

Оригинальная статья

УДК 631.4:631.86

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-3-59-65



## ЗООКОМПОСТ ЛИЧИНОК МУХИ ЧЕРНАЯ ЛЬВИНКА КАК ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИЙ АГЕНТ В ПОЧВАХ

**Пендюрин Евгений Александрович**, канд. с.-х. наук, доцент

AuthorID: 405992; <https://orcid.org/0000-0003-4826-3654>; pendyrinea@yandex.ru

**Сапронова Жанна Ануаровна**, д-р техн. наук, профессор

AuthorID: 747166; <https://orcid.org/0000-0003-1410-0179>; sapronova.2016@yandex.ru

**Токач Юлия Егоровна**, канд. техн. наук, доцент

AuthorID: 584933; tokach@bk.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова; 308012; г. Белгород, ул. Костюкова, 46, Россия

**Аннотация.** Влагоемкость почв имеет критическое значение для круговорота питательных веществ, продуктивности сельскохозяйственных угодий, устойчивости к эрозии. Органические удобрения улучшают широкий спектр свойств почвы включая ее структуру и способность к влагоудержанию. Целью исследований явилось изучение влияния зоокомпоста личинки мухи Черная львинка на влагоемкость почв для использования в сельском хозяйстве в качестве почвенного кондиционера. Удобрения способны быстро обеспечивать растения необходимыми питательными веществами. Проведены исследования по влиянию зоокомпоста, полученного при выращивании мухи Черная львинка, на влагоемкость почв. Зоокомпост личинки мухи Черная львинка представляет собой мелкогранулированную рыхлую несслеживающуюся массу коричневого цвета с преобладающим размером частиц 0,5-3 мм. Установлено, что добавление зоокомпоста личинки мухи Черная львинка в количестве 60 т/га повышает влагоемкость на 43% и увеличивает время высыхания почвы до начальной влажности на 18 дней.

**Ключевые слова:** почва, влагоемкость, зоокомпост личинки мухи Черная львинка, удобрение, почвенная смесь

**Формат цитирования:** Пендюрин Е.А., Сапронова Ж.А., Токач Ю.Е. Зоокомпост личинок мухи Черная львинка как влагоудерживающий агент в почвах // Природообустройство. 2023. № 3. С. 59-65. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-3-59-65.

Пендюрин Е.А., Сапронова Ж.А., Токач Ю.Е., © 2023

Original article

## ZOOCOMPOST OF BLACK LION FLY LARVAE AS A MOISTURE-RETAINING AGENT IN SOILS

**Pendyurin Evgeny Alexandrovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Author ID: 405992; <https://orcid.org/0000-0003-4826-3654>; pendyrinea@yandex.ru

**Sapronova Zhanna Anuarovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor

AuthorID: 747166; <https://orcid.org/0000-0003-1410-0179>; sapronova.2016@yandex.ru

**Tokach Yulia Egorovna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

AuthorID: 584933; tokach@bk.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov; 308012; Belgorod, Kostyukova str., 46, Russia

**Annotation.** Original article. Soil moisture capacity is critical for nutrient cycling, agricultural productivity, erosion resistance. Organic fertilizers improve a wide range of soil properties, including soil structure and water retention. Fertilizers can quickly provide plants with the necessary nutrients. In the work, studies were carried out on the effect of zoocompost obtained by growing the Black Lion fly on the moisture capacity and moisture retention of the soil. The zoocompost of the Black soldier fly larva is a finely granulated, loose, non-caking mass of brown color with a predominant particle size of 0.5-3 mm. It was found that the addition of a zoo-compost of a Black Lion fly larva in the amount of 60 t/ha increases the moisture capacity by 43%, and increases the drying time of the soil to the initial humidity by 18 days.

**Keywords:** soil, moisture capacity, zoocompost of the Black Lion fly larvae, fertilizer, soil mixture

**Format of citation:** Pendyurin E.A., Sapronova Zh.A., Tokach Yu.E. Zoocompost of black lion fly larvae as a moisture-retaining agent in soils // Prirodoobustrojstvo. 2023. № 3. P. 59-65. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-3-59-65.

