

Gryzuny (Rodentia) i Parnokopytnye (Artiodactyla) Polesskogo gosudarstvennogo radiacionno-ekologicheskogo zapovednika / S. V. Kuchmel // Faunisticheskie issledovaniya v Polesskom gosudarstvennom radiacionno-ekologicheskom zapovednike : sb. nauch. tr.; pod red. G. V. Ancipova. – Gomel : RNIUP «Institut radiologii», 2008. – S. 38–64. 3. Gulakov, A. V. Nakoplenie i raspredelenie ¹³⁷Cs v organizme hishnyh zhivotnyh / A. V. Gulakov // VisnikDnipropetrovskougouniversitetu. Biologiya. Ekologiya. – 2008. – Vip. 16, № 1. – S. 68–73. 4. Ekologicheskie i morfologicheskie aspekty monitoringa organov gomeostaticeskogo obespecheniya u enotovidnoj sobaki v zone otchuzhdeniya Chernobylskoj AES: monografiya / D. N. Fedotov, H. B. Yunusov, K. D. Kovalev. – Tashkent : Izdatelstvo «Navruz», 2021. – 94 s. 5. Kovalev, K. D. Vozrastnye osobennosti anatomicheskogo stroeniya i rosta podzheludochnoj zhelezy u enotovidnoj sobaki, obitayushej na zagryaznennoj radionuklidami territorii belorusskogo sektora zony otchuzhdeniya / K. D. Kovalev, D. N. Fedotov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2021. – T. 57, vyp. 1. – S. 124–128. 6. Kovalev, K. D. Vozrastnoj monitoring sodержaniya ¹³⁷Cs v podzheludochnoj zheleze u enotovidnoj sobaki na territorii, zagryaznennoj radionuklidami. / K. D. Kovalev, D. N. Fedotov, I. S. Yurchenko // Radioekologicheskie posledstviya radiacionnyh avarij – k 35-oj godovshine avarii na ChAES : sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Obninsk, 22–23 aprelya 2021 g. / Pod red. chl.-korr. RAN N.I. Sanzharovoj, d.t.n. V.M. Sher-shakova. – Obninsk : FGBNU VNIIRAE, 2021. – S. 87–88.

Поступила в редакцию 18.06.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-116-121

УДК 631.81.095.337

АГРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРМИКОПОСТА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Коровин А.А. ORCID ID 0009-0004-2565-1149, Голембовский В.В. ORCID ID 0000-0003-3124-0587, Сергеева Н.В. ORCID ID 0000-0002-7077-3960

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Михайловск, Российская Федерация

В статье представлены результаты агрохимических и санитарно-бактериологических исследований вермикомпоста, полученного из навоза овец, крупного рогатого скота и куриного помета при помощи червей *Dendrobaena Veneta* и *Eisenia fetida*. Установлено, что содержание органических и минеральных веществ различается как в первичном субстрате, так и в вермикомпосте. Соответствие показателей полученных видов вермикомпоста требованиям ГОСТ позволяет рекомендовать технологию вермикомпостирования для переработки токсичных отходов животноводства и получения комплексных органоминеральных удобрений. **Ключевые слова:** навоз крупного рогатого скота, навоз овец, куриный помет, вермикомпостирование, агрохимический состав вермикомпоста, дождевые черви.

AGROCHEMICAL FEATURES OF VERMICOMPOST OBTAINED FROM DIFFERENT TYPES OF ANIMAL BY-PRODUCTS

Korovin A.A., Golembovsky V.V., Sergeeva N.V.

FSBSI "North Caucasus FARC", Mikhaylovsk, Russian Federation

The results of agrochemical and sanitary-bacteriological studies of vermicompost obtained from sheep, cattle and chicken manure with the help of worms *Dendrobaena Veneta* and *Eisenia fetida* are presented. It was found that the content of organic and mineral substances differed in both primary substrate and vermicompost. The compliance of the obtained vermicompost types with the requirements of GOST allows us to recommend the vermicomposting technology for processing toxic animal waste and obtaining complex organomineral fertilizers. **Keywords:** cattle manure, sheep manure, chicken manure, vermicomposting, agrochemical composition of vermicompost, earthworms.

