



DOI: 10.22363/2313-2310-2022-30-3-292-299

УДК 639.3.05

Научная статья / Research article

## Биологические отходы рыбоводства и перспективы их переработки с помощью дождевого червя *Eisenia foetida* (Savigny, 1826)

Н.А. Егорова✉, А.В. Шошин

Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉BuffooNEW@yandex.ru

**Аннотация.** Предложено применение технологии вермикомпостирования с помощью дождевого червя *Eisenia foetida* для переработки биологических отходов предприятий товарной аквакультуры. В ходе исследования проведен эксперимент: изучена эффективность использования дождевых червей *Eisenia foetida* (гибрид «Старатель») на действующем рыбоводном предприятии. Результаты фактически подтвердили возможность применения вермикомпостирования на предприятиях товарной аквакультуры России, а также доказали перспективность данного метода переработки биологических отходов в рыбоводной отрасли сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** вермикультивирование, вермикомпостирование, вермитехнология, вермикомпост, аквакультура

**Вклад авторов:** Н.А. Егорова – проведение эксперимента по теме, интерпретация результатов эксперимента, написание текста; А.В. Шошин – концепция исследования.

**История статьи:** поступила в редакцию 10.12.21; принята к публикации 23.05.22.

**Для цитирования:** Егорова Н.А., Шошин А.В. Биологические отходы рыбоводства и перспективы их переработки с помощью дождевого червя *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2022. Т. 30. № 3. С. 292–299. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-3-292-299>

© Егорова Н.А., Шошин А.В., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

## Biological wastes of aquaculture and possibility of its disposal by use of *Eisenia foetida* earthworms (Savigny, 1826)

Natalia A. Egorova✉, Aleksandr V. Shosin

*Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russian Federation*  
✉BuffooNEW@yandex.ru

**Abstract.** Presented article outlines the proposals for biological wastes of aquaculture disposal by use of *Eisenia foetida* earthworms. In the duration of this study an experiment was carried out: productivity of *Eisenia foetida* earthworm's biological wastes disposal was studied on the example of existing aquaculture facility. Results of research presented point on actual recyclability of aquaculture biological wastes into vermicompost by use of earthworms and also prove the practical possibility of vermicomposting as biological wastes of aquaculture disposal method.

**Keywords:** vermiculture, vermicomposting, earthworm cultivation, vermicompost, aquaculture

**Authors' contributions:** *N.A. Egorova* – conducting a topic-related experiment, interpretation of conducted experiment results, writing of the text; *A.V. Shosin* – the concept of the study.

**Article history:** received 10.12.21; accepted 23.05.22.

**For citation:** Egorova NA, Shosin AV. Biological wastes of aquaculture and possibility of its disposal by use of *Eisenia foetida* earthworms (Savigny, 1826). *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2022;30(3):292–299. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-3-292-299>

### Введение

Богатый фонд водных ресурсов, развитие и распространение технологий рыборазведения, а также относительно высокая их окупаемость способствовали значительному распространению товарной аквакультуры в России: объемы его продукции с 143,4 тыс. тонн в 2010 г. увеличились до 232,2 тыс. тонн в 2020 г. (рис. 1) [1].

Стремительное развитие товарного сектора рыборазведения и увеличение объемов его продукции привело, в свою очередь, к увеличению образования большого объема биологических отходов – фекалий рыб, остатков корма – на рыбоводных предприятиях. На сегодняшний день переработка и утилизация данного типа отходов на рыбоводных хозяйствах либо не производится, либо производится неэффективно, в результате чего недоеденные производственные корма и экскременты объектов выращивания попадают в водоемы либо непосредственно (при садковом и прудовом типах разведения), либо после незначительной очистки (при разведении в УЗВ) [2; 3].

Таким образом, поиск и разработка эффективной методики переработки биологических отходов предприятий товарной аквакультуры актуальны в данной сфере, в связи с чем **основная цель** исследования – доказательство

перспективности использования дождевого червя *Eisenia foetida* для переработки биологических отходов рыбоводства.