**Введение.** Продовольственные кризисы и деградация почв вызвали серьезные проблемы во всем мире. По оценкам, в 2050 г. население мира достигнет 9,8 млрд чел. Это означает, что к 2050 г. спрос на продовольствие увеличится примерно на 70%. Кроме того, чрезмерное использование земель ускорило деградацию почв [1].

Подсчитано, что ежегодно по причине эрозии теряется более 6 млн га мировых пахотных почвенных ресурсов. Одной из основных задач современного сельского хозяйства является разработка устойчивых производственных систем, которые позволили бы производить продукты питания надлежащего качества, не подвергая опасности ресурсы окружающей среды [2].

**Материалы и методы исследований.** Плодородие почвы можно подразделить на три основных компонента: физические характеристики, химические характеристики и биологические характеристики. В рамках каждого из данных компонентов существует множество возможных характеристик и индикаторов плодородия почвы (рис. 1) [3].

Почвенная влага существует в трех формах, а именно: гравитационная, капиллярная и гигроскопическая вода.

Гравитационная вода определяется как свободная вода, которая перемещается сквозь почву под действием силы тяжести. Она находится в макропорах, и ее движение является довольно быстрым в хорошо дренированной почве, следовательно, она считается доступной влагой

в течение недолгого времени. В норме гравитационная влага уходит из почвы через 2-3 дня после дождя. Гигроскопическая вода образует очень тонкую пленку вокруг поверхности почвенных частиц. Капиллярная вода присутствует в микропорах и удерживается внутри почвы за счет когезии и адгезии. Эта влага отвечает за все взаимодействия между почвой и окружающей средой: физические, химические и т.д. [4, 5].

Дефицит почвенной влаги, явление деградации почвы создают серьезную проблему, влияющую на продуктивность сельскохозяйственных угодий. Наличие воды является основным фактором, ограничивающим продуктивность экосистем во многих средах, особенно в полусухих экосистемах. Дефицит почвенной влаги также снижает глубину инфильтрации осадков и повреждает структуру почвы, уменьшая ее пористость, что приводит к ухудшению качества почвы и плохому росту растительности [6].

Влажность почвы является одним из таких экзогенных свойств окружающей среды, которое влияет на устойчивость почвы к эрозии. Не только пространственное, но и временное изменение влажности почвы в начале, во время и между отдельными дождями имеет важное значение для определения эрозионной стойкости почвы. Многие исследователи в своих работах сходятся во мнении о том, что полностью сухая почва имеет низкую эрозионную устойчивость [7].

Удобрения способны быстро обеспечивать растения необходимыми питательными веществами. Однако питательные вещества в неорганических удобрениях легко теряются в результате поверхностного стока, выщелачивания и улетучивания по причине их высокой растворимости. Это может вызвать наличие таких проблем, как, например, эвтрофикация воды [8].

Высокоразвитые страны ведут активную работу по восстановлению почв, используя внесение компоста. Это способствует возвращению органического вещества в агроэкосистему при обеспечении непрерывного круговорота.

Органические удобрения улучшают широкий спектр свойств почвы включая ее структуру. Формирование



Рис. 1. Основные факторы плодородия почвы

Fig. 1. Main factors of soil fertility

почвенных агрегатов в значительной степени обусловлено микробной деятельностью и в свою очередь может влиять на микробные сообщества, создавая отдельные микробные среды обитания, а также связанные с этим воздействия на динамику воды и питательных веществ.

Результаты исследований [9] показывают, что регулярное внесение компоста способно поддерживать структуру почвы и связанную с этим физическую стабилизацию органического вещества почвы за счет увеличения доступного пула углерода в почве для микробов, увеличения микробной биомассы в почве и улучшения структуры почвы. Агрегатная структура почвы в свою очередь породила разнообразные среды обитания и изменила микробные сообщества.