Введение. В настоящее время перед производителями сельскохозяйственной продукции остро стоят две проблемы: как увеличить урожайность продовольственных и технических культур в условиях прогрессивной деградации и снижения плодородия почв [1], и как утилизировать все возрастающий объем накапливаемых токсичных отходов животноводства и птицеводства [2, 3, 4]. Без устранения дисбаланса органических и минеральных компонентов почв, обусловленного внесением все возрастающего количества удобрений и агрохимикатов на фоне неблагоприятных геоклиматических и антропогенных факторов, решение проблем продовольственной и экологической безопасности не представляется возможным [5].

Сложившаяся социально-экономическая обстановка вынуждает изыскивать альтернативные источники сырья для разработки и внедрения экономически выгодных технологий производства удобрений [6], одними из которых могут выступать продукты жизнедеятельности животных и птиц в виде различных видов навоза и помета [7, 8].

Используемый в качестве природного восстановителя плодородия почв навоз по праву признан природным аккумулятором органических и минеральных веществ [9].

В свою очередь вермикомпостирование позволяет значительно ускорить процесс переработки отходов животноводства и птицеводства и получить экологически чистые органоминеральные удобрения [10].

Целью исследования явилось изучение агрохимического, бактериологического и паразитологического состава вермикомпостов, полученных при переработке сельскохозяйственных отходов животного происхождения: навоза овец, крупного рогатого скота (КРС) и куриного помета.

Материалы и методы исследований. Исследования проходили в 2023 г. в ВНИИОК – филиале ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». В качестве производителя вермикомпоста были использованы черви семейства *Lumbricidae*: *Dendrobaena Veneta* и *Eisenia fetida*. Сырьем послужили навоз КРС (I), навоз овец (II) и куриный помет (III). Процесс вермикомпостирования происходил в вертикальных вермиреакторах при температуре субстрата 18-25° С и влажности 60-80% в течение 2 месяцев. Агрохимические и санитарно-бактериологические исследования проводились по утвержденным стандартным методикам в ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Ставропольский» и Испытательном центре ФГБУ «Северо-Кавказская межрегиональная ветеринарная лаборатория».

Результаты исследований вермикомпостов из навоза КРС и птичьего помета сравнивали на соответствие с показателями, приведенными в ГОСТ Р 56004-2014 «Удобрения органические. Вермикомпосты». Для вермикомпоста, полученного на основе навоза овец, нормативные показатели отсутствуют.

Агрохимические показатели навоза и помета характеризуются определенными различиями, которые мы связываем не только с видовыми особенностями, но и характером кормления и содержания животных (рисунки 1-3).

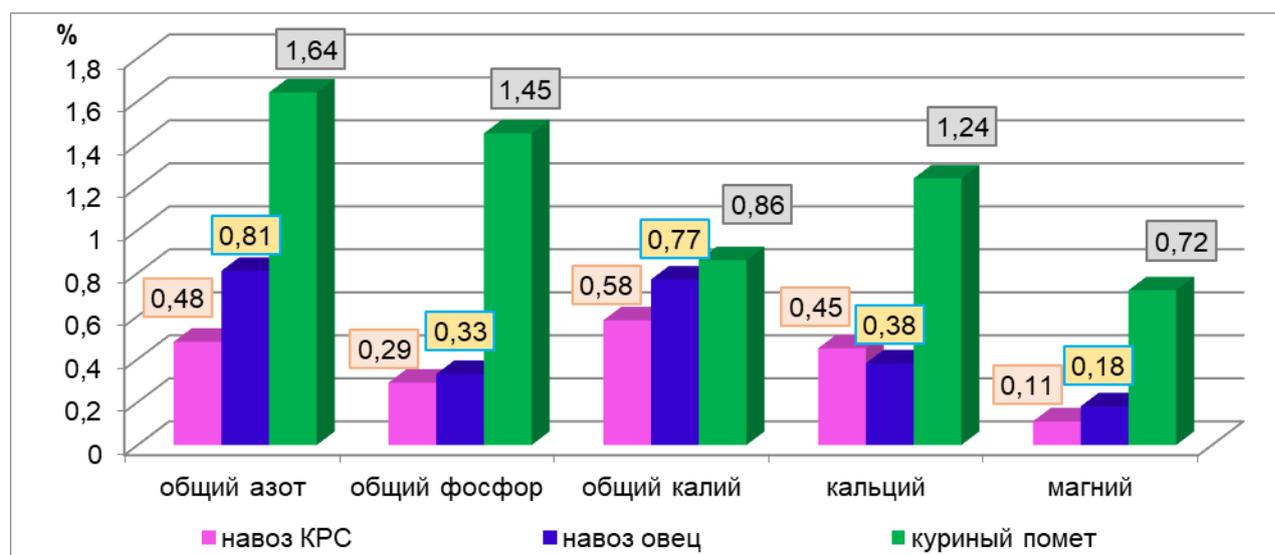


Рисунок 1 — Агрохимические показатели навоза КРС (I), навоза овец (II), куриного помета (III), %

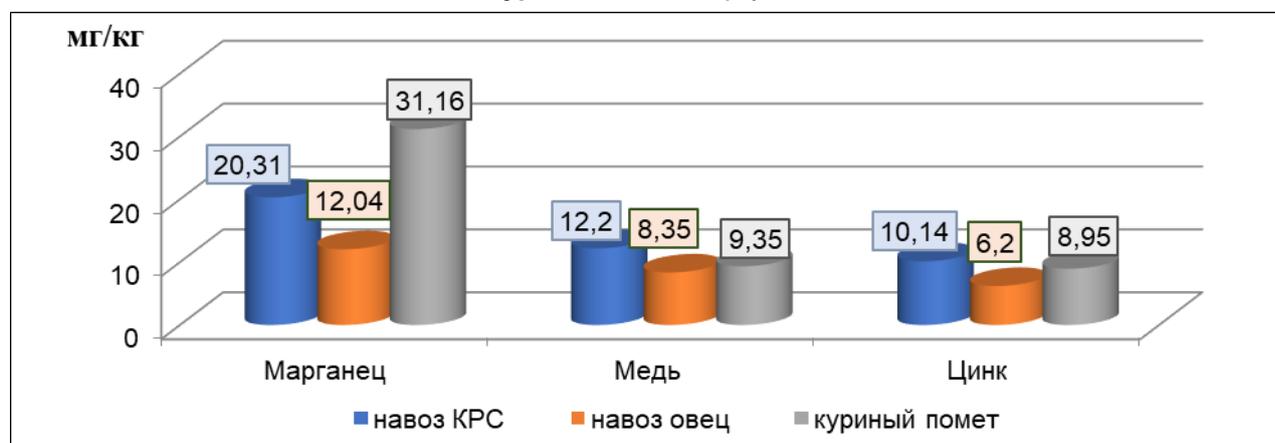


Рисунок 2 — Содержание микроэлементов в навозе КРС (I), навозе овец (II), курином помете (III), мг/кг

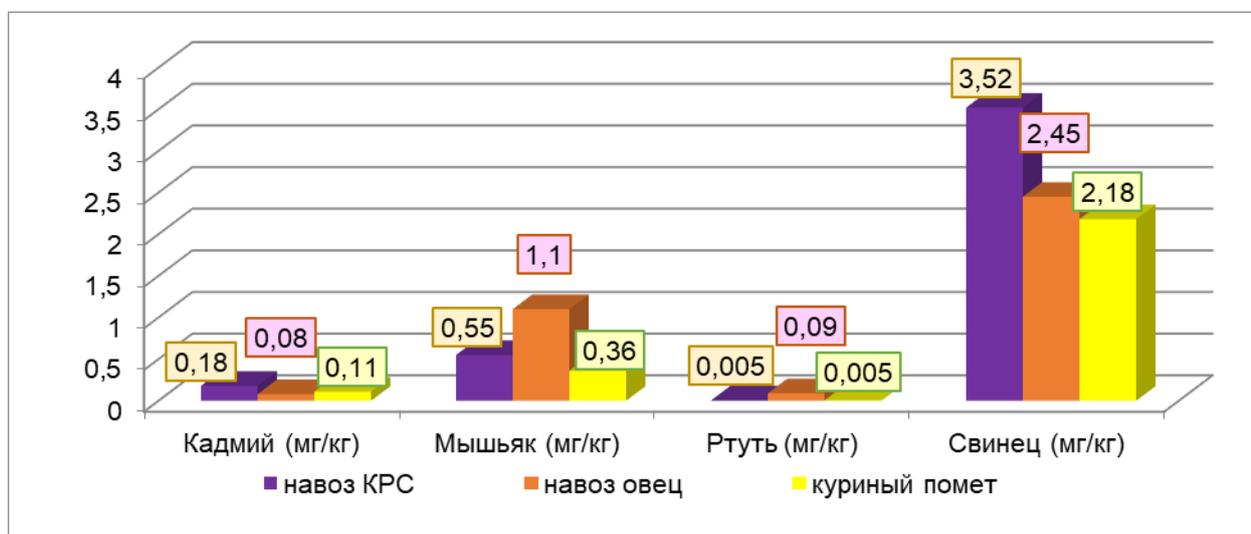


Рисунок 3 — Содержание тяжелых металлов в навозе КРС (I), навозе овец (II), курином помете (III), мг/кг

Результаты исследований. Исследования показали, что во всех пробах полученного вермикомпоста не были обнаружены личинки и куколки синантропных мух, энтерококки, сальмонеллы, личинки и яйца гельминтов, цисты кишечных простейших. Индекс БГКП соответствовал допустимым значениям. Таким образом, санитарно-бактериологические и санитарно-паразитологические показатели соответствовали требованиям ГОСТ Р 56004-2014.