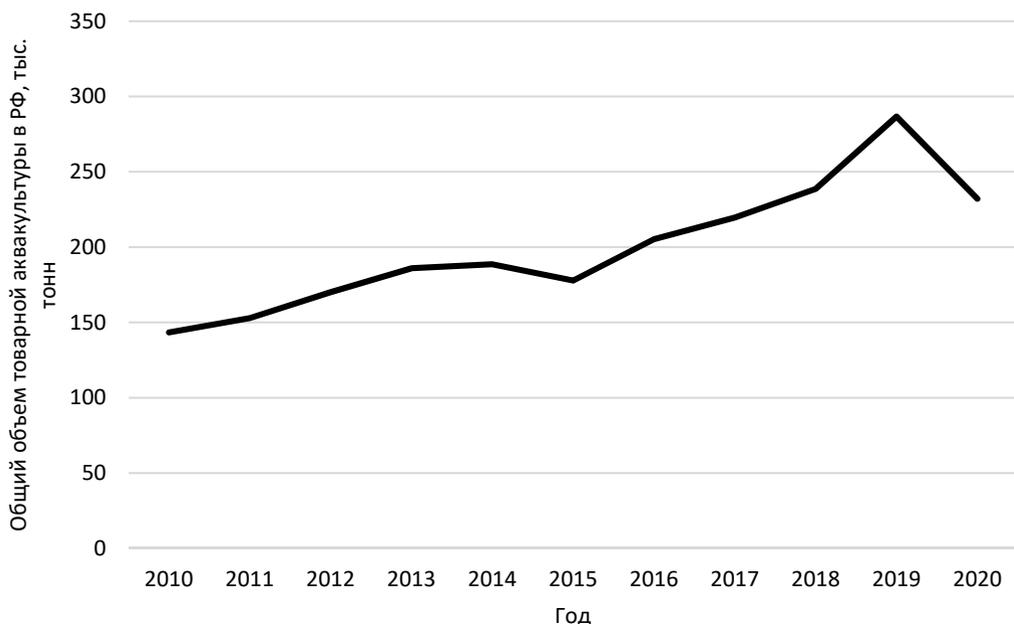


Рис. 1. Общий объем продукции товарной аквакультуры в России в 2010–2020 гг., тыс. тонн [1]

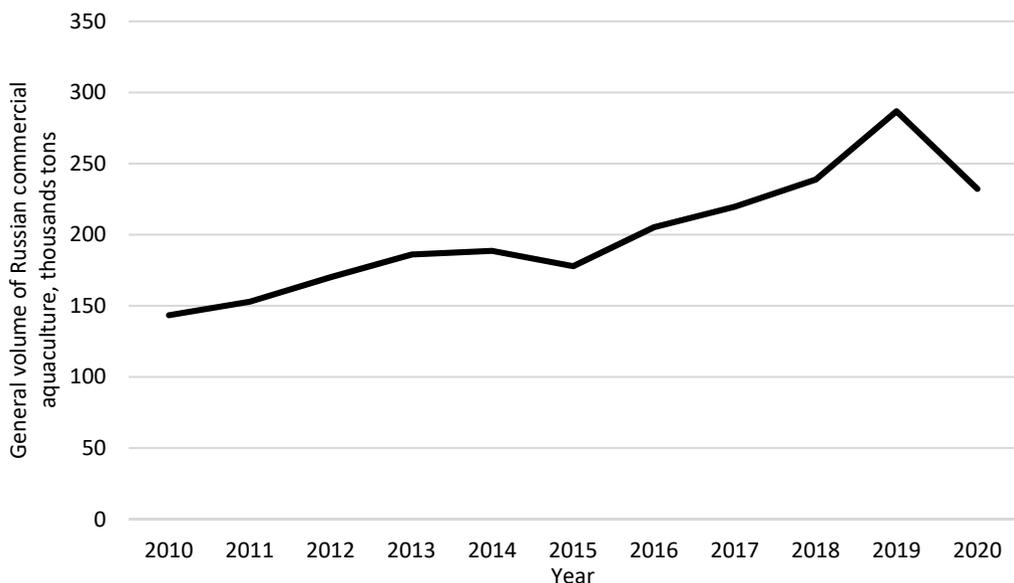


Figure 1. General volume of Russian commercial aquaculture in 2010–2020 years, thousands tons [1]

