

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПРИ ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИИ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА СУРГУТА

© 2021

**Ибрагимова Д.В., Гусельникова М.В., Наконечный Н.В.**

*Сургутский государственный университет*

*(г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Российская Федерация)*

**Аннотация.** В статье рассмотрено применение нетрадиционных видов органических отходов в вермикомпостировании на территории среднетаежной лесной зоны Западной Сибири в закрытом грунте. Экспериментальные исследования проводили в лабораториях научно-образовательного центра и центра коллективного пользования Института естественных и технических наук Сургутского государственного университета в период 2018–2020 гг. Основными объектами исследования были пивная дробина, отход производства пивоваренной компании «Кристалл» города Сургут, и осадки сточных вод с очистных сооружений СГМПУ «Горводоканал» города Сургут. Дополнительно в состав сложных компостов входили песок, офисная макулатура, отработанный кофе, пищевые отходы, листовой и травяной опады, птичий помет и микробиологическая добавка «Тамир». В качестве вермиккультуры использовали компостных червей вида *Eisenia foetida* «Старатель». В первой серии опытов было запущено по 10 молодых особей, а во второй серии – по 50, также незрелых червей. Полученный вермикомпост по своему качеству эффективнее исходных субстратов. Компостные черви гибрида «Старатель» могут эффективно использоваться при утилизации нетрадиционных органических отходов. Сложные компосты эффективнее созревают при внесении микробиологических добавок. В используемых субстратах снижено содержание тяжелых металлов до норм ПДК.

**Ключевые слова:** вермикомпост; вермиккультура; биоконверсия; гумус; органические отходы; осадки сточных вод; пивная дробина; компостные черви; *Eisenia foetida*; гибрид; микробиологическая добавка «Тамир»; тяжелые металлы; свинец; цинк; медь; никель; марганец; поликомпозиционный субстрат; экология города.

## THE USE OF UNCONVENTIONAL ORGANIC WASTE FOR VERMICOMPOSTING IN SURGUT GREENHOUSES

© 2021

**Ibragimova D.V., Guselnikova M.V., Nakonechny N.V.**

*Surgut State University (Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russian Federation)*

**Abstract.** The paper discusses the use of non-traditional types of organic waste in vermicomposting in greenhouses on the territory of the middle taiga forest zone of Western Siberia. Experimental studies were carried out in the laboratories of the scientific and educational center and the center for collective use of the Institute of Natural and Technical Sciences of Surgut State University in 2001–2020. The main objects of the study were brewer's grains, waste from the production of the Kristal brewing company in Surgut and wastewater sludge from the treatment facilities of the Gorvodokanal in Surgut. Additionally, the composition of complex composts included sand, office waste paper, waste coffee, food waste, leaf and grass litter, bird droppings and the microbiological additive «Tamir». The compost worms of the *Eisenia foetida* «Prospector» species were used as vermiculture. 10 juveniles were launched in the first series of experiments and 50 juvenile worms were launched in the second series. The resulting vermicomposting is more effective in quality than the original substrates. The use of the hybrid «Prospector» can be effectively used in the disposal of non-traditional organic waste. Complex composts mature more efficiently when microbiological additives are added. In the studied substrates the content of heavy metals was reduced to MPC norms.

**Keywords:** vermicompost; vermiculture; bioconversion; humus; organic waste; sewage sludge; brewer's grains; compost worms; *Eisenia foetida*; hybrid; microbiological additive «Tamir»; heavy metal; lead; zinc; copper; nickel; manganese; polycomposite substrate; ecology of city.

### Введение

Город Сургут расположен на правом берегу реки Обь в среднетаежной лесной зоне Западной Сибири и занимает площадь 210 км<sup>2</sup>. Почвообразующие породы – аллювиального, озерно-аллювиального, озерного, водно-ледникового, эолового генезиса – определяют направление почвообразования: дернового, подзолистого и болотного.

