

УДК 619:576.895.772

Дубина И.Н., кандидат ветеринарных наук, доцент¹
Криворучко Е.Б., кандидат ветеринарных наук, доцент²

¹РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского», г. Минск

²УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск

ВЛИЯНИЕ САНИТАРНЫХ СРЕДСТВ НА МИНЕРАЛЬНОЙ ОСНОВЕ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫПЛОДА МУХ

Резюме

Комплекс санитарных средств на минеральной основе оказывает воздействие на все стадии развития мух, приводя к выраженному снижению активности их выплода, что позволяет использовать их на животноводческих объектах при получении биологически чистой продукции.

Summary

The complex effect of mineral-based sanitary products has an impact on all stages of development of flies, leading to a marked decrease in the activity of their brood, which allows them to be used in livestock facilities to obtain biologically pure products.

Поступила в редакцию 05.05.2020 г.

ВВЕДЕНИЕ

В населенных пунктах нашей страны встречается более 80 видов мух [1]. Степень распространения мух и их видовое разнообразие находится в зависимости не только от климатических факторов, но и определяется характером хозяйственной деятельности человека, в первую очередь уровнем развития животноводства, санитарной очистки животноводческих объектов, а также населенных мест.

Одна самка мухи за свою жизнь откладывает до 1000 яиц. Подобрав укромное место, содержащее органический субстрат, оплодотворенная самка откладывает около сотни яиц. По истечении нескольких часов они становятся червеобразными безногими личинками. Этот период развития может варьироваться, в природных условиях личинки из яиц могут выходить за 8–20 часов. По истечении 5–6 дней выросшая личинка мухи, размеры которой увеличиваются в 60–80 раз, начинает темнеть, приобретая буро-коричневый окрас. После этого она переходит в самый пассивный этап развития – стадию куколки, длительность кото-

рого не превышает 14 дней. Внутри куколки завершается процесс метаморфоза: происходит распад тканей личинки и формирование всех жизненно важных органов имагинальной особи [2, 3].

Биологические и экологические особенности мух определяют их эпидемиологическое значение. Активно размножаясь и перелетая с выделений животных (фекалии, мокрота и др.) на предметы ухода, корма, попадая в молоко, воду, мухи могут обсеменять их патогенными микроорганизмами, а также распространять инвазионное начало гельминтов и простейших.

Таким образом, важным вопросом профилактики ряда инвазионных и инфекционных заболеваний животных, а также факультативно-трансмиссивных болезней человека является максимальное снижение численности зоофильных и синантропных мух. Предотвращение возможности развития мух, осуществляемое лишь при условии проведения комплексных мероприятий по санитарной очистке животноводческих помещений, населенных мест, а также специальных истребительных работ, представ-

ляет по существу санитарно-эпидемиологическую задачу оздоровления окружающей среды, в первую очередь животноводческих помещений.

В последние десятилетия в республике большое внимание уделяется замене пестицидов органического синтеза, представляющих опасность для окружающей среды, веществами природного происхождения.

Мы обратили внимание на природные соединения минерального происхождения, используемые для улучшения санитарно-зоогигиенических условий содержания сельскохозяйственных животных, не содержащих в своем составе компонентов, способных оказать негативное воздействие на окружающую среду (хлор, аммонийные соединения, формалин и др.).

Целью настоящей работы являлось экспериментальное изучение возможности использования биоразлагаемых санитарно-зоогигиенических средств для снижения интенсивности вытравливания мух на животноводческих объектах и в местах скопления коммунальных отходов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в лабораторных условиях. По 18 личинок мух, полученных лабораторно, поместили в 5 емкостей с различными биоразлагаемыми материалами, используемыми в качестве подстилочного материала при выращивании сельскохозяйственных животных и птиц. В качестве основного подстилочного материала – контроля – нами были выбраны древесные опилки. Опилки мы смешали в равных долях (1:1) с биосубстратом, насыщенным природным минералом трепелом, санитарно-зоогигиеническим средством «Санитар» производства Республики Беларусь, также мы смешали опилки с биосубстратом и санитарно-зоогигиеническим средством «Санитар» в равных долях.

Трепел – природный минерал на основе эффективных в сорбционном и ионообменном отношении структур – монтмориллонита и клиноптилолита.

«Санитар» – санитарно-зоогигиеническое средство на основе трепела с внесе-

нием стабилизированной наноразмерной меди.

Емкости с личинками мух были размещены в помещении при постоянной температуре 14–16 °С и влажности 72–78 %. Температура и влажность контролировались 3 раза в сутки с помощью цифрового термогигрометра ПИ-2. В течение всего периода морфогенеза мух – развитие от личинок до имагинальных особей – осуществлялось ежедневное наблюдение за состоянием и изменением морфологических характеристик стадий их развития. Учитывали жизнеспособность и активность личинок, время их окукливания, срок выхода имагинальных особей из куколок, количество вышедших имагинальных особей, состояние имагинальных особей: их активность (подвижность, движение лапок), сохранение жизнеспособности в течение 5 суток.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наблюдение за личинками мух (рисунок 1), размещенными в емкостях с подстилочным материалом, показало, что в разных материалах процесс окукливания личинок существенно отличается (таблица 1).



Рисунок 1. – Личинки мух в опилках

Во всех видах используемых подстилочных материалов образование пупария на личинках мух началось в течение 24 часов их активной жизнедеятельности, однако в подстилочном материале, содержащем санитарные компоненты (трепел, санитар), пупарием покрылось в 1,7–3 раза больше личинок, чем в контрольных материалах – опилках, опилках с биосубстратом (таблица 1).

Таблица 1. – Сроки образования пупария у личинок мух в различных подстилочных материалах

Подстилочный материал	Количество личинок, покрывшихся пупарием в течение			
	24–36 ч	36–48 ч	48–62 ч	56–72 ч
Опилки	3	5	5	5
Опилки в смеси с биосубстратом	3	3	4	8
Опилки в смеси с трепелом	5	7	6	–
Опилки в смеси со средством «Санитар»	9	9	–	–
Опилки в смеси с биосубстратом и средством «Санитар»	4	6	8	–

Обращает на себя внимание высокая интенсивность окукливания личинок в подстилочном материале, содержащем санитарные компоненты (таблица 2). Так, в опилках, смешанных с санитарно-зоогигиеническим средством «Санитар», окукливание всех личинок (100,0 %) произошло не позднее 48 часов, тогда как в чистых опилках за это время окуклилось только

44,4 % личинок. Добавление трепела с размером частиц 0,5–2,0 мм в опилки также способствовало более высокой интенсивности окукливания личинок мух (таблица 2). В опилках, смешанных с трепелом, в течение 48 часов окуклилось 66,7 % личинок, в течение 62 часов – 100,0 % личинок, что на 22,3–27,8 % больше, чем в чистых опилках.

Таблица 2. – Интенсивность окукливания личинок мух в различных подстилочных материалах

Подстилочный материал	Процент окуклившихся личинок в течение			
	24–36 ч	36–48 ч	48–62 ч	56–72 ч
Опилки	16,7	44,4	72,2	100,0
Опилки в смеси с биосубстратом	16,7	33,3	55,5	100,0
Опилки в смеси с трепелом	27,8	66,7	100,0	–
Опилки в смеси со средством «Санитар»	50,0	100,0	–	–
Опилки в смеси с биосубстратом и средством «Санитар»	22,2	55,5	100,0	–



Рисунок 2. – Переход личинок, находящихся в опилках, в куколок мух

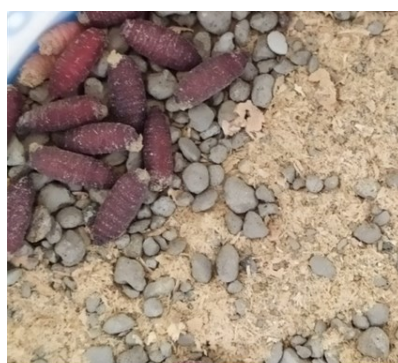


Рисунок 3. – Окукливание личинок, находящихся в опилках, смешанных с трепелом



Рисунок 4. – Окукливание личинок, находящихся в опилках, смешанных с санитарно-зоогигиеническим средством «Санитар»

Морфологически все окуклившиеся личинки как в контрольных подстилочных материалах, так и в смешанных с санитарны-

ми материалами идентичны (рисунки 2, 3, 4). Таким образом, можно предположить, что внесение санитарных средств в под-

стилочный материал создает условия, некомфортные для личинок, что вынуждает их, окукливаясь, переходить из активной формы в пассивную в 2-3 раза интенсивней, чем в чистых опилках и опилках, загрязненных биосубстратом.

Создание некомфортных условий, дефицитных по влаге, в подстилочном материале не только повышало интенсивность окукливания, но и выражено увеличило сроки выхода имаго из куколок (таблица 3). Во всех подстилочных материалах первые имагинальные особи мух отмечены на 11 день после полного окуклива-

ния, но в опилках и опилках, смешанных с биосубстратом, количество вышедших имаго в 2 раза превышало количество имаго в опилках, смешанных с санитарно-зоогигиеническим средством (таблица 3). К 13-му дню в опилках и опилках с биосубстратом имаго вышли из всех куколок (рисунок 5). В опилках, содержащих санитарные средства, в это же время вышло в 2 раза меньше имаго. Необходимо отметить, что в опилках, содержащих санитарно-зоогигиеническое средство «Санитар», из 2 куколок процесс выхода имаго начался, но не завершился (рисунки 6, 7).

Таблица 3. – Сроки и интенсивность выхода имаго из куколок

Подстилочный материал	Количество вышедших имаго на день/интенсивность выхода имаго в %					
	11	12	13	14	15	16
Опилки	4/22,2	10/55,5	18/100,0	–	–	–
Опилки в смеси с биосубстратом	3/16,7	10/55,5	18/100,0	–	–	–
Опилки в смеси с трепелом	1/5,5	2/11,1	8/44,4	14/77,8	18/100,0	–
Опилки в смеси со средством «Санитар»	2/11,1	4/22,2	9/50,0	12/66,7	14/77,8	16/88,9
Опилки в смеси с биосубстратом и средством «Санитар»	1/5,5	7/38,9	13/72,2	15/83,3	18/100,0	–



Рисунок 5. – Выход имаго мух из куколок в опилках



Рисунок 6. – Выход имаго мух в подстилочном материале с добавлением трепела



Рисунок 7. – Незавершившийся процесс выхода имаго из куколки в подстилочном материале, смешанном со средством «Санитар»

Необходимо обратить внимание на тот факт, что в контрольных материалах (опилках, опилках с биосубстратом) наблюдалась высокая интенсивность выхода имаго: за три дня из куколок вышло 100 % имаго, при этом 77,8–83,3 % имаго вышли всего за 2 дня (таблица 3). В то же время выход имаго из подстилочного материала, содержащего санитарные средства, оказался растянутым по времени до 5–6 дней, а интенсивность выхода имаго в каждый последующий день снижалась практически в 1,5–2 раза (27,8 %, 16,7 %, 11,1 %, 11,1 %), таблица 3.

Влагопоглощающая активность санитарно-зоогигиенического средства «Санитар» находится на уровне 140–200 %, трепела – 50–80 %. Таким образом, санитарные средства, внесенные в подстилочный материал, активно поглощают свободную воду, создавая среду с минимальным содержанием влаги.

При средней массе имаго, полученных в контрольном подстилочном материале, равной $15,47 \pm 0,66$ мг, имаго, полученные в подстилочном материале с добавлением санитарных средств, по массе не превышали 11,0 мг ($9,45 \pm 1,55$). Имаго, развивающиеся в среде, дефицитной по влаге, формируются ослабленными, с недоста-

точной функциональной активностью. Обезвоженные имаго не могут активно выходить из куколок (рисунок 7), что растягивает процесс их выхода и снижает его интенсивность (таблица 3).

Имагинальные особи мух в различных подстилочных материалах ведут себя не идентично. Имаго, полученные на контрольных материалах, очень активные, летают по всему свободному пространству емкости, в которой находятся, обтираются лапками, осматривают (изучают, опробуют) стенки емкости. При исследовании емкости, в которой содержались имагинальные стадии мух в ультрафиолетовом освещении, в контрольных емкостях хорошо заметно загрязнение стенок продуктами жизнедеятельности мух (рисунок 8). В то же время на стенках емкости, в которых имаго содержались на подстилочном материале, смешанном со средством «Санитар», при обследовании в ультрафиолетовом свете следов жизнедеятельности имагинальных стадий не отмечается (рисунок 9).

Наблюдение за имаго, выходящими в подстилочном материале с добавлением санитарных средств, показывает их низкую активность и гибель на ранних сроках жизнедеятельности (таблица 4).



Рисунок 8. – Стенки контрольных емкостей в ультрафиолетовом свете



Рисунок 9. – Стенки емкости, в которой выращивались мухи с добавлением средства «Санитар», в ультрафиолетовом свете

Таблица 4. – Активность и жизнеспособность имаго мух

Подстилочный материал	Процент жизнеспособных имагинальных форм от вышедших из куколок					
	12 дн.	13 дн.	14 дн.	15 дн.	16 дн.	19 дн.
Опилки	высокая активность, 100	высокая активность, 100	высокая активность, 100	высокая активность, 100	высокая активность, 100	умеренная активность, 83,3
Опилки в смеси с биосубстратом	высокая активность, 100	высокая активность, 100	высокая активность, 100	высокая активность, 100	высокая активность, 100	умеренная активность, 93,7
Опилки в смеси с трепелом	пассивные, 100	пассивные, 100	пассивные, 75,0	пассивные, 71,42	пассивные, 61,11	крайне пассивные, 27,8
Опилки в смеси со средством «Санитар»	крайне пассивные, имаго погибает спустя 3–5 ч после выхода из куколки					
Опилки в смеси с биосубстратом и средством «Санитар»	умеренная активность, 100	умеренная активность, 85,7	пассивные, 76,92	пассивные, 66,70	пассивные, 44,4	крайне пассивные, 11,1

Все имаго, вышедшие из куколок в подстилочном материале, содержащем санитарно-зоогигиеническое средство «Санитар», теряли жизнеспособность в течение 3–5 часов с момента выхода из куколок (рисунок 10).

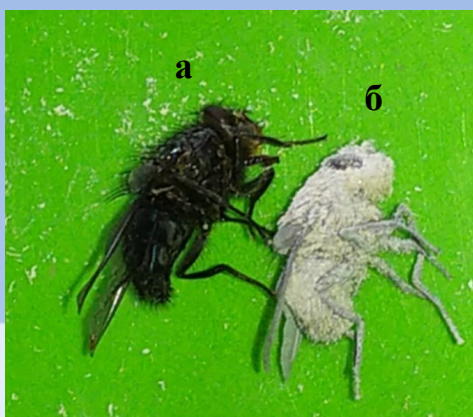


Рисунок 10. – Погибшие имаго в подстилочном материале, содержащем санитарно-зоогигиеническое средство «Санитар»

Осмотр погибших особей из подстилочного материала с добавлением средства «Санитар» показал, что все они покрыты налетом (рисунок 10, 11 б). У имаго, полученных на контрольных подстилочных материалах (опилки, опилки с биосубстратом), такого налета не выявлено (рисунок 11 а, 15). Изучение погибших особей в ультрафиолетовом свете показывает, что данный налет не дает свечения (рисунок 12), соответственно, не содержит органических продуктов, то есть налет полностью состоит из минеральных веществ санитарно-зоогигиенического средства «Санитар».

Тело движущегося насекомого в результате трения о субстрат и воздух приобретает электрический заряд. Заряд тела насекомого взаимодействует с зарядами окружающих предметов. Возникающие механические силы прямо пропорциональны произведению взаимодействующих зарядов. Эти силы приводят к налипанию на тело мелких заряженных частиц [4].

Санитарно-зоогигиеническое средство «Санитар» в своем составе содержит стабилизированную наноразмерную медь в виде монослойного покрытия на поