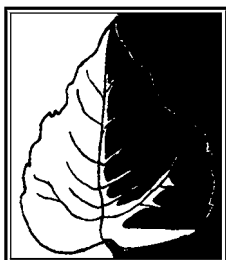


ОБЩЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



Проблемы Региональной Экологии

**REGIONAL
ENVIRONMENTAL
ISSUES**

Журнал издается при поддержке
Института географии Российской академии наук

**№ 6
2024 г.**



Решением президиума Высшей аттестационной комиссии журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук

Подписные индексы 84127 и 20490
в каталоге «Пресса России»

Журнал поступает
в Государственную Думу
Федерального собрания,
Правительство РФ,
аппарат администраций
субъектов Федерации,
ряд управлений
Министерства обороны РФ
и в другие государственные
службы, министерства
и ведомства.

Статьи рецензируются.
Перепечатка без разрешения
редакции запрещена,
ссылки на журнал
при цитировании обязательны.

Редакция не несет ответственности
за достоверность информации,
содержащейся в рекламных
объявлениях.

Отпечатано
в ООО «Авансд солешнз»
119071, г. Москва,
Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1
Тел./факс: (495) 249-02-66
www.aov.ru

Подписано в печать 29.12.2024
Формат 60 × 84¹/₈.
Печать офсетная.
Бумага офсетная № 1.
Объем 10,0 п. л.
Тираж 500 экз.
Заказ № RE624
Свободная цена

© ООО Издательский дом «Камертон», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Экология

- В. В. Сорока, А. А. Болдин, Н. И. Косолапова, М. И. Егорова, А. В. Корниенко, Л. В. Семенихина, Н. А. Балабина, Е. П. Проценко.* Эффективность применения эндометаболитов цианобактерий *Arthrospira platensis* при возделывании сахарной свеклы 5
- Р. В. Кайгородов.* Содержание микропластика в почвах речных долин Тюменской области 13
- В. О. Ведьманов, Н. В. Благовещенская.* Современные технологии, внедряемые в процесс проведения полевых сейсморазведочных работ с целью минимизации ущерба окружающей среде 17
- Янь Ли, С. Л. Максимова, В. О. Лемешевский.* Утилизация помета различных видов птиц 21

Раздел 2. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов

- И. Б. Шаповалова.* К вопросу гнездования серой цапли (*Ardea cinerea*) в центральных и южных районах Европейской части России при изменении антропогенного воздействия (водохозяйственной деятельности) 27
- В. П. Петрищев, Г. А. Пономарева.* Ретроспективный анализ недропользования в Оренбургской области 32

Раздел 3. Геоэкология

- С. В. Панков, А. А. Липецких, В. П. Илларионов.* Геоэкологическое состояние природных ландшафтов луганско-воронежского приграничья 38
- В. И. Репина, И. С. Недбаев.* Содержание азота и серы в почвах в зоне воздействия Череповецкого металлургического комбината 47
- Yu. I. Ermakova, B. I. Kochurov, I. N. Alfjorov.* Fractal approach to geoecological assessment of urbanized territories on the example of Khabarovsk 54

По вопросам размещения рекламы и публикации статей обращаться в редакцию:
(499) 346-82-06. E-mail: info@ecoregion.ru, http://www.ecoregion.ru

Раздел 4. Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география

<i>Ю. И. Винокуров, А. А. Жидких, Л. А. Кориунов, Б. А. Красноярова, В. А. Крахмалев.</i> Влияние климатических рисков на функционирование природозависимых отраслей экономики Алтайского края	60
<i>О. В. Максимчук, С. Б. Болдырева, В. А. Гец, К. А. Якубов, А. С. Суюнов.</i> Восстановление источников воды, используемых в сельском хозяйстве: технико-экономические аспекты	69
<i>А. А. Липецких, С. В. Панков, В. П. Илларионов.</i> Формирование системы расселения луганско-воронежского приграничья	78

CONTENTS

Section 1. Ecology

<i>V. V. Soroka, A. A. Boldin, N. I. Kosolapova, M. I. Egorova, A. V. Kornienko, L. V. Semenikhina, N. A. Balabina, E. P. Protsenko.</i> The efficiency of using endometabolites of cyanobacteria <i>Arthrospira platensis</i> in sugar beet cultivation	5
<i>R. V. Kaygorodov.</i> The content of microplastics in the soils of the river valleys of the Tyumen Region	13
<i>V. O. Vedmanov, N. V. Blagoveshchenskaya.</i> Modern technologies introduced in the process of field seismic survey performing in order to minimize damage to the environment	17
<i>Yan Li, S. L. Maksimova, V. O. Lemiasheuski.</i> Disposal of drops of various bird species	21

