

УДК 502/504:631.86

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-106-110>Тип статьи: Оригинальное исследование
Type of article: Original research**Пендюрин Е.А.,
Рыбина С.Ю.,
Смоленская Л.М.***Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»**г. Белгород, Российская Федерация**E-mail: Pendyrinea@yandex.ru,**Sneshanna18@mail.ru,**Smolenskaylarisa@yandex.ru***Ключевые слова:** Черная львинка, зоокомпост, органические отходы, кресс-салат.**Для цитирования:** Пендюрин Е.А., Рыбина С.Ю., Смоленская Л.М. Использование зоокомпоста Черной львинки в качестве органического удобрения. *Аграрная наука.* 2020; 340 (7): 106–110.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-106-110>**Конфликт интересов отсутствует****Evgeny A. Pendyurin,
Snezhanna Yu. Rybina,
Larisa M. Smolenskaya***Federal State Budgetary Educational Institution higher education**"Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov"**Belgorod, Russian Federation**E-mail: Pendyrinea@yandex.ru,**Sneshanna18@mail.ru,**Smolenskaylarisa@yandex.ru***Key words:** *Hermetia illucens*, zoocompost, organic waste, watercress.**For citation:** Pendyurin E.A., Rybina S.Yu., Smolenskaya L.M. Aspects of using interspecific hybridization of goats. *Agrarian Science.* 2020; 340 (7): 106–110. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-106-110>**There is no conflict of interests**

Использование зоокомпоста Черной львинки в качестве органического удобрения

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В России на данный момент технология биопереработки органических остатков не распространена и весьма актуальна и может служить отличным примером использования возможностей природы.**Материал и методы.** Продукт жизнедеятельности личинок мух зоокомпост, представляет собой сыпучую мелкогранулированную массу с размером частиц 1–3 мм, коричневого цвета, имеющий слабый запах аммиака. Основные питательные вещества находятся в нем в виде различных соединений с органическими кислотами. Зоокомпост содержит в себе все необходимые для растений макро- и микроэлементы, а также биогенный кальций, магний и железо.**Результаты.** Проанализированные образцы зоокомпоста по ряду показателей соответствует ГОСТ 33830-2016 Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия. Лабораторный эксперимент по выращиванию кресс-салат «Весенний», показал прибавку урожая по отношению к контролю от 107 до 154 г/м².

Using the zoo compost of the Black Lioness as an organic fertilizer

ABSTRACT

Relevance. In Russia at the moment, the technology of bio-processing of organic residues is not widespread and is very relevant and can serve as an excellent example of using the opportunities of nature. The product of the life activity of fly larvae is a loose, fine-grained mass with a particle size of 1–3 mm, brown in color, with a faint smell of ammonia. The main nutrients are found in it in the form of various compounds with organic acids. Tocompose contains all the necessary for plants macro- and microelements, and also the nutrient calcium, magnesium and iron. The analyzed samples of zoo compost for a number of indicators corresponds to GOST 33830-2016 organic Fertilizers based on animal waste. Technical conditions.**Results.** Laboratory experiment on growing cress "Spring", showed an increase in yield relative to the control from 107 to 154 g/m².Поступила: 21 июля
После доработки: 30 июля
Принята к публикации: 31 июляReceived: 21 July
Revised: 30 July
Accepted: 31 July

Введение

Среди основных ключевых вопросов современного аграрного хозяйства следует отметить такую проблему, как снижение биологической урожайности агрокультур за счет сокращения плодородия земель сельскохозяйственного назначения, особенно по биогенным макро- и микроэлементам и гумусу, а также засоление и закисление почв, из-за нерационального применения водорастворимых минеральных удобрений и химикатов, которые, как правило, не решая дозированного поступления необходимых макро- и микроэлементов в сельскохозяйственные культуры, еще более обостряют экологическую ситуацию [1].

Перемены в социально-экономической сфере негативно сказались на состоянии сельского хозяйства России. В последние годы применение минеральных удобрений в Российской Федерации сократилось в 10 раз, а органических — в 5,5 раз. В Белгородской области, которая считается одной из самых развитых сельскохозяйственных регионов, дегумификация почв — одна из острых агроэкологических проблем. Черноземные почвы области за последние десятилетия потеряли около трети общих запасов органического вещества.

Одним из наиболее экономически выгодных вариантов решения данного вопроса может быть использование зоокомпостов.