Земельный фонд г. Сургут на 1 января 2002 г. составлял 21292 га. Земли сельскохозяйственного ис-

пользования с 2002 года составляют 2139 га [1], и такой размер территорий остается без изменений [2; 3]. Земельный фонд Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) составляет 53480,1 тыс. га с преобладанием земель лесного фонда – 91%, от общей площади и в 2016 г. насчитывал 48 662,3 тыс. га. При этом в округе низкий процент сельскохозяйственных земель (1,1% от всего земельного фонда), по причине большой обводненности (болота, озера и реки) [4, с. 182]. Кроме указанных факторов еще стоит от-

метить, что наличие подзолов обуславливает низкое содержание гумуса в почвах города и региона. Среднее содержание гумуса в почвах города (1,0%) было низким в верхнем слое и резко снижался по горизонтам в последующих пробах. Таким образом, на территории города наблюдаются низкие значения агрохимического комплекса в силу природных факторов и антропогенной нагрузки [5, с. 2060]. Подтверждением этому может быть ранее проведенная работа на территории ХМАО и Тюменской области, где средние значения гумуса 1,69 и 1,93% [6, с. 1329]. В городе много лет существует и продолжает развиваться ботанический сад, как в городе, так и в округе ведется коммерческая деятельность по разведению декоративных растений, существуют садово-огородные хозяйства и ряд промышленных компаний, нуждающихся в рекультивационных работах при загрязнении почв.

Естественное возобновление гумуса в почве – это долгий поликомпозиционный процесс, формирующийся из ряда биотических и абиотических факторов. Он усиливает биологическую активность почв, препятствует поступлению в грунтовые воды и растения тяжелых металлов, выполняя санитарно-гигиеническую роль [7, с. 54]. Негативные воздействия отходов ведут к деградации почв, что вызывает необходимость воссоздания полноценного почвенного слоя. Продуктивными методами рекультивации служат внесение органики из листового опада, посев злаково-клеверной травосмеси и обработка стимуляторами роста семян [8]. Среди актуальных тем в экологии города наиболее выгодным и безопасным для здоровья человека и окружающей среды является метод вторичной переработки отходов с развитием биотехнических мероприятий в вермикомпостировании. Для достижения на конечном этапе высокой гумификации компоста, характеризующегося по форме как мулль, сырой, долговечный, питательный гумус и модер, вовлекают все более новые виды жидких и твердых отходов. Рациональное расходование ресурсов позволяет сокращать экологическую нагрузку на окружающую среду [9; 10, с. 17; 11, с. 34; 12]. Среди таких отходов нами были использованы пивная дробина и осадки сточных вод.

Основным отходом пивоварения является пивная дробина, требующая эффективных методов утилизации. Использование пивной дробины в вермикомпостировании с применением биоактиваторов открывает перспективы для решения проблемы охраны окружающей среды и создания чистых пищевых продуктов. Сырая свежая пивная дробина токсична для дождевых червей. Предварительная подготовка дробины в качестве сложного компоста становится хорошим субстратом для дождевых червей, а биогумус из нее – прекрасным удобрением. Одним из важных вопросов является поиск способа быстрого ферментирования пивной дробины для вермикомпоста. Применение компостных червей при этом решают две проблемы: переработка отходов и получение эффективного органического удобрения [13, с. 348]. Предварительные опыты по утилизации пивной дробины с помощью вермиккультуры показали, что ее

объем в субстрате не должен превышать 25% от массы компоста [14, с. 538].

Также перспективны методы вермикомпостирования осадков сточных вод (ОСВ) городских очистных организаций. Такие осадки состоят до 80% из органических и 20% минеральных примесей, они обладают высокими концентрациями тяжелых металлов, патогенной микробиоты и яйцами гельминтов [15, с. 60; 16, с. 84]. ОСВ приводят к загрязнению поверхностных и подземных вод, почв и растительности [8]. Длительное нахождение ОСВ в режиме атмосферного экспонирования приводит к минерализации и гумификации органического вещества с формированием хорошо выделяющихся генетических горизонтов почв [17, с. 71]. При поглощении ОСВ червями вместе с копролитами выделяется большое количество собственной микробиоты, ферментов и других биологически активных веществ с антисептическими свойствами, препятствующими развитию патогенной микробиоты с выделением зловонных газов, в теле червей происходит аккумуляция тяжелых металлов в недоступной для растений форме. Этот биотехнологический метод переработки ОСВ широко используется во многих странах с целью получения вермикомпоста. Использование ОСВ в качестве удобрения является важным методом утилизации городских отходов, 1 тонна которых по содержанию сухого вещества основных элементов питания и удобрительной ценности равноценна примерно 5 тоннам навоза. При этом решаются две практические проблемы: необходимость хранения ОСВ и повышение плодородия почв [18, с. 40; 19, с. 19; 20, с. 18; 21, с. 48].