Показатель активности водородных ионов (рН) вермикомпоста сохранялся в пределах 6,82 (III) – 7,7 (II). рН вермикомпоста из навоза КРС (I) в основном располагался в зоне 7,0-7,1.

Агрохимические исследования вермикомпоста, полученного из навоза овец, КРС и куриного помета выявили превышение количественных показателей питательных веществ и минералов, по сравнению со свежим навозом и пометом. При этом доля питательных веществ (кроме калия общего) в вермикомпосте из навоза КРС уступала таковым в вермикомпосте из овечьего навоза. Доля питательных веществ, характерная для вермикомпоста из куриного помета, была максимальной (рисунок 4).

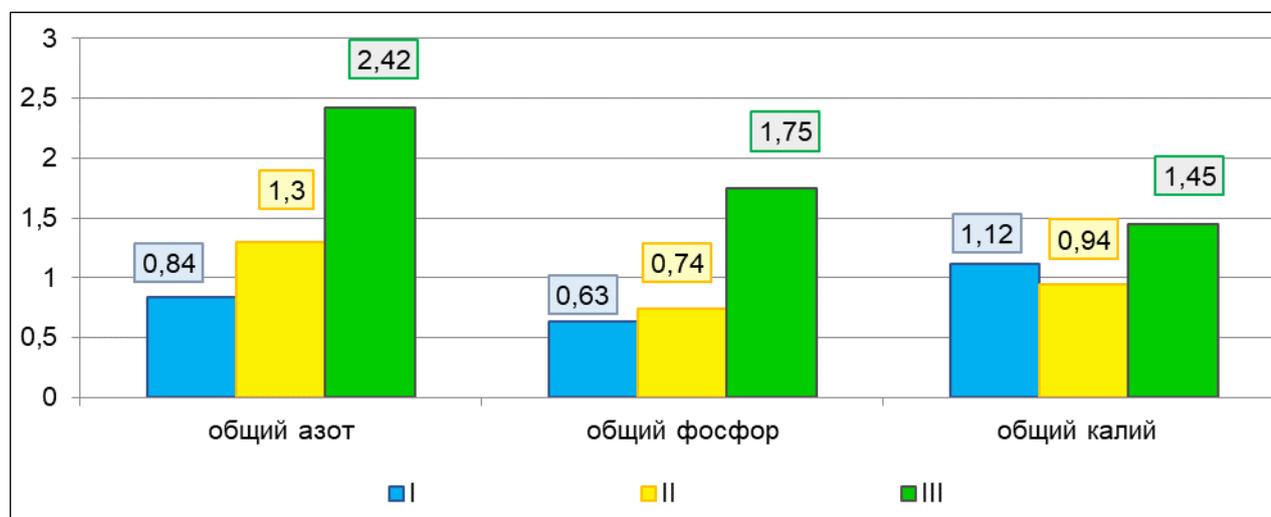


Рисунок 4 — Массовая доля питательных веществ вермикомпоста, полученного в результате переработки навоза КРС (I), навоза овец (II), куриного помета (III), %

Мы полагаем, что причиной является первичный химический состав навоза и помета, используемых в качестве сырья для производства вермикомпоста.

Для содержания кальция и магния в вермикомпостах характерна та же динамика, что и для питательных веществ, т.е. минимальные значения свойственны вермикомпосту, выработанному из навоза КРС, за ним следуют показатели вермикомпоста из навоза овец, и максимальные значения, свойственные вермикомпосту, выработанному из куриного помета (рисунок 5).

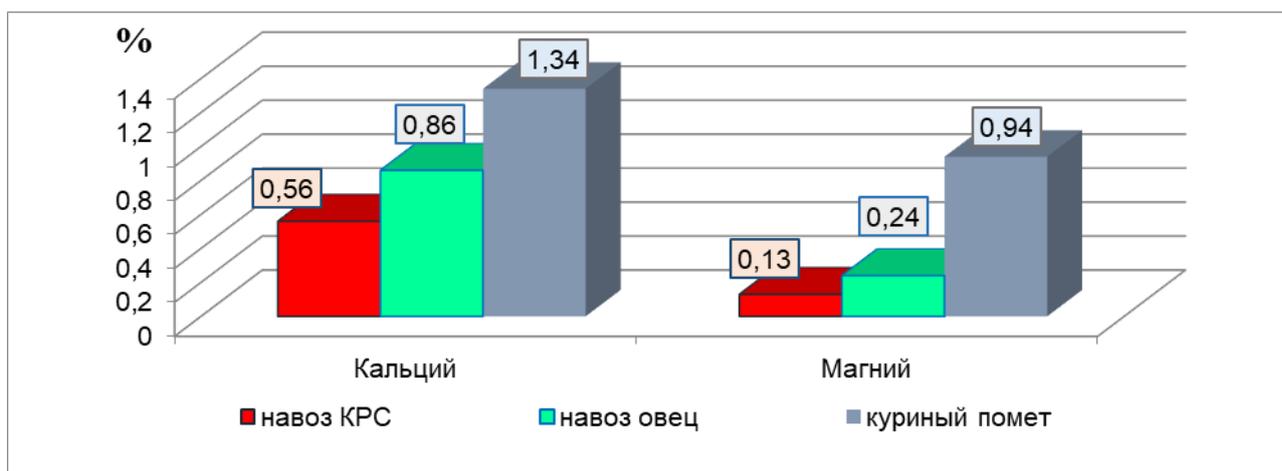


Рисунок 5 — Содержание кальция и магния в вермикомпостах из навоза КРС (I), навоза овец (II), куриного помета (III), %

Однако для показателей меди и цинка характерна иная динамика. Здесь максимальные значения свойственны вермикомпосту, выработанному из навоза КРС, средние значения – вермикомпосту из куриного помета, минимальные значения – показатели вермикомпоста, выработанного из овечьего навоза.

Максимальное содержание марганца выявлено в вермикомпосте, выработанном из куриного помета, среднее - из навоза КРС, и минимальные значения продемонстрировали показатели вермикомпоста, выработанного из овечьего навоза. При этом во всех случаях показатели исследуемых металлов в вермикомпостах превышали таковые в исходном сырье (рисунок 6).

Это подтверждает сведения, что черви в результате метаболизма способствуют концентрации в копролитах ионов металлов,

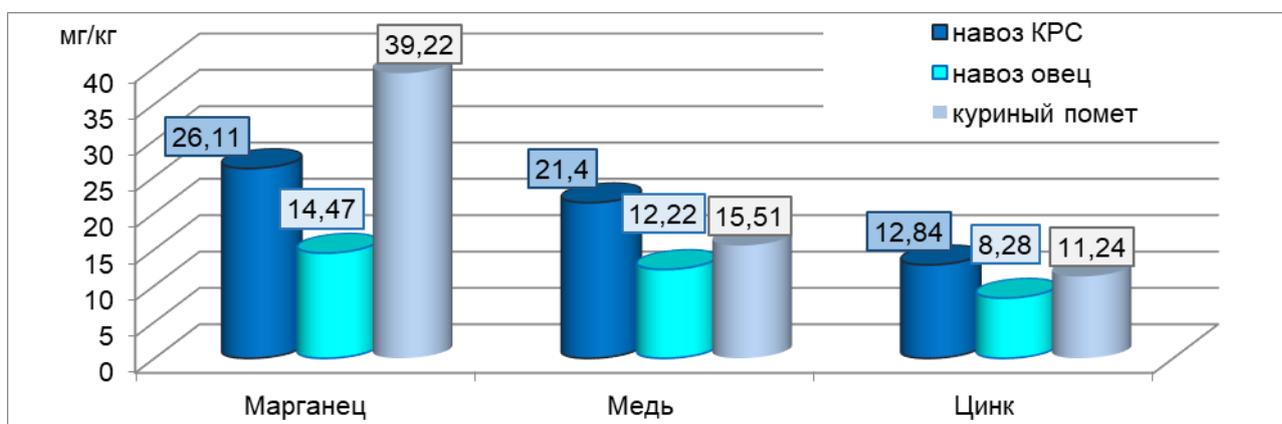


Рисунок 6 — Содержание микроэлементов в вермикомпосте из навоза КРС (I), навоза овец (II), куриного помета (III), мг/кг

Анализ содержания тяжелых металлов, отнесенных к примесям токсичных элементов (кадмий, мышьяк, ртуть, свинец) показал, что во всех случаях содержание тяжелых металлов в вермикомпостах было ниже, чем в исходном субстрате (рисунок 7).

Для вермикомпоста, выработанного из навоза КРС, максимальные значения были свойственны по кадмию и свинцу, средние значения – по мышьяку, минимальные – по ртути.

Для вермикомпоста из овечьего навоза максимальные значения были свойственны по мышьяку и ртути, средние – по свинцу и минимальные – по кадмию.

Для вермикомпоста, выработанного из куриного помета, средние значения были свойственны по кадмию и минимальные – по мышьяку, свинцу и ртути.

Все показатели вермикомпоста, полученного из навоза КРС и куриного помета, соответствуют требованиям ГОСТ Р 56004-2014 (нормативы по составу вермикомпоста, полученного из навоза овец, нормативными правовыми документами ГОСТ не регламентированы).

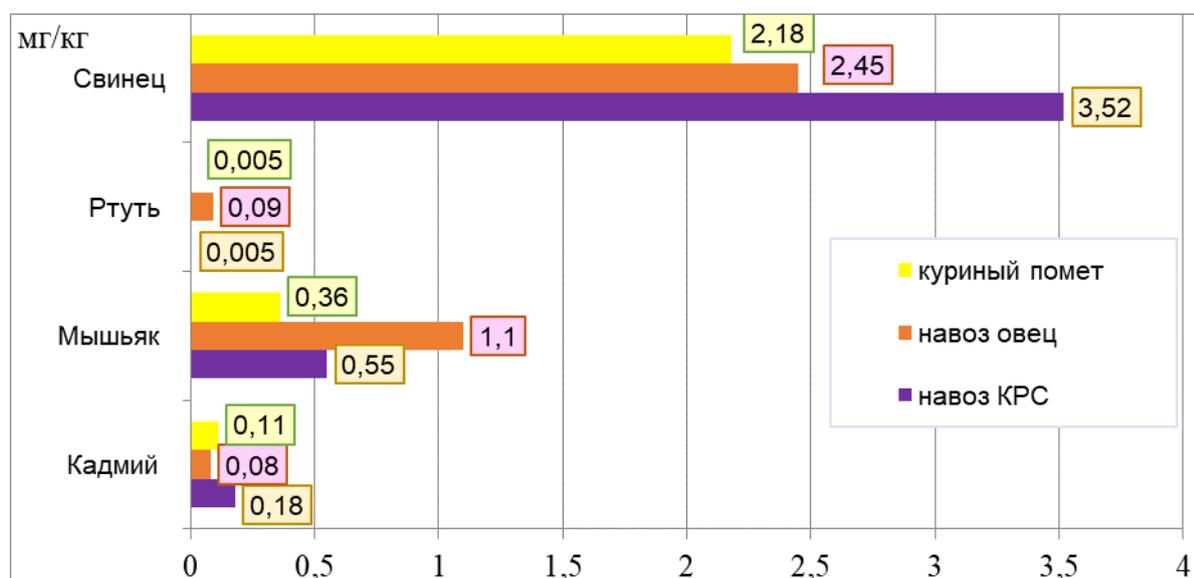


Рисунок 7 — Содержание примесей отдельных токсичных элементов в вермикомпосте из навоза КРС (I), навоза овец (II), куриного помета (III), мг/кг

Полученные результаты подтвердили способность дождевых червей во время вермикомпостирования снижать содержание тяжелых металлов в копролитах.

Заключение. Проведенные исследования показали, что применение простой и мало затратной технологии вермикомпостирования снимает проблему утилизации навоза и помета и позволяет получать комплексные органоминеральные удобрения, соответствующие требованиям ГОСТ к химическому составу органических удобрений вермикомпостов непосредственно в хозяйстве.

При этом использование различных видов навоза и помета в качестве субстрата для вермикомпостирования позволяет получать вермикомпост с заранее прогнозируемым химическим составом, что позволит его адресно применять в зависимости от агрохимических особенностей почв и потребностей сельскохозяйственных растений.

Conclusion. The conducted studies have shown that the use of a simple and low-cost vermicomposting technology eliminates the problem of manure and litter disposal and makes it possible to obtain complex organomineral fertilizers that meet the GOST requirements for the chemical composition of organic vermicompost fertilizers directly on the farm.

At the same time, the use of various types of manure and litter as a substrate for vermicomposting makes it possible to obtain vermicompost with a predictable chemical composition, which will allow its targeted use depending on the agrochemical characteristics of the soil and the needs of agricultural plants.

Список литературы. 1. Цветнов, Е. В. Применение базовой и модифицированной методик оценки нейтрального баланса деградации земель в контексте изучения связи деградации и агропроизводства / Е. В. Цветнов, Н. А. Марахова // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. – 2023. – № 2. – С. 106-116. – DOI 10.55959/MSU0137-0944-17-2023-78-2-106-116. 2. Медведский, В. А. Экологическая обстановка на крупных животноводческих комплексах / В. А. Медведский, М. А. Макарук // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 37-38. 3. Сырчина, Н. В. Химическая деградация земель под воздействием отходов животноводства / Н. В. Сырчина, Л. В. Пилип, Т. Я. Ашихмина // Теоретическая и прикладная экология. – 2022. – № 3. – С. 219-225. – DOI 10.25750/1995-4301-2022-3-219-225. 4. Пашинская, Е. С. Обзор эпидемиологических данных по гельминтозам / Е. С. Пашинская, В. В. Побяржин, И. С. Соболевская // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2018. – Т. 54, № 1. – С. 30-35. 5. Адаптация приемов биологизации земледелия для решения проблем аграрного производства / А. А. Коровин [и др.] // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2023. – № 3 (51). – С. 41-46. – DOI 10.31279/2222-9345-2023-14-51-41-46. 6. Ресурсосбережение как основа формирования инновационной инфраструктуры России / В. Р. Смирнова [и др.] // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2022. – № 60. – С. 302-314. – DOI 10.17223/19988648/60/18. 7. Bioremediation, biostimulation, and bioaugmentation: a review / G. O. Adams [et al] // Int J Environ Bioremediation Biodegrad. – 2015. – Vol. 3. – P. 28-39. 8. Котлярова, Е. Г. Опыт применения стоков и навоза КРС в Белгородской области / Е. Г. Котлярова, Е. В. Ковалева, О. С. Кузьмина // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 3. – С. 35-43. – DOI 10.28983/asj.y2023i3pp35-43. 9. Дорошенко, Е. А. Влияние замены минеральных удобрений навозом на влагоудерживающую способность почвы в полусухом регионе / Е. А. Дорошенко, Ю. С. Попова // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 104-16. – С. 164-166. – DOI 10.18411/trnio-12-2023-918. 10. Экологические аспекты производства и применения вермикомпоста / Т. В. Олива [и др.] // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2022. – № 4 (26). – С. 41-46.

- References.** 1. Cvetnov, E. V. *Primenenie bazovoj i modifitsirovannoj metodik ocenki nejtralnogo balansa degradacii zemel v kontekste izucheniya svyazi degradacii i agroproduktstva* / E. V. Cvetnov, N. A. Marahova // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 17: Pochvovedenie*. – 2023. – № 2. – S. 106-116. – DOI 10.55959/MSU0137-0944-17-2023-78-2-106-116. 2. Medvedskij, V. A. *Ekologicheskaya obstanovka na krupnyh zhivotnovodcheskih kompleksah* / V. A. Medvedskij, M. A. Makaruk // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – 2004. – Т. 40, № 2. – S. 37-38. 3. Syrchina, N. V. *Himicheskaya degradaciya zemel pod vozdejstviem othodov zhivotnovodstva* / N. V. Syrchina, L. V. Pilip, T. Ya. Ashihmina // *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. – 2022. – № 3. – S. 219-225. – DOI 10.25750/1995-4301-2022-3-219-225. 4. Pashinskaya, E. S. *Obzor epidemiologicheskikh dannyh po gelmintozam* / E. S. Pashinskaya, V. V. Pobyarzhin, I. S. Sobolevskaya // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – 2018. – Т. 54, № 1. – S. 30-35. 5. *Adaptaciya priemov biologizacii zemledeliya dlya resheniya problem agrarnogo proizvodstva* / A. A. Korovin [i dr.] // *Agrarnyj vestnik Severnogo Kavkaza*. – 2023. – № 3 (51). – S. 41-46. – DOI 10.31279/2222-9345-2023-14-51-41-46. 6. *Resursosberezhenie kak osnova formirovaniya innovacionnoj infrastruktury Rossii* / V. R. Smirnova [i dr.] // *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika*. – 2022. – № 60. – S. 302-314. – DOI 10.17223/19988648/60/18. 7. *Bioremediation, biostimulation, and bioaugmentation: a review* / G. O. Adams [et al.] // *Int J Environ Bioremediation Biodegrad*. – 2015. – Vol. 3. – P. 28-39. 8. *Opyt primeneniya stokov i navoza KRS v Belgorodskoj oblasti* / E. G. Kotlyarova, E. V. Kovaleva, O. S. Kuzmina // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. – 2023. – № 3. – S. 35-43. – DOI 10.28983/asj.y2023i3pp35-43. 9. *Doroshenko, E. A. Vliyanie zameny mineralnyh udobrenij navozom na vlagouderzhivayushuyu sposobnost pochvy v poluzasushlivom re-gione* / E. A. Doroshenko, Yu. S. Popova // *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*. – 2023. – № 104-16. – S. 164-166. – DOI 10.18411/trnio-12-2023-918. 10. *Ekologicheskie aspekty proizvodstva i primeneniya vermikomposta* / T. V. Oliva [i dr.] // *Aktualnye voprosy sel'skhozajstvennoj biologii*. – 2022. – № 4 (26). – S. 41-46.