Зоокомпосты могут быть получены в результате микробиологического превращения различных органических отходов, которые составляют значимую часть человеческой жизни и требуют особого обращения. Сегодня каждый горожанин в промышленно развитых странах производит 200–500 кг отходов. Замедление их удаления и ликвидации может привести к глобальным экологическим проблемам. Следует отметить, что многие отходы содержат ценные компоненты (органические вещества) и являются потенциальным энергетическим источником. Поэтому правильное использование отходов позволяет не только снижать антропогенную нагрузку, но и получать питательные вещества.

В последнее время появились перспективные направления науки, которые позволяют использовать живые организмы, системы или продукты их жизнедеятельности для решения ряда технологических задач.

В качестве объекта исследования выступает зоокомпост личинок американской мухи — Черная львинка (*Hermetia illucens*) [2].

Ареал обитания Черной львинки — государства с теплыми климатическими условиями, однако в последнее время активно обсуждается проблема разведения изучаемого насекомого в регионах с холодными климатическими условиями. Широкою известностью личинка получила за счет высокоэффективной биоконверсии различных твердых органических остатков, а также высокой питательности самой личинки, которой можно кормить сельскохозяйственных животных и рыбу.

Данная технология является одной из последних инноваций в агропромышленной сфере. Эксперты прогнозируют взрывной рост ее развития в ближайшем будущем, так как данная технология экологически безопасным способом решает сразу две глобальные проблемы: дефицита кормового белка и утилизации органических отходов.

Технология основана на свойстве личинок двукрылого насекомого Черная львинка перерабатывать абсолютно любую органику. Это свойство дает возможность максимально эффективно использовать пищевую продукцию, возвращая в цепочку питания сельскохозяй-

ственных животных и птиц необходимый кормовой белок, полученный из биомассы личинок [3].

Процесс переработки твердых отходов в настоящее время претерпел значительные изменения. Инновационные способы переработки содержат в себе процессы сокращения объема отходов, вторичное использование, переработку и компостирование. Использование личинки мух Черная львинка для переработки органических отходов не новый процесс [4]. Изучаемые насекомые применяются с целью утилизации и переработки органических отходов свиней и птицы. Личинки мухи способны переваривать органические остатки: навоз свиней и птицы, иловые осадки сточных вод, отходы рыбы и мяса, фрукты, овощи, отходы из ресторанов и кухонные отходы [5]. Следует отметить, что скорость биоконверсии личинок мухи Черная львинка составляет не менее 0,9 кг в день на м², удельная производительность — не менее 25 мг субстрата на одну особь в сутки при плотности посадки 5 личинок на см² [6].

Способ переработки органических отходов с применением личинок мухи не похож на любой другой. Сущность метода заключается в том, что органические вещества предварительно не подвергают измельчению, личинки Черной львинки сами измельчают органические отходы на одинаковые, практически маленькие частицы в процессе жизнедеятельности личинки (поедания и переваривания). После отделения личинки от массы органических отходов их объем сокращается на 70–80 %. Да и сами отходы после переработки личинкой отходами уже не являются — они представляют собой высокоценное и экологически чистое, полное удобрение для растений (зоогумус) [7].

Основное преимущество данной технологии — ее безопасность для окружающей среды и человека. Исследованием Черной львинки занимается Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова Российской Академии Наук. Результаты подтвердили, что данный вид насекомых не является переносчиком инфекций. Кроме того, он не способен к выживанию в отсутствие необходимых условий, при попадании во внешнюю среду происходит гибель насекомого [8].

В России технология биопереработки на данный момент не распространена, однако за рубежом есть ряд крупных успешных проектов, которые продолжают развиваться, что может служить для нас отличным примером использования возможностей природы.

Как следует из приведенных выше данных, для выращивания личинок мухи Черная львинка пригодны практически все субстраты органического происхождения. В отличие от Америки и государств Западной Европы в России данный вопрос мало изучен, технология биопереработки на данный момент не распространена и весьма актуальна.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлся зоокомпост, получившийся в результате деятельности личинок мухи. Он представляет собой особую сыпучую мелкогранулированную массу коричневого цвета, имеет слабый запах аммиака (рис. 1). Для производства зоокомпоста использовали органические отходы, мелкие опилки. Органические отходы представляют собой широкий спектр пищевых отходов, в первую очередь, некондиционные зерновые продукты, некондиционные пищевые продукты торговых сетей. От отходов отделяется упаковка любого типа, затем происходит их измельчение и гомогенизация до состояния однородной субстанции. В

данную субстанцию добавляются подрощенные в инкубаторе личинки, которые в течение нескольких дней перерабатывают субстрат, в котором находятся. В конце этого периода с помощью просеивания происходит отделение личинок из переработанных отходов. Эти переработанные отходы используются в качестве органического компонента в разработанной искусственной почвосмеси.

Зоокомпост представляет собой сыпучее органическое вещество с размером частиц 1–3 мм, обладающее высокой влагоемкостью и влагостойкостью. Может использоваться как разрыхлитель. Слабо слеживается. Основные питательные вещества находятся в нем в виде различных соединений с гуминовыми кислотами. Зоокомпост содержит в себе все необходимые для растений макро- и микроэлементы, а также биогенный Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe_2O_3 . Зоокомпост богат полезной для почвы и растений сапрофитной микрофлорой. Кроме того, обезвреживается патогенная микрофлора, погибают яйца гельминтов, и при этом происходит многократное увеличение биомассы полезных почвенных микроорганизмов.

С целью пригодности использования зоокомпоста и его соответствия его исследовали воздушно-тепловым, спектрофотометрическим, потенциометрическим, титриметрическим, кондуктометрическим методами.

Результаты и обсуждения

Одной из задач исследования зоокомпоста был анализ его водной вытяжки, содержание биогенных элементов и обобщенные показатели. Анализ подвергли два образца зоокомпоста. Результаты экспериментальных исследований образцов зоокомпоста личинок Черная львинка представлены в таблицах 1–3.

Согласно результатам анализа водной вытяжки (табл. 1) образцы зоокомпоста имеют повышенное со-

Рис. 1. Образец зоокомпоста

Fig. 1. Sample of zoo compost



лесодержание, среди анионов преобладают сульфаты и гидрокарбонаты.

Данные таблицы 2 указывают на наличие в зоокомпосте необходимых питательных элементов, позволяющих расти и развиваться сельскохозяйственным культурам. Среди продуктов азотистого обмена преобладает аммоний, следовательно, процессы нитрификации продолжают.

С целью определения пригодности зоокомпоста как органического удобрения были определены его обобщенные показатели (табл. 3).

Полученные результаты свидетельствуют о пригодности образцов зоокомпоста для использования их в качестве «улучшителя» почвы.

Таблица 1. Анализ водной вытяжки зоокомпоста

Table 1. Analysis of the water extract of zoo compost

Образец	Характеристика солевого режима	Сухой остаток, %	Анионы, %				Катионы, %	
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}
1	солончаки	5,704±0,363	0,187±0,004	1,092±0,009	0,138±0,040	1,037±0,097	0,073±0,027	0,019±0,004
2	солончаки	4,908±0,045	0,1182±0,020	0,940±0,005	0,138±0,021	0,981±0,092	0,069±0,000	0,021±0,005

Таблица 2. Содержание биогенных компонентов

Table 2. Content of biogenic components

Образец	Нитраты, (NO_3^-) , мг/кг	Нитриты, (NO_2^-) , мг/кг	Ион аммония, (NH_4^+) , мг/кг	Общий азот (N), мг/кг	Сорг., %	Гумус, %	P_2O_5 , мг/100 г	Fe_2O_3 , мг/100 г
1	656,2±28,06	2,66±0,20	8 178,7±1795,4	6 871,15±1473,9	17,20±0,27	29,65±0,27	220,33±28,00	26,00±2,63
2	582,03±62,72	2,42±0,16	7 882,1±1196,9	6 602,2±985,8	18,27±1,03	31,50±1,03	233,83±29,54	25,43±1,73

Таблица 3. Обобщенные показатели зоокомпоста

Table 3. Generalized indicators of zoo compost

Образец	Влажность W, %	pH_{H_2O}	pH_{KCl}	В водной вытяжке 1:10		Общее солесодержание, %		Общая щелочность, мг-экв/100 г	
				УЭП, мСм/см	Минерализация по NaCl, г/л	сухой остаток	прокаленный остаток	карбонатная	гидрокарбонатная
1	57,99±1,29	8,38±0,27	8,32	2,280	1,150	5,704±0,363	1,882±0,113	6,23±0,37	17,9±0,88
2	51,78±0,74	8,02±0,06	7,92	2,940	1,582	4,908±0,045	2,121±0,019	3,94±2,01	15,41±0,52

Таблица 4. Требования к органическим удобрениям (компосты) по физико-химическим, механическим и агрохимическим показателям. Характеристика образцов зоокомпоста

Table 4. Requirements for organic fertilizers (composts) in terms of physicochemical, mechanical and agrochemical indicators. Characteristics of zoo compost samples

