

Выживаемость и некоторые репродуктивные показатели дождевого червя *Eisenia hortensis* (Michaelsen, 1890) при содержании его в субстратах на основе органических отходов

А.Ю. Тарасевич

Государственное научно-производственное объединение
«Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам»

Жизнедеятельность дождевых червей ускоряет процессы биodeградации органических отходов. Европейские специалисты успешно культивируют червя *Eisenia hortensis* (Michaelsen, 1890), обитающего в странах Западной Европы [1], как в научных, так и коммерческих целях. Он используется для переработки органических отходов. Существует гипотеза, что червей вида *E. hortensis* можно культивировать в Беларуси и применять для утилизации органических отходов наряду с навозным червем *Eisenia foetida* (Savigny, 1826).

Цель статьи – изучение репродуктивных показателей дождевого червя *Eisenia hortensis* (Michaelsen, 1890) с целью его культивирования в различных субстратах.

Материал и методы. В опытах использованы приобретенная маточная популяция дождевого червя *E. hortensis*, субстраты на основе отходов. Тестирования субстратов на возможность содержания в них маточной популяции *E. hortensis* проведены по процедурам, описанным в ISO 11268-1 (1993), с поправками согласно Biological Test Method (EC) 2004 [2] и в соответствии с литературными источниками.

Результаты и их обсуждение. Черви вида *E. hortensis* крупнее, чем *E. foetida*. Оптимальным кормом для животных являются кухонные очистки растительного происхождения и садоводческий мусор. При оптимальной температуре и влажности субстрата 60% один червь вида *E. hortensis* за период своей половой активности (около 180 суток) способен дать до 10 особей потомства, которые достигают половой зрелости к 110 суткам жизни.

Заключение. Приведены результаты изучения репродуктивных показателей дождевого червя *E. hortensis* при содержании его в подлежащих утилизации органических отходах. Рассмотрены основные репродуктивные параметры популяции червей в подлежащем утилизации субстрате. Показано, что популяции червей способны жить и размножаться в органических отходах, подлежащих утилизации.

Ключевые слова: дождевые черви, органические отходы, репродуктивные показатели.

Survival and some Reproduction Parameters of the Earthworms *Eisenia hortensis* (Michaelsen, 1890) in Substrates Subjected to Recycling Organic Wastes

A.Yu. Tarasevich

State Scientific and Production Amalgamation «Scientific and Practical Center for Bioresources»

Life activity of earthworms accelerates the biodegradation of organic wastes. European experts have successfully cultivate earthworm *Eisenia hortensis* (Michaelsen, 1890) dwelling in Western Europe [1], both for scientific and commercial purposes. It is used for processing organic wastes. There is a hypothesis that earthworms *E. hortensis* can be cultivated in Belarus and be used for recycling of organic wastes, alongside with the dung worms *Eisenia foetida* (Savigny, 1826).

The purpose of the present work is examination of the earthworm *E. hortensis* reproductive performance for breeding them in subjected to recycling organic wastes.

Material and methods. An acquired breeding stock of the earthworm *E. hortensis* based on subjected to recycling organic wastes substrates was used in the study. Testing of the substrates was held according to procedures documented in ISO 11268-1 (1993), amended according to Biological Test Method (EC) 2004 [4] and literature data.

Findings and their discussion. The earthworm of the *E. hortensis* species is larger than *E. foetida*. Kitchen vegetable peelings and horticultural wastes fit best for the animals feeding. At the optimum temperature and moisture of the substrate for the period of their sexual activity (about 180 days) one earthworm of the *E. hortensis* species is able to produce up to 10 offspring individuals that reach sexual maturity by the 110 day of life.

Conclusion. The article contains findings of the study of the earthworm *E. hortensis* reproductive performance in subjected to recycling organic wastes. The basic reproductive parameters of the earthworm population are examined. It is shown that the earthworm population is able to live and reproduce in subjected to recycling organic wastes.

