. 104–131. (In Russian).
11. Sanchez-Hernandez J.C., Sáez J.A., Vico A., Moreno J., Moral R. Evaluating earthworms' potential for remediating soils contaminated with olive millwaste sediments. *Applied Sciences (Switzerland)*, 2020, vol. 10 (7), p. 2624.

REFERENCES

12. Poddubnaya I.V., Rudneva O.N., Gurkina O.A., Tarasov P.S., Orlenko E.V. Technology of preparation of worm meal from *Eisenia fetida* for feeding aquaculture facilities. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*, 2023, no. 11, pp. 45–48. (In Russian).
13. Kalashnikov A.E., Golubkov A.I., Trufanov V.G., Gosteva E.R., Yaluga V.L., Prozherin V.P. Genomic selection as a basis of breeding (review). *Vestnik KrasGAU = Bulletin KrasSAU*, 2021, no. 7, pp. 163–170. (In Russian).
14. Shekhovtsov S.V., Derzhinsky Ye.A., Poluboyarova T.V., Golovanova E.V., Ershov N.I., Berman D.I., Bulakhova N.A., Szederjesi T., Peltek S.E. Phylogeography and genetic lineages of *Aporrectodea rosea* (Lumbricidae, Annelida). *European Journal of Soil Biology*, 2020, vol. 99, p. 103191.
15. Golovanova E.V., Kniazev S.Y., Karaban K., Babiy K.A., Shekhovtsov S.V. First short-term study of the relationship between native and invasive earthworms in the zone of soil freezing in Western Siberia – Experiments in Mesocosms. *Diversity*, 2023, vol. 15, no. 2, p. 248.
16. Mac A. Callahan Jr., Cameron E.K., Dávalos A., Dobson A., Görres J.H., Herrick B.M., Hiroshi I., James S.W., Johnston M.R., McCay T.S., McHugh D., Minamiya Y., Nouri-Aiin M., Novo M., Ortiz-Pachar J., Pinder R.A., Ransom T., Richardson J.B., Bruce S.A., Szlavecz K. The second wave of earthworm invasions in North America: biology, environmental impacts, management and control of invasive jumping worms. *Biological Invasions*, 2021, no. 23, pp. 3291–3322. DOI: 10.1007/s10530-021-02598-1.
17. Ermolov S.A. Approaches to the ecological classification of earthworms. *Voprosy lesnoi nauki = Forest Science Issues*, 2021, vol. 4, no. 4, pp. 1–40. (In Russian).
18. Shekhovtsov S.V., Ermolov S.A., Derzhinskii E.A., Poluboyarova T.V., Laricheva M.S., Pel'tek S.E. Genetic and body size variation in *Octolasion tyrtaeum* (Lumbricidae, Annelida). *Pis'ma v Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii = Letters to the Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2020, vol. 6, no. 1, pp. 5–9. (In Russian).
19. Knyazev S.Yu., Babii K.A., Golovanova E.V., Solomatina D.V., Sarf E.A., Bel'skaya L.V. Investigation of differences in the IR spectra of earthworms as a possible way of their taxonomic classification. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya = Bulletin of Perm University. BIOLOGY*, 2023, no. 2, pp. 147–157. (In Russian). DOI: 10.17072/1994-9952-2023-2-147-157.
20. Shekhovtsov S.V., Vasil'ev G.V., Latif R., Poluboyarova T.V., Pel'tek S.E., Rapoport I.B. The mitochondrial genome of *Dendrobaena tellermanica* Perel 2003 (Annelida: Lumbricidae). *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2023, vol. 27, no. 2, pp. 146–152. (In Russian).
21. Ermolov S.A., Shekhovtsov S.V., Geraskina A.P., Derzhinsky E.A., Kotsur V.M., Poluboyarova T.V., Peltek S.E. Morphological and genetic analysis of *Dendrodrilus rubidus* (Bimastos rubidus) (Oligochaeta, Lumbricidae) in Russia and Belarus. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*, 2023, no. 8 (1). DOI: 10.21685/2500-0578-2023-1-2.
22. Plytycz B., Bigaj J., Rysiewska A., Osikowski A., Hofman S., Podolak A., Grzmil P. Impairment of reproductive capabilities in three subsequent generations of asymmetric hybrids between *Eisenia andrei* and *E. fetida* from French, Hungarian and Polish laboratory colonies. *Journal article*, 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0235789.
23. Bottinelli N., Heddec M., Jouqueta P., Capowiezd Y. An explicit definition of earthworm ecological categories – Marcel Bouché's triangle revisited. *Geoderma*, 2020, no. 372, pp. 1–7.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Коровин А.А., ведущий научный сотрудник, доктор медицинских наук; SPIN-код 8999-2899

✉ **Голембовский В.В.**, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук; SPIN-код 6464-9443; **адрес для переписки:** Россия, 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49; e-mail: vvh26@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

Andrey A. Korovin, Lead Researcher, Doctor of Science in Medicine; SPIN-code 8999-2899

✉ **Vladimir V. Golembovskii**, Lead Researcher, Candidate of Science in Agriculture; SPIN-code 6464-9443; **address:** 49, Nikonova St., Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russia; e-mail: vvh26@yandex.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 13.08.2024
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 12.11.2024
Дата публикации / Published 15.05.2025