Сдерживающим фактором в широком использовании ОСВ как удобрения является отсутствие эффективных технологий их утилизации, нехватка специального оборудования, отсутствие научно обоснованных рекомендаций по использованию ОСВ в растениеводстве [22, с. 129; 23].

В качестве вермиккультуры сегодня используют различные виды и гибриды дождевых червей. Одним из таких является дождевой червь *Eisenia foetida* гибрид «Старатель». Один червь «Старатель» в год производит потомство в 1500 особей, черви формируют из 1 тонны компоста в среднем 600 кг биогумуса и 10–15 кг червей. Работая в диапазоне температур от +8°C до +29°C, они сравнительно легко переключаются с одного типа корма на другой (навоз, кухонные отходы, ОСВ, листовая опад, бумага и т.п.), сохраняя производительность при высокой плотности заселения на единицу объема субстрата [24; 25, с. 24; 26, с. 12; 27; 28].

Таким образом, проблему нехватки гумуса и ряда агрохимических показателей почв ХМАО в местах ведения сельскохозяйственных работ можно решить путем использования традиционных и нетрадиционных видов переработки органических отходов в компостировании и вермикомпостировании.

#### Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводили в лабораториях научно-образовательного центра и центра коллективного пользования Института естественных и технических наук Сургутского государственного университета в период 2018–2020 гг.

Основными объектами исследования были пивная дробина, отход производства пивоваренной компании «Кристалль» города Сургут, и осадки сточных вод с очистных сооружений СГМПУ «Горводоканал» города Сургут. Дополнительно в состав сложных компостов входили песок, офисная макулатура, отработанный кофе, пищевые отходы, опилки хвойных и мелколиственных деревьев (опил), листовой и травяной опады, птичий помет и микробиологическая добавка «Тамир».

В качестве вермикультуры использовали компостных червей вида *Eisenia foetida* «Старатель». В первой серии опытов было запущено по 10 молодых особей, а во второй серии – по 50, также незрелых червей.

В качестве добавки в некоторых пробах использовали «Тамир» – микробиологический препарат, ускоряющий процесс компостирования за счет разложения органического вещества. Жидкость от светло-желтого до темно-желтого цвета с кефирно-силосным запахом, состоящая из азотфиксирующих, молочнокислых, фотосинтезирующих, целлюлозоразрушающих бактерий и одноклеточных грибов.

Опыты проводили в пластиковых емкостях объемом 750 см<sup>3</sup>.

Первая (I) серия опытов (повторности А–Г, длительностью 30, 60, 90 дней) состояла из пяти сложных субстратов [14, с. 538]:

- 1) песок 500 гр.: ОСВ 120 мл: без червей;
- 2) песок 500 гр.: ОСВ 120 мл: «Тамир» 100 мл: черви 10 шт.;
- 3) дробина 300 гр.: ОСВ 120 мл: «Тамир» 100 мл: черви 10 шт.;
- 4) опил: 100 гр.: ОСВ 120 мл: «Тамир» 100 мл: черви 10 шт.;
- 5) песок 200 гр.: опил 50 гр.: дробина 100 гр.: ОСВ 120 мл: черви 10 шт.

Вторая (II) серия опытов (повторности А–В, длительностью 30 дней) состояла из шести сложных субстратов, в контролях («зк» и «кк») отсутствовали дождевые черви, а в контроле «кк» отсутствовала и микробиологическая добавка [29, с. 315]:

- 1) кофе 100 гр.: почва 250 гр.: ОСВ 100 гр.: дробина 100 гр.: растения 50 гр.: отходы 100 гр.: «Тамир» 100 мл: черви 50 шт.;
- 2) кофе 100 гр.: почва 250 гр.: ОСВ 100 гр.: дробина 100 гр.: растения 50 гр.: «Тамир» 100 мл: черви 50 шт.;
- 3) почва 250 гр.: ОСВ 100 гр.: растения 50 гр.: отходы 100 гр.: «Тамир» 100 мл: черви 50 шт.;
- 4) почва 250 гр.: ОСВ 100 гр.: растения 50 гр.: «Тамир» 100 мл: черви 50 шт.;
- 5) почва 250 гр.: ОСВ 100 гр.: отходы 100 гр.: бумага 100 гр.: «Тамир» 100 мл: черви 50 шт.;
- 6) кофе 100 гр.: почва 250 гр.: ОСВ 100 гр.: дробина 100 гр.: птичий помет 100 гр.: отходы 100 гр.: бумага 100 гр.: «Тамир» 100 мл: черви 50 шт.

Контейнеры с субстратами находились в помещении с температурой воздуха +20...+25°C. Влажность субстрата была доведена до 75–80%.

Определение гумуса в почве по методике И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова [30, с. 23], тяжелые металлы определяли атомно-абсорбционным

спектрометром Lumex МГА-1000 по ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.63–09 (М 03–07–2014) [31].

Статистическую обработку данных проводили с помощью рангового дисперсионного анализа Фридмана (для групп равного объема) и Краскелла-Уоллиса (для групп неравного объема). А также критерия Манна-Уитни [32; 33].

#### Результаты и обсуждение

В первой серии опытов третий и четвертый субстраты были исключены, по причине гибели червей в первые недели эксперимента. Через 30 дней показатели содержания гумуса во втором субстрате составил среднее значение со стандартной ошибкой  $M \pm m$  при  $n = 4 - 1,79 \pm 0,62\%/100$  гр. грунта при максимуме 3,48 и минимуме 0,62; в пятом субстрате составил  $- 2,47 \pm 1,1\%/100$  гр. грунта при максимуме 5,57 и минимуме 0,89; в контроле (без червей с препаратом «Тамир»)  $- 3,1 \pm 1,0\%/100$  гр. грунта при максимуме 5,42 и минимуме 0,67. К 60 дню опыта средний показатель содержания гумуса во втором субстрате составил при  $n = 4 - 3,45 \pm 2,68\%/100$  гр. грунта при максимуме 11,45 и минимуме 0,43; в пятом субстрате составил  $- 4,1 \pm 1,66\%/100$  гр. грунта при максимуме 8,74 и минимуме 1,1; в контроле  $- 2,25 \pm 1,25\%/100$  гр. грунта при максимуме 5,89 и минимуме 0,49. На последнем этапе, через 90 дней опыта, средний показатель содержания гумуса во втором субстрате составил при  $n = 4 - 1,83 \pm 0,88\%/100$  гр. грунта при максимуме 4,34 и минимуме 0,34; в пятом субстрате составил  $- 4,62 \pm 2,49\%/100$  гр. грунта при максимуме 11,38 и минимуме 0,79; в контроле  $- 2,25 \pm 1,12\%/100$  гр. грунта при максимуме 4,48 и минимуме 0,25.

Во второй серии опытов, через 30 дней, показатели содержания гумуса были следующими (при  $n = 3$ ): в первом субстрате среднее значение составило (со стандартной ошибкой  $M \pm m$ )  $- 9,23 \pm 2,2\%/100$  гр. при максимуме 11,69 и минимуме 4,81, в контроле 1 «зк»  $- 2,97$ , а в 1 «кк»  $- 3,06$ ; во втором субстрате  $7,59 \pm 3,19\%/100$  гр. при максимуме 13,6 и минимуме 2,71, в контроле 2 «зк»  $- 13,38$ , а в 2 «кк»  $- 9,62$ ; в третьем субстрате  $9,32 \pm 1,91\%/100$  гр. при максимуме 11,29 и минимуме 5,5, в контроле 3 «зк»  $- 3,1$ , а в 3 «кк»  $- 6,18$ ; в четвертом субстрате  $3,19 \pm 0,04\%/100$  гр. при максимуме 3,25 и минимуме 3,12, в контроле 4 «зк»  $- 3,14$ , а в 4 «кк»  $- 3,04$ ; в пятом субстрате  $3,88 \pm 0,96\%/100$  гр. при максимуме 5,81 и минимуме 2,91, в контроле 5 «зк»  $- 3,3$ ; в шестом субстрате  $5,7 \pm 0,16\%/100$  гр. при максимуме 5,99 и минимуме 5,45, в контроле 6 «зк»  $- 2,89$ , а в 6 «кк»  $- 6,38$ .