Key words: earthworm, organic wastes, reproduction parameters.

В настоящее время перед экологами Республики Беларусь стоят вопросы утилизации органических отходов различного происхождения. Известно, что жизнедеятельность дождевых червей ускоряет процессы биodeградации органических отходов. Червь *Eisenia hortensis* (Michaelson, 1890) используется для переработки органических отходов. Поскольку спектр питания данного вида червя отличается от такового червя навозного *Eisenia foetida* (Savigny, 1826), спектр утилизируемых им отходов также значительно отличается. Европейские специалисты успешно культивируют червя *E. hortensis*, обитающего в странах Западной Европы [1], как в научных, так и коммерческих целях.

Существует гипотеза, что червей вида *E. hortensis* можно культивировать в Беларуси и использовать для утилизации органических отходов наряду с навозным червем *E. foetida*. Для этого необходимо подобрать оптимальный состав субстратов и условия, в которых будут культивироваться популяции *E. hortensis*.

Цель статьи – изучение репродуктивных показателей дождевого червя *Eisenia hortensis* (Michaelson, 1890) с целью его культивирования в различных субстратах.

Материал и методы. Проведены следующие опыты:

1. Тест на острую летальность [3].

2. Изучение репродуктивных показателей популяции дождевого червя *E. hortensis* при содержании ее в оптимальных условиях [4].

Тестирования субстратов на возможность содержания в них маточной популяции животных проведены в помещении сектора вермифтехнологий ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» по процедурам, описанным в ISO 11268-1 (1993), с поправками согласно Biological Test

Method (EC) 2004 [2] и в соответствии с литературными источниками [5–7]. Для получения оптимальных субстратов на протяжении года (01.07.2014–01.07.2015) тестировались различные смеси органических отходов. Отходы перемешивались и распределялись по пластиковым контейнерам ($V = 3,3 \text{ дм}^3$), навесками по 0,5 кг. Ингредиенты субстрата для опытов перемешивались сухими. Влажность смесей доводили дистиллятом. Субстраты увлажняли постепенно, чтобы они были однородны по цвету и текстуре, поверхность субстратов постоянно была влажной, но в контейнерах не застаивалась вода. Повторность 4-кратная.

В тестах использованы половозрелые особи червя *E. hortensis*. Черви вносились в контейнеры через сутки после подготовки исследуемых субстратов, по 10 особей на контейнер, содержались 14 дней (1) и 56 дней (2) при $T_{\text{субстрата}} = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ в темном помещении. Разбор контейнеров производился вручную, дважды: на 14-й и 56-й дни эксперимента. При этом подсчитывалось количество взрослых особей в каждом контейнере. Рассчитан процент выживших особей на 56-й день эксперимента.

Статистические данные обработаны программой Excel 2007.

Результаты и их обсуждение. На этапе работы «Адаптация популяции червей в новых субстратах» (01.07.2014–15.09.2014) на возможность содержания и размножения в них червя *E. hortensis* протестировано четыре искусственных субстрата (табл. 1).

Субстраты состояли из вермигумуса, полученного сектором в результате компостирования навоза КРС популяцией навозного червя *E. foetida*, торфа верхового и субстрата, использованного для разведения гриба *Pleurotus ostreatus*, взятых в различных пропорциях.

Таблица 1

Состав субстратов на основе вермигумуса и/или торфа

Наполнитель	Вариант заполнения контейнера			
	1	2	3	4
Вермигумус	40%	40%	–	–
Торф верховой	–	50 %	50%	50%
Субстрат после выращивания грибов	50%	–	40%	20%
Навоз конский	5%	5%	5%	15%
Солома	5%	5%	5%	15%

В качестве кормовой добавки животным в контейнеры вносили навоз конский компостированный, перемешанный с соломой.

В процессе проведения эксперимента выявлена оптимальная влажность субстрата для содержания в нем животных (согласно ГОСТу [8]). В дальнейшем влажность субстрата поддерживалась на уровне 60%.

