

УДК 631.468.514.239

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МЕСТНЫХ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВЕРМИКОМПОСТА

Эргашева Х.И., Исмаилов З.Ф.

Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, Самарканд,
e-mail: ergashevahafza1990@gmail.com, 02040608@mail.ru

В настоящее время использование органических удобрений и выращивание экопродукции являются актуальными вопросами в аграрной отрасли. В основе решения этой проблемы лежит биотехнология вермиккультуры и приготовления биогуруса. В наших исследованиях мы изучаем биотехнологические процессы получения биогуруса, очень богатого минералами и витаминами, с использованием местных видов дождевых червей: *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta* и *Aporrectodea caliginosa*, а также дождевого червя *Eisenia anderyi*. В результате наших исследований будет разработана эффективная технология использования экологически чистого биоудобрения – биогуруса, полученного в результате биотехнологического процесса в сельском хозяйстве. На основе использования местных дождевых червей за счет ограничения завоза закупаемых из-за рубежа калифорнийских червей, а также за счет локализации технологии получения биогуруса с низкой себестоимостью возможно повысить эффективность сельскохозяйственного производства в нашей республике. Биотехнологические процессы зачастую не только безотходны, но и дают возможность решить проблемы переработки промышленных, бытовых и сельскохозяйственных органических отходов и получения из них обладающих ценными свойствами полезных продуктов. В настоящее время в большинстве стран, в том числе и в Узбекистане, в сфере сельскохозяйственного производства продуктивность сельскохозяйственных культур обеспечивается за счет применения минеральных удобрений. Регулярное внесение минеральных удобрений в больших количествах может изменить физико-химические свойства почвы и привести к накоплению в ней вредных веществ. Именно поэтому использование органических удобрений в сельском хозяйстве является актуальным вопросом. В наших экспериментах мы изучали оптимальные условия жизни местных дождевых червей и использовали их в биотехнологических процессах. Используя эпигейные виды дождевых червей, можно из органических отходов получить высокоэффективное органическое удобрение, которое можно использовать в качестве источника питательных веществ для растений с большим коммерческим потенциалом. Работа над проектами вермикомпостирования и промышленного вермикомпостирования является основной целью нашего исследования.

Ключевые слова: *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta*, *Aporrectodea caliginosa*, *Eisenia anderyi*, вермиккультура, биогурус, органическое удобрение

BIOTECHNOLOGICAL INDICATORS OF SOME NATIVE EARTHWORMS IN VERMICOMPOST PRODUCTION

Ergasheva Kh.I., Ismailov Z.F.

Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand,
e-mail: ergashevahafza1990@gmail.com, 02040608@mail.ru

Currently, the use of organic fertilizers and the cultivation of eco-products are a topical issue in the agricultural industry. The solution to this problem is based on the biotechnology of vermiculture and biohumus preparation. In our research, we study biotechnological processes for obtaining biohumus, very rich in minerals and vitamins, using local species of earthworms: *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta* and *Aporrectodea caliginosa*, as well as the earthworm *Eisenia anderyi*. As a result of our research, an effective technology for the use of environmentally friendly bio-fertilizer – biohumus, obtained as a result of a biotechnological process in agriculture, will be developed. Based on the use of local dermatomycosis, it is possible to increase the efficiency of agricultural production by limiting the import of Californian worms at the expense of foreign currency, localizing the technology for obtaining biohumus at low costs in our republic. Biotechnological processes are often not only waste-free, but also provide an opportunity to solve the problems of organic processing of industrial, domestic and agricultural waste and obtain useful products with valuable properties from such products. At present, in most countries, including Uzbekistan, the productivity of crops in the field of agricultural production is ensured by the use of mineral fertilizers. Regular application of mineral fertilizers in large quantities can change the physical and chemical properties of the soil and lead to the accumulation of harmful substances in it. That is why the use of organic fertilizers in agriculture is an urgent issue. In our experiments, we studied the optimal living conditions of local earthworms and used them in biotechnological processes. Using above-ground species of earthworms, it is possible to make a highly effective organic fertilizer from organic waste. It can be used as a plant nutrient source with great commercial potential. Working on vermicomposting and industrial vermicomposting projects is the main goal of our research.

Keywords: *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta*, *Aporrectodea caliginosa*, *Eisenia anderyi*, vermiculture, biohumus, organic fertilizer

Почва является основным объектом земледелия и основным средством производства в сельском хозяйстве. Большое значение в минерализации почвы азоти-

стыми соединениями имеют живущие в почве кольчатые черви [1]. В сельском хозяйстве реакцию «убегания» дождевых червей на химические вещества использо-

вали для определения степени загрязнения почвы гербицидами, инсектицидами и другими химическими веществами [2]. Местные виды, встречающиеся в Узбекистане: *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta* и *Aporrectodea caliginosa*, встречаются в больших количествах в перегное под листовой подстилкой [3]. На основании изучения их адаптации к различным питательным субстратам органических отходов выбрана оптимальная среда для их биодegradационной активности. Разработана эффективная технология использования биоудобрения – биогумуса, полученного в результате биодegradации. В результате наших исследований можно повысить эффективность сельскохозяйственного производства за счет ограничения ввоза калифорнийских червей, закупаемых за иностранную валюту, на основе использования местных кольчатых червей, а также за счет локализации низкзатратной технологии производства биогумуса в нашей республике [4, 5]. Использование в сельском хозяйстве дождевых червей для переработки органических отходов, получения ценных и чистых органических удобрений с целью повышения урожайности сельскохозяйственных растений вызвало большой интерес у людей. Это новшество стало одним из первых шагов, предпринятых для благополучия человечества в обществе [3]. Биологические процессы зачастую не только безотходны, но и позволяют решать проблемы переработки органических промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов, придавая им ценные потребительские свойства [6]. Вермикомпост – экологически чистое органическое удобрение, оказывающее многогранное воздействие на почву и растения. Он не содержит семена сорняков, болезнетворные микроорганизмы и более безопасен по сравнению с обычным компостом [7].

Актуальность исследования заключается в том, что в современных условиях в сельскохозяйственном производстве в большинстве стран, в том числе и в Узбекистане, повышается урожайность сельскохозяйственных культур – благодаря применению минеральных удобрений. Регулярное внесение в почву больших количеств минеральных удобрений изменяет физико-химические свойства почвы (поглотительную способность, содержание поглощенных оснований и степень насыщения ими почвы, кислотность и рН почвенного раствора) и может привести к высокому накоплению вредных веществ в почве. Именно поэтому использование органических удобрений в сельском хозяйстве является актуальным вопросом.

Материалы и методы исследования

В ходе наших исследований мы отобрали местных дождевых червей для реализации технологии биодegradации органических отходов с использованием местных видов кольчатых червей в лабораторных условиях, теплице и открытом грунте. Для сбора и фиксации дождевых червей был выбран участок площадью 1 м². Сначала в выбранном месте выкапывается вертикальная траншея глубиной 50 см. Затем из каждого 10 см слоя с каждой стороны траншеи берут пробы почвы и там собирают дождевых червей. Собранных червей фиксируют для определения их вида. Перед фиксацией дождевых червей сначала очищают от частиц почвы и всевозможной грязи, а затем промывают чистой водой в специальной емкости (ванне). Очищенных дождевых червей помещают в чашку Петри и убивают в 2% растворе формалина. Черви становятся круглыми под действием формалина. Поэтому червей нужно собрать в ванночку и накрыть марлей, смоченной формалином. Формалиновая марля не позволяет червям нагреваться или портиться в жаркую погоду. После того, как черви немного затвердеют (2–3 часа), их для длительного сохранения закупоривают и этикеткируют в стеклянные бутылки емкостью 0,5 л, содержащие 5% формалина. В лаборатории собранные дождевые черви будут подготовлены для определения вида, биомассы и других характеристик. При выращивании вермиккультуры и приготовления вермикомпоста применялись общепринятые методы вермикопостирования. Согласно им приготовление вермикомпоста включает 4 этапа. 1. Подготовка субстрата. 2. Инкубация дождевых червей. 3. Культивирование дождевых червей в новой питательной среде. 4. Отделение дождевых червей от вермикомпоста [8]. В соответствии с этими методами можно использовать различные богатые азотом органические отходы. Необходимо обеспечить оптимальную температуру среды обитания дождевых червей 15–22 °С, влажность субстрата 60–70%, рН 7,3–7,6 [9]. Для определения химического состава полученных продуктов использовали следующие методы: количество гумуса в продукте определяли по методу И.В. Тюрина, количество НРК в биогумусе рассчитывали по методу Йодля – Бауэра.

Результаты исследования и их обсуждение

Особое значение в процессе вермиккультуры дождевых червей имеет температура субстрата. Поскольку мы проводили наши исследования в лабораторных условиях,

у нас была возможность контролировать температуру субстрата. Результаты показали, что прироста биомассы в вермикультуре при +5 °С и ниже не происходит. Мы наблюдали, что количество биомассы увеличивалось параллельно с повышением температуры выше +5 °С. Наиболее оптимальная температура составляет +25 °С. Нам установлено, что местные дождевые черви, при температуре +25 °С, не производили биомассу высокими темпами, при температуре 35–40 °С они уходили в диапаузу (когда наблюдаем вермикультуру на примере четырех взрослых особей) (рис. 1). Видно, что количество коконов больше формируется у взрослых особей при 15–20 °С (когда наблюдаем вермикультуру на примере четырех взрослых особей) (рис. 1).

В результате экспериментов некоторые химические показатели продуктов, полученных в лабораторных условиях, сравнивали с составом предыдущего испытанного субстрата. При анализе содержания общих питательных веществ в образцах стандартного кормового навоза крупного рогатого скота, отобранного для вермикультуры дождевых червей, содержание гумуса составило 7,47%. Также анализировали общее количество азота, фосфора и калия в об-

разце. По ней установлено, что количество общего азота (N) составляет 0,42%, количество фосфора (P) – 0,21%, количество общего калия (K₂O) – 0,58%, pH среды составлял 7,71. В образце биогуруса контрольного варианта (продукт, полученный от *Eisenia andrium*) количество гумуса составило 19,59%. Также анализировали общее количество азота, фосфора и калия в образце. По ней установлено, что общий азот (N) составляет 2,03%, фосфор (P) – 1,59%, общий калий (K₂O) – 1,34%.

Было установлено, что pH среды составляет 7,48. Количество гумуса в образце биогуруса, полученного из *Eisenia fetida*, составило 31,44%. Установлено, что удобрение имеет удовлетворительный показатель содержания гумуса. Самыми необходимыми элементами питания для растения считались азот, фосфор и калий. По нему было замечено, что содержание общего азота (N) составляет 2,24%. Этот показатель в составе удобрений соответствует группе с обеспечением выше среднего. Обнаружено, что количество фосфора (P) в этом удобрении составляет 1,94%. Установлено, что по степени содержания количество общего фосфора более высоким. Установлено, что общее количество калия (K₂O) составило 1,53%.

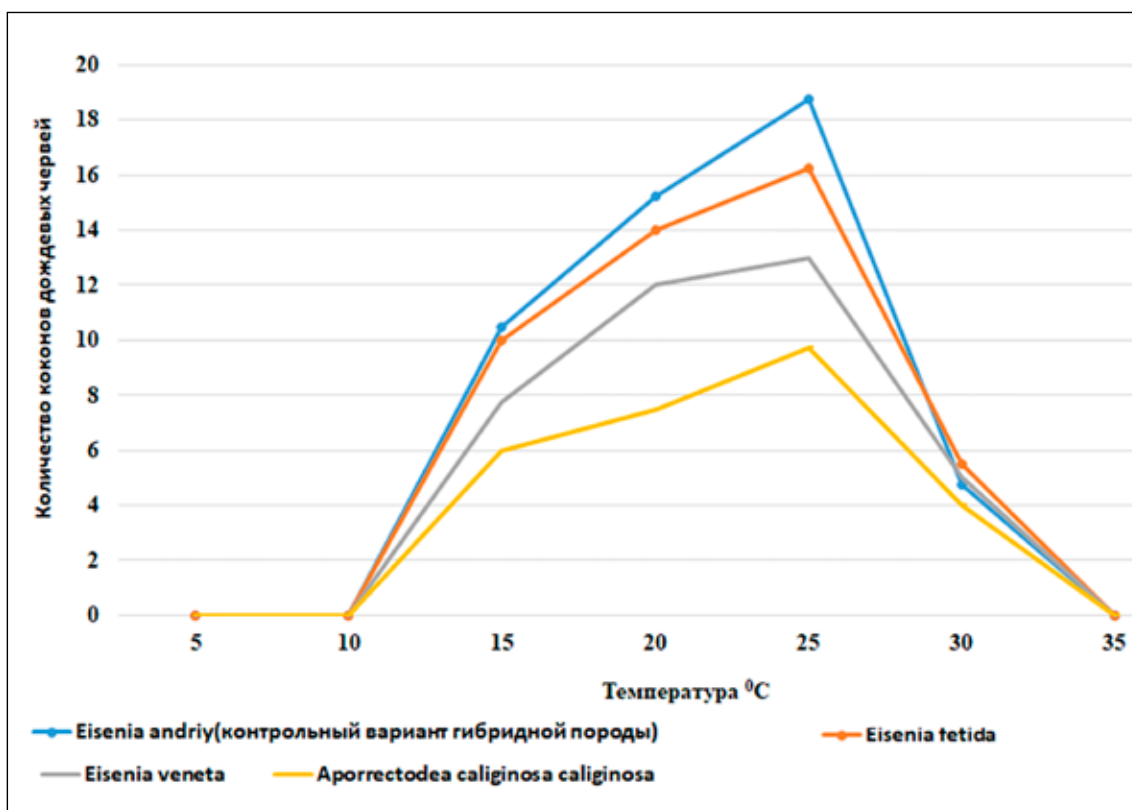


Рис. 1. Влияние температуры на размножение дождевых червей

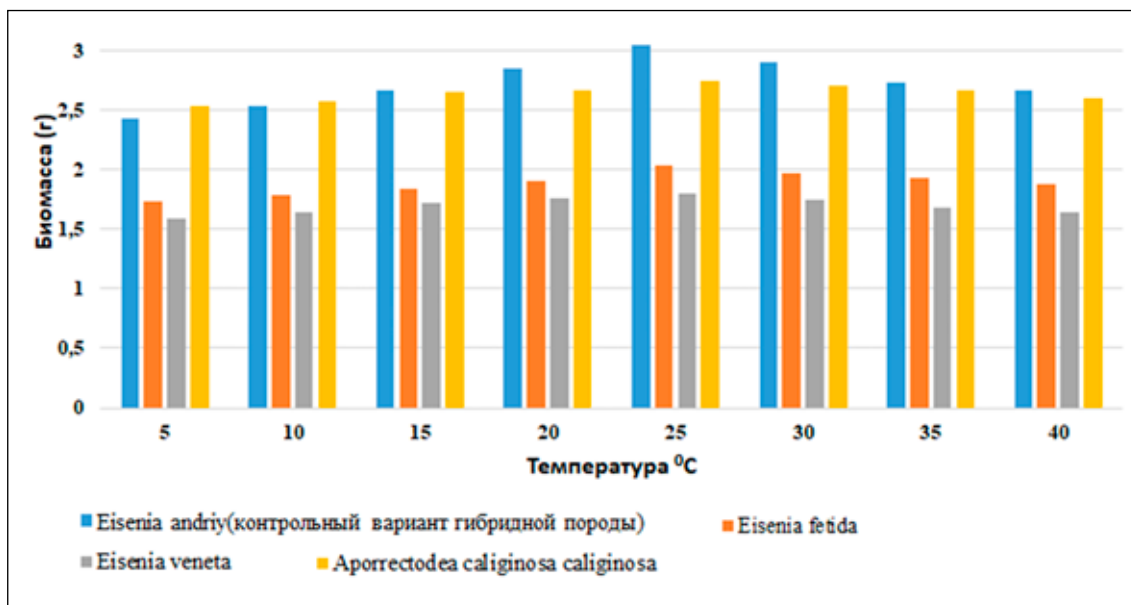


Рис. 2. Влияние температуры на развитие (производство биомассы) дождевых червей

Результаты анализа показали, что показатель рН-среды составил 6,9. Согласно данным показателям, можно сказать, что даже при выборе одинакового субстрата в результате биодegradации получены два образца биогумуса, в составе одного, полученного на основе использования местных видов, содержание органики в биогумусе было выше. Более отчетливо это видно на сравнительной гистограмме (рис. 2).

Образцы почвы полностью очищены от различных семян сорных растений. Отсутствуют инородные частицы растений, камней. Процесс полностью завершен. Степень разложения составляет 100%. Неразложившихся или частично разложившихся растительных и животных остатков нет. Цвет образца состоит из темноокрашенных веществ, диспергируемость отличная, что не влияет на качественный показатель удобрения. Количество влаги составило 21,7%. Определено, что этот показатель соответствует количеству влаги, поступающей в удобрение.

В научной литературе недостаточно сведений о видах и жизнедеятельности дождевых червей. Такая информация собирается в основном на основе исследований, проведенных в конце XIX – начале XX в. [10]. Но проведение экспериментов с использованием формалина может нанести вред человеку. Рекомендуется использовать горчицу, поскольку она оказывает минимальное влияние на здоровье человека [11]. Метод, который мы использовали в нашем экспе-

рименте, заключался в основном в механическом сборе видов без нанесения им повреждений. В наблюдениях многих ученых можно увидеть сегментарную кривую роста в постэмбриональный период дождевых червей. При этом масса тела увеличивается до полового созревания, а прирост массы тела снижается после полового акта [12]. Дождевые черви – беспозвоночные с тонкой кожей, которая не защищает их от различных воздействий. Поэтому изменение температуры среды, в которой они обитают, оказывает прямое влияние на их физиологические процессы [13, 14]. Дождевые черви погибают при температуре ниже +5 °C. Процессы развития наблюдались при температурах выше +10 °C [15–17]. Однако было отмечено, что коконы некоторых видов дождевых червей выживают при -20 °C [18]. В наших экспериментах установлено, что местные виды дождевых червей живут в состоянии, адаптированном к этой среде. Используя наземные виды дождевых червей, можно приготовить высокоэффективный компост из органических отходов. Этот гумус можно использовать как богатый источник питательных веществ для растений с большим коммерческим потенциалом. Исследования по вермикомпостированию и коммерческие проекты вермикомпостирования доступны во многих странах, включая Англию, Францию, Голландию, Германию, Италию, Испанию, Польшу, США, Кубу, Мексику, Японию и Филиппины, Индию, Южную Корею и другие страны

Юго-Восточной Азии, Австралии, Новой Зеландии, Кубы, Багамских островов и многих стран Южной Америки. Исследования, проводимые в Нью-Йоркском университете, были направлены на использование дождевых червей в первоначальном разложении органических отходов, для производства вермикомпостов из сточных вод и твердых веществ [19]. Ценный биоуголь был получен путем добавления различных видов пластиковых отходов в навоз крупного рогатого скота в качестве корма для дождевых червей [20]. Другое исследование показало хорошие результаты при использовании фруктовых и овощных отходов в качестве корма для дождевых червей [21]. При приготовлении биогуруса патогенные микроорганизмы теряются при прохождении органических отходов через кишечник дождевых червей [22].

Полученные на основе проведенных нами экспериментов органические удобрения, а также влияние органических удобрений на растения будут изучены на следующих этапах наших исследований.

Заключение

При наблюдении за ответной реакцией организма местных видов дождевых червей *Eisenia fetida*, *Eisenia veneta*, *Aporrectodea caliginosa* на изменения температуры окружающей среды и на некоторые биологические процессы установлено, что они при температуре +25 °С не продуцировали высокой биомассы. Половозрелые особи при температуре 15–20 °С образовывали небольшое количество коконов.

При отборе до опыта субстратов с одинаковым составом (общий азот 0,42%, общий фосфор 0,21%, общий калий 0,58%) нами установлено, что в образце, полученном в результате биодegradации, с использованием дождевого червя вида *Eisenia andarium* (общий азот 2,03%, фосфор общий 1,59%, калий общий 1,34%) по сравнению с содержанием биогуруса, полученного на основе использования местного вида *Eisenia fetida* (азот общий 2,24%, фосфор общий 1,94%, калий общий 1,53%), показатели органического содержимого более высокие.

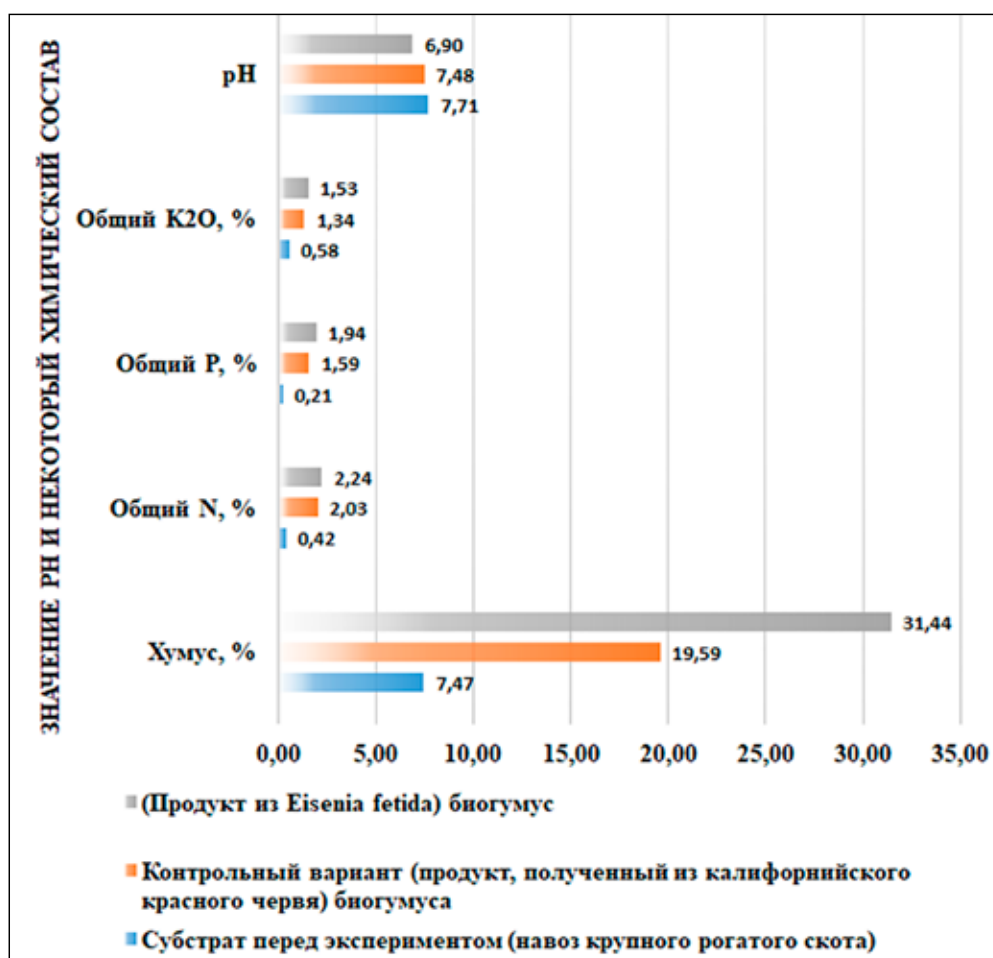


Рис. 3. Некоторые химические параметры полученных образцов

На основании полученных результатов возможно использование рекомендуемых местных видов дождевых червей при переработке органических отходов на территории животноводческих ферм нашей республики, а также их использование в качестве одной из отраслей животноводческого кластера.

Список литературы

1. Abail Z., Whalen J.K. Earthworm contributions to soil nitrogen supply in corn-soybean agroecosystems in Quebec, Canada // *Pedosphere*. 2021. Vol. 31, Is. 3. P. 405–412.
2. Datta S., Singh J., Singh J., Singh S., Singh S. Avoidance behavior of *Eisenia fetida* and *Metaphire posthuma* towards two different pesticides, acephate and atrazine // *Chemosphere*. 2021. Is. 278. P. 130.
3. Гафурова Л.А., Набиева Г.М., Кучкарова Л.С., Аскарходжаев Н.А., Рахматуллаев А.Ю., Махкамова Д.Ю., Эргашева О.Х. Внедрение в сельском хозяйстве экологически чистых ресурсосберегающих технологий в повышении плодородия деградированных почв. О научно-исследовательской работе – инновационный проект ИОТ-2013-5-33 (НУУЗ им. М. Улугбека). Ташкент, 2022. С. 90–130.
4. Эргашева Х.И. Биотехнологические основы получения биогаза // *Бюллетень науки и практики*. 2021. № 11. С. 127–130.
5. Ergasheva X.I. Biotexnologik yondashuvlar asosida texnogen tuproqlar holatini yaxshilashning dolzarbligi // *Хоразмъямун академияси ахборотномаси*. 2022. № 9-3. P. 11–15.
6. Битюцкий Н.П., Соловьева А.Н., Лукина Е.И., Олейник А.С., Завгородняя Ю.А., Демин В.В., Бызов Б.А. Экскреты дождевых червей – стимулятор минерализации соединений азота в почве // *Почвоведение*. 2007. № 4. С. 468–473.
7. Бабенко А.С., Ван Джа Нин. Перспективы использования вермикомпоста в защите растений // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2010. № 1 (9). С. 105–110.
8. Игонин А.М. Дождевые черви. Руководство по вермиккультуре в двух частях. Ч. 1: компостные черви. М.: ООО «МФК Точка Опоры», 2012. 284 с.
9. Graff O. Gewinnung von Biomasse aus Abfallstoffen durch Kultur des Kompostregewurmes *Eiseniu foetida* // *Landbauforschung colkenrode*. 1974. № 24. P. 137–142.
10. Clive A., Edwards N., Arancon Q. *Biology and Ecology of Earthworms*. М.: Книга по Требованию, 2022. С. 81–98.
11. Yan X., Wang J., Zhu L., Wang J., Li S., & Kim Y.M. Oxidative stress, growth inhibition, and DNA damage in earthworms induced by the combined pollution of typical neonicotinoid insecticides and heavy metals // *Science of the Total Environment*. 2021. Is. 754. P. 141873.
12. Da Silva E., De Lima O.D., De Andrad D.P., Brown G.G. Earthworm populations in forestry plantations (*Araucaria angustifolia*, *Pinus elliottii*) and native Atlantic forest in Southern Brazil compared using two sampling methods // *Pedobiologia*. 2019. Is. 72. P. 1–7.
13. Lévêque T., Capowicz Y., Schreck E., Mombo S., Mazzia C., Foucault Y., Dumat C. Effects of historic metal (loid) pollution on earthworm communities // *Science of the Total Environment*. 2015. Is. 511. P. 738–746.
14. Rutgers M., Orgiazzi A., Gardi C., Römcke J., Jänsch S., Keith A.M., De Zwart D. Mapping earthworm communities in Europe // *Applied Soil Ecology*. 2016. P. 97–111.
15. Görres J.H., Bellitürk K., Melnichuk R.D. Temperature and moisture variables affecting the earthworms of genus *Amyntas* Kinberg, 1867 (Oligochaeta: Megascolecidae) in a hardwood forest in the Champlain Valley, Vermont, USA // *Applied Soil Ecology*. 2016. Is. 2268. P. 111–115.
16. Richardson D.R., Snyder B.A., Hendrix P.F. Soil moisture and temperature: Tolerances and optima for a non-native earthworm species, *Amyntas agrestis* (Oligochaeta: Opisthoptora: Megascolecidae) // *Southeastern Naturalist*. 2009. Is. 8 (2). P. 325–334.
17. Blackmon IV J.H. The use of fire in the control of invasive, epigeic earthworm species in the southeastern United States. Doctoral dissertation. uga. 2009. 210 с.
18. Görres J.H., Bellitürk K., Melnichuk R.D. Temperature and moisture variables affecting the earthworms of genus *Amyntas* Kinberg, 1867 (Oligochaeta: Megascolecidae) in a hardwood forest in the Champlain Valley, Vermont, USA // *Applied Soil Ecology*. 2016. Is. 2294. P. 104.
19. Nadana G.R.V., Selvaraj K., Sivakumar P., Palanichelvam K. Coelomic fluid of earthworms extruded by cold stress method has commercially significant compounds and trigger seed germination in *Vigna radiata* L. // *Environmental Technology and Innovation*. 2020. Is. 19. P. 100814.
20. Sanchez-Hernandez J.C., Ro K.S., Szogi A.A., Chan S., Park B. Earthworms increase the potential for enzymatic bio-activation of biochars made from co-pyrolyzing animal manures and plastic wastes // *Journal of Hazardous Materials*. 2021. Is. 408. P. 124405.
21. Tedesco D.E., Conti C., Lovarelli D., Biazzi E., & Bacenetti J. Bioconversion of fruit and vegetable waste into earthworms as a new protein source: The environmental impact of earthworm meal production // *Science of the Total Environment*. 2019. P. 683, 690–698.
22. Soobhany N., Mohee R., Garg V.K. Inactivation of bacterial pathogenic load in compost against vermicompost of organic solid waste aiming to achieve sanitation goals: A review // *Waste Management*. 2017. P. 64, 51–62.