Наименования показателей		Образец зоокомпоста 1	Образец зоокомпоста 2
Массовая доля сухого вещества, %	не менее 25	42,01	48,22
Содержание балластных инородных механических включений (камни, щебень, металл и т. д.) размером менее 40 мм, %	1,5	отсутствует	отсутствует
Показатель активности водородных ионов, ед. pH	6,0–8,5	8,32	7,92
Массовая доля органического вещества, % на сухое вещество, не менее	50	39,56	42,02
Массовая доля питательных веществ в удобрении с исходной влажностью, %, не менее: азота общего	0,7	0,68	0,66
фосфора общего, в пересчете на P ₂ O ₅	0,5	0,22	0,23
Наличие патогенных и болезнетворных микроорганизмов, в том числе энтеробактерий (патогенных серовариантов кишечной палочки, сальмонелл, протей), энтерококков, стафилококков, клостридий, бацилл, энтеровирусов, КОЕ/г	Не допускается	отсутствует	отсутствует
Наличие жизнеспособных яиц и личинок гельминтов, в том числе нематод (аскаридат, трихоцефалов, стронгилят, стронгилоидов), трематод, цестод, экз./кг	Не допускается	отсутствует	отсутствует

Таблица 5. Влияние количества зоокомпоста на урожайность кресс-салата

Table 5. Influence of the amount of zoo compost on the yield of cress

Количество зоокомпоста	Урожайность г/м ²	Прибавка урожая
2 т. на га.	371	154
4 т. на га.	324	107
6 т. на га.	347	130
Контроль	217	-
НСР = 2,307 ошибка опыта 0,55		

Для рекомендации применения зоокомпостов в сельском хозяйстве сравнили полученные показатели с требованиями ГОСТа (табл. 4).

Проанализировав данные табл. 4, можно сделать вывод, что зоокомпост по ряду показателей соответствует ГОСТ 33830-2016 Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия. Зоокомпост может применяться в качестве органического удобрения.

Для подтверждения результатов пригодности зоокомпоста как удобрения зоокомпост вносили в почву в количестве 2 т/га — одинарная доза, 4 т/га — двойная доза, 6 т/га — тройная доза, каждая в трехкратной повторности, помещали в лабораторные сосуды для исследования, в которые производили посев сельскохозяйственной культуры — кресс-салат «Весенний». Норма сева 1 г/м² глубина 0,5–1 см. Посеянный кресс-салат собирали через 10 дней после полных

всходов, удалили из искусственной почвосмеси и определили его урожайность. Учетная площадь делянки составляла 0,5 м². Показатели урожайности представлены в таблице 5.

Как видно из полученных данных, оптимальным является внесение зоокомпоста в количестве 2 т/га. Дальнейшее увеличение содержания зоокомпоста не является целесообразным, так как прибавка урожая в этом случае ниже.

Выводы

Продукт жизнедеятельности личинок мух зоокомпост представляет собой сыпучую мелкогранулированную массу с размером частиц 1–3 мм, коричневого цвета, имеющую слабый запах аммиака, среди анионов преобладают сульфаты и гидрокарбонаты. Основные питательные вещества находятся в нем в виде различных соединений с органическими кислотами. Количество органического вещества зоокомпост содержит в себе все необходимые для растений макро- и микроэлементы, а также биогенный кальций, магний и железо.

Проанализированные образцы зоокомпоста по ряду показателей соответствуют ГОСТ 33830-2016 Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия.

Лабораторный эксперимент по выращиванию кресс-салат «Весенний» показал прибавку урожая по отношению к контролю от 107 до 154 г/м².

ЛИТЕРАТУРА

- Smolenskaya L.M., Rybina S.Y., Pendyurin E.A. Studying the moisture capacity of artificial soils containing industrial byproducts В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. С. 022008.
- Производство кормов для рыбы на основе белковой муки из личинок мух <https://agrobiotech.livejournal.com/> Дата обращения 29.06.20
- Чернышев В.Б. Экология насекомых. М.: Изд-во МГУ, 1996. С. 304.

4. Alvarez L. The Role of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in Sustainable Waste Management in Northern Climates. *Electronic Theses and Dissertations*. 2012. P.402.

5. Sheppard D.C., Tomberlin J.K., Joyce J.A., Kiser B.C., Sumner S.M. Rearing methods for the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) in a colony. *Journal of Medical Entomology*. 2002;39(4):695-698.

6. Бахраков А.И., Загоринский А. А., Козлова А. А., Ушакова Н. А. Высокоэффективная биоконверсия органических

субстратов личинками Черной Лыбки (*Hermetia illucens*). Биотехнология и качество жизни: Международная научно-практическая конференция. Москва, 18–20 марта 2014 г. М., 2014. С.418–419.

7. Серебрянский Д. Н. Достоинства и проблемы бизнеса по разведению личинок мух Чёрная Лыбка (*Hermetia illucens*). URL: http://www.nasadki.net/index/dostoinstva_i

REFERENCES

1. Smolenskaya L.M., Rybina S.Y., Pendyurin E.A. Studying the moisture capacity of artificial soils containing industrial byproducts In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. P.022008. (In Russ.)

2. Production of fish feed based on protein meal from fly larvae <https://agrobiotech.livejournal.com/> Date of treatment 06/29/2020 (In Russ.)

3. Chernyshev V.B. Ecology of insects. M.: Publishing house of Moscow State University, 1996. P.304. (In Russ.)

4. Alvarez L. The Role of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (*Diptera: Stratiomyidae*) in Sustainable Waste Management in Northern Climates. *Electronic Theses and Dissertations*. 2012. P.402.

5. Sheppard D.C., Tomberlin J.K., Joyce J.A., Kiser B.C., Sumner S.M. Rearing methods for the black soldier fly (*Diptera:*

Stratiomyidae) in a colony. *Journal of Medical Entomology*. 2002;39(4):695-698.

6. Bastrakov A.I., Zagorinsky A.A., Kozlova A.A., Ushakova N.A. Highly efficient bioconversion of organic substrates by the larvae of the Black Lion (*Hermetia illucens*). Biotechnology and Quality of Life: International Scientific and Practical Conference. Moscow, March 18–20, 2014. M., 2014. P.418–419. (In Russ.)

7. Serebryansky D.N. Advantages and problems of the fly larva business Black Lion's (*Hermetia illucens*). URL: http://www.nasadki.net/index/dostoinstva_i_problemy_biznesa_po_razvedeniju_lichinok_mukh_chernaja_lyvinka_hermetiaillucens/ дата обращения 29.06.20.

8. Udalova Zh.V., Bastrakov A.I., Zinovieva S.V., Ushakova N.A. The use of larvae of the black lion, *hermetia illucens*, for the disposal of potatoes infected with phytonematodes. *Theory and practice of combating parasitic diseases*. 2019;(20):627-632. (In Russ.)

9. Udalova Zh.V., Bastrakov A.I., Zinovieva S.V., Ushakova N.A. The use of larvae of the black lion, *hermetia illucens*, for the disposal of potatoes infected with phytonematodes. *Theory and practice of combating parasitic diseases*. 2019;(20):627-632. (In Russ.)

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (уникальный номер проекта 07519SU2000000) на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

ОБ АВТОРАХ:

Пендюрин Евгений Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Рыбина Снежанна Юрьевна, магистрант

Смоленская Лариса Михайловна, кандидат химических наук, доцент

ABOUT THE AUTHORS:

Evgeny A. Pendyurin, candidate of agricultural sciences, associate professor

Snezhanna Yu. Rybina, undergraduates

Larisa M. Smolenskaya, candidate of chemical sciences, associate professor

НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ • НОВОСТИ •

В России создается центр компетенций по органической сельхозпродукции

Центр будет действовать на базе Ярославской государственной сельскохозяйственной академии.

Для поддержки проекта Минсельхоз России выделил 32 млн рублей, которые предназначены для закупки лабораторного оборудования. С его помощью можно проводить исследования на качество сельскохозяйственной продукции, на содержание в ней вредных химических веществ – пестицидов, нитратов и т. д. При этом будет отслеживаться вся технологическая цепочка. Производство органического мяса или молока, например, включает в себя использование в качестве кормов органически выращенного зерна, особые щадящие условия содержания животных. Выделенные средства направляются также на оснащение учебно-производственных и демонстрационных площадок.

Проект не случайно реализуется в Ярославской области. В регионе сосредоточено 12% земель, сертифицированных в России для производства органической продукции. Данное направление активно продвигает и Ярославская сельхозакадемия. В ее программы обучения включены дисциплины по производству, переработке и сертификации продукции органического сельского хозяйства.

Деградация почв, истощение плодородного слоя почв находится в числе ключевых проблем современного

земледелия, которые требуют принятия неотложных мер. Органические, экологически и биологически чистые методы ведения сельского хозяйства как раз и подразумевают бережное отношение как к природе, так и к здоровью человека. В их основе – полный отказ или минимальное использование синтетических удобрений, средств защиты растений, стимуляторов роста. Здоровье почвы поддерживается за счет применения щадящих методов ее обработки, соблюдения севооборота и внесения органических удобрений. Поэтому в числе задач Центра компетенций по органической сельхозпродукции – обучение и консультирование сельхозпроизводителей не только своего, но и других регионов России, оказание им организационно-методической помощи, что позволит расширить их знания о технологии производства органической продукции.

