

УДК: 619:616:59.084:59.089: 615.21/.26
DOI:10.52419/issn2072-2419.2025.4.203

ИЗУЧЕНИЕ СУБХРОНИЧЕСКОЙ ТОКСИЧНОСТИ БЕЛКОВО-ЛИПИДНОЙ МУКИ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ *HERMETIA ILLUCENS* (LINNAEUS, 1758)

Глазунова Л.А.* – д-р ветеринар. наук, проф. каф. морфологии, физиологии и общей патологии (ORCID 0000-0003-4050-5903); Столбова О.А. – д-р ветеринар. наук, зав. каф. незаразных болезней с-х. животных (ORCID 0000-0002-4545-815X); Краснолобова Е.П. – канд. ветеринар. наук, доц. каф. морфологии, физиологии и общей патологии (ORCID 0000-0002-2260-5639); Веремева С.А. – канд. ветеринар. наук, доц. каф. морфологии, физиологии и общей патологии (ORCID 0000-0002-3656-6837); Калугина Е.Г. – канд. ветеринар. наук, доц. каф. незаразных болезней с-х. животных (ORCID 0000-0002-1894-8604); Михайлов М.В. – преподаватель каф. инфекционных и инвазионных болезней (ORCID 0009-0006-1098-8421); Плехотникова Ю.М. – ветеринар. врач ветеринарной клиники (ORCID 0009-0003-4580-6665)

ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

* glazunoval@gausz.ru

Ключевые слова: *Hermetia illucens*, белые мыши, лабораторные животные, белково-липидная мука, токсичность, кормовая добавка, доклинические исследования, альтернативные белки.

Key words: *Hermetia illucens*, white mice, laboratory animals, protein-lipid meal, toxicity, feed additive, preclinical studies, alternative proteins.

Поступила: 18.08.2025

Принята к публикации: 05.12.2025

Опубликована онлайн: 26.12.2025



РЕФЕРАТ

Высокая востребованность в кормовом белке для животных стимулирует проведение исследований по поиску технологий, позволяющих получать альтернативным путем качественные белковые субстраты, которые высокопитательны и отвечают требованиям безопасности. Наиболее перспективными объектами для производства белка являются мухи черная львинка (*Hermetia illucens* L.) для выращивания которых эффективно использовать отходы животноводства и птицеводства. Целью исследования явилось изучение субхронической токсичности белково-липидной муки, полученной в результате переработки биологических отходов птицефабрик с использованием черной львинки, на лабораторных животных. Исследования проводили на белых лабораторных мышах, которым скармливали по 1000 мг/кг, 200 мг/кг и 100 мг/кг белково-липидной муки в течение девяносто суток. Установлено, что при вольном пероральном введении (с контролем поедаемости) белково-липидной муки, полученной в результате переработки биологических отходов птице-

фабрик с использованием *H. illucens* во всех испытуемых дозах не отмечено изменений в общем и клиническом состоянии лабораторных животных. К девяностому дню эксперимента зафиксировано увеличение массы тела подопытных животных на 5,8-26,9% от первоначальной. Гибель животных была зарегистрирована во всех подопытных группах. За весь период наблюдений из опыта выбыло 18,6% животных из подопытных групп, из которых 85,7% погибли по причинам, связанным с кормлением вследствие острого расширения желудка и кишечника, и некротического нефроза. После завершения эксперимента у 12,5% мышей выявили лейкоцитарную инфильтрацию железистой части желудка. Не установлено зависимости от увеличения дозы, получаемого продукта. Патоморфологические изменения, связанные с кормлением зафиксированы у 13,6% мышей, получавших белково-липидную муку в дозе 1000 мг/кг, у 15,0% мышей, получавших 200 мг/кг и у 31,0%, получавших продукт в дозе 100 мг/кг.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Для обеспечения пищевых потребностей постоянно растущего населения планеты необходимо повышать объемы сельскохозяйственной продукции. Особенно значительно увеличивается необходимость в продуктах питания животного происхождения, которые содержат весь спектр необходимых жирных и аминокислот. Для обеспечения исполнения «Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» и реализации генетического потенциала животных необходимо модернизировать систему кормопроизводства, включая в рационы обогащенные корма, способные повышать продуктивность животных и питательность сырья и переработанных продуктов [1].

