

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»
ПО ПРОФИЛЮ «ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО»**

16855

Биотехнологии - МЫТИЩИНСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ (ЛТ1, ЛТ2)

**Автоматизированный молярый для разведения большой восковой моли
*GalleriaMellonella*L в промышленном масштабе.**

Автор:

**Пересторонина Владислава Романовна
МБОУ Центр образования № 1 –
гуманитарно-математический лицей имени
Героя России Горшкова Д. Е.»
ГОУ ДО ТО «ЦДОД»
9 класс**

Научный руководитель:

**Абрамова Эльвира Александровна
ГОУ ДО ТО "ЦДОД"
к.б.н.,старший методист**



2024 г

Аннотация

Основной идеей проекта является создание автоматизированной конструкции молярия для разведения большой восковой моли (*Galleria Mellonella* L.). Большая восковая моль является уникальным объектом исследования. Создание автоматизированной конструкции для разведения большой восковой моли в промышленном масштабе позволит решить проблему не только биodeградации полиэтилена, но и возможность использования личинок, как кормовой добавки для увеличения биологической продуктивности перепелов эстонской породы.

Цель работы - создание конструкции для разведения личинок *Galleria Mellonella* L. в промышленных масштабах.

Исследование проводилось в несколько этапов. На первом этапе определили эффективность конструкции «Молярий» для разведения и содержания восковой моли в лабораторных условиях. Данная конструкция является изобретением автора исследования. Основными параметрами определения эффективности стали: простота использования, эффективность при разведении насекомых, удобство лабораторного наблюдения, продуктивность и продолжительность жизни стадии личинки. Эксперимент продолжался до наступления стадии куколки. Личинки большой восковой моли чувствительны к температуре и влажности, поэтому поддержание оптимальных условий и создание благоприятной среды для развития восковой моли позволяет увеличить продолжительность жизненной стадии личинки и тем самым повысить эффективность биodeградации микропластика. На следующем этапе установили положительное влияние личинок на биологическую продуктивность перепелов эстонской породы. Заключительным этапом стало проектирование конструкции молярия для разведения восковой моли в промышленном масштабе. Представленная схема готова к производству и проверке ее эффективности.

Содержание

Введение	3
1. Обзор литературы	5
1.1. Морфология и развитие большой восковой моли	5
1.2. Лабораторное содержание <i>G. Mellonella</i>	6
1.3. Возможности переработки пластика	7
1.4. Перепеловодство	9
2. Методы исследования	10
3. Результаты исследования	11
3.1 Содержание и разведение <i>GalleriaMellonella</i> L.	11
3.2 Биологическая продуктивность перепелов Эстонской породы при введении в рацион личинок восковой моли	12
3.3 Создание конструкции «Молярый» для разведения и содержания <i>GalleriaMellonella</i> L. в лабораторных условиях.....	14
3.4 Проектирование конструкции для разведения восковой моли в промышленных масштабах	17
Заключение	21
Список литературы	23
Приложение	26

Введение

Большая восковая моль является уникальным представителем мира животных. Уже несколько веков ее личинки используются в народной медицине. Благодаря наличию фермента церазы личинки восковой моли способны переваривать и усваивать не только пчелиный воск, но полиэтилен [5,6]. В литературных источниках имеется информация о том, что в естественных условиях пластик разлагается очень долго, по некоторым данным до 700 лет [4, 9].

Решением данной проблемы может стать биodeградация полиэтилена личинками восковой моли [1- 3]. Проведенное нами в 2023 году исследование подтверждает эффективность биodeградации полиэтилена личинками *Galleria Mellonella*L. [17]. Опубликованная по его результатам статья в международном научном журнале «Юный ученый» вызвала интерес (приложение 1 и 2). Мы получили предложение о научном сотрудничестве от Федерального проектного института «Экология будущего» (приложение 3).

Однако, на сегодняшний день эффективность конструкций для разведения восковой моли в лабораторных условиях не доказана, а конструкций для разведения *Galleria Mellonella*L. в промышленном масштабе не существует.

Цель нашего проекта – создание конструкции для разведения личинок *Galleria Mellonella*L. в промышленных масштабах.

Для достижения цели нами были поставлены следующие **задачи**:

- установить эффективность спроектированной нам конструкции «Молярый» для разведения восковой моли в лабораторных условиях;
- определить условия необходимые для увеличения продуктивности *Galleria Mellonella*L.;
- выявить биологическую эффективность использования личинок большой восковой моли на показатели продуктивности перепелов
- спроектировать конструкцию для содержания и разведения восковой моли в промышленном масштабе.

Объект исследования – личинки *Galleria Mellonella* L.

Предмет исследования – условия разведения и содержания *Galleria Mellonella* L.

Глава 1. Обзор литературы

1.1 Морфология и развитие большой восковой моли

Восковая моль, огневка пчелиная (*Galleriamellonella*L.) - вид молевидных бабочек из семейства огнёвки настоящие (Pyralidae)[12]. Данное животное уникально способностью переваривать пчелиный воск. Существовая в пчелиной семье наносит существенный ущерб пчеловодству, поскольку поедает и тем самым разрушает соты с расплодом, пергой и медом. Пораженные восковой молью пчелиные семьи слабеют, снижается продуктивность.

Согласно имеющимся в литературе данным личинки большой восковой моли имеют мощный грызущий ротовой аппарат [13]. Большая восковая моль распространяется повсеместно там, где обитают пчелы за исключением территорий с суровым климатом и находящимся на высоте более 1500-2000 м над уровнем моря [6].

Личинки питаются не чистым воском, а воском, смешанным с различными азотистыми остатками. При этом насекомое усваивает около 38% воска высшие спирты, входящие в состав воска, часть эфиров и жирных кислот с большим молекулярным весом.

Бабочка (имаго) большой восковой моли не питаются, а живет за счет веществ, накопленных на стадии личинки. У них выделяются жидкие буровато-желтые экскременты [6]. Для откладки яиц самки выбирают сильные пчелиные семьи. Наивысшая скорость откладки яиц в первые 2 дня после выхода из куколки. Далее откладывание яиц резко сокращается.

Для воспроизводства большой восковой моли используют имаго маточной культуры в возрасте 1-2 суток. Желательно с одинаковым физиологическим состоянием, тогда можно получить более однородное, жизнеспособное и быстрорастущее потомство [6, 7]. Большая восковая моль – распространенный объект для различных исследований, удобна в разведении и имеет сравнительно короткий цикл развития.

1.2 Лабораторное содержание *G. Mellonella* L.

Для выращивания и содержания личинок восковой моли применяют различные конструкции, садки.

Например, американские ученые N. Marston, B. Campbell (1973) использовали 1,1 л пластиковые контейнеры и плотно закрывали их крышкой, обязательным было наличие аэрации [10]. После появления бабочек ученые добавляли в контейнер бумажный вкладыш для откладки яиц. Контейнеры содержали при определенной температуре, влажности и постоянном освещении.