Пример прогрессивной технологии переработки биологических отходов сельского хозяйства можно наблюдать в животноводстве, где навоз скота эффективно перерабатывается с помощью вермикомпостирования. Вермикомпостирование – переработка органических веществ (фекалий рыб, помета

птиц, навоза, отходов коммунального хозяйства, пищевой и плодоовощной промышленности, остатков сена, листового опада) с помощью червей сем. *Lumbricidae*, с образованием биогумуса (вермикомпоста), продукта жизнедеятельности червей [4].

Этот способ переработки имеет ряд преимуществ, важнейшее из которых – образование в процессе вермикомпостирования биогумуса (вермикомпоста), являющегося биоудобрением. Так, процесс экологически безопасной утилизации фекалий сопровождается получением продукта, пригодного для использования и продажи.

Дождевой червь вида *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) имеет несколько выведенных гибридов, имеющих более высокую продуктивность в сравнении с диким червем. Так, на территории России предлагается использовать гибрид *Eisenia foetida* – «Старатель», выведенный в 1980-е гг. в СССР. Именно этот гибрид имеет широкие пределы температурной выносливости: 8–29 °С.

Некоторые показатели продуктивности гибрида «Старатель» указаны в таблицах (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Выход продукции биогумуса и биомассы червя *Eisenia foetida* (гибрид «Старатель»),  
кг из 1 тонны компоста**

Выход продукции	Биогумус, кг	Биомасса <i>Eisenia foetida</i> (червь "Старатель"), кг
Из 1 тонны компоста	600	10–15

Table 1

**Mass of vermicompost and *Eisenia foetida* («Staratel» hybrid) earthworm biomass,  
kg produced from 1 ton of compost**

Produced From	Vermicompost, kg	Biomass of <i>Eisenia foetida</i> ("Staratel" hybrid), kg
1 ton of compost	600	10–15

Таблица 2

**Производительность червя *Eisenia foetida* (гибрид «Старатель»)**

<i>Eisenia foetida</i> (червь "Старатель")	Продукция биогумуса при содержании в оптимальных условиях, кг	Продолжительность жизни, лет
1 особь	100	4–16

Table 2

**Productivity of *Eisenia foetida* earthworm («Staratel» hybrid)**

<i>Eisenia foetida</i> ("Staratel" hybrid)	Biomass of vermicompost produced in optimal conditions, kg	Lifespan, years
1 specimen	100	4–16

Несмотря на широкое применение дождевых червей для переработки биологических отходов животноводства, в аквакультуре данная технология практически не применяется, при условии что биологические отходы рыбоводных предприятий могут быть использованы червями в качестве питательного субстрата.

Наиболее заметные работы, посвященные применению дождевых червей в аквакультуре, рассматривают данный вопрос с точки зрения удобрения рыбоводных водоемов готовым вермикомпостом, подготовленным на питательном субстрате других отраслей сельского хозяйства, либо с точки зрения

использования биомассы дождевых червей в качестве корма основных объектов разведения. Лишь единичные работы посвящены применению вермикомпостирования для экологически безопасной переработки биологических отходов товарной аквакультуры [5–7].

Использование технологии вермикомпостирования на рыбоводных хозяйствах России может сделать их работу более эффективной посредством снижения воздействия предприятий на окружающую среду, а также посредством образования дополнительных объектов для использования и продажи: вермикомпоста и непосредственно биомассы червей.