Экспериментальные данные, полученные в результате лабораторных опытов, указывают на то, что компоненты, используемые для приготовления субстрата, оказали неоднозначное влияние на увеличение гумуса в готовых вермикомпостах. Но эти показатели были выше ранее полученных данных по ХМАО и городу Сургут.

Исследования агрохимических показателей почв на южной территории ХМАО составили среднее значение со стандартной ошибкой  $1,69 \pm 0,16\%/100$  гр. при максимуме 3,62 и минимуме 0,23 ( $n = 32$ ), а в северной части Тюменской области значения гумуса

были следующими –  $1,93 \pm 0,16\%/100$  гр. при максимальном 4,68 и минимальном 0,18 ( $n = 37$ ) [6, с. 1325]. В городе Сургут среднее значение гумуса было следующим –  $1,0 \pm 0,05\%/100$  гр. при максимуме 2,81 и минимуме 0,03 ( $n = 145$ ) [5, с. 2055].

Необходимо отметить, что применение микробиологической добавки «Тамир» способствовало увеличению показателей гумуса.

По результатам статистического анализа были получены следующие результаты. Так, при сравнении среднего содержания гумуса в пробах второй серии опытов с контролем «зк» по методу Краскелла-Уолеса установлено достоверно более высокое его содержание в пробах (значение  $\chi^2 = 107$ , при  $\alpha = 0,01$ ). То же самое наблюдалось и при сравнении с контролем «кк» (значение  $\chi^2 = 67,75$ , при  $\alpha = 0,01$ ).

Значения теста Фриндмана первой серии опытов, при сравнении увеличения количества гумуса в пробах в течение времени, были следующими: в пробах А и Б (первая серия опытов)  $H_g = 1,56$ , в пробах В  $H_g = 2,0$ , в Г  $H_g = 0,22$ . Из-за разброса значений количества гумуса в пробах в течение времени статистически значимых показателей увеличения его количества не установлено ( $H_g = 4,667$ , при  $p = 0,194$ ). Значение теста Фриндмана при сравнении количества гумуса в разных пробах при равном промежутке времени, через 30 дней составило  $H_g = 10,17$ , к 60 дням  $H_g = 9,17$ , а к 90 дню  $H_g = 8,17$ . Однако установлены статистически значимые в количестве гумуса в пробах в равные промежутки времени ( $H_g = 8$ , при  $p = 0,005$ ).

Влияние состава пробы на количество гумуса (по критерию Манна-Уитни) при  $\alpha = 0,01$  сравниваемые выборки между А–Б составили  $U = 3,590$ , между А–В  $U = 0,548$ , между А–Г  $U = 0,669$ , между Б–В  $U = 2,373$ , между Б–Г  $U = 4,686$  и между В–Г  $U = 3,104$ . Установлено, что состав грунта в пробах значимо не влияет на количество гумуса ( $U_{таб} = 56$ , при  $\alpha = 0,01$ ,  $n_1 = 9$ ,  $n_2 = 9$ ).

Еще одной проблемой использования органических отходов является накопление тяжелых металлов.

Согласно существующим требованиям по предельно допустимым концентрациям химических веществ в почве, ветеринарно-санитарным, гигиеническим требованиям к безопасности органических удобрений и технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета, валовая форма содержания тяжелых металлов в почве имеет следующие показатели (мг/кг): Pb – 32–130, Cu – 33–132, Zn – 55–220, Ni – 20–80 и Mn – 1500 [33, с. 183]. Для сухой пивной дробины содержание цинка  $143,4 \pm 1,20$ , свинца 0,5, марганца  $13,1 \pm 0,11$ , меди  $18,7 \pm 0,12$ .

Содержание твердых металлов в органических компонентах до вермикомпостирования было следующим: в ОСВ – Zn  $814,94 \pm 228,18$ ; Pb  $22,28 \pm 6,24$ ; Mn  $8549,6 \pm 2393,89$ ; Cu  $55,33 \pm 14,93$  и Ni  $4,78 \pm 1,34$ ; в опилках – Zn  $113,22 \pm 31,70$ ; Pb  $4,63 \pm 1,30$ ; Mn  $621,18 \pm 173,93$ ; Cu  $1,26$  и Ni  $1,14$ ; пивная дробина – Zn  $116,80 \pm 32,7$ ; Pb  $0,53 \pm 0,15$ ; Mn  $2775,7 \pm 777,20$ ;

Cu  $4,11 \pm 1,15$  и Ni 0,87; обезвоженный почвенный грунт – Zn  $7,43 \pm 2,08$ ; Pb  $1,26 \pm 0,35$ ; Mn  $17,73 \pm 4,96$ ; Cu 0,57 и Ni 0,75.

Установлено достоверное превышение (по сравнению с контролем) содержания Pb в субстратах первой серии опытов. Значительно выше содержания Zn обнаружено в субстратах без добавления «Тамира», а наибольшие значения установлены в субстрате с пивной дробинкой. Содержание Mn превышено (по сравнению с контролем) в субстратах с добавлением «Тамира». Установлено значительное превышение содержания Mn по сравнению с Cu во 2, 3, 5 и 6 субстратах. Содержание Zn во 2 субстрате значительно выше, чем Cu и Mn. Установлено достоверное превышение содержания Cu во 2-м субстрате по сравнению с 4-м ( $t = 4,378$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,02$ ). Содержание Zn в 1-м субстрате значительно выше, чем во 2-м ( $t = 3,081$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,04$ ), в 4-м ( $t = 7,24$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,005$ ) и в 5-м ( $t = 4,60$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,01$ ); в 4-м субстрате достоверно выше, чем во 2-м ( $t = 5,34$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,001$ ) и ниже, чем в 5-м ( $t = 4,82$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,02$ ).

В конце экспериментальных исследований было установлено, что содержание ТМ в субстратах составило: Zn в I подходе  $\min 4,71 \pm 1,32$ ,  $\max 202,43 \pm 56,68$ , в II подходе  $\min 11,75 \pm 3,29$ ,  $\max 117,05 \pm 32,77$ ; Pb в I подходе  $\min 0,46 \pm 0,13$ ,  $\max 1,44 \pm 0,40$ , в II подходе  $\min 0,95 \pm 0,27$ ,  $\max 6,46 \pm 1,81$ ; Mn в I подходе  $\min 1,56 \pm 0,44$ ,  $\max 92,74 \pm 25,97$ , в II подходе  $\min 20,95 \pm 5,87$ ,  $\max 831,18 \pm 232,73$ ; Cu в I подходе  $\min 1,05 \pm 0,29$ ,  $\max 2,28 \pm 0,64$ , в II подходе  $\min 0,46$ ,  $\max 2,67 \pm 0,75$  и Ni в I подходе  $\min 1,29 \pm 0,36$ ,  $\max 25,22 \pm 7,06$ , в II подходе  $\min 0,67$ ,  $\max 4,92 \pm 1,38$ .

#### Заключение

Таким образом, вермикомпосты по своему качеству (повышение гумуса и понижение тяжелых металлов) эффективнее исходных субстратов. Компостные черви гибрида «Старатель» эффективно могут использоваться при утилизации нетрадиционных органических отходов. Сложные компосты эффективнее созревают при внесении микробиологических добавок. Использование пивной дробины и осадков сточных вод совместно с другими органическими отходами, которые пригодны для вермикомпостирования в условиях среднетаежной подзоны Западной Сибири, могли бы снизить нагрузку на полигоны твердых бытовых отходов и решить проблему с увеличением содержания гумуса в почвах, используемых для озеленительных работ в населенных пунктах.

#### Список литературы:

1. Обзор состояния окружающей среды города Сургута 1993–2003 гг. Сургут: Дефис, 2003. 148 с.
2. Обзор состояния окружающей среды города Сургута 2002–2006 гг. Сургут: Дефис, 2006. 93 с.
3. Обзор состояния окружающей среды города Сургута 2006–2010 гг. Сургут: Дефис, 2011. 98 с.
4. Богданов В.Л., Мошков И.В., Гарманов В.В. Особенности и проблемы использования земельных ресурсов в нефтегазодобывающем регионе – ХМАО // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 1. С. 182–188.

5. Наконечный Н.В., Фахрутдинов А.И. Агрехимический мониторинг почв города Сургута // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14, № 1 (8). С. 2054–2060.
6. Наконечный Н.В., Фахрутдинов А.И. Характеристика мест обитания обыкновенного крота в лесной зоне Западной Сибири // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12 (33), № 1 (5). С. 1325–1330.
7. Васьюко А.С. Нетрадиционные органические удобрения в формировании урожая и плодородия почвы // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф., Минск, 4–8 июня 2007 г. Минск: Институт зоологии НАН Беларуси, 2007. С. 53–60.
8. Горбунов В.В. Дождевые черви для повышения урожая. М.: Изд-во Астрель, 2012. 134 с.
9. Почва и компост. М.: Эксмо-Пресс, Лик Пресс, 2001. 136 с.
10. Стадник Б.Г., Зимица Л.М., Голиков Г.В. Вермиккультура – новая технология // Биология в сельском хозяйстве. 1997. № 4. С. 17–21.
11. Иларионов С.А., Калашникова И.Г. Биоconversion органических отходов с помощью вермикультивирования // Дождевые черви и плодородие почв: мат-лы I междунар. конф. Владимир, 21–23 ноября 2002 г. Владимир, 2002. С. 34–36.
12. Титов И.Н. Дождевые черви. Руководство по вермиккультуре в двух частях. Ч. I: Компостные черви. М.: ООО «МФК Точка Опоры», 2012. 284 с.
13. Князева В.А., Кравец А.В., Терещенко Н.Н. Оценка эффективности вермикомпостирования для утилизации пивной дробины // Аграрная наука – сельскому хозяйству: XIV междунар. науч.-практ. конф. 7–8 февраля 2019 г. Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. С. 348–350.
14. Моисеев А.А., Наконечный Н.В. Вермикультивирование компостных червей гибрида Старатель в субстратах из остатков сточных вод и пивной дробины // Отходы, причины их образования и перспективы использования: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. Л.С. Новопольцева; под ред. И.С. Белюченко. Краснодар: КубГАУ, 2019. С. 538–541.
15. Мухортов Д.И., Ускова В.В. Оптимизация параметров вермикомпостирования осадков сточных вод, различающихся по токсичности // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2008. № 2. С. 60–71.
16. Севостьянова С.М., Аладин Д.Ю., Демин Д.В. Адаптация *Eisenia foetida* к осадкам сточных вод и загрязненной хлороорганическим соединениями почвами // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф., Минск, 4–8 июня 2007 г. Минск: Институт зоологии НАН Беларуси, 2007. С. 84–85.
17. Татаркин И.В., Демин Д.В., Севостьянов С.М. Особенности формирования гумусовых веществ в урботехноземах, образованных на осадках сточных вод при их длительном атмосферном экспонировании // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы: сб. науч. тр. / ред. кол.: С.Л. Максимова и др. Минск, 2013. С. 70–74.
18. Касатиков В.А. К вопросу о влиянии вермикомпостирования осадков сточных вод на их агроэкологические свойства // Плодородие. 2006. № 6. С. 40–42.
19. Малахова С.Д. Агроэкологическое обоснование почвенного пути утилизации осадков городских сточных вод: на примере г. Калуги: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Калуга, 2007. 279 с.
20. Титов И.Н. Вермиккультура: переработка органической фракции отходов // Твердые бытовые отходы. 2008. № 8. С. 18–25.
21. Янин Е.Н. Осадки городских сточных вод как источник биологического загрязнения окружающей среды // Экологическая экспертиза. 2009. № 2. С. 48–77.
22. Еськов А.И. Органические удобрения в земледелии России // Дождевые черви и плодородие почв: мат-лы II междунар. науч. конф. Владимир, 2004. С. 129–131.
23. Варламова Л.Д. Эколого-агрехимическая оценка и оптимизация применения в качестве удобрений органосодержащих отходов производства: автореф. дис. ... д-ра с/х. наук: 20.09.07. Саранск, 2007. 42 с.
24. Игонин А.М. Как повысить плодородие почвы в десятки раз с помощью дождевых червей. М.: Маркетинг, 2002. 30 с.
25. Игонин А.М., Титов И.Н., Елин Е.Н. Переработка органических отходов с помощью новой промышленной линии дождевых (компостных) червей «Владимирский гибрид» (Старатель) // Дождевые черви и плодородие почв: мат-лы I-й междунар. конф. Владимир, 2002. С. 24–26.
26. Гиляров М.С., Стриганова Б.Р. Роль почвенных беспозвоночных животных в разложении растительных остатков и круговороте веществ // Зоология беспозвоночных. Почвенная зоология. 1978. Т. 5. С. 8–69.
27. Гиляров М.С., Криволицкий Д.А. Жизнь в почве. М.: Молодая гвардия, 1985. 191 с.
28. Мутиков В.М., Филиппова С.М., Фадеева М.Ф., Васильев Н.И. Рекомендации: по применению биогумуса (вермикомпоста) в полеводстве, садоводстве, овощеводстве и цветоводстве: метод. пособие. Чебоксары, 2009. 46 с.
29. Наконечный Н.В., Ибрагимова Д.В., Емцев А.А. Влияние сложных компостов на рост и динамику численности вермиккультуры *Eisenia fetida* // Природопользование и охрана природы: охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России: мат-лы IX Всерос. с междунар. уч. науч.-практ. конф., Томск, 21–23 апреля 2020 г. Томск: Издательство Томского государственного университета, 2020. С. 314–319.
30. Лабораторный практикум по экологии: учеб.-метод. пособие для студентов и учащихся, изучающих экологию, преподавателей вузов, колледжей, техникумов, учителей школ и педагогов дополнительного образования / сост. Т.И. Пирогова. Омск: Изд-во ОмГПУ, 1999. 75 с.
31. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.63–09 (2014) Методика измерений массовой доли ванадия, кадмия, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, ртути, свинца, хрома и цинка в пробах почв, грунтов, донных отложений, осадков сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционных спектрометров модификаций МГА-915, МГА-915М, МГА-915МД.
32. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. Л.: ЛГУ, 1977. 152 с.
33. Коросов А.В. Специальные методы биометрии: учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. 364 с.

34. Тарасов С.И. Нормативно-правовое регулирование оборота органических удобрений // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. Т. 2 (34). С. 182–192.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Департамента образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (приказ № 1281 от 25.08.2017 г.).*

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p><b>Ибрагимова Динара Владимировна</b>, кандидат биологических наук, преподаватель кафедры биологии и биотехнологии; Сургутский государственный университет (г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Российская Федерация). E-mail: danaya_21@mail.ru.</p> <p><b>Гусельникова Марина Владимировна</b>, аспирант, лаборант центра коллективного пользования; Сургутский государственный университет (г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Российская Федерация). E-mail: marina_ptukha90@mail.ru.</p> <p><b>Наконечный Николай Владимирович</b>, кандидат биологических наук, научный сотрудник научно-образовательного центра института естественных и технических наук; Сургутский государственный университет (г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Российская Федерация). E-mail: yyd@list.ru.</p>	<p><b>Ibragimova Dinara Vladimirovna</b>, candidate of biological sciences, lecturer of Biology and Biotechnology Department; Surgut State University (Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russian Federation). E-mail: danaya_21@mail.ru.</p> <p><b>Guselnikova Marina Vladimirovna</b>, postgraduate student, laboratory assistant of Shared Use Center; Surgut State University (Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russian Federation). E-mail: marina_ptukha90@mail.ru.</p> <p><b>Nakonechnyy Nikolay Vladimirovich</b>, candidate of biological sciences, researcher of Scientific and Educational Center of Institute of Natural and Technical Sciences; Surgut State University (Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russian Federation). E-mail: yyd@list.ru.</p>

**Для цитирования:**

Ибрагимова Д.В., Гусельникова М.В., Наконечный Н.В. Использование нетрадиционных органических отходов при вермикомпостировании в закрытом грунте в условиях города Сургута // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 1. С. 80–85. DOI: 10.17816/snv2021101111.