После 56 суток содержания червей *E. hortensis* в субстратах установлено, что субстраты на основе уже готового вермигумуса, полученного от популяции навозного червя *E. foetida*, непригодны для содержания *E. hortensis* (табл. 2).

Кроме того, дополнительные тесты показали, что популяции червей *E. hortensis* и *E. foetida* не являются симбионтами. В отсутствие конкуренции за пищевые ресурсы наблюдается аллелопатия этих видов. В контейнерах с 1 червем вида *E. foetida* и 10 особями *E. hortensis* происходит элиминация червя вида *E. foetida*. В контейнерах

с 1 червем вида *E. hortensis* и 10 особями *E. foetida* происходит элиминация червя *E. hortensis*.

Отобраны (согласно ГОСТу [9]) и проанализированы образцы субстратов, в которых содержались животные. Химический анализ проведен лабораторией агроэкологии Института природопользования НАН Беларуси.

В результате проведения 2-месячного теста выявлено, что при сходных показателях кислотности субстратов, химических составах субстраты на основе верхового торфа наиболее пригодны для содержания маточной популяции дождевого червя *E. hortensis*.

На этапе «Разведение маточной популяции червей» (16.09.2014–31.12.2014) протестированы субстраты на основе верхового торфа, субстрата, использованного для разведения гриба *P. ostreatus*, садового мусора, подстилки конюшни (табл. 3).

Таблица 2

Выживаемость червей *E. hortensis* в субстратах на основе вермигумуса и/или торфа

Показатель	Вариант заполнения контейнера			
	1	2	3	4
Выживаемость червей в субстрате	0%	25%	80%	95%

Таблица 3

Состав субстрата на основе торфа и навоза

Наполнитель	Вариант заполнения контейнера			
	1	2	3	4
Торф верховой	50%	50%	50%	50%
Субстрат после выращивания грибов	20%	20%	–	–
Навоз КРС	–	15%	15%	–
Навоз конский	15%	–	–	20%
Овощные очистки	–	–	20%	10%
Сено	–	15%	15%	10%
Солома	15%	–	–	10%

Таблица 4

Выживаемость червей *E. hortensis* в субстратах на основе торфа и навоза

Показатель	Вариант заполнения контейнера			
	1	2	3	4
Выживаемость червей в субстрате	95%	25%	30%	100%

Таблица 5

Состав субстратов на основе торфа и отходов

Наполнитель	Вариант заполнения контейнера		
	1	2	3
Торф верховой	50%	50%	50%
Опад листовой	30%	10%	10%
Сено	10%	30%	10%
Овощные очистки	10%	10%	30%

Таблица 6

Выживаемость червей *E. hortensis* в субстратах на основе торфа и отходов

Показатель	Вариант заполнения контейнера		
	1	2	3
Число животных в контейнере в начале эксперимента	10	10	10
Выживаемость за период	90%	95%	100%
Число коконов за период	7	12	38

Проведен подбор оптимального для животных корма. Опробованы органические отходы, в том числе кухонный мусор (очистки картофеля, свеклы, моркови, лука), садоводческий мусор (сено, листовой опад) и комбикорм для карповых рыб. Опыт показал, что наиболее перспективным кормом для маточной популяции является комбикорм. При его использовании черви быстро набирают вес, что благоприятно сказывается на репродукции популяции. Тем не менее, комбикорм не является приоритетным для кормления червя в опытах по утилизации отходов. Установлено, что дождевой червь *E. hortensis* хорошо перерабатывает очистки овощей и его можно использовать для их утилизации.

Опыт показал, что для червей вида *E. hortensis* применение навоза КРС в качестве подкормки нежелательно. В экспериментальных контейнерах выжило от 25% до 30% червей (табл. 4).