Б.Г. Севастьянов (2002г.) отмечает, что оптимальным решением для массового разведения большой восковой моли является специальный шкаф с автономным подогревом, который можно установить в служебном помещении [17]. Указывается на необходимость обогревательного элемента. В качестве теплового прибора автор советовал установить лампочку соответствующей мощности, которую можно поместить в жестяную банку и засыпать сухим песком, или использовать воздушный ТЭН.

А вот группа ученых во главе Н.А. Спиридонова (1995 г.) большую восковую моль выращивали в чашках Петри и стеклянных банках, у которых, тоже были отверстия для аэрации. Отмечается необходимость соблюдения температурного режима и влажности. Данные показатели в разных работах отличаются, но не существенно. Для массового разведения насекомых в лаборатории Н.А. Спиридонова использовали специальные контейнеры с крышкой и вентиляционной щелью [18].


Проведя анализ литературных источников по данному разделу, можно отметить, что на сегодняшний день существует множество технологий содержания *G. mellonella* в лабораторных условиях с применением как простых, так и сложных конструкций. Общим является наличие вентиляционных отверстий для предотвращения повышенной влажности и материал конструкций – стекло (чаще всего это банки).

1.3 Возможности переработка пластика

О проблеме утилизации пластиковых отходов знают многие. Для того чтобы лучше разобраться в этой проблеме и найти способ ее решения, необходимо рассмотреть существующие виды пластика. В литературных источниках говорится о 7 видах пластика, у каждого – своя маркировка [4]. Обычно она выглядит как треугольник с цифрой или аббревиатурой внутри (см. табл. 1).

Таблица 1. Виды пластика

Маркировка	Название полимера	Тара
	РЕТ(Е) или ПЭТ Полиэтилентерефталат	Бутылки из-под воды, газированных напитков, соков, молока, масла
	РЕНД (HDPE) или ПНД Полиэтилен высокой плотности, низкого давления	упаковки от шампуня, геля для душа, бытовой химии, крышки для бутылок, канистры, детские игрушки, тазы, ведра
	Поливинилхлорид	Водосточные желоба, кабели, облицовочные панели
	РЕLD (LDPE) или ПВД Полиэтилен низкой плотности, высокого давления	Мусорные мешки, пакеты
	РР или ПП Полипропилен	Ящики от фруктов
	Полистирол ПС	Упаковки для яиц, линейки, контейнеры

	Другие	Пластиковые доски для строительства
---	--------	-------------------------------------

Проанализировав данные таблицы, можно с уверенностью сказать, что пластик уверенно вошел в нашу жизнь и возможность полной замены пластиковых изделий в ближайшее время кажется не решаемой. Однако, существуют исследования авторы которых считают, что снизить остроту проблемы пластиковых отходов поможет переход к новым упаковочным материалам из так называемых биоразлагаемых полимеров, но другие исследования, говорят о том, что биоразлагаемый пластик — это маркетинговый ход. Время разложения остается достаточно продолжительным [15].

Долгое время вторичная переработка являлась основным методом утилизации пластиковых отходов.

В настоящее время в отечественной и мировой практике существуют четыре метода утилизации твердых бытовых отходов (ТБО): захоронение на полигонах и свалках, сжигание, компостирование и вторичная переработка [10, 17]. Но ни один из них не является эффективным и имеет множество недостатков, которые негативно сказываются на состоянии окружающей среды.

Несколько лет назад стали появляться исследования о возможности биodeградации пластика. Специалисты считают, что пластика не нужно избегать, с ним важно «дружить», ведь биodeградация пластика – эффективный способ решения данной проблемы для предприятий и окружающей среды. Перспективным объектом исследования считается большая восковая моль, она уникальна своей способностью переваривать пчелиный воск [1, 12]. Установлено, что пчелиный воск и синтетические полимеры схожи по химическому строению, поэтому личинки, используя ферменты такие как цераза, легко переваривают и синтетические полимеры [12].

Именно эта способность может стать ключом к решению проблемы накопления полиэтилена в почве и воде.

1.4 Перепеловодство

Перепеловодство является важной отраслью сельского хозяйства, поскольку расширяет ассортимент качественных продуктов питания. Перепелиное мясо и яйца относятся к ценнейшим диетическим продуктам. Об их пользе и уникальных свойствах человечеству известно с древних времён

Высокое содержание витамина А, как известно, необходимо для поддержания здоровья глаз и предупреждения различных заболеваний. Из-за антиоксидантных свойств данный витамин снижает риск дегенерации желтого пятна, предотвращает катаракту, а также улучшает зрение.

Для нормализации уровня холестерина и кровяного давления в состав перепелиного яйца входят жирные кислоты. Эти вещества помогают регулировать уровень «плохого» и «хорошего» холестерина в крови. Кроме этого, яйца содержат калий, который принимает активное участие в защите сердца и стабилизации артериального давления.

Но чтобы в яйце было достаточное количество макро и микроэлементов, нужно в основной рацион перепелов добавлять кормовые добавки

Комбикорма для сельскохозяйственной птицы в настоящее время нормируют по таким жизненно важным макроэлементам как кальций, фосфор, натрий, хлор, калий, магний, сера. Например, калий в организме содержится в значительных количествах в жидкостях тела, мягких тканях, является необходимым элементом для поддержания осмотического давления, регуляции рН крови и тканевых соков, участвует в обмене воды. Так как этого элемента в кормах достаточно, животные не испытывают в нем недостатка. [20].

Глава 2. Методика исследований

2.1. Место проведения исследований

Исследования проводили в лаборатории детского технопарка естественнонаучной направленности ГОУ ДО ТО «ЦДОД». В период с февраля 2022 года по декабрь 2023 года.

2.2. Определение оптимальных условий содержания и разведения *Galleriamellonella*L.

Разведение личинок проводили в конструкции для выращивания «Молярий» при температуре 30 °С и влажности 60-70% в полной темноте. Объем конструкции 1000мл. Количество личинок в каждой опытной группе 30 (из одной кладки яиц маточной культуры).

2.3. Определение влияния питательной среды на морфофизиологические показатели *Galleriamellonella*L.:

- Средняя масса личинок, куколок. Данный показатель определялся взвешиванием на электронных весах с точностью до 0,001 г.

- Длина личинок определялась с помощью миллиметровой линейки.

- Выживаемость вычислялась путем расчета процента оставшихся личинок на момент завершения опыта. Эксперимент продолжался до наступления стадии куколки.

- Определение возраста личинок проводится путем измерения ширины головной капсулы, используя бинокулярный микроскоп МБС-10 с калибровочным окуляром-микрометром при x40.

2.4. Эксперименты проводились в 3-х кратной повторности. Для статистической обработки полученного материала использовали пакет программ MicrosoftExcel. Рассчитывали среднее арифметическое (M), ошибку средней (m), стандартное отклонение (SD).

2.5. Для проектирования конструкции молярия использовали программу eWeLiink

Глава 3. Результаты исследований

3.1. Содержание и разведение *GalleriaMellonella* L.