Одним из технологических решений повышения влагообеспеченности почв, а следовательно, их урожайности является использование влагосорбентов, способных не только поглощать и удерживать значительное количество воды, но и постепенно высвобождать и отдавать воду по мере необходимости растениям [10].

Органическое вещество почвы впитывает воду, увеличивая влажность почвы в течение длительного периода времени, тем самым повышая эффективность использования воды растениями. Согласно исследованиям доступность воды для растений в почвах во многих частях мира (Европа, Азия, Африка, Северная Америка) повысилась (вследствие улучшения пористости почвы или насыпной плотности) после внесения различных видов отходов, содержащих органические вещества – таких, как навоз, компост, солома и т.д. [2].

Муха Черная львинка (*Hermetia illucens*) – насекомое, которое все чаще культивируется в искусственных условиях для получения ценных кормовых продуктов и химического сырья. Личинки насекомого в процессе жизнедеятельности производят компост, богатый органическими и минеральными веществами [11-13].

**Цель исследований:** изучение влияния зоокомпоста личинки мухи Черная львинка на влагоемкость и влагоудержание почв для использования в сельском хозяйстве в качестве почвенного кондиционера.

Объектом исследований стали образцы подсушенного зоокомпоста личинок мухи Черная львинка торговой марки Зероникс.

В ходе исследований один из этапов заключался в определении показателей водопоглощения зоокомпоста.

Водопоглощение материала по массе или по объему равно отношению массы воды,

поглощенной образцом материала при насыщении, соответственно к массе или объему образца.

Водопоглощение по массе вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100,$$

где  $m_1$  – масса образца в сухом состоянии, кг;  $m_2$  – масса образца в насыщенном водой состоянии, кг.

За окончательный результат принимается среднее арифметическое 5 определений водопоглощений.

Основные характеристики образца зоокомпоста определялись в соответствии с ГОСТ 33830-2016.

**Результаты и их обсуждение.** Зоокомпост личинки мухи Черная львинка представляет собой мелкогранулированную рыхлую несжимающуюся массу коричневого цвета с преобладающим размером частиц 0,5-3 мм (рис. 2).

Целесообразность определения основных характеристик зоокомпоста обусловлена прежде всего необходимостью выявления у него тех свойств, которые обеспечат возможность широкого и эффективного его использования в технологиях сельского хозяйства.

Зоокомпост личинок мухи Черная львинка содержит важнейшие биогенные элементы и большое количество органического вещества (табл. 1). Измеренная величина  $pH_{КСЛ}$  составила  $7,3 \pm 0,2$ , что хорошо для почвы, так как распространенные влагоудержатели (такие, как гидрогели) имеют кислую или щелочную среду.

Для определения влияния количества зоокомпоста личинки мухи Черная львинка в почвенной смеси на ее влагосодержание готовили смеси зоокомпоста личинок мухи Черная львинка торговой марки Зероникс с почвой чернозема типичного малогумусного в разных пропорциях путем смешивания зоокомпоста и чернозема в соотношении 3-300 т/га. В качестве контроля



Рис. 2. Образец зоокомпоста  
Fig. 2. Sample of zoocompost

использовались чернозем типичный и зоокомпост личинки мухи Черная львинка в чистом виде. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Известно, что наилучшая влагоемкость почв тяжелых по гранулометрическому составу составляет 40-50%. Влагоемкость 30-40% считается хорошей, 25-30% – удовлетворительной, менее 25% – неудовлетворительной (ГОСТ Р 70229-2022. Почвы. Показатели качества почв).

Из представленных данных следует, что с повышением содержания зоокомпоста в почвенной смеси показатели влагоемкости заметно возрастают. Чистый зоокомпост имеет влагоемкость, более чем в два раза превосходящую показатели чернозема типичного. При добавлении зоокомпоста в количестве 30, 60, 100 и 300 т/га влагоемкость повышается на 29, 43, 44, 47% соответственно. Поскольку зоокомпост является ценным и ограниченным ресурсом, необходимо его экономичное использование. Исходя из полученных данных, рациональной добавкой в данном эксперименте можно считать 60 т/га, поскольку

при увеличении количества зоокомпоста рост влагоемкости замедляется.

Время, в течение которого происходит высыхание почвенных смесей, является еще одним важным показателем способности почвы удерживать влагу. Для определения этих значений исследуемые составы выдерживали в комнате при температуре 20-23°C до полного высыхания.

Результаты определения влагоудерживающей способности образцов приведены в таблице 3, масса образцов в сухом состоянии указана выше (табл. 2).

Добавление зоокомпоста, таким образом, не только повышает максимальную влагоемкость почвы, но и пролонгирует период ее увлажненности с 9 до 18 дней. В исследованиях проба № 7 также показывает лучший результат с учетом количества вносимого зоокомпоста и сроков влагоудержания.

На рисунке 3 представлено развитие трещиноватости на почвенных образцах в ходе их высыхания. Из данных рисунка следует, что образцы с низким содержанием зоокомпоста

Таблица 1. Содержание некоторых основных компонентов, массовые доли

Table 1. The content of some main components, mass fractions

Влага, % Moisture, %	Зола, % Ash, %	Органическое вещество в пересчете на углерод, % Organic matter in terms of carbon, %	Общий азот, % Total nitrogen, %
38,1±1,1	12,1±0,1	15,1±0,3	4,6±0,1
Общий калий, % Total potassium, %	Гидрокарбонаты, % Hydrocarbonates, %	Сульфаты, % Sulfates, %	Общий фосфор, % Total phosphorus, %
3,4±0,2	2,7±0,1	3,07±0,2	3,6±0,1

Таблица 2. Влияние количества зоокомпоста личинки мухи Черная львинка в почве на ее влагосодержание

Table 2. Influence of the amount of zoocompost of the Black Lion fly larva in the soil on its moisture content

Состав Composition	Содержание зоокомпоста, т/га Content of zoocompost, t / ha	Масса образца в сухом состоянии, г Mass of the sample in the dry state, g	Масса образца в насыщенном водой состоянии, г Mass of the sample in a water-saturated state, g	Влагоемкость % Moisture capacity, %
1	3	67,529	85,124	26,1
2	6	85,505	108,421	26,8
3	9	88,133	111,970	27,0
4	12	85,636	109,247	27,6
5	15	86,704	111,689	28,8
6	30	93,887	124,764	32,9
7	60	59,214	80,681	36,3
8	100	59,873	81,896	36,8
9	300	59,890	82,327	37,5
Контроль почва Control soil	-	80,460	100,885	25,4
Контроль зоокомпост Control zoocompost	-	42,516	67,891	59,7

Таблица 3. Время высыхания почвенных образцов

Table 3. Time of soil samples drying up

Состав Composition	Масса образца в насыщенном водой состоянии, г Mass of the sample in a water-saturated state, g	Масса образца через 8 дней Sample weight after 8 days	Масса образца через 22 дня Sample weight after 22 days	Масса образца через 31 день Sample weight after 31 days	Масса образца через 40 дней Sample weight after 40 days
1	85,124	81,062	67,025	67,025	67,025
2	108,421	103,675	85,598	85,598	85,598
3	111,970	106,837	88,446	88,446	88,446
4	109,247	103,731	85,650	85,650	85,650
5	111,689	106,848	86,699	86,699	86,699
6	124,764	119,735	96,330	93,829	93,829
7	80,681	76,240	63,722	60,210	59,871
8	81,896	77,993	64,246	62,172	59,890
9	82,327	78,880	66,223	63,647	59,890
Контроль почва Control soil	100,885	94,978	80,459	80,459	80,459
Контроль зоокомпост Control zoocompost	67,891	64,706	62,593	54,120	48,012

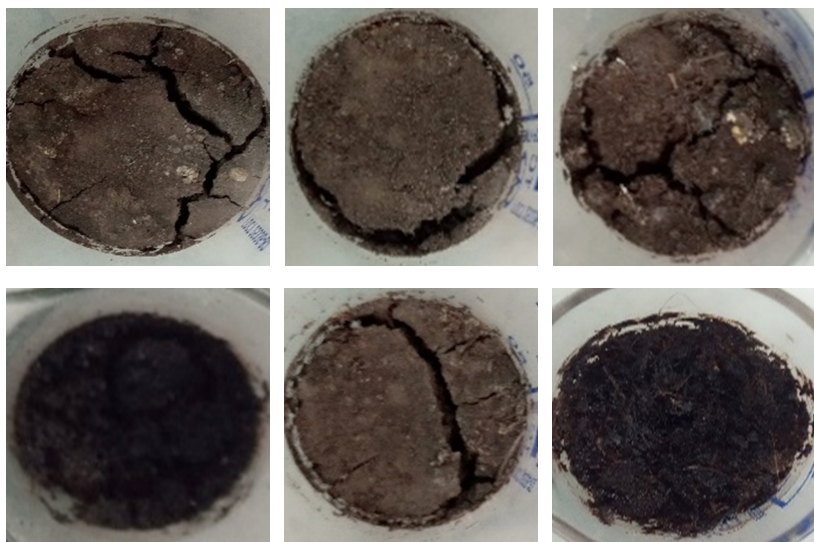


Рис. 3. Развитие трещиноватости на почвенных образцах при высыхании

Fig. 3. Development of fracturing on soil samples during drying

образуют множественные широкие трещины. Такая структура является неблагоприятной для роста растений, так как осадки быстро просачиваются на большую глубину, не задерживаясь в поверхностном слое. Кроме того, образование больших трещин может повредить корни растений. У образца № 7 трещины имеют меньшую ширину и глубину. На образцах с содержанием зоокомпоста 300 т/га трещины почти не наблюдались.

Использование зоокомпоста личинки мухи Черная львинка в земледелии позволит, таким образом, экономить воду, используемую для полива, а также выращивать более требовательные к влагосодержанию почв сельскохозяйственные

культуры на участках, где это ранее было неэффективно.

В исследованиях, проведенных нами ранее [14], было установлено, что зоокомпост личинок мухи Черная львинка обладает стимулирующим действием на рост многих сельскохозяйственных культур. В частности, доза 3 т/га показала положительную динамику роста и развития плодов огурцов сорта «Дальневосточный 27», увеличение приживаемости растений томатов сорта «Сливка медовая». Положительное влияние было оказано на рост растений, ускорение сроков созревания плодов.

В свете полученных экспериментальных данных необходимо проведение дальнейших исследований в условиях, имитирующих засушливый климат, для оценки эффекта пролонгированной влагоемкости на рост растений и определения оптимальной дозы вносимого удобрения.

### Выводы

Проведенный нами эксперимент показал, что показатели влагоемкости почв имеют критическое значение. Установлено, что добавление зоокомпоста личинки мухи Черная львинка в количестве 60 т/га повышает влагоемкость на 43% и увеличивает время высыхания почвы до начальной влажности

на 18 дней. В связи с этим можно заключить, что использование зоокомпоста личинки мухи Черная львинка в земледелии позволит экономить воду, используемую в ирригации, а также

выращивать более требовательные к влагоудержанию почв сельскохозяйственные культуры на участках, где ранее это являлось неэффективным.

*Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова*

*The work was carried out within the framework of the implementation of the federal program to support universities "Priority 2030" using equipment based on the Center for high technologies of BSTU named after V.G. Shukhov.*

#### Список использованных источников

1. **Kainan Wang, HouJinju, Zhang Shudong et al.** Preparation of a new biochar-based microbial fertilizer: Nutrient release patterns and synergistic mechanisms to improve soil fertility // Science of the Total Environment. 2023. 860 (160478). 12 p. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.160478.
2. **Tomasz Garbowski, Bar-Michalczyk Dominika, Charazinska Sylwia et al.** An overview of natural soil amendments in agriculture // Soil & Tillage Research. 2023. 225 (105462). 20 p. DOI: 10.1016/j.still.2022.105462.
3. **Andrew W. Stevens.** The economics of soil health // Food Policy. 2018. 80. Pp. 1-9. DOI: 10.1016/j.foodpol.2018.08.005.
4. **SushaLekshmi S.U., Singh D.N., ShojaeiBaghini Maryam.** A critical review of soil moisture measurement // Measurement. 2014. 54. Pp. 92-105. DOI: 10.1016/j.measurement.2014.04.007.
5. **Pariva Dobriyal, Qureshi Ashi, Badola Ruchi, Hussain Syed Ainul.** A review of the methods available for estimating soil moisture and its implications for water resource management // Journal of Hydrology. 2012. 458-459. Pp. 110-117. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2012.06.021.
6. **Yuanhong Zhang, Peng Xingxing, Ning Fang.** Assessing the response of orchard productivity to soil water depletion using field sampling and modeling methods // Agricultural Water Management. 2022. 273 (107883). 14p. DOI: 10.1016/j.agwat.2022.107883.
7. **Nishani Moragoda, Kumar Mukesh, Cohen Sagy.** Representing the role of soil moisture on erosion resistance in sediment models: Challenges and opportunities // Earth-Science Reviews. 2022. 229 (104032). 16 p. DOI: 10.1016/j.earscirev.2022.104032.
8. **Корчагин В.И.** Компостные смеси на основе отходов производства / Енютина М.В., Тарасевич Т.В., Костылева Л.Н. // Экология и промышленность России. 2014. № 1. С. 21-23. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2014-1-21-23>.
9. **Daoyuan Wang, LinJonathan Y., Sayre Jordan M. et al.** Compost amendment maintains soil structure and carbon storage by increasing available carbon and microbial biomass in agricultural soil – A six-year field study // Geoderma. 2022. 427 (116117). 11 p. DOI: 10.1016/j.geoderma.2022.116117.
10. **Байдакова М.В.** Создание акриловых гидрогелевых сорбентов для повышения урожайности почв: Дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2019. 230 с.
11. **Muller A., Wolf D., Gutzeit H.O., Naturforsch Z.** The black soldier fly, *Hermetia illucens* – a promising

#### References

1. **Kainan Wang.** Preparation of a new biochar-based microbial fertilizer: Nutrient release patterns and synergistic mechanisms to improve soil fertility / Kainan Wang, Jinju Hou, Shudong Zhang et al. // Science of the Total Environment. 2023. 860 (160478). 12 p. (DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.160478)
2. **Tomasz Garbowski.** An overview of natural soil amendments in agriculture / Tomasz Garbowski, Dominika Bar-Michalczyk, Sylwia Charazinska et al. // Soil & Tillage Research. 2023. 225 (105462). 20 p. (DOI: 10.1016/j.still.2022.105462)
3. **Andrew W. Stevens.** The economics of soil health / Andrew W. Stevens // Food Policy. 2018. – 80. P. 1-9. (DOI: 10.1016/j.foodpol.2018.08.005)
4. **SushaLekshmi S.U.** A critical review of soil moisture measurement / SushaLekshmi S.U., D.N. Singh, Maryam ShojaeiBaghini // Measurement. 2014. 54. P. 92-105. (DOI: 10.1016/j.measurement.2014.04.007)
5. **Pariva Dobriyal.** A review of the methods available for estimating soil moisture and its implications for water resource management / ParivaDobriyal, Ashi Qureshi, RuchiBadola, Syed Ainul Hussain // Journal of Hydrology. 2012. 458-459. P. 110-117. (DOI: 10.1016/j.jhydrol.2012.06.021)
6. **Yuanhong Zhang.** Assessing the response of orchard productivity to soil water depletion using field sampling and modeling methods / Yuanhong Zhang, Xingxing Peng, Ning Fang // Agricultural Water Management. 2022. 273 (107883). 14 p. (DOI: 10.1016/j.agwat.2022.107883)
7. **Nishani Moragoda.** Representing the role of soil moisture on erosion resistance in sediment models: Challenges and opportunities / Nishani Moragoda, Mukesh Kumar, Sagy Cohen // Earth-Science Reviews. – 2022. – 229 (104032). – 16 p. (DOI: 10.1016/j.earscirev.2022.104032)
8. **Korchagin V.I.** Compost mixtures based on production waste / Enyutina M.V., Tarasevich T.V., Kostyleva L.N. // Ecology and industry of Russia. 2014;(1):21-23. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2014-1-21-23>
9. **Daoyuan Wang.** Compost amendment maintains soil structure and carbon storage by increasing available carbon and microbial biomass in agricultural soil – A six-year field study / Daoyuan Wang, Jonathan Y. Lin, Jordan M. Sayre et al. / Geoderma. 2022. 427 (116117). 11 p. (DOI: 10.1016/j.geoderma.2022.116117)
10. **Baydakova M.V.** Creation of acrylic hydrogel sorbents to increase soil yields. – Diss... candidate of technical sciences: 05.17.06. St. Petersburg, 2019-230 p.

source for sustainable production of proteins, lipids and bioactive substances. 2017. Vol. 72, Is. 9-10. Pp. 351-363. DOI: 10.1515/znc-2017-0030.

12. **Newton G.L., Sheppard D.C., Watson D.W., Burtle G.J., Dove C.R., Tomberlin J.K., Thelen E.E.** The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/resource recovery tool//Symposium on the State of the Science of Animal Manure and Waste Management (San Antonio, Texas, USA, January 5-7, 2005).

13. **Пендюрин Е.А., Святченко А.В., Токач Ю.Е.** Органоминеральное удобрение на основе зоокомпоста личинок Черной львиной мухи, цитрогипса и пыли электрофильтров цементного производств // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2022. № 3 (85). С. 42-51.

14. **Пендюрин Е.А., Святченко А.В., Кирюшина Н.Ю.** Применение зоокомпоста личинки мухи Черной львиной (*HERMETIAILLUCENS*) при выращивании огурцов // Вестник аграрной науки. 2022. № 3(96). С. 45-50.

11. **Muller A., Wolf D., Gutzeit H.O., Naturforsch Z.** The black soldier fly, *Hermetia illucens* – a promising source for sustainable production of proteins, lipids and bioactive substances. 2017. Vol. 72. Is. 9-10. – P. 351-363. (DOI: 10.1515/znc-2017-0030)

12. **Newton G.L., Sheppard D.C., Watson D.W., Burtle G.J., Dove C.R., Tomberlin J.K., Thelen E.E.** The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management/resource recovery tool//Symposium on the State of the Science of Animal Manure and Waste Management (San Antonio, Texas, USA, January 5-7). – 2005.

13. **Pendyurin E.A., Svyatchenko A.V., Tokach Yu.E.** Organomineral fertilizer based on zoocompost of Black lion fly larvae, citrogypss and dust of electrostatic precipitators of cement production. Questions of modern science and practice. University V.I. Vernadsky. 2022. № 3(85). P. 42-51.

14. **Pendyurin E.A., Svyatchenko A.V., Kiryushina N.Yu.** The use of zoocompost of the larva of the Black Lion fly (*HERMETIAILLUCENS*) in the cultivation of cucumbers // Bulletin of agrarian science. 2022. № 3(96). P. 45-50 2022. № 3(96). S. 45-50.

#### Критерии авторства

Пендюрин Е.А., Сапронова Ж.А., Токач Ю.Е. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

КНФ ИНТ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Статья поступила в редакцию 10.03.2023

Одобрена после рецензирования 06.06.2023

Принята к публикации 06.06.2023

#### Criteria of authorship

Pendyurin E.A., Sapronova Zh.A., Tokach Yu.E. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Pendyurin E.A., Sapronova Zh.A., Tokach Yu.E. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

#### Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

Declared contribution of authors: All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The article was submitted to the editorial office 10.03.2023

Approved after reviewing 06.06.2023

Accepted for publication 06.06.2023