Отобраны и химически проанализированы образцы субстратов, в которых содержались черви. Установлено, что при одинаковых показателях кислотности субстратов, сходных химических составах, субстраты с торфом (торф – 50%, подстилка конюшни – 40%, кухонные очистки – 10%) наиболее пригодны для содержания маточной популяции дождевого червя *E. hortensis* (табл. 4, вариант 4).

Этап «Культивирование популяции животных в опытных субстратах (субстратах на основе садоводческого мусора)» (01.01.2015–15.03.2015)

проведен согласно ISO 11268-2 (1998) [3]. Субстрат для содержания животных состоял из торфа верхового, сена, опада широколиственных деревьев (табл. 5). В качестве корма использовали очистки картофеля, свеклы, моркови, капусты, лука репчатого.

Опыт показал, что субстрат на основе торфа, листового опада и сена оптимален для размножения червя *E. hortensis*. При этом максимальное число коконов обнаружено в субстрате с максимальным содержанием овощных очисток (торф – 50%, опад листовой – 10%, сено – 10%, овощные очистки – 30%) (табл. 6). Данный феномен, вероятнее всего, объясняется максимальной пористостью субстрата и, следовательно, оптимальной для размножения животных температурой ($T_{\text{субстрата}} = 23 \pm 2^\circ\text{C}$), аэрированностью и влажностью субстрата № 3.

В результате эксперимента выявлено, что в оптимальных для размножения условиях дождевой червь *E. hortensis* способен сбрасывать до 0,4 кокона в неделю, что соответствует данным зарубежных исследователей при аналогичной температуре [10]. Из 1 кокона выходит в среднем 1,08 ювенильной особи, что тоже не противоречит литературным данным. Одновременно достижение половой зрелости червя *E. hortensis* наблюдается в среднем на 110 сутки после выхода червя из кокона. Постоянное производство коконов одной особью червя длится в среднем не более 180 суток. Это не соответствует данным

зарубежных ученых (достижение половой зрелости – на 30 сутки, постоянное производство коконов – более 200 суток).

Заключение. В результате проведенных опытов установлено, что оптимальный субстрат для содержания маточной популяции червей вида *E. hortensis* должен состоять из торфа верхового – 50%, опада листового – 10%, сена – 10%, овощных очисток – 30%. Оптимальная для содержания животных температура (согласно литературным данным) ниже оптимальной для размножения животных температуры ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) на $4-6^\circ\text{C}$.

Установлено, что навоз КРС не следует использовать в качестве корма для червей вида *E. hortensis*, то есть черви вида *E. hortensis* не являются конкурентами за пищу для червей *E. foetida*. Тем не менее, в одном субстрате данные виды червей элиминируют друг друга.

Черви вида *E. hortensis* крупнее, чем *E. foetida*, в их спектр питания входят отходы, содержащие большое количество целлюлозы. Оптимальным кормом для животных являются кухонные очистки растительного происхождения и садовый мусор. При оптимальной температуре и влажности субстрата 60% один червь вида *E. hortensis* за период своей половой активности (около 180 суток) способен дать до 10 особей потомства, которые достигают половой зрелости к 110 суткам жизни.