Section 2. Physical geography and biogeography, soil geography and landscape geochemistry

<i>I. B. Shapovalova.</i> On the issue of nesting of <i>Ardea cinerea</i> in the central and southern regions of the European part of Russia with changes in anthropogenic impact (water management activities)	27
<i>V. P. Petrishchev, G. A. Ponomareva.</i> Retrospective analysis of subsurface use in the Orenburg Region	32

Section 3. Geocology

<i>S. V. Pankov, A. A. Lipetskikh, V. P. Illarionov.</i> Geo-ecological state of the natural landscapes of the Lugansk-Voronezh border region	38
<i>V. I. Repina, I. S. Nedbaev.</i> Nitrogen and sulphur content in soils in the impact zone of Severstal Cherepovets Steel Plant	47
<i>Yu. I. Ermakova, B. I. Kochurov, I. N. Alforyov.</i> Fractal approach to geocological assessment of urbanized territories on the example of Khabarovsk	54

Section 4. Economic, social, political and recreational geography

<i>Yu. I. Vinokurov, A. A. Zhidkikh, L. A. Korshunov, B. A. Krasnoyarova, V. A. Krakhmalev.</i> Impact of climate risks on functioning nature-dependent sectors of the economy of the Altai Territory	60
<i>O. V. Maksimchuk, S. B. Boldyreva, V. A. Gets, K. A. Yakubov, A. S. Suyunov.</i> Rehabilitation of water sources used in agriculture: technical and economic aspects	69
<i>A. A. Lipetskikh, S. V. Pankov, V. P. Illarionov.</i> Formation of the settlement system of the Lugansk-Voronezh border area	78

УТИЛИЗАЦИЯ ПОМЕТА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПТИЦ

Янь Ли, аспирант, *Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета, ly15993087502@163.com, г. Минск, Республика Беларусь,*

С. Л. Максимова, кандидат биологических наук, доцент, *заведующий сектором вермитехнологий, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам, soilzool@mail.ru, г. Минск, Республика Беларусь,*

В. О. Лемешевский, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, *Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова, Белорусского государственного университета, Lemeshonak@mail.ru, Республика Беларусь, г. Минск, Научный сотрудник лаборатории белково-аминокислотного питания, ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФИЦ животноводства — ВИЖ им. ак. Л. К. Эрнста, г. Боровск, Калужская область, Россия*

Аннотация. В настоящее время высокая концентрация поголовья птицы на ограниченных территориях приводит к трудностям в утилизации птичьего помета, что обусловлено несовершенством методов его удаления и отсутствием технологий утилизации. Непринятие своевременных мер по эффективной переработке помета может привести к накоплению большого его количества вблизи птицефабрик, что потенциально опасно для окружающей среды. **Цель исследования** — изучить физико-химический состав помета различных видов птиц, создать субстрат для вселения дождевых навозных червей на основе помета различных видов птиц в процессе вермикомпостирования. **Методы.** Исследованы пробы куриного, гусиного и утиного помета, прошедшие различный процесс ферментации в ООО «Старый хутор» (Борисов). Изучены выживаемость червей, острая токсичность в курином, гусином и утином помете различного срока ферментации, адаптационная способность червей. **Результаты.** Выявлено, что куриный помет (независимо от срока ферментации) пригоден для заселения его дождевыми навозными червями и может быть использован в качестве субстрата при добавлении к нему навоза крупного рогатого скота. Установлено, что из-за высокой влажности сырого помета его нельзя складировать в буртах. При контакте с водой в процессе хранения помета потери азота, фосфора и калия ускоряются. **Выводы.** Для сокращения потерь птичий помет следует компостировать с торфом, древесными опилками, корой, лигнином, соломой, после чего заметно снижаются потери азота.

Abstract. Currently, a high concentration of poultry in limited areas leads to difficulties in the disposal of bird droppings, which is due to the imperfection of methods for its removal and the lack of disposal technologies. Failure to take timely measures to effectively process the manure can lead to the accumulation of large quantities near poultry farms, which is potentially hazardous to the environment. **The purpose of the study** is to research into physical and chemical composition of the droppings of various bird species, to create a substrate for the introduction of earthworms based on the droppings of various bird species for the vermicomposting process. **Methods.** The samples of chicken, goose and duck manure that had undergone various fermentation processes at LLC “Stary Khutor” (Borisov). The survival rate of worms, acute toxicity in chicken, goose and duck droppings of various fermentation periods, and the adaptive ability of worms were studied. **Results.** It has been revealed that chicken manure (regardless of the fermentation period) is suitable for colonization by earthworms and can be used as a substrate when cattle manure is added to it. It has been established that due to the high humidity of raw litter, it cannot be stored in piles. When in contact with water, the loss of nitrogen, phosphorus, and potassium during storage of manure is accelerated. **Conclusion.** To reduce losses, bird droppings should be composted with peat, sawdust, bark, lignin, and straw, which will significantly reduce nitrogen losses.