Наиболее эффективно производить переработку биологических отходов рыб на рыбоводных предприятиях индустриального типа – установках замкнутого водоснабжения (УЗВ), так как на них возможно легко обеспечить сбор экскрементов.

Следует отметить, что образующаяся при вермикомпостировании биомасса червей также может быть использована в аквакультуре в качестве корма основного объекта выращивания [4].

### Методы исследования

В период с марта по апрель 2021 г. на рыбоводном хозяйстве ИП «Акваферма», расположенном в Ленинградской области, поселок Тяглино, в качестве эксперимента производилась переработка продуктов жизнедеятельности рыб с помощью дождевых червей (рис. 2)<sup>1</sup>.



Рис. 2. Черви в субстрате, ИП «Акваферма» /  
Figure 2. *Eisenia foetida* earthworms («Staratel» hybrid) on the substrate, «Aquaferma» aquaculture facility

<sup>1</sup> Официальный сайт ИП «Акваферма». URL: <https://aquafarmspb.ru/> (дата обращения: 29.10.21).

Эксперимент проводился с использованием биологических отходов основного объекта разведения хозяйства – русского осетра. В качестве объекта переработки использовали кольчатых червей вида *Eisenia foetida* (гибрид «Старатель»).

В ходе эксперимента использовались различные соотношения осетровых фекалий (питательный субстрат) и чернозема (нейтральный субстрат) в качестве субстрата (2:1, 1:1, 1:2), помещенные в ящики объемом 27,6 л. Предварительного компостирования биологических отходов не производилось.

## Результаты и обсуждение

По завершении эксперимента, проводившегося в рыбоводном хозяйстве ИП «Акваферма», была подтверждена успешная переработка биологических отходов аквакультуры (осетровых фекалий) на всех типах субстратов, образование коконов наблюдалось независимо от соотношения питательного и нейтрального субстратов (чернозема и фекалий)<sup>2</sup>.

Таким образом, вермикомпостирование может быть успешно применено для эффективной переработки отходов аквакультуры.

Таблица 3

Оптимумы параметров субстрата для гибрида «Старатель» вида *Eisenia foetida*

Параметр	Оптимум
Температура, °С	15–25
Относительная влажность, %	70–80
pH	5–8
Соотношение C/N	20

Table 3

Limits of some substrate parameters for *Eisenia foetida* earthworm («Staratel» hybrid)

Parameter	Optimum
Temperature, °C	15–25
Humidity, %	70–80
pH	5–8
C/N ratio	20

Подготовка питательного субстрата, сформированного биологическими отходами рыбоводных предприятий, для дождевых червей *Eisenia foetida* имеет ряд особенностей. Так, соотношение углерода к азоту в исходном субстрате для дождевых червей должен составлять около 20 (табл. 3), в то время как в биологических отходах рыбоводства, в значительной степени состоящих из непереваренных остатков продукционных кормов, этот показатель равен от 6 до 9, то есть слишком высокое для *Eisenia foetida* [4; 8]. Таким образом, обозначена необходимость увеличения содержания углерода в исходном субстрате, чего можно достичь добавлением в него мелких сухих растительных остатков (опилок, макулатуры, картона) [9]. Также одним из необходимых для эффективной деятельности дождевых червей условий является влажность исходного субстрата, которая должна составлять 70–80 % (табл. 3). Однако биологические отходы товарной аквакультуры имеют большую влажность (до 99% влажности), что подразумевает необходимость осушивания субстрата перед внесением для переработки *Eisenia foetida* [4].

<sup>2</sup> Официальный сайт ИП «Акваферма». URL: <https://aquafarmspb.ru/> (дата обращения: 29.10.21).

## Заключение

Успешный опыт использования вермикомпостирования в животноводстве, а также успешный опыт ИП «Акваферма» подразумевают, что с учетом обозначенных проблем биологических отходов аквакультуры как субстрата для *Eisenia foetida* (повышенной влажности и несоответствующего соотношения углерода к азоту) данная технология переработки биологических отходов может быть эффективно применена на хозяйствах товарной аквакультуры России, что значительно снизит загрязнение поверхностных вод, подвергнутых воздействию сточных вод рыбоводных предприятий, а также позволит перерабатывать отходы производства в побочный продукт, биогумус, который можно использовать в качестве биологически чистого удобрения.

## Список литературы

- [1] О развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации: информ. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 164 с.
- [2] Вавилкин А.С. Основы ихтиологии и рыбоводства. М.: Пищевая промышленность, 1974. 168 с.
- [3] Ворошилина З.П. Товарное рыбоводство. Калининград: Изд-во КГТУ, 2006. 275 с.
- [4] Методики и технологии вермикультивирования червя «Старатель». URL: <http://www.green-pik.ru/> (дата обращения: 08.11.21).
- [5] Chakrabarty D., Sanjib Kumar Das. Application of Vermitechnology in Aquaculture. West Bengal, India, 2009.
- [6] Thongam Ibemcha Chanu, Arun Sharma. Vermicompost Production Technology for Organic Aquaculture. Balabhadrapuram, India, 2017.
- [7] Yeo S.E., Binkowski F.P. Processing Aquaculture System Biosolids by Worm Composting. Vermicomposting. Iowa, USA, 2010.
- [8] Шилин М.Б., Саранчова О.Л. Полярная аквакультура. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2005. 172 с.
- [9] Биофлок технология в рыбоводстве. URL: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-Z12093608.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-Z12093608.pdf) (дата обращения: 07.11.21).

## References

- [1] Progress and governmental support of aquaculture in Russian Federation. Moscow: Rosinformagrotech Publ.; 2020. (In Russ.)
- [2] Vavilkin AS. *Basics of ichthyology and aquaculture*. Moscow: Piscevaya promislinnost Publ.; 1974. (In Russ.)
- [3] Voroshilin ZP. *Marketable aquaculture*. Kaliningrad: KGTU Publ.; 2006. (In Russ.)
- [4] Methodology and technology of *Eisenia foetida* cultivation. (In Russ.) Available from: <http://www.green-pik.ru>
- [5] Chakrabarty D, Sanjib Kumar D. *Application of Vermitechnology in Aquaculture*. West Bengal, India; 2009.
- [6] Thongam Ibemcha Chanu, Arun Sharma. *Vermicompost Production Technology for Organic Aquaculture*. Balabhadrapuram, India; 2017.
- [7] Yeo SE, Binkowski FP. *Processing Aquaculture System Biosolids by Worm Composting. Vermicomposting*. Iowa, USA; 2010.

- [8] Shilin MB, Saranchova OL. *Polar aquaculture*. Saint-Petersburg: Russian State Hydrometeorological University Publ.; 2005. (In Russ.)
- [9] Biofloc technology in aquaculture. (In Russ.) Available from: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-Z12093608.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-Z12093608.pdf)

### **Сведения об авторах:**

*Егорова Наталья Андреевна*, магистрант, кафедра прикладной и системной экологии, экологический факультет, Российский государственный гидрометеорологический университет, Российская Федерация, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д. 98. E-mail: BuffooNEW@yandex.ru

*Шошин Александр Владимирович*, кандидат биологических наук, доцент, кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии, экологический факультет, Российский государственный гидрометеорологический университет, Российская Федерация, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д. 98. E-mail: trilobus@mail.ru

### **Bio notes:**

*Natalia A. Egorova*, MA student in Environmental Sciences, Department of Applied and Systemic Ecology, Faculty of Ecology, Russian State Hydrometeorological University, 98 Maloochtinsky Pr, Saint-Petersburg, 195196, Russian Federation. E-mail: BuffooNEW@yandex.ru

*Aleksandr V. Shosin*, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Aquatic biological resources, Aquaculture and Hydrochemistry, Faculty of Ecology, Russian State Hydrometeorological University, 98 Maloochtinsky Pr, Saint-Petersburg, 195196, Russian Federation. E-mail: trilobus@mail.ru