Изменения геополитической ситуации значительно повлияли на рынок кормов и кормовых добавок. Использование импортных компонентов корма стало нерентабельным и потребовало от производителей пересмотра стратегии подхода к кормовой и сырьевой базам. Рост спроса и цен на комбикорма, увеличение фальсификации кормового сырья, в частности рыбной муки и рыбьего жира, вынуждает искать альтернативные источники белкового и жирового сырья, не уступающие по качеству и цене существующим [1, 2].

Во всем мире исследователи находятся в поиске технологий, позволяющих получать альтернативным путем качественные белковые субстраты, которые будут отвечать высоким требованиям безопасности и быть высокопитательными.

Одним из вариантов решения проблемы обеспечения животных кормовым белком является использование протеина энтомологического происхождения [3]. Наиболее перспективным источником белка являются мухи черная львинка (*Hermetia illucens* L.) и домовые сверчки (*Acheta domesticus* L.) [4-7] биоконверсия кормов, у которых очень высокая [7]. Причем для выращивания насекомых не требуются специализированные и дорогостоящие субстраты [8, 9]. Так, для выращивания черной львинки подходят отходы животноводства и птицеводства, что делает ее уникальным производителем и открывает новые перспективы с экологической точки зрения [10, 11].

Для широкого применения нового продукта в кормлении животных необходимо проведение цикла доклинических и клинических исследований, которые позволят убедиться в ее безопасности и эффективности. Проведенные эксперименты по изучению острой пероральной токсичности позволили установить отсутствие выраженных токсических проявлений при однократном внутрижелудочном введении белково-липидной муки в дозе 2000 мг/кг [12], что позволило нам перейти к следующему этапу исследовательской работы и изучить субхроническую токсичность продукта.

Цель исследования - изучить субхроническую токсичность белково-липидной муки, полученной в результате переработки биологических отходов птицефабрик с использованием черной львинки, на лабораторных животных.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ /
MATERIALS AND METHODS**

Научную работу проводили в период 2023-2025 гг. на базе кафедр Института биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья. Белково-липидную муку получали в лаборатории промышленной энтомологии ГАУ Северного Зауралья при культивировании *H. illucens* при температуре воздуха $26 \pm 0,5$ °С, относительной влажности 65-75%, с фотопериодом 16:8 L:D ч. Основу рациона личинок составлял куриный корм для несушек (с добавлением равного объёма воды) и куриный помет в соотношении 1:1 [11].

Изучение субхронической токсичности белково-липидной муки осуществляли согласно «Руководству по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических свойств» ГОСТ 12.1.007-76 и 32296-2013, с учетом требований Приказа Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.03.2018 года №101 «Об утверждении правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения», в соответствии с руководством Р 1.2.3156-13 «Оценка токсичности и опасности химических средств и их смесей для здоровья человека» [13, 14, 15, 16, 17].

Исследовательскую работу проводили с лабораторными животными в соответствии с требованиями Директивы 2010/63 ЕУ Европейского парламента, совета Европейского союза от 22.09.2010 года по охране животных, используемых в научных целях [4, 14, 15, 18].

Изучение субхронической токсичности было проведено на основе экспериментальных данных, полученных при оценке острой токсичности, где индивидуальная доза составляла 2000 мг/кг живой массы лабораторных животных [12].

В экспериментах по изучению

субхронической токсичности задействовали белых мышей (*Mus albus officinarum*), для кормления которых использовали комбикорм полнорационный для лабораторных животных, соответствующий ГОСТ 34566-2019. Питьевая вода для животных была в свободном доступе в течении всего опыта. Согласно ГОСТ 32647-2014 за 7 дней до проведения опыта, животные проходили адаптацию в лабораторных условиях, вода без ограничений. Перед введением подкормки каждое животное взвешивали и производили расчет дозы исследуемой подкормки. Животных содержали в виварии в стандартных условиях: температура воздуха 20-24 °С, относительная влажность 50-60%, 12-часовой цикл светлого и темного времени суток. Для кормления животных использовался брикетированный комбикорм полнорационный для лабораторных животных, соответствующий ГОСТ 34566-2019, и профильтрованная питьевая вода, задавалась в стандартных автоматических поилках. В экспериментах использовали белых мышей с медианной начальной массой тела 20-25 грамм.

Для оценки субхронической токсичности белково-липидной просеянной муки животных разделили на три экспериментальные группы, где в 1 группе животные получали подкормку в дозе 1000 мг/кг (1/2 от дозы острой токсичности 2000 мг/кг массы тела животного). Во второй группе лабораторные животные получали белково-липидную муку в дозе 200 мг/кг (1/10 от дозы острой токсичности 2000 мг/кг массы тела животного) и третья группа животных получала подкормку в дозе 100 мг/кг (1/20 от дозы острой токсичности 2000 мг/кг массы тела животного). Для контроля использовали равноценную группу животных, в рационе которых был лишь комбикорм полнорационный. За животными осуществляли наблюдение в течении 90 суток. Всего в опыте задействовано 100 особей белых мышей, которых разделили на четыре группы по 25 мышей в каждой.

Дачу кормовой добавки осуществляли в утренние часы. Контроль поедания бо-

люса с заданной кормовой добавкой проводили визуально. После полного употребления исследуемой дозы животные получали полноценный суточный рацион через 1-1,5 часа. Мыши ежедневно подвергались клиническому осмотру трижды в день. Все животные, выбывшие в течение срока эксперимента, а также по окончании периода исследований были направлены для патологоанатомических и патоморфологических исследований.

Вскрытие трупов непродуктивных животных проводили в секционном зале (прозектории) согласно ГОСТу Р 57547-2017 «Патологоанатомическое исследование трупов непродуктивных животных. Общие требования». С целью изучения морфологического состояния органов мышцей, проводили гистологическое исследование, при этом взятый орган фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Проводили через спирты разной крепости и заливали в парафин по общепринятой методике [19]. Срезы толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилином и эозином. Изучение и фотографирование гистопрепаратов проводили при помощи светового микроскопа Levenhug Med Series – окуляр 10, объективы 4, 20 и 40. На гистологических препаратах оценивали состояние гистологических структур различных органов.

Статистическую обработку данных проводили при помощи программы MS Excel и Biostat, при $p < 0,05$. Работа выполнена в рамках государственного задания № 075-03-2023-162/6 «Разработка технологий переработки побочных продуктов животноводства с созданием кормовых добавок, био- и органоминеральных удобрений».

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Из-за плохой растворимости белково-липидной просеянной муки введение испытуемой добавки осуществляли перорально вольно, предварительно сформировав индивидуальные болюсы из испытуемой добавки.

При наблюдении за общим состоянием мышцей всех экспериментальных групп изменений не отмечено. В результате ди-

намичного наблюдения, в ходе которого мы оценивали общее состояние подопытных животных, их поведенческие, двигательные реакции, пищевые рефлексы, реакции на внешние раздражители, отмечено, что мыши полностью поедали корм и, согласно физиологическому состоянию, пили воду (без жадности) и адекватно реагировали на стандартные манипуляции. Животные сохраняли подвижность, нарушений двигательной активности у животных опытных и контрольной групп выявлено не было. Волосистой покров сохранял гладкость и яркость, признаков взъерошенности не наблюдали. Лишь у одной мыши в первой опытной группе (доза 1000 мг/кг) была отмечена алопеция на 48 день опыта на затылочной части головы и взъерошенность волосистого покрова.

При оценке общего состояния животных подопытных групп по отношению к контрольной группе, участвовавших в опыте, нами не было отмечено отклонений в физиологических реакциях и состояниях.

Для оценки влияния белково-липидной муки на массу тела животных осуществляли еженедельное контрольное взвешивание (таблице 1).

В результате проведенных исследований установлено, что масса тела мышцей по отношению к первоначальной массе в первой группе (1000 мг/кг) на 30 день опыта увеличилась на 7,8%, на 60 день опыта – 16,0% и на 90 день опыта на 26,9%. Во второй опытной группе (200 мг/кг) у животных, получающих белково-липидную муку, масса тела была на 30 день уменьшена на 3,8%, на 60 день опыта массы тела животных увеличилась на 4,4% и на 90 день увеличилась на 5,8%. В третьей опытной группе (100 мг/кг) масса тела уменьшилась на 2,6%, на 60 день увеличилась на 2,1%, и на 90 день опыта увеличилась на 12,2%.

При анализе выживаемости животных при изучении субхронической токсичности белково-липидной муки, полученной в результате переработки биологических отходов птицефабрик с использованием

насекомых, проводимого на лабораторных белых мышах нами было отмечено, что за период эксперимента зафиксирована гибель 18,6% (n=14) животных в подопытных группах. Так, в первой опытной группе (доза 1000 мг/кг) нами отмечена гибель – 16,0% животных (n=4), во второй группе (доза 200 мг/кг) – 28,0% животных (n=7) и в 3 группе (доза 100 мг/кг) – 12,0% животных (n=3) от первоначально участвовавших в эксперименте (рисунок 1).

При анализе результатов, полученных при проведении патоморфологических

исследований установлено, что подопытные животные в течение эксперимента 85,7% (n=12) выбыли по причинам, связанных с кормлением (рисунок 2). В каждой подопытной группе зафиксирована смерть подопытных животных, вызванная острым расширением желудка и кишечника. Погибших животных обнаруживали в утреннее время, при этом накануне вечером при осмотре не выявляли изменений в состоянии животных. Также, в третьей группе (100 мг/кг) зарегистрирована гибель у 14,3% мышей, у которых выявлен некротический нефроз (рисунок 3).

Таблица 1 – Влияние длительного (в течение девяноста суток) перорального введения белково-липидной муки на массу тела мышей, грамм

Период, дни	1 группа (1000мг/кг) (M±m; n=25)	2 группа (200 мг/кг) (M±m; n=25)	3 группа 100 мг/кг (M±m; n=25)	4 группа (контроль) (M±m; n=25)
7	19,64±0,58*	25,15±0,15	21,97±0,38	28,08±0,49
14	20,36±0,18	24,95±0,21	23,17±0,45	28,08±0,37
21	19,91±0,34	23,8±0,12	22,48±0,15	28,67±0,45
28	21,95±0,15	25,53±0,55	23,93±0,25	29,82±0,68
35	21,95±0,05	24,0±0,35	22,57±0,47	27,56±0,45
42	22,71±0,25	22,29±0,42	23,62±0,58	27,88±0,42
49	23,10±0,17	27,07±0,36	22,96±0,34	28,0±0,45
56	23,10±0,20	24,86±0,42	22,96±0,19	28,0±0,35
63	23,56±0,45	24,86±0,34	22,96±0,20	28,0±0,48
70	23,62±0,37	24,69±0,31	23,18±0,35	23,07±0,55
77	23,88±0,25	25,27±0,65	23,68±0,40	23,22±0,47
84	24,89±0,26	23,58±0,54	23,61±0,64	25,22±0,35
90	24,91±0,31	26,55±0,35	24,41±0,47	25,41±0,45

Примечание: *здесь и далее $p < 0,05$.

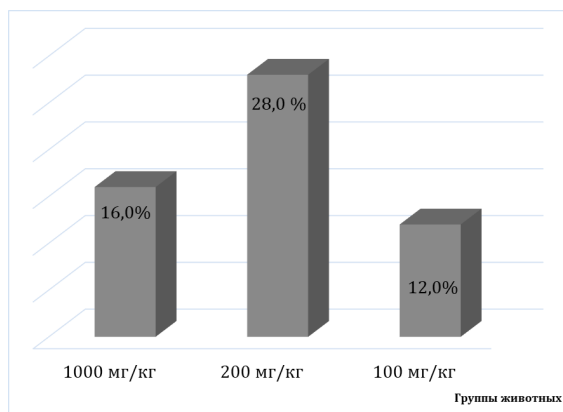


Рисунок 1 – Доля павших лабораторных животные в период доклинического исследования субхронической токсичности белково-липидной муки, %.

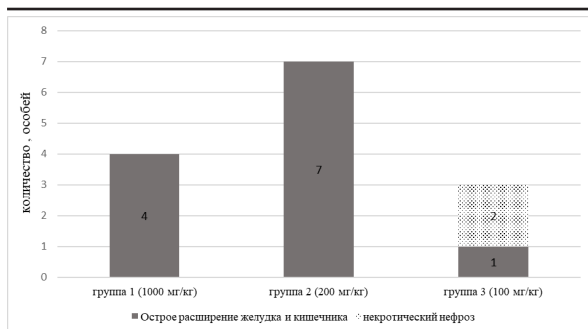


Рисунок 2 – Причины выбытия, связанные с кормлением у мышей из подопытных групп.

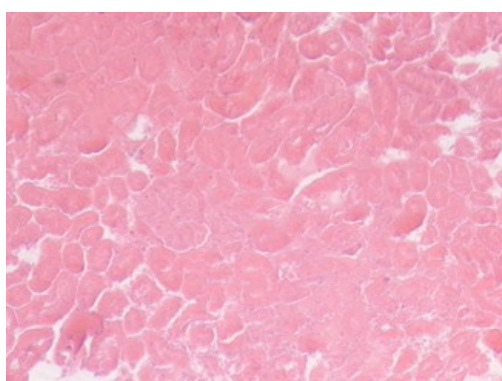


Рисунок 3 – Участок некротического нефроза коркового слоя почек мыши 3 группы, окраска гематоксилин-эозин, ув. $\times 200$

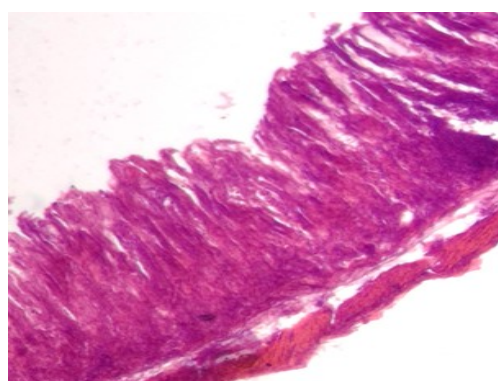


Рисунок 4 – Лейкоцитарная инфильтрация в слизистой оболочке желудка мыши первой группы (1000 мг/кг), окраска гематоксилин-эозин, ув. $\times 200$.

На протяжении всего опыта среди мышей контрольной группы клинических признаков токсемии и гибель животных не зафиксированы.

На завершающем этапе эксперимента по оценке субхронической токсичности белково-липидной муки все подопытные животные были выведены из эксперимента с соблюдением требований Европейской конвенции по защите экспериментальных животных 86/609/ЕЕС и подвергнуты патологоанатомическому вскрытию с целью взятия материала для дальнейших исследований.

При внешнем осмотре и гистологических исследованиях 87,5 % у мышей не выявили отклонений в структуре органов и тканей.

У 12,5% мышей (n=6) зафиксировали лейкоцитарную инфильтрацию железистой части желудка мышей (рисунок 4).

Так, признаки гастрита были выявлены у 2, 5 и 6 мышей в первой, второй и третьей подопытной группах соответственно. Анализируя полученные результаты установлено, что применение белково-липидной муки, полученной в результате переработки биологических отходов птицефабрик с использованием черной львинки прямо не коррелировало с негативными эффектами для белых мышей в субхроническом эксперименте. Так, патоморфологические изменения, связанные с кормлением зафиксированы у 13,6% мышей, получавших белково-липидную муку в дозе 1000 мг/кг, у 15,0% мышей, получавших 200 мг/кг и у 31,0%, получавших продукт в дозе 100 мг/кг. Достоверно установить зависимость поедаемой дозы белково-липидной муки и гибели животных не удалось. Необходимы дополнительные исследования по изучению хро-

нической токсичности.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

При изучении субхронической токсичности белково-липидной муки, полученной в результате переработки биологических отходов птицефабрик с использованием *H. illucens* при вольном пероральном введении её белым лабораторным мышам в дозах 1000 мг/кг, 200 мг/кг, 100 мг/кг не отмечено изменений в общем и клиническом состоянии. К девяностому дню эксперимента зафиксировано увеличению массы тела подопытных животных на 5,8-26,9% от первоначальной. Гибель животных была зарегистрирована во всех подопытных группах. За весь период наблюдений из опыта выбыло 18,6% животных из подопытных групп, из которых 85,7% погибли по причинам, связанным с кормлением вследствие острого расширения желудка и кишечника и некротического нефроза. После завершения эксперимента у 12,5% мышей, выявили лейкоцитарную инфильтрацию железистой части желудка. Негативные эффекты не имели прямой корреляции с дозой получаемой кормовой добавки, так как патоморфологические изменения, связанные с кормлением зафиксированы у 13,6% мышей, получавших белково-липидную муку в дозе 1000 мг/кг, у 15,0% мышей, получавших 200 мг/кг и у 31,0%, получавших продукт в дозе 100 мг/кг. За период эксперимента установлено, что скармливание белково-липидной муки показало положительные эффекты, которые выражались в увеличении массы тела, ярком и гладком волосяном покрове. Так как в процессе наблюдения выявлена гибель животных, связанная с острым расширением желудка, а при патоморфологическом исследовании выявлены гастрит и некротический нефроз, необходимо проведение исследований по изучению хронической токсичности и переносимости изучаемого продукта.

STUDY OF SUBCHRONIC TOXICITY OF PROTEIN-LIPID FLOUR OBTAINED FROM HERMETIA ILLUCENS (LINNAEUS, 1758)

Glazunova L.A.* – D.Sc. (Veterinary

Science), Professor, Department of Morphology, Physiology and General Pathology (ORCID 0000-0003-4050-5903); **Stolbova O.A.** – D.Sc. (Veterinary Science), Head of the Department of Non-Communicable Diseases of Agricultural Animals (ORCID 0000-0002-4545-815X); **Krasnolobova E.P.** – Ph.D. (Veterinary Science), Associate Professor, Department of Morphology, Physiology and General Pathology (ORCID 0000-0002-2260-5639); **Veremeeva S.A.** – Ph.D. (Veterinary Science), Associate Professor, Department of Morphology, Physiology and General Pathology (ORCID 0000-0002-3656-6837); **Kalugina E.G.** – Ph.D. (Veterinary Science). sciences, associate professor of the department of non-communicable diseases of agricultural animals (ORCID 0000-0002-1894-8604); **Mikhailov M.V.** – lecturer of the department of infectious and invasive diseases (ORCID 0009-0006-1098-8421); **Plokhotnikova Yu.M.** – veterinarian of the veterinary clinic (ORCID 0009-0003-4580-6665).

FGBOU VO GAU of the Northern Trans-Urals

* glazunovala@gausz.ru

ABSTRACT

The high demand for animal feed protein stimulates research into technologies that allow obtaining alternative high-quality protein substrates that are highly nutritious and meet safety requirements. The most promising objects for protein production are black soldier flies (*Hermetia illucens* L.), for the cultivation of which it is effective to use livestock and poultry waste. The aim of the study was to investigate the subchronic toxicity of protein-lipid meal obtained by processing biological waste of poultry farms using black soldier flies on laboratory animals. The studies were conducted on white laboratory mice, which were fed 1000 mg/kg, 200 mg/kg and 100 mg/kg of protein-lipid meal for ninety days. It was found that with free oral administration (with palatability control) of protein-lipid meal obtained as a result of processing biological waste of poultry farms using *H. illucens* in all tested

doses, no changes in the general and clinical condition of laboratory animals were noted. By the ninetieth day of the experiment, an increase in the body weight of the experimental animals by 5.8-26.9% of the initial was recorded. Death of animals was recorded in all experimental groups. Over the entire observation period, 18,6% of animals from the experimental groups dropped out of the experiment, of which 85,7% died for reasons related to feeding due to acute intestinal dilation and necrotic nephrosis. After the completion of the experiment, 12.5% of the mice were found to have leukocyte infiltration of the glandular part of the stomach. No dependence on an increase in the dose of the obtained product was established. Pathomorphological changes associated with feeding were recorded in 13.6% of mice receiving protein-lipid flour at a dose of 1000 mg/kg, in 15,0% of mice receiving 200 mg/kg and in 31.0% receiving the product at a dose of 100 mg/kg.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мальцева, Т. А. Инновационная технология получения биологически ценных кормовых добавок из личинки мухи Черная львинка, *Hermetia illucens* / Т. А. Мальцева. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2023. – 196 с. – ISBN 978-5-466-03052-5. – EDN JZHNPZ.
2. Lu S., Taethaisong N., Meethip W., Surakhunthod J., Sinpru B., Sroichak T. Nutritional Composition of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) and Its Potential Uses as Alternative Protein Sources in Animal Diets: A Review // *Insects*. 2022. V. 13. №831. <https://doi.org/10.3390/insects13090831>
3. Питательные свойства личинок *Hermetia illucens* L. - нового кормового продукта для молодняка свиней (*Sus scrofa domestica* Erxleben) / Р. В. Некрасов, М. Г. Чабаяев, А. А. Зеленченкова [и др.]. // *Сельскохозяйственная биология*. – 2019. – Т. 54, № 2. – С. 316-325. – <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.2.316rus>.
4. Ляшенко, Е. М. Перспективы использования личинок мухи черная львинка для производства аминокислот для кормов и кормовых добавок животных / Е. М. Ляшенко, А. Е. Шакирова, К. С. Агапова // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК : Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи, профессора И.Н. Никитина, ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ, 28–29 марта 2024 года. – Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2024. – С. 164-166. – EDN TTJAОВ.
5. Технология переработки биологических отходов птицефабрик с использованием черной львинки (*Hermetia illucens*) и получением ценной продукции / Е. В. Коваль, А. А. Лящев, И. А. Прок, Н. А. Валов // АПК: инновационные технологии. – 2022. – № 3. – С. 28-35. https://doi.org/10.35524/2687-0436_2022_03_28.
6. Матросова С. В., Лябзина С. Н., Горбач В. В., Ильмаст Ю. Н. Оценка эффективности кормления радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) диетой на основе личинки черной львинки // *Известия КГТУ*. 2023. № 71. С. 11–23. <https://doi.org/10.46845/1997-3071-2023-71-11-23>.
7. Лапин, А. А. Биохимическое исследование насекомых, используемых в кормах для рыбоводства по антиоксидантной активности / А. А. Лапин, М. С. Талан, И. С. Докучаева // *Бутлеровские сообщения*. – 2019. – Т. 58, № 6. – С. 91-96. – EDN ZXLLJAL.
8. Бастраков, А. И. Муха черная львинка *Hermetia illucens* в условиях искусственного разведения - возобновляемый источник меланин-хитозанового комплекса / А. И. Бастраков, А. Е. Донцов, Н. А. Ушакова // *Известия Уфимского научного центра РАН*. – 2016. – № 4. – С. 77-79.
9. Влияние жира Черной львинки на резистентность молодняка крупного рогатого скота / Р. В. Некрасов, Д. А. Никанова, М. Г. Чабаяев [и др.] // *Ветеринария и кормление*. – 2024. – № 3. – С. 87-91. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-3-16>.

10. Горбулина, А. Р. Получение кормового белка из личинок мухи вида Черная львинка (*Hermetia illucens*) / А. Р. Горбулина, К. Г. Кузнецова, А. П. Письменная // Альманах научных работ молодых ученых университета ИТМО: Пятьдесят вторая (ЛП) научная и учебно-методическая конференция Университета ИТМО, Санкт-Петербург, 31 января – 03 2023 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет ИТМО", 2023. – С. 245-248.
11. Переработка куриного помета с использованием личинок черной львинки (*Hermetia illucens*): обзор / С. В. Свергузова, И. Г. Шайхив, Ж. А. Сапронова, И. В. Бомба // Птицеводство. – 2021. – № 2. – С. 68-73. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2021-70-2-68-73>.
12. Изучение острой пероральной токсичности белково-липидной муки, полученной из *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) / О. А. Столбова, Л. А. Глазунова, А. А. Никонов [и др.] // АПК: инновационные технологии. – 2024. – № 4(67). – С. 15-25. – https://doi.org/10.35524/2687-0436_2024_04_14. – EDN PYLNEU.
13. Руководство по проведению доклинических средств, ред. А.Н. Миронов, М., «Гриф и К», 2012, 944 с.
14. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 06.03.2018 года №101 «Об утверждении правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения».
15. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: утверд. Постановлением Госстандарта СССР от 10.03.1976. – М.: Издательство стандартиформ, 1976. – 7с. ISBN 5225042198.
16. ГОСТ 32637-2014 Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека. Повторное исследование пероральной токсичности на грызунах: 90 дневное. межгос. стандарт: изд. офиц.: дата введения 01.06.2015. – Москва: Стандартиформ, 2015. – 12 с.
17. Оценка токсичности и опасности химических средств и их смесей для здоровья человека: руководство. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. – 639 с.
18. ГОСТ 33215-2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур (Переиздание): межгос. стандарт: изд. офиц.: дата введения 01.07.2016. – Москва: Стандартиформ, 2019. – 13 с.
19. Хонин, Г.А. Морфологические методы исследования в ветеринарной медицине учебное пособие. / Г.А. Хонин, С.А. Барашкова, В. В. Семченко – Омск: Омская областная типография. – 2004. – 198 с.

REFERENCES

1. Maltseva, T. A. Innovative technology for obtaining biologically valuable feed additives from the larva of the Black soldier fly, *Hermetia illucens* / T. A. Maltseva. - Moscow: Limited Liability Company "Rusains", 2023. - 196 p. - ISBN 978-5-466-03052-5. - EDN JZHHZP. (In Russ)
2. Lu S., Taethaisong N., Meethip W., Surakhunthod J., Sinpru B., Sroichak T. Nutritional Composition of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) and Its Potential Uses as Alternative Protein Sources in Animal Diets: A Review // *Insects*. 2022. V. 13. No. 831. <https://doi.org/10.3390/insects13090831>
3. Nutritional properties of *Hermetia illucens* L. larvae - a new feed product for young pigs (*Sus scrofa domestica* Erxleben) / R. V. Nekrasov, M. G. Chabaev, A. A. Zelenchenkova [et al.]. // *Agricultural biology*. - 2019. - Vol. 54, No. 2. - P. 316-325. - <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2019.2.316rus>. (In Russ)
4. Lyashenko, E. M. Prospects for the use of black soldier fly larvae for the production of amino acids for animal feed and feed additives / E. M. Lyashenko, A. E. Shakirova, K.

- S. Agapova // Youth developments and innovations in solving priority problems of the agro-industrial complex: Proceedings of the International Scientific Conference of Students, Postgraduates and Young People, Professor I. N. Nikitin, Kazan State Academy of Veterinary Medicine, March 28–29, 2024. – Kazan: Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, 2024. – P. 164–166. – EDN TTJAOB. (In Russ)
5. Technology of processing biological waste of poultry farms using black soldier fly (*Hermetia illucens*) and obtaining valuable products / E. V. Koval, A. A. Lyashchev, I. A. Prok, N. A. Valov // AIC: innovative technologies. - 2022. - No. 3. - P. 28-35. https://doi.org/10.35524/2687-0436_2022_03_28. (In Russ)
6. Matrosova S. V., Lyabzina S. N., Gorbach V. V., Ilmast Yu. N. Evaluation of the efficiency of feeding rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with a diet based on black soldier fly larvae // Bulletin of KSTU. 2023. No. 71. P. 11–23. <https://doi.org/10.46845/1997-3071-2023-71-11-23>. (In Russ)
7. Lapin, A. A. Biochemical study of insects used in fish feed for antioxidant activity / A. A. Lapin, M. S. Talan, I. S. Dokuchaeva // Butlerov communications. - 2019. - Vol. 58, No. 6. - Pp. 91-96. - EDN ZXLJAL. (In Russ)
8. Bastrakov, A. I. Black soldier fly *Hermetia illucens* under artificial breeding conditions - a renewable source of melanin-chitosan complex / A. I. Bastrakov, A. E. Dontsov, N. A. Ushakova // Bulletin of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2016. – No. 4. – P. 77-79. (In Russ)
9. The effect of Black soldier fly fat on the resistance of young cattle / R. V. Nekrasov, D. A. Nikanova, M. G. Chabaev [et al.] // Veterinary science and feeding. – 2024. – No. 3. – P. 87-91. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-3-16>. (In Russ)
10. Gorbulina, A. R. Obtaining feed protein from the larvae of the Black soldier fly (*Hermetia illucens*) / A. R. Gorbulina, K. G. Kuznetsova, A. P. Pismennaya // Almanac of scientific works of young scientists of ITMO University: Fifty-second (LII) scientific and educational-methodical conference of ITMO University, St. Petersburg, January 31 – March 03, 2023. – St. Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research University ITMO", 2023. – P. 245-248. (In Russ)
11. Processing of chicken manure using black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*): review / S. V. Sverguzova, I. G. Shaikhiev, Zh. A. Sapronova, I. V. Bomba // Poultry farming. – 2021. – No. 2. – P. 68-73. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2021-70-2-68-73>. (In Russ)
12. Study of acute oral toxicity of protein-lipid flour obtained from *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) / O. A. Stolbova, L. A. Glazunova, A. A. Nikonov [et al.] // APK: innovative technologies. - 2024. - No. 4 (67). - P. 15-25. - https://doi.org/10.35524/2687-0436_2024_04_14. - EDN PYLNEU. (In Russ)
13. Guide to the conduct of preclinical agents, ed. A. N. Mironov, M., "Griffin i K", 2012, 944 p. (In Russ)
14. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of 06.03.2018 No. 101 "On approval of the rules for conducting a preclinical study of a medicinal product for veterinary use, a clinical study of a medicinal product for veterinary use, a bioequivalence study of a medicinal product for veterinary use. (In Russ)
15. GOST 12.1.007-76 Harmful substances. Classification and general safety requirements: approved. by the Resolution of the USSR State Standard of 10.03.1976. - M.: Standartinform Publishing House, 1976. - 7 p. ISBN 5225042198. (In Russ)
16. GOST 32637-2014 Test methods for the effect of chemical products on the human body. Repeated oral toxicity study in rodents: 90 days. intergos. standard: ed. office: date of introduction of the 01.06.2015. - Moscow: Standartinform, 2015. - 12 p. (In Russ)
17. Assessment of toxicity and hazard of chemical agents and their mixtures to human health: guidance. - M.: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospo-

trebnadzor, 2014. - 639 p. (In Russ)

18. GOST 33215-2014 Guidelines for the maintenance and care of laboratory animals. Rules for equipping premises and organizing procedures (Reprint): interstate standard: official ed.: date of introduction 01.07.2016. - Moscow: Standartinform, 2019. - 13 p. (In

Russ)

19. Khonin, G.A. Morphological research methods in veterinary medicine a textbook. / G.A. Khonin, S.A. Barashkova, V.V. Semchenko - Omsk: Omsk Regional Printing House. - 2004. - 198 p. (In Russ).