Поступила в редакцию 14.06.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-121-130

УДК 576.38:577.215.3: 616.36-004

ТИОАЦЕТАМИД-ИНДУЦИРОВАННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ФИБРОЗ И ЦИРРОЗ ПЕЧЕНИ: ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ УРОВНЯМИ мРНК *Nos2*, *Mmp-9*, *Yap1* и микроРНК

*Лебедева Е.И. ORCID ID 0000-0003-1309-4248, *Щастный А.Т. ORCID ID 0000-0003-2796-4240,
Бабенко А.С. ORCID ID 0000-0002-5513-970X, *Зиновкин Д.А. ORCID ID 0000-0002-3808-8832,
***Надыров Э.А. ORCID ID 0000-0002-0896-5611

*УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь

**УО «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

***УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь

*Установленные изменения уровней экспрессии и взаимосвязи между уровнями генов *Nos2* и *Mmp-9* в условиях физиологической нормы и на всех стадиях эксперимента ($p < 0,05$), а также между уровнями генов *Yap1* и *Tweak* на всех стадиях фиброза ($p < 0,05$) за исключением стадии полного цирроза с высокой долей вероятности свидетельствуют об участии этих генов в развитии токсического фиброза и цирроза печени. МикроРНК-19a-3p, микроРНК-29b-3p, микроРНК-195-5p, микроРНК-466d, микроРНК-489-3p, микроРНК-495, микроРНК-664-3p, микроРНК-3558-3p связаны с уровнем мРНК *Mmp-9*, *Nos2*, *Yap1* на разных стадиях фиброза и цирроза печени ($p < 0,05$) и, вероятно, данные микроРНК тем или иным путем вовлекаются в данные патологические процессы. **Ключевые слова:** эксперимент, фиброз и цирроз печени, экспрессия мРНК и микроРНК, корреляционный анализ.*

THIOACETAMIDE-INDUCED EXPERIMENTAL FIBROSIS AND CIRRHOSIS OF THE LIVER: CORRELATIONS BETWEEN THE NUMBER mRNA LEVELS of *Nos2*, *Mmp-9*, *Yap1* AND THE microRNA

*Lebedeva E.I., *Shchastnyy A.T., ** Babenka A.S., ***Zinovkin D.A., *** Nadyrov E.A.

*Vitebsk Order of Friendship of Peoples State Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

**Belarussian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

***Gomel State Medical University, Gomel, Republic of Belarus

*Established changes in expression levels and relationships between the levels of the *Nos2* and *Mmp-9* genes under physiological conditions and at all stages of the experiment ($p < 0.05$), as well as between the levels of the *Yap1* and *Tweak* genes at all stages of fibrosis ($p < 0.05$) with the exception of the stage of complete cirrhosis, with a high degree of probability indicate the participation of these genes in the development of toxic fibrosis and cirrhosis of the liver. MicroRNA-19a-3p, microRNA-29b-3p, microRNA-195-5p, microRNA-466d, microRNA-489-3p, microRNA-495, microRNA-664-3p, microRNA-3558-3p are associated with *Mmp-9* mRNA levels, *Nos2*, *Yap1* at different stages of liver fibrosis and cirrhosis ($p < 0.05$) and, probably, these microRNAs are involved in these pathological processes in one way or another. **Keywords:** experiment, liver fibrosis and cirrhosis, mRNA and microRNA expression, correlation analysis.*