Ключевые слова: вермикомпостирование, субстрат, помет, куры, гуси, утки, утилизация.

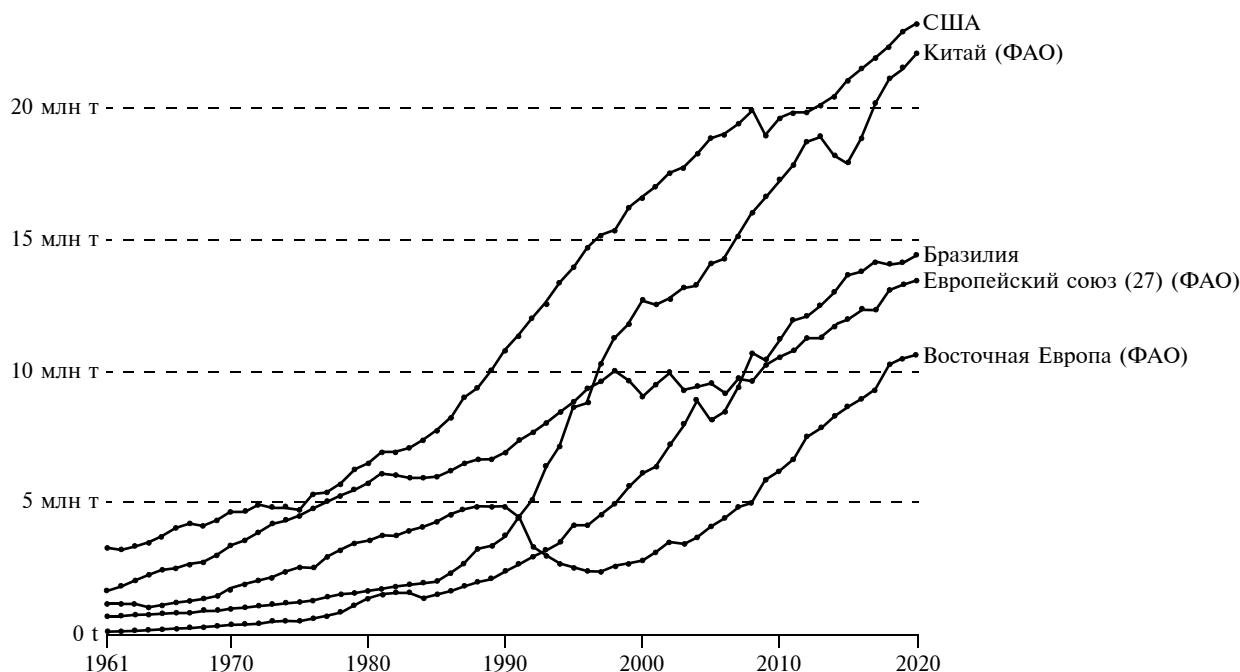
Keywords: vermicomposting, substrate, manure, chickens, geese, ducks, utilization.

Введение

В настоящее время птицеводство стало одной из ведущих отраслей в мире благодаря быстрому росту населения, что приводит к постепенному увеличению спроса на мясо птицы, яйца и продукты их переработки [1]. По данным статистики, в Китае (ФАО), США, Бразилии, Европейском Союзе (27) (ФАО) основное производство мяса птицы в 2020 году составило 23,15 млн т, 22,06 млн т, 14,38 млн т 13,43 млн т, соответственно. Кроме того, Восточная Европа (ФАО) также является важным районом, где производство находится на уровне 10,59 млн т (2020 г.). На рисунке 1 показана динамика производства мяса птицы в вышеперечисленных странах и регионах в период с 1961 по 2020 год [2].

Животноводство и птицеводство в Республике Беларусь является основой национальной экономики страны. В настоящее время концентрация поголовья птицы на ограниченных территориях приводит к трудностям в утилизации птичьего помета, что обусловлено несовершенством методов его удаления и отсутствием технологий утилизации. Непринятие своевременных мер по эффективной переработке этого ценного органического сырья может привести к накоплению большого количества помета вблизи птицефабрик, и такие хранилища могут стать потенциально опасным источником загрязнения окружающей среды [3–4].

Для таких опасений имеются серьезные основания, так как от одной птицефабрики сред-



Source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)

CC BY

Рис. Динамика в производстве мяса птицы с 1961 по 2020 год [2]

ней мощности (400 тыс. кур-несушек или 10 млн цыплят-бройлеров) ежегодно образуется соответственно до 35 и 83 тыс. т пометной массы и свыше 400 тыс. м³ сточных вод с повышенной концентрацией вредных веществ [5]. Усредненная норма выхода помета (с учетом усушки до 65–70 % в год) составляет на одну особь взрослой птицы 62 кг и молодняка — 42 кг.

На территории Беларуси имеется более 67 птицеводческих хозяйств. По статистическим данным, в стране поголовье птицы составляет 31,2 млн в хозяйствах всех категорий. Объем образующегося куриного помета находится на уровне свыше 1,56 млн т. Существующие технологии переработки полужидкого и жидкого помета в основном связаны с большими затратами, энергоемкостью и необходимостью специального оборудования.

По химическому составу помет считается источником питательных и биологически активных веществ. В пересчете на сухое вещество птичий помет содержит (%) 20–23 сырого белка, 12–14 сырой клетчатки, 30–37 безазотистого экстракта, 3–5 сырого жира, 11–13 золы, 2,84 кальция, 1,72 фосфора и большое количество микроэлементов [6]. Сырой белок представлен в виде комплекса незаменимых аминокислот (%): метионин 0,469–0,620, лизин 0,764–0,930, треонин 0,775–0,80, аргинин 1,420–1,230, пролин 0,2–0,3, тирозин 0,17–0,20, гистидин 0,15–0,20 и т. д. [6].

Одним из перспективных направлений утилизации птичьего помета является его вермикомпостирование [7]. Обработка отходов с использованием технологии компостирования земляных червей является горячей точкой для текущих исследований и привлекает внимание многих исследований.

Биотехнология имеет меньший потенциал загрязнения по сравнению с физическими и химическими технологиями, поэтому она также известна как «зеленая технология» и считается более эффективным средством обработки органических отходов без какого-либо негативного воздействия на окружающую среду. Чарльз Дарвин в своей книге «Дождевые черви» описывает роль земляных червей в разложении ветвей и листьев. С тех пор изучалась роль земляных червей в разложении промышленных отходов, ветвей и листьев и их роль в почве [9]. Например, Varma et al. [10] изучили влияние сброса шлака на микробиологическое разнообразие при компостировании отходов, таких как овощи, коровий навоз и опилки, и обнаружили, что сброс шлака оказал влияние на структуру микробного сообщества в куче, а также значительное увеличение изобилия стрептомицинов в экспериментальной группе с добавлением 3 % шлака и более заметное снижение изобилия актиномицетических бактерий; Vaibhav Srivastava и т. д. [11]. При компостировании земляных червей из смеси коровьего навоза с бытовыми отходами в городах с помощью червей

Aisheng Baizi было обнаружено, что компостирование земляных червей увеличивает содержание углерода, азота, фосфора и других элементов в смешанных отходах, а также повышает энзимную активность протеазы и виноградных гликоз. Содержание липидов и углеводов в конечном продукте компоста земляных червей снижается по сравнению с первоначальной смесью отходов; Форнес и другие [12] сравнили физические и химические свойства компоста после компоста помидоров и пришли к выводу, что хороший компост кислорода, компост земляных червей и их сочетание являются подходящими вариантами для управления органическими отходами и имеют ценность для садоводства.

Для эффективной биотрансформации органических отходов в компост земляных червей требуется ряд шагов, включая микробиологическое разложение, рытье земляных червей и поступление биомассы, а также стадию созревания, характеризующуюся миграцией земляных червей из разложенных отходов во вновь вводимые отходы. Дождевые черви могут потреблять различные органические вещества, и их скорость разложения очень высока. Некоторые ученые подсчитали, что, хотя человек с биомассой 100 кг может потреблять 20 кг пищи в день, земляные черви с той же биомассой потребляют около 500 кг пищи, что имеет большое преимущество при обращении с отходами. Кроме того, поскольку кишечник земляных червей содержит огромное количество микробной флоры [14], их экскременты (т. е. навоз земляных червей) часто демонстрируют значительное микробное разнообразие [15]. Исходя из того, что кажущиеся земляные черви обладают естественной способностью к размножению органических отходов, только 5–10 % съеденных отходов используются для удовлетворения их собственных метаболических потребностей, а остальные выводятся из организма, что способствует быстрому разложению сырья в аэробных условиях и образованию так называемого навоза земляных червей в течение короткого периода времени. В навозе земляных червей содержится много питательных веществ, поэтому отходы компостирования земляных червей широко используются [16].