Наши исследования мы проводили в несколько этапов. На первом этапе важно было установить оптимальные условия необходимые для разведения *GalleriaMellonella* L. Для этого личинок содержали в термостате в стеклянных контейнерах. А чтобы они не расползлись, контейнеры мы плотно закрывали крышками, на которых размещали сетку для аэрации.

Таким образом, меняя условия и наблюдая за жизнедеятельностью личинок, мы установили температурный режим, влажность (табл. 2).

Таблица 2. Условия содержания личинок *G. mellonella*L.

Показатели	Ед. изм.	Результат
Оптимальная температура	°С	30-33
Относительная влажность	%	50-75

Определили отношение *GalleriaMellonella* L. к свету, необходимость освещения на стадии имаго и его отсутствие после откладки самками яиц [16].

Также установили жизненные стадии развития *G. mellonella*L. и скорость размножения в условиях лаборатории (рис. 1).



Рис 1. Жизненный цикл развития *Galleriamellonella*L.

Яйца самка восковой моли откладывает партиями, кладка продолжается в течение четырех дней. Яйца большой восковой моли белого цвета, округлые. Развитие яйца продолжается 6-8 суток. Вышедшая из яйца личинка длиной 1 мм, размер головной капсулы 1,15-1,25 мм, что соответствует I жизненной стадии. Возраст личинок проводили путем измерения ширины головной капсулы, используя бинокулярный микроскоп. Личинки растут около 30 суток, проходя несколько стадий линьки. Всего выделяют семь возрастных групп (I-VII). Затем

личинка окукливается и через 14-15 дней из куколки появляется бабочка (стадия имаго). Взрослое насекомое (имаго) живет приблизительно 20-30 дней. Произвести точный подсчет было достаточно сложно.

3.2. Биологическая продуктивность перепелов Эстонской породы при введении в рацион личинок восковой моли

Яйцо перепелов представляет собой сложную и высокодифференцированную яйцеклетку, окруженную оболочками и скорлупой. Размер, масса, морфологические признаки и химический состав яйца во многом зависят от условий содержания и кормления. В ходе эксперимента мы провели исследование химического состава яиц перепелов эстонской породы, находящихся в обычных условиях и в условиях эксперимента. В ходе последнего был изменен состав рациона кормления птицы. В качестве кормовой добавки использовали личинки большой восковой моли.

Ценность личинок восковой моли в качестве кормовой добавки заключается:

- во-первых, в содержании хитозана, который обладает сорбционной активностью, ростстимулирующим эффектом и является антисептиком.
- во-вторых, личинки очень питательны и колорийны, т.к. содержат аминокислоты и витамины, например, витамин А, который очень часто добавляют в рацион птиц, для того, чтобы желток приобрел более насыщенную окраску.

Первые результаты по увеличению живой массы птиц в опытных группах мы получили уже через 1 месяц содержания перепелов. Во второй опытной группе живая масса перепелов была выше контроля на 100 г (рис. 2).

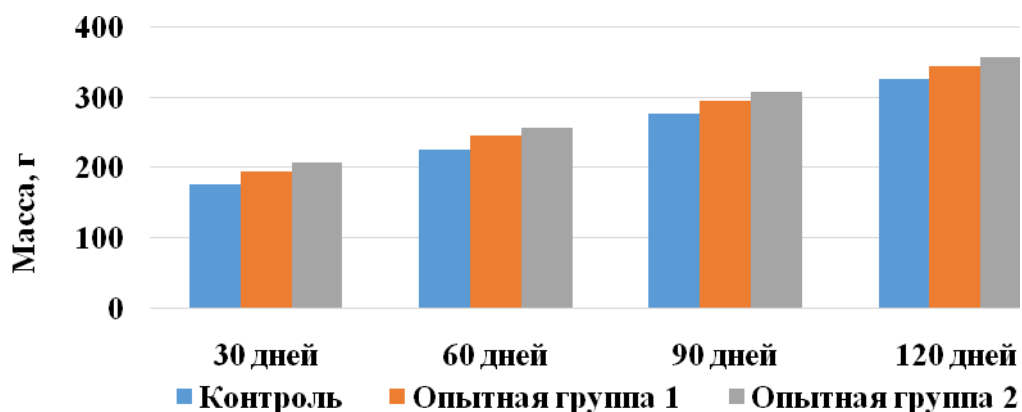


Рис. 2. Динамика живой массы перепелов эстонской породы

Масса яиц, размер, соотношение белка и желтка тоже увеличивались в опытной группе (рис. 3).

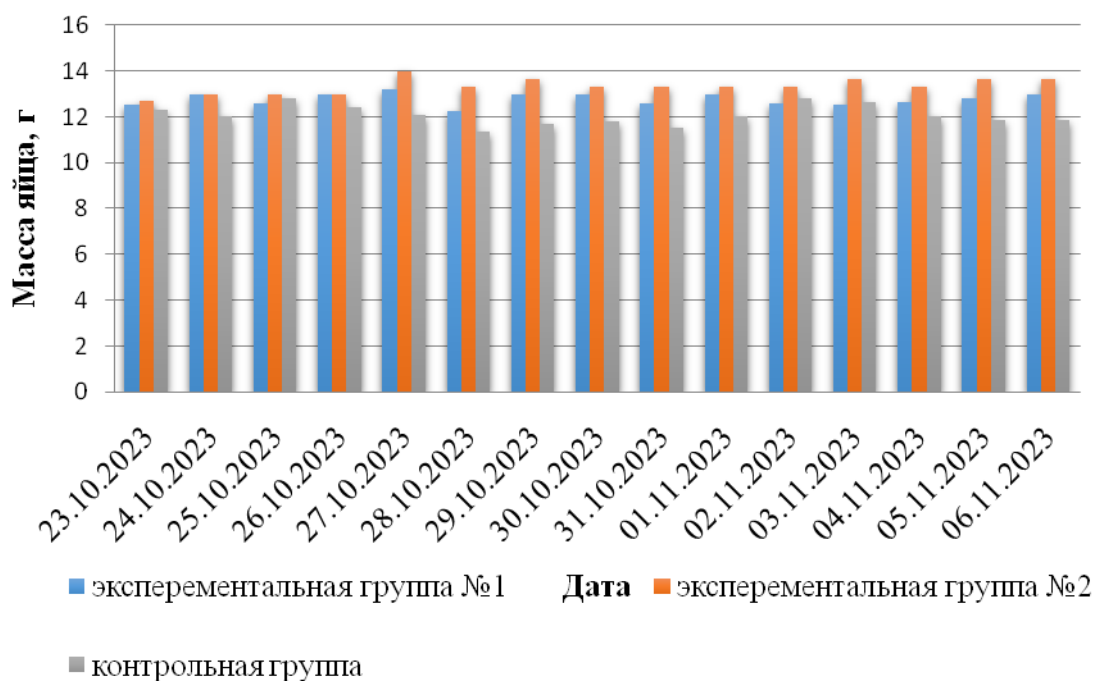


Рис. 3. Морфометрические показатели яиц перепелов эстонской породы

Увеличение соотношения массы желтка к массе белка в опытных группах указывает на усиление диетических свойств перепелиных яиц.

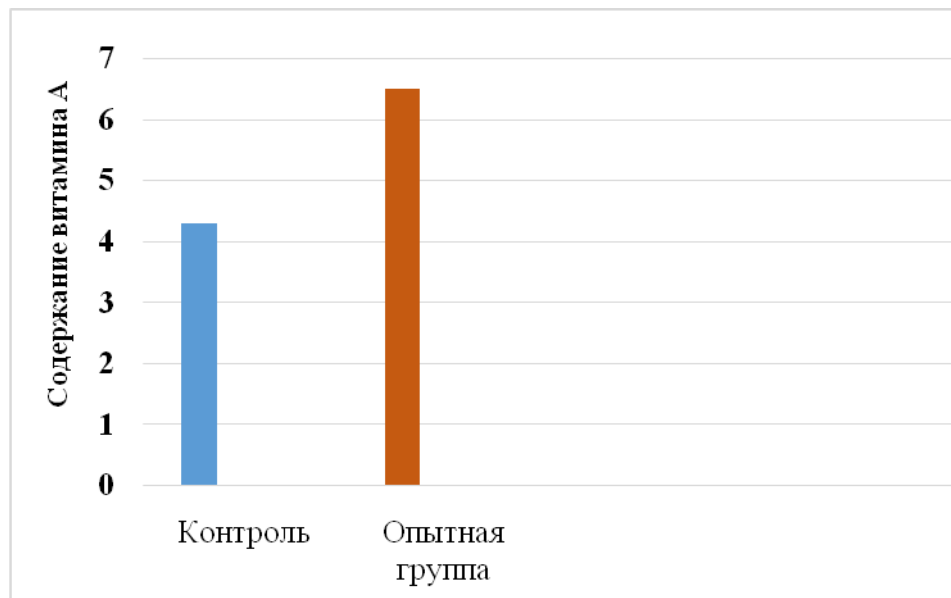


Рис. 4. Определение витамина А

В яйцах экспериментальной группы содержание витамина А значительно выше по сравнению с контролем (рис. 4).

3.3 Создание конструкции «Молярий» для разведения и содержания *Galleria Mellonella L.* в лабораторных условиях

Авторы некоторых исследований указывают на сложности в разведении *Galleria Mellonella L.* в лабораторных условиях [7], с некоторыми столкнулись и мы. В первую очередь трудности были связаны с контролем и поддержанием необходимых температуры и влажности, а к этим параметрам, как показало наше исследование, восковая моль очень чувствительна. Также не очень удобно, когда восковая моль на разных стадиях развития находится в молярии, который состоит из одной камеры [12, 17].

В связи с этим, изучив литературные источники и опробовав разные виды устройств для содержания и разведения *Galleria Mellonella L.*, мы решили разработать свою конструкцию. Главными критериями стали: простота использования, увеличение производительности личинок, удобный контроль за развитием.

Предложенная нами модель изготовлена из стекла, поскольку полученные данные в ходе проведенного нами исследования указывает на необходимость

света на стадии имаго, также данный материал нейтрален для большой восковой моли и не повреждается личинками. Молярый состоит из внешней и внутренней конструкции, которые различаются размерами (см. рис.5).

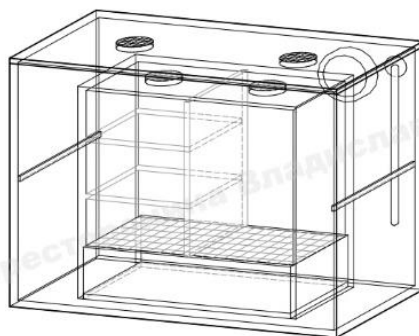


Рис. 5 Общая схема «Молярый»

Внешняя конструкция, большего размера, имеет открывающуюся верхнюю крышку, на которой расположены два вентиляционных отверстия диаметром 30 мм закрытые мелкой металлической сеткой (см. рис. 6).

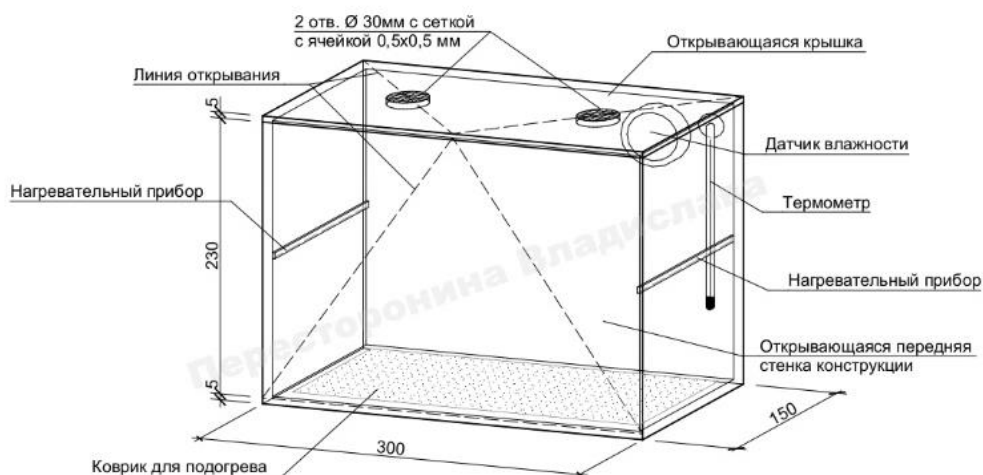


Рис. 6 Схема внешней конструкции «Молярый»

В данной конструкции, для удобства использования, передняя стенка тоже открывается, образуя столик для проведения исследований. Внешняя конструкция снабжена маломощными нагревательными приборами, которые крепятся к боковым стенкам, и отдельным ковриком для подогрева, поскольку важным условием эффективного разведения *GalleriaMellonella* L. является температурный

режим (см. табл. 2). На задней стенке внешней конструкции закреплены термометр и датчик влажности, которые контролируют микроклимат в молярии.

Схема внутренней конструкции представлена на рис. 7.

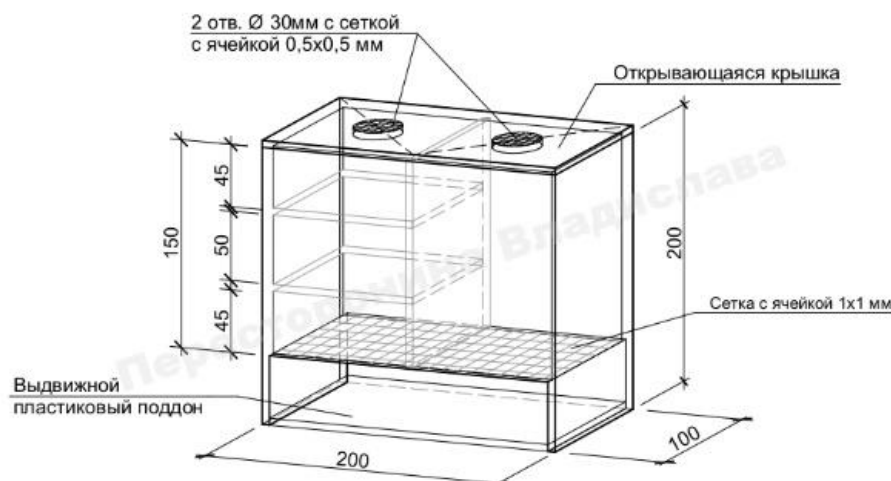


Рис. 7 Схема внутренней конструкции «Молярий»

Данная конструкция имеет меньший размер и вставляется во внешнюю конструкцию. Внутренняя конструкция молярия разделена вертикальной перегородкой на две секции. Одна из секций разделена поперечными перегородками на три этажа, каждый из которых необходим для эффективного разведения *G. Mellonella*. Вторая секция перегородок не имеет и служит для развития стадии имаго. Внутренняя конструкция открывается только сверху. В крышке также, как и во внешней конструкции имеются два вентиляционных отверстия с металлической сеткой. Дно секций внутренней конструкции изготовлено из сетки диаметром 1 мм, которая необходима для того, чтобы образующиеся продукты жизнедеятельности восковой моли (ПЖВМ) попадали в выдвижной пластиковый поддон, собирались в нем, а потом извлекались.

Спроектированная нами конструкция проста и удобна для разведения восковой моли в лабораторных условиях, позволяет создать необходимый микроклимат, а именно поддерживать постоянную температуру и влажность (рис. 8).



Рис. 8 Конструкция для разведения *GalleriaMellonella*L. в лабораторных условиях

Необходимо отметить удобство наблюдения за восковой молью на разных стадиях развития. Этажность внутренней конструкции упрощает подсчет и морфометрический анализ личинок. Наличие сетки и поддона позволяет извлекать ПЖВМ, которые характеризуются биологической активностью и имеют значение для дальнейших исследований. Эффективность данной конструкции подтверждена ее практическим использованием в условиях лаборатории.

3.4 Проектирование конструкции для разведения восковой моли в промышленных масштабах

Положительные результаты использования спроектированной нами лабораторной конструкции и полученное задание от Федерального проектного института «Экология будущего» послужили началом работы над конструкцией, которую можно будет использовать в промышленных масштабах. (рис. 9)

За основу мы взяли лабораторную конструкцию, поскольку была доказана ее эффективность. Главной отличительной особенностью промышленного малярия стал больший размер конструкции.

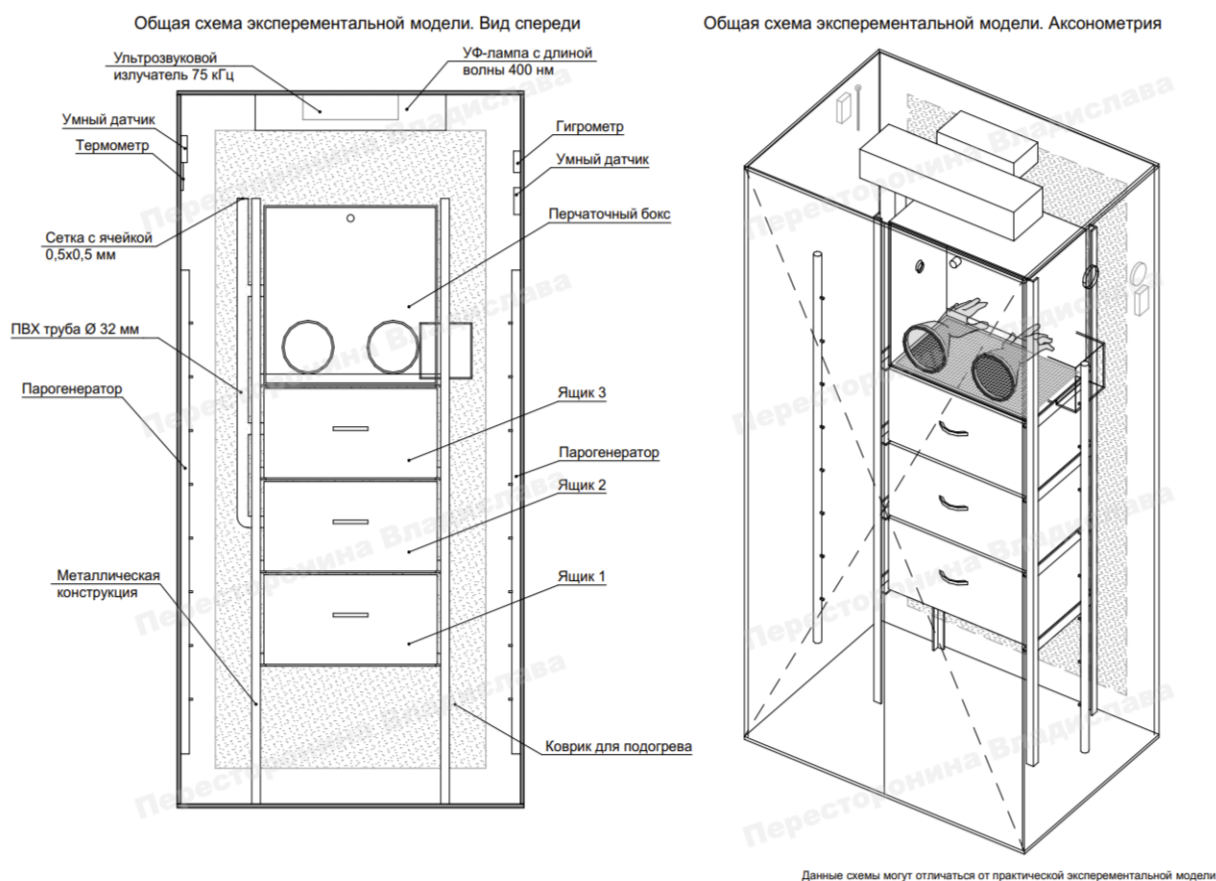


Рис. 9 Общая схема экспериментальной модели промышленного моляря

Промышленный молярий состоит из внешней конструкции, внутренней металлической конструкции для размещения ящиков, перчаточного бокса и двух ящиков. Внешняя конструкция представляет собой прямоугольный шкаф, изготовленный из дерева и стекла (рис. 10 а). высотой 2000 мм, шириной 1000 мм, глубиной 700мм.

На верхней части внешней конструкции расположены: излучатель с длиной волны 400 нанометров, при помощи которого можно управлять поведением *G.mellonella* L, заманивая бабочек в определенное место [21].

Излучатель ультразвука 75 кГц служит для привлечения самцов и стимулирования половых функций насекомых [19].

Данные технологические решения необходимы для того, чтобы ускорить процесс оплодотворения и увеличить откладку яиц самками. Результатом станет увеличение количества личинок и продолжительность личиночной стадии. В

итоге данные мероприятия приведут к повышению биodeградации полиэтилена. На задние стенки конструкции расположен коврик для поддержания оптимальной температуры, а по бокам располагается увлажнитель воздуха т.к. важным условием эффективного разведения *GalleriaMellonella* L. является эти два параметра, так же конструкция оснащена отверстием для вентиляции воздуха. Имеются гигрометр и термометр. Управление датчиками температуры и влажности осуществляется с помощью мобильного телефона в режиме реального времени.

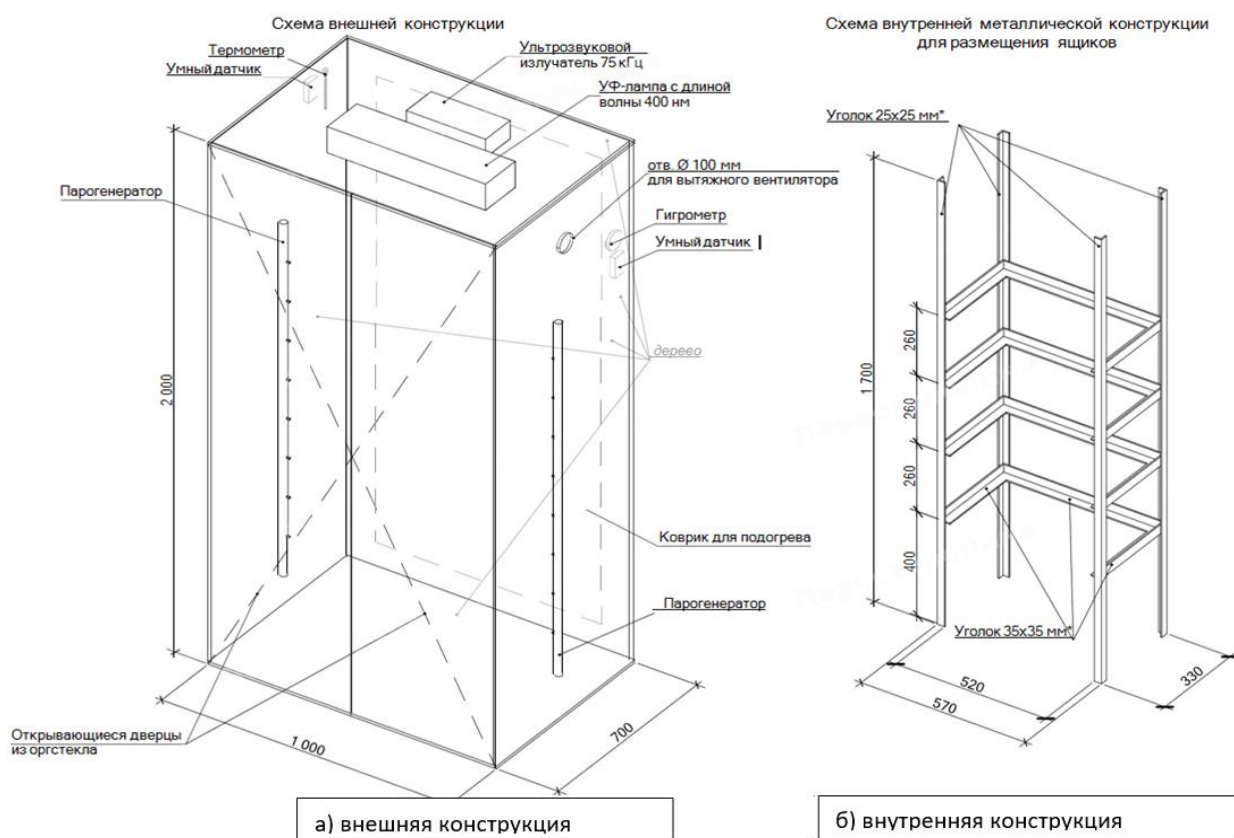


Рис. 10 Схемы внешней (а) и внутренней (б) металлических конструкций экспериментальной модели промышленного молярия

Внутренняя конструкция представляет собой прямоугольный каркас, сделанный из металла (рис. 10 б). высотой 1700 мм, шириной 570 мм, глубиной 350 мм, поделенный на отсеки для перчаточного бокса и выдвижных ящиков.

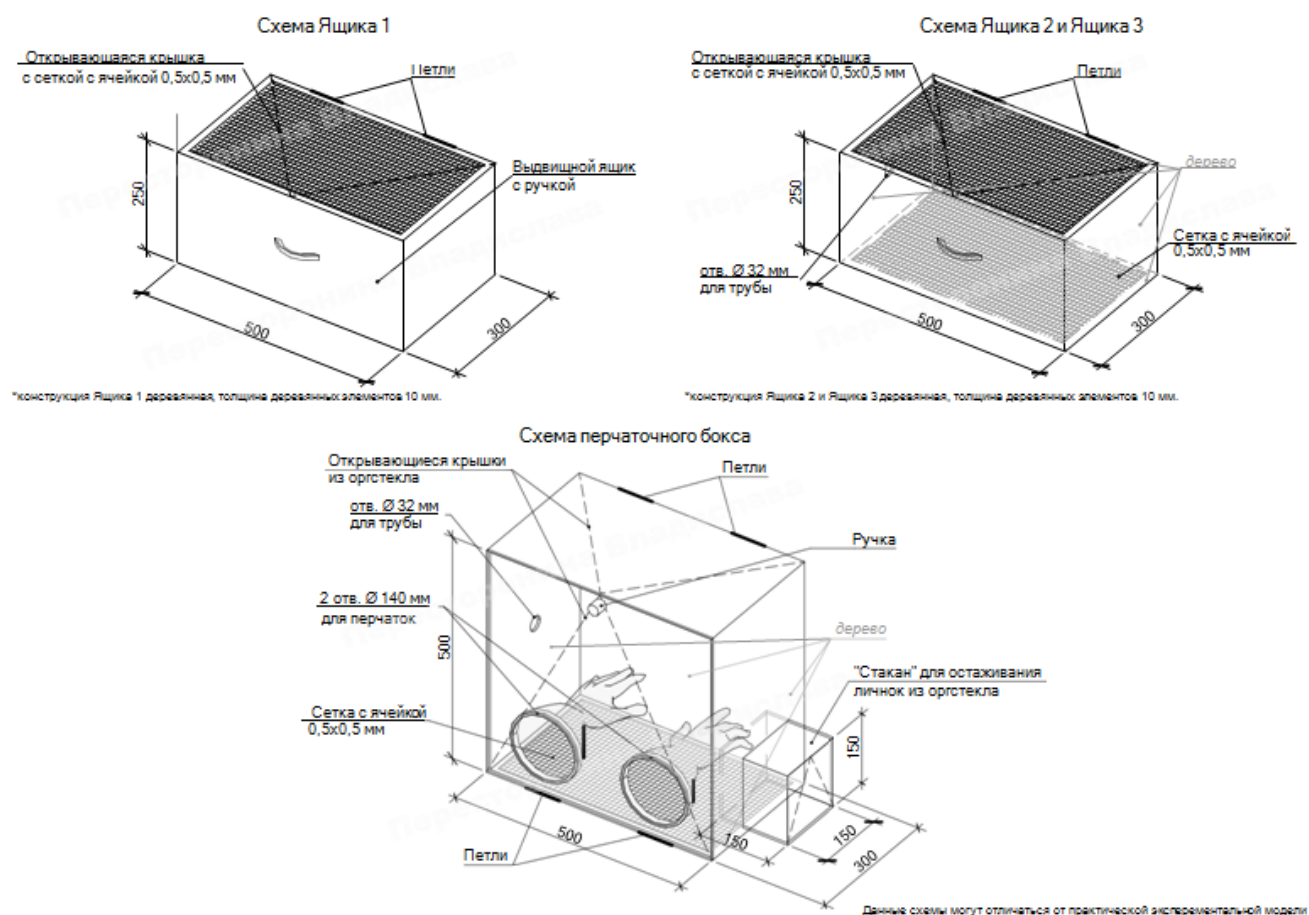


Рис. 11 Схема перчаточного бокса и ящиков экспериментальной модели промышленного моляри

Перчаточный бокс, высотой 500 мм, шириной 500 мм, глубиной 300мм. Оснащен большим фронтальным окном с перчатками, служащие для сортировки личинок, верхней крышкой, для загрузки питательного субстракта. Справого бока этой конструкция расположена камера выгрузки отсортированных личинок, высотой 150 мм, шириной 150 мм, глубиной 150мм, емкостью и крышкой для извлечения отсортированных личинок, а с левого бока отверстие 32мм для трубы из ПВХ, по которой будут перелетать бабочки с нижних ящиков, именно для этой цели расположен излучатель с длиной волны 400 нанометров на внешней конструкции. Нижняя часть бокса сделана из сетки диаметром 1мм для вентиляции и сортировки продуктов жизнедеятельности восковой моли (ПЖДМ) и яиц *Galleria Mellonella*L. (рис. 11)

Второй и третий ящики, высотой 250 мм, шириной 500 мм, глубиной 300мм, сделаны из дерева, дно и верхняя крышка из сетки 1мм для вентиляции и сортировки ПЖДМ и яиц *Galleria Mellonella* L. Верхняя крышка необходима для загрузки питательного субстрата на основе пасечных вытопок и полиэтилена. В левой деревянной стенке располагается отверстие для трубы диаметром 32мм, по которой будут перелетать бабочки к верхним перчаточному боксу (рис11).

Нижний ящик, высотой 250 мм, шириной 500 мм, глубиной 300мм., располагается на высоте 400мм от пола внешней конструкции с глухим дном, крышкой из сетки 1мм, бока сделаны из дерева, с левой стороны отверстие 32мм для трубы (рис 11). Данный ящик нужен для извлечения продуктов жизнедеятельности восковой моли (ПЖВМ) и дальнейших их использовании в качестве органического удобрения и подкорма для перепелов.

Представленная схема готова к производству и проверке ее эффективности.

Заключение

Выводы:

1. Определили условия разведения большой восковой моли:
 - обязательным условием содержания личинок *G. mellonella*L. является наличие вентиляции;
 - после откладки самками яиц важным условием является отсутствие света (полная темнота);
 - на первой стадии роста личинки потребляют мед, на второй стадии мед и восковую массу, и только потом вводится полиэтилен в виде добавки.
2. Установили, что личинки восковой моли способны переваривать полиэтилен без нарушения нормальной жизнедеятельности при условии добавления питательного субстрата.
3. Подтвердили способность личинок *G.mellonella*L. к биodeградации полиэтилена. Пластик лучше поедают взрослые личинки (VII стадия развития) с добавлением естественного корма.

4 Выявили положительное влияние личинок на продуктивность перепелов эстонской породы.

5. Создали конструкции «Молярий» для разведения *G.mellonella*L. в лабораторных условиях, подтвердили ее эффективность.

6. Спроектировали конструкцию молярия для разведения восковой моли в промышленных масштабах.

Направления дальнейших исследований. В первую очередь они будут связаны с возможностями определения ресурсного потенциала большой восковой моли: исследование микрофлоры восковой моли; выделение фермента и изучение его действия для различных видов пластика; оценка возможного использования личинок и отходов их жизнедеятельности в сельском хозяйстве.

Список литературы

1. Billen P., Khalifa, L., Van Gerven F., Tavernier S., Spatari S. Technological application potential of polyethylene and polystyrene biodegradation by macro-organisms such as mealworms and wax moth larvae // Sci. Total Environ. 2020. V. 735. Art. 139521. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139521>
2. Bombelli P., Howe C. J., Bertocchini F. Polyethylene bio-degradation by caterpillars of the wax moth *Galleria mellonella* // Current Biology. — 2017. Vol. 27, № 8. — P. R292—R293.
3. Астахов П.С., Мурзина Е.Д. Исследование биodeградации пластика личинками восковой моли // Успехи в химии и химической технологии. ТОМ XXXIV. 2020. № 11. —С 71-72
4. Виды и типы пластика, классификация пластика. Что за материал используется при производстве пластиковых тар. Пластмасса [Электронный ресурс] // Переработка отходов России. Покупка и продажа вторичного сырья. 2023. URL: <http://pererabotkatbo.ru/oplastike.html>.
5. Кондратьева Н.П., Бузмаков Д. В., Ильясов И.Р. Большин Р.Г., Краснолуцкая М.Г. Цифровые световые технологии для управления поведением *Galleria mellonella* / DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-1-78-83
6. Коновалова Т.В. Лабораторное содержание и разведение большой восковой огневки *Galleriamellonella*L. / Т.В.Коновалова // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные, Выпуск №4. - Москва: Россия, 2009. – С. 46-48с.
7. Коновалова, Т.В. Современные средства и методы обеспечения ветеринарного благополучия по инфекционной и протозойной патологии животных, рыб и пчел. Методические рекомендации по лабораторному содержанию и разведению большой восковой огневки *Galleriamellonella*L. // Т.В. Коновалова. – М., 2011. – С. 156-178
8. Костина Д.А. Влияние биологически активных пептидных компонентов гемолимфы личинок *Galleriamellonella* на рост и ферментативную

активность *Escherichia Coli* / Д.А. Костина, О.С. Федоткина, Н.А. Кленова, П.П. Пурыгин и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 1. – С. 567-574.

9. Котова И. Б. Микробная деградация пластика и пути ее интенсификации / Микробиология, 2021, Т. 90, № 6. – С. 627-659

10. Кудряшова Д.П. Тенденции мирового рынка сверхвысокомолекулярного полиэтилена // Вестник химической промышленности. 2020. URL: <http://vestkhimprom.ru/posts/tendentsii-mirovogo-rynka-sverkhvysokomolekulyarnogo-polietilena>

11. Кузнецова Ю.И. Цели и методы разведения вошинной моли (*Galleriamellonella*L.) / Ю.И. Кузнецова // Массовое разведение насекомых. – Кишенёв, 1981. – 26-30 с.

12. Научно-практический журнал «ТБО» Как устроена сфера переработки пластиковых отходов в России. URL: <https://news.solidwaste.ru/2022/07/kak-ustroena-sfera-pererabotki-plastika-v-rossii/> Дата обращения 2022

13. Никитин А.А. Изучения состава пластиковых изделий / А.А. Никитин, Ю.С. Чернышева // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции «Концепции устойчивого развития науки в современных условиях». - Стерлитамак, 2017. С. 52-54

14. Осокина А. С., Колбина Л. М., Гущин А. Влияние кормления и условий содержания на рост личинок большой восковой моли (*Galleriamellonella*) / Достижения АПК, 2016, №6, июль, Том 30 - С.88-92

15. Осокина А.С., Непейвода С.Н., Колбина Л.М.Использование лекарственных растений в кормлении гусениц *Galleriamellonella* / Вестник Ставропольского АПК 2015, №3(19), – С.108-112

16. Осташенко И.А., Давыдова Л.О. Маркетинговое исследование возможности перехода крупнейших компаний продовольственных товаров Калининградской области на биоразлагаемую упаковку // Вестник экспертного совета, № 3 (26), 2021, – С. 93-99

17. Пересторонина, В. Р. Переработка полиэтилена личинками восковой моли (*GalleriaMellonella* L.) / В. Р. Пересторонина, Э. А. Абрамова. — Текст: непосредственный // Юный ученый. — 2022. — № 11 (63). — С. 26-29. — URL: <https://moluch.ru/young/archive/63/3265/> (дата обращения: 24.01.2024).

18. Промышленные отходы: их разновидности, классы и нюансы утилизации URL: <https://fpieco.ru/company/articles/promyshlennye-othody-ih-raznovidnosti-klassy-i-nyuansy-utilizacii/> Дата обращения 26 января 2023 г

19. Севастьянов Б.Г. Технология круглогодичного вывода личинок восковой моли / Севастьянов Б.Г. // Сборник 10. Материалы международной и практической конференции по апитерапии. Апитерапия сегодня. – Рязань. – 2002. – С. 241-245.

20. Скворцова Л. Н., Солдатов А. А., Чурсина Н. С. Влияние уровня натрия в рационах на показатели выращивания перепелов породы японский перепел // Сборник научных трудов КНЦЗВ. – 2022. – Т. 11. - № 1

21. Юпин Чжа zha, Цицай Чэнь и Чаолян Лэй Ультразвуковой слух у мотыльков, *Annalesde la Société entomologique de France* (N.S.), 45:2, 145-156





ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО МОЛОДОЙ УЧЕНЫЙ»

ИНН/КПП: 7536104558/166001001
420029, г. Казань, ул. Акад. Кирпичникова, 25
Тел./факс: (843) 500-57-53
E-mail: info@moluch.ru
Сайт: <https://moluch.ru/>
Исх. № 3265-ю от 14.02.2023

БЛАГОДАРСТВЕННОЕ ПИСЬМО

Редакция журнала «Юный ученый» выражает благодарность коллективу авторов за подготовку статьи **«Переработка полиэтилена личинками восковой моли (*Galleria Mellonella* L.)»** (автор: Пересторонина Владислава Романовна, научный руководитель: Абрамова Эльвира Александровна). Данная статья опубликована в **международном научном журнале «Юный ученый» №11 (63), декабрь 2022 г.** (стр. 26-29), URL: <http://yun.moluch.ru/archive/63/3265/> (ISSN 2409-546X, свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-61102 от 19 марта 2015 г.). Журнал размещается на портале eLibrary.ru.

Статья отмечена редакционной коллегией журнала «Юный ученый» по следующим позициям:

1. Актуальная тема исследования
2. Высокая практическая значимость
3. Отличный выбор методов исследования

Главный редактор:

/к.т.н. Ахметов И.Г./

Исп.: Кайнова Г.А.



Информационное письмо - предложение к сотрудничеству



Федеральный
проектный институт

**ЭКОЛОГИЯ
БУДУЩЕГО**

620041, г. Екатеринбург, ул. Основинская, д. 10
125635, г. Москва, ул. Ангарская б, помещение 3

8 800 333-43-08

8 (343) 243-64-75; 8 (495) 488-66-98

ИНН/КПП: 6670489652/667001001

ООО ФПИ «Экология Будущего»

www.fpieco.ru

Исх. № 25012023-110

«Зеленые технологии» ГОУ ДО ТО «ЦДОД»

От «25» Января 2023 г

Информационное письмо

Эльвира Александровна, наша компания заинтересована результатами проекта «Биодеградация полиэтилена с помощью личинок большой восковой моли *Galleria Mellonella* L.», который реализует под вашим руководством Пересторонина Владислава Романовна. Среднее время разложения полиэтилена в природе колеблется от 400 до 700 лет исходя из вашего проекта можно сделать вывод, что с помощью личинок *Galleria Mellonella* данный процесс можно сократить в разы. Считаем, что данное исследование перспективно, и имеет большую область применения для утилизации отходов полимеров. В связи с этим предлагаем заключить договор о научном сотрудничестве и рассмотреть возможность выполнения технического задания.

С уважением,

Директор ФПИ «Экология Будущего»



Д. В. Пахаруков

Таблица 1. Учет жизненно важных показателей личинок

*Galleriamellonella*L.

	Критерий	Описание	Оценка, %
Контроль	Выживаемость	Погибшие	0
		Живые	100
	Подвижность	Отсутствует	0
		Минимальная активность	20
		Активны	80
	Образование кокона	Не образуют кокон	10
		Полный кокон	90
Опытная группа 1	Выживаемость	Погибшие	0
		Живые	100
	Подвижность	Отсутствует	0
		Минимальная активность	30
		Активны	70
	Образование кокона	Не образуют кокон	10
		Полный кокон	90
Опытная группа 2	Выживаемость	Погибшие	0
		Живые	100
	Подвижность	Отсутствует	20
		Минимальная активность	30
		Активны	50
	Образование кокона	Не образуют кокон	30
		Полный кокон	70

Опытная группа 3	Выживаемость	Погибшие	50
		Живые	50
	Подвижность	Отсутствует	30
		Минимальная активность	40
		Активны	30
	Образование кокона	Не образуют кокон	40
		Полный кокон	60

***Примечание:** красным цветом выделены показатели, которые существенно ниже контроля.*

301117 Тульская область, Ленинский район, сельское поселение Рождественское, село
Архангельское, ул. Производственная, дом 4.
ИНН 7130506591/713001001 ОГРН 1137154040682

email: tulskiy-perepel@mail.ru

Мерзляков В.А.