Исследование проведено за счет средств БРФФИ (грант Б14М-043).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиляров, М.С. Животные и почвообразование / М.С. Гиляров // Биология почв Северной Европы. – М.: Наука, 1988. – С. 7–16.
2. Environment Canada (EC). 2004. Biological Test Method: Tests for Toxicity of Contaminated Soil to Earthworms (*Eisenia andrei*, *Eisenia fetida*, or *Lumbricus terrestris*) // Report EPS, Ottawa, Ontario. – 2004. – 184 p.
3. International Standard ISO 11268-1 (1993): Soil Quality – Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*). – Part 1: Determination of acute toxicity using artificial soil substrate. International Organization for Standardization, Genf.
4. International Standard ISO 11268-2 (1998): Soil Quality – Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia foetida*). – Part 2: Determination of effects on reproduction. International Organization for Standardization, Genf.
5. Wilson, J.J. Ecotoxicological endpoints for contaminated site remediation / J.J. Wilson, J.F. Hatcher, J.S. Goudey // Ann 1st Super Sanità. – 2002. – № 38(2). – P. 143–147.
6. Schaefer, M. Behavioural Endpoints in Earthworm Ecotoxicology: Evaluation of Different Test Systems in Soil Toxicity Assessment / M. Schaefer // Soils & Sediments. – 2003. – № 3(2). – P. 79–84.
7. Галицкая, П.Ю. Тестирование отходов, почв, материалов с использованием живых систем: учеб.-метод. пособие / П.Ю. Галицкая, С.Ю. Селивановская, Р.Х. Гумерова. – Казань, 2011. – 47 с.
8. ГОСТ 28268-89. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений.
9. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
10. Viuoen, S.A. The influence of temperature on the life-cycle of *Dendrobaena veneta* (Oligochaeta) / S.A. Viuoen, A.J. Reinecke, L. Hartman // Soil Biology and Biochemistry. – 1992. – Vol. 24, № 12. – P. 1341–1344.

REFERENCES

1. Giliarov M.S. *Biologiya pochv Severnoi Yevropi* [Biology of Soils of Northern Europe], M., Nauka, 1988, pp. 7–16.
2. Environment Canada (EC). 2004. Biological Test Method: Tests for Toxicity of Contaminated Soil to Earthworms (*Eisenia andrei*, *Eisenia fetida*, or *Lumbricus terrestris*) // Report EPS, Ottawa, Ontario. – 2004. – 184 p.
3. International Standard ISO 11268-1 (1993): Soil Quality – Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*). – Part 1: Determination of acute toxicity using artificial soil substrate. International Organization for Standardization, Genf.
4. International Standard ISO 11268-2 (1998): Soil Quality – Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia foetida*). – Part 2: Determination of effects on reproduction. International Organization for Standardization, Genf.
5. Wilson J.J., Hatcher J.F., Goudey J.S. Ecotoxicological endpoints for contaminated site remediation // Ann 1st Super Sanità. – 2002. – № 38(2). – P. 143–147.
6. Schaefer M. Behavioural Endpoints in Earthworm Ecotoxicology: Evaluation of Different Test Systems in Soil Toxicity Assessment // Soils & Sediments. – 2003. – № 3(2). – P. 79–84.
7. Galitskaya P.Yu., Selivanovskaya S.Yu., Gumerova R.Kh. *Testirovaniye otkhodov, pochv, materialov s ispolzovaniyem zhivikh system: Uchebno-metodicheskoye posobiye* [Testing Wastes, Soils, Materials with the Use of Life Systems: Manual], Kazan, 2011, 47 p.
8. GOST 28268-89. *Metodi opredeleniya vlazhnosti, maksimalnoi gigroskopicheskoi vlazhnosti i vlazhnosti ustoichivogo zaviadaniya rastenii* [Methods of Detecting Humidity, Maximal Hygroscopic Humidity and Humidity of Stable Plant Fading].
9. GOST 17.4.4.02-84. *Okhrana prirody. Pochvi. Metody otbora i podgotovki prob dlia khimicheskogo, bakteriologicheskogo, gelmintologicheskogo analiza.* [State Standard 17.4.4.02-84. Nature Protection. Soils. Methods of Sample Intake and Preparation for Chemical, Bacteriological and Worm Analysis].
10. Viuoen, S.A., Reinecke, A.J., Hartman, L. The influence of temperature on the life-cycle of *Dendrobaena veneta* (Oligochaeta) // Soil Biology and Biochemistry. – 1992. – Vol. 24(12). – P. 1341–1344.

Поступила в редакцию 19.10.2015

Адрес для корреспонденции: e-mail: arlif@mail.ru – Тарасевич А.Ю.