Цель исследования — изучить физико-химический состав помета различных видов птиц, создать субстрат для вселения дождевых навозных червей на основе помета различных видов птиц в процессе вермикомпостирования.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследований были взяты пробы куриного, гусяного и утиного помета,

прошедшие различный процесс ферментации в условиях ООО «Старый хутор» (Борисов). Образцы проб представлены куриным пометом бройлеров 2022, 2023 годов хранения, гусяного помета — пометом 2022 и 2023 годов хранения. Помет разных сроков хранения находился в одной куче. Пробы утиного помета представлены пометом 2022 и 2023 годов хранения. Помет разных сроков хранения находился в одной куче. Пробы куриного, гусяного и утиного пометов были проанализированы визуально, а также был проведен физико-химический анализ всех проб.

Изучена выживаемость червей, острая токсичность куриного, гусяного и утиного помета различного срока ферментации путем постановки соответствующих экспериментов и тестов. Адаптационную способность червей определяли по LD₅₀, количеству коконов, численности ювенильных и половозрелых особей. Искомые показатели определяли ежедневно.

Экспериментальные исследования проводили следующим образом. В подготовленные емкости с пометом различного срока ферментации были помещены черви в количестве пяти особей на одну коробку. Кроме того, в ряд емкостей был добавлен и навоз крупного рогатого скота (КРС). Продолжительность исследований составила 60 дней. Подсчет червей в контейнерах проводили каждый день.

Схемы проведения экспериментов:

- 1 вариант: куриный помет 1-го года (100 %);
- 2 вариант: куриный помет 2-го года (100 %);
- 3 вариант: гусяный помет (100 %);
- 4 вариант: утиный помет (100 %);
- 5 вариант: куриный помет 6-месячный (100 %).

Математическую обработку данных осуществляли при помощи программного пакета MS Excel, рассчитывали величину средней арифметической, ошибки средней величины и пр.

Результаты исследования

Данные по физико-химическому составу и содержанию микроэлементов в курином помете разного срока хранения, гусяном и утином помете представлены в таблицах 1 и 2.

Экспериментальные исследования выживаемости червей и проведение теста на острую токсичность в курином, гусяном и утином помете различного срока ферментации показали результаты, имеющие некоторые закономерности.

1 вариант: куриный помет 1-го года (100 %)

Экспериментально установлено, что дождевые навозные черви, запущенные в куриный помет 1-го года погибли на 2-й день проведения эксперимента. Смертность составила 100 %.

При добавлении к куриному помету 1-го года 39 % почвы и 23 % навоза КРС оказалось, что дождевые навозные черви погибли на 2-й день проведения эксперимента. Смертность червей составила 100 %.

При включении к субстрату еще 20 % навоза КРС оказалось, что смертность червей достигала 60 % на третий день. Продолжение эксперимента показало, что через 5 дней в контейнере была обнаружена молодь (ювенильные стадии) дождевых навозных червей и не наблюдалось последующей смертности навозных червей. Дальнейшее наблюдение за жизнедеятельности дождевых навозных червей в данном контейнере установило, что смертность составила 0 %, на 100 % увеличилась численность взрослых червей в контейнере и молодью, отмечено появление коконов.

Таким образом, добавление к куриному помету 1-го года навоза КРС в количестве 60 %, а также почвы в количестве 40 % способствует росту и развитию навозных червей.

2 вариант: куриный помет 2-го года (100 %)

В результате проведения эксперимента выявлено, что навозные черви, запущенные в куриный помет 2-го года оказались вялыми на 2-й день проведения исследований и погибли на 5-й день проведения эксперимента.

Повторное заселения дождевых навозных червей в куриный помет 2-го года выявило, что к концу проведения эксперимента черви оказались

живы, однако роста и развития популяции не наблюдалось. Следует отметить, что добавление 20 % навоза КРС стимулировало червей к дальнейшему их росту и развитию.

3 вариант: гусиный помет (100 %)

Выявлено, что навозные черви, запущенные в гусиный помет (100 %) выжили в течение всего эксперимента. Смертность составила 0 %. При этом через месяц после проведения эксперимента численность червей увеличилась на 50 % и выявлено наличие коконов. Дальнейшее наблюдение за дождевыми навозными червями в контейнере установило, что смертность их не наступила, но произошло увеличение количества коконов.

Таким образом, гусиный помет может быть субстратом для роста и развития дождевых навозных червей.

4 вариант: утиный помет (100 %)

Экспериментально определено, что навозные черви, запущенные в утиный помет (100 %), выжили в течение всего эксперимента. Смертность составила 0 %. При этом через месяц после проведения эксперимента численность червей увеличилась на 20 % и установлено наличие коконов. Дальнейшее наблюдение за дождевыми навозными червями в контейнере показало, смертность их не наступила, но произошло увеличение количества коконов и появилась молодь.

Таблица 1

Физико-химические параметры состава помета разных видов птицы различных периодов ферментации

№	Материал	pH (KCl)	Зола, % на с. в.	Влажность, в %	Азот общий, % на с. в.	Фосфор общий, % на с. в.	Калий общий, % на с. в.	Орг. в-во, %	СаО, в %
1	Куриный помет 2-го года, Борисов	6,83 ± 1,25	9,98 ± 1,15	52,34 ± 1,53	0,84 ± 0,12	1,47 ± 0,21	1,01 ± 0,16	37,68 ± 1,32	1,10 ± 0,11
2	Куриный помет 1-го года, Борисов	7,72 ± 1,23	9,45 ± 1,41	58,90 ± 2,51	1,17 ± 0,16	0,92 ± 0,13	1,33 ± 0,18	31,65 ± 1,84	0,90 ± 0,14
3	Гусиный помет, Борисов	7,50 ± 1,37	3,86 ± 0,95	69,58 ± 3,71	0,32 ± 0,07	0,17 ± 0,03	0,35 ± 0,09	28,56 ± 2,47	0,60 ± 0,10
4	Утиный помет, Борисов	7,40 ± 1,14	7,10 ± 1,09	71,0 ± 4,16	0,62 ± 0,07	0,85 ± 0,10	0,52 ± 0,04	30,7 ± 2,49	1,0 ± 0,08

Примечание: с.в. — сухое вещество.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в помете (% на сырое вещество)

Вид	Влажность	Азот	Магний	Калий	Фосфор	Органическое вещество
Куриный помет	54,89 ± 3,54	1,65 ± 0,13	2,4 ± 0,11	0,85 ± 0,10	0,21 ± 0,05	40,0 ± 2,47

Таким образом, утиный помет может быть субстратом для роста и развития дождевых навозных червей.

5 вариант: куриный помет 6 месяцев (100 %)

В результате проведения эксперимента выявлено, что навозные черви, запущенные в куриный помет 6 месяцев (100 %) погибли на 2-й день проведения эксперимента.

При добавлении к куриному помету 6 месяцев навоза КРС в количестве 50 %, оказалось, что запущенные дождевые черви выжили и их смертность составила 0 %. Дальнейшее наблюдение за состоянием популяции дождевых червей показало, что не было выявлено увеличение количества взрослых особей, однако установлено появление коконов и молоди дождевых навозных червей.

Таким образом, добавление к куриному помету 6 месяцев навоза в количестве 50 % способствует развитию популяции дождевых червей. При отсутствии навоза КРС необходимо 6-месячный куриный помет подвергнуть дальнейшей ферментации.

Кроме того, был проведен эксперимент с пометом различного срока ферментации. К куриному помету были добавлены солома и торф. Установлено, что состав субстратов значительно влияет на численность популяции дождевых навозных червей. Так, если вместо соломы использовали торф, то численность популяции особей дождевых навозных червей существенно уменьшалась. Наибольшее число отложенных коконов зафиксировали в субстратах на основе куриного помета 2-го года при следующих процентных соотношениях ингредиентов: 50:50 и 75:25, соот-

ветственно помет и солома. Последний вариант является предпочтительным не только с точки зрения объема переработки, но и значительного прироста массы червей, которых в перспективе можно использовать в качестве белковой кормовой добавки в рационах животных и птиц. Негативное действие свежего помета на дождевых навозных червей возможно устранить, если субстрат будет представлен пометом вместе с соломой, торфом и опилками в соотношении 3:1.

Заключение

Таким образом, в ходе проведенных экспериментов выявлено, что куриный помет (независимо от срока ферментации) пригоден для заселения его дождевыми навозными червями и может быть использован в качестве субстрата при добавлении к нему навоза КРС. Ферментированный гусиный и утиный помет в объеме 100 % может быть использован в качестве субстрата для жизнедеятельности дождевых навозных червей.

Выявлено, что из-за высокой влажности сырого помета его нельзя складировать в буртах. При этом хранении помета потери азота ускоряются при контакте с водой. Для сокращения таких потерь птичий помет не следует хранить в чистом виде, а подвергать компостированию. Компостирование помета с торфом, древесными опилками, корой, лигнином, соломой заметно снизит потери азота.

Обнаружено, что значительная часть элементов питания в помете (азота около 50 %, фосфора — 4 %, калия — 6 %) находится в водорастворимой форме. В связи с этим добавление воды в помет заметно снижает его ценность.

Библиографический список

1. Yeom J. R., Yoon S. U., Kim C. G. Quantification of residual antibiotics in cow manure being spread over agricultural land and assessment of their behavioral effects on antibiotic resistant bacteria. *Chemosphere*. — 2017. — Vol. 182. — P. 771—780. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.05.084>
2. Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) — “Agricultural Production” Published online at OurWorldinData.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/agricultural-production>' [Online Resource]
3. Li Y., Lemiasheuski V. Experimental design study on the antimicrobial effect of compound herbs on poultry manure fed to ruminants // E3S Web of Conf., Volume 393, 2023, 5th International Conference on Environmental Prevention and Pollution Control Technologies (EPPCT 2023) 03020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339303020>.
4. Li Y., Lemiasheuski V. Review of Publications on the Study of Poultry Manure Problems in Environmental Pollution and Its Reuse. In: Ronzhin, A., Kostyaev, A. (eds.). Agriculture Digitalization and Organic Production. ADOP 2023. Smart Innovation, Systems and Technologies. — Singapore: Springer, 2023. — Vol. 362. — P. 129—140, https://doi.org/10.1007/978-981-99-4165-0_12
5. Максимова С. Л. Утилизация отходов птицеводства при помощи биообъектов // Экология на предприятии. — 2014. — № 12 (42). — С. 42.
6. Ли Я., Лемешевский В. О., Максимов С. Л. Вторичное использование птичьего помета: вермикюльтура // Молодежь в науке — 2023: тезисы докладов XX Международной научной конференции молодых ученых (Минск, 20—22 сентября 2023 г.). — Минск: Беларуская навука, 2023. — С. 172—174.
7. Singh A., Singh G. S. Vermicomposting: A sustainable tool for environmental equilibria. *Environmental Quality Management*. — 2017. — Vol. 27 (1). — P. 23—40. <https://doi.org/10.1002/tqem.21509>
8. Sanchez-Hernandez J. C., Capowiez Y., Ro K. S. Potential use of earthworms to enhance decaying of biodegradable plastics. *American Chemical Society Sustainable Chemistry and Engineering*, 2020, 8 (11): 4292—4316.
9. Huang K. et al. Optimal growth condition of earthworms and their vermicompost features during recycling of five different fresh fruit and vegetable wastes. *Environmental Science and Pollution Research*. — 2016. — T. 23. — С. 13569—13575.

10. Nagavallemma K. P., Wani S. P., Stephane L., et al. Vermicomposting: recycling wastes into valuable organic fertilizer. *Journal of Semi Arid Tropics Agricultural Research*, 2006, 2 (1): 51–69.
11. Srivastava, Vaibhav, Goel, et al. Analysis and advanced characterization of municipal solid waste vermicompost maturity for a green environment. *Journal of Environmental Management*, 2020, 255 (3): 109914.
12. Fornes F., Mendoza-Hernández D., García-De-La-Fuente R., et al. Composting versus vermicomposting: a comparative study of organic matter evolution through straight and combined processes. *Bioresource Technology*, 2012, 118 (5): 296–305.
13. Mudliar S. L. R. Vermigold-a green solution to reduce food leftovers and green waste. *Electrochemical Society Transactions*, 2022, 107 (1): 10285.
14. Hussain N., Singh A., Saha S., et al. Excellent N-fixing and P-solubilizing traits in earthworm gutisolated bacteria: a vermicompost based assessment with vegetable market waste and rice straw feed mixtures. *Bioresource Technology*, 2016, 222 (3): 165–174.
15. Singh R., Singh R., Soni S. K., et al. Vermicompost from biodegraded distillation waste improves soil properties and essential oil yield of pogostemon cablin (patchouli) benth. *Applied Soil Ecology*, 2013, 70 (7): 48–56.
16. Bhattacharya S. S., Kim K.-H. Utilization of coal ash: Is vermiculture a sustainable avenue? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, 58 (5): 1376–1386.

DISPOSAL OF DROPS OF VARIOUS BIRD SPECIES

Yan Li, Postgraduate, International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ly15993087502@163.com, Republic of Belarus, Minsk,

S. L. Maksimova, Ph. D. in Biology, Associate Professor, Head of the Vermiculture Sector, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, soilzool@mail.ru, Republic of Belarus Minsk,

V. O. Lemiasheuski, Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, Lemeshonak@yahoo.com. Republic of Belarus, Minsk, All-Russian research Institute of Physiology, Biochemistry and Nutrition of animals — branch of the Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, Russia, Kaluga Region, Borovsk

References

1. Yeom J. R., Yoon S. U., Kim C. G. Quantification of residual antibiotics in cow manure being spread over agricultural land and assessment of their behavioral effects on antibiotic resistant bacteria. *Chemosphere*. 2017. Vol. 182. P. 771–780. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.05.084>
2. Hannah Ritchie, Pablo Rosado, Max Roser (2023) — “Agricultural Production” Published online at OurWorldinData.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/agricultural-production>' [Online Resource]
3. Li Y., Lemiasheuski V. Experimental design study on the antimicrobial effect of compound herbs on poultry manure fed to ruminants // E3S Web of Conf., Volume 393, 2023, *5th International Conference on Environmental Prevention and Pollution Control Technologies (EPPCT 2023)* 03020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339303020>.
4. Li Y., Lemiasheuski V. Review of Publications on the Study of Poultry Manure Problems in Environmental Pollution and Its Reuse. In: Ronzhin, A., Kostyaev, A. (eds.) *Agriculture Digitalization and Organic Production. ADOP 2023. Smart Innovation, Systems and Technologies*. Singapore: Springer, 2023. Vol. 362. P. 129–140, https://doi.org/10.1007/978-981-99-4165-0_12
5. Maksimova S. L. Utilizacija othodov pticevodstva pri pomoshhi bioob`ektov [Utilization of poultry waste using biological objects]. *Ecology at the enterprise*. 2014. No. 12 (42). P. 42 [in Russian].
6. Li Ya., Lemiasheuski V. O., Maksimov S. L. Vtorichnoe ispol'zovanie ptich'ego pometa: vermikul'tura [Secondary use of bird droppings: vermiculture]. *Youth in science — 2023: abstracts of the XX International Scientific Conference of Young Scientists (Minsk, September 20–22, 2023)*. Minsk: Belorusskaya Nauka, 2023. P. 172–174 [in Russian].
7. Singh A., Singh G. S. Vermicomposting: A sustainable tool for environmental equilibria. *Environmental Quality Management*. 2017. Vol. 27 (1). P. 23–40. <https://doi.org/10.1002/tqem.21509>
8. Sanchez-Hernandez J. C., Capowiez Y., Ro K. S. Potential use of earthworms to enhance decaying of biodegradable plastics. *American Chemical Society Sustainable Chemistry and Engineering*. 2020. No. 8 (11). P. 4292–4316.
9. Huang K. et al. Optimal growth condition of earthworms and their vermicompost features during recycling of five different fresh fruit and vegetable wastes. *Environmental Science and Pollution Research*. 2016. Vol. 23. P. 13569–13575.
10. Nagavallemma K. P., Wani S. P., Stephane L., et al. Vermicomposting: recycling wastes into valuable organic fertilizer. *Journal of Semi Arid Tropics Agricultural Research*, 2006. No. 2 (1). P. 51–69.
11. Srivastava, Vaibhav, Goel, et al. Analysis and advanced characterization of municipal solid waste vermicompost maturity for a green environment. *Journal of Environmental Management*, 2020. No. 255 (3). P. 109914.
12. Fornes F., Mendoza-Hernández D., García-De-La-Fuente R., et al. Composting versus vermicomposting: a comparative study of organic matter evolution through straight and combined processes. *Bioresource Technology*, 2012. No. 118 (5). P. 296–305.
13. Mudliar S. L. R. Vermigold-a green solution to reduce food leftovers and green waste. *Electrochemical Society Transactions*, 2022. No. 107 (1). P. 10285.
14. Hussain N., Singh A., Saha S., et al. Excellent N-fixing and P-solubilizing traits in earthworm gutisolated bacteria: a vermicompost based assessment with vegetable market waste and rice straw feed mixtures. *Bioresource Technology*, 2016. No. 222 (3). P. 165–174.
15. Singh R., Singh R., Soni S. K., et al. Vermicompost from biodegraded distillation waste improves soil properties and essential oil yield of pogostemon cablin (patchouli) benth. *Applied Soil Ecology*, 2013. No. 70 (7). P. 48–56.
16. Bhattacharya S. S., Kim K.-H. Utilization of coal ash: Is vermiculture a sustainable avenue? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016. No. 58 (5). P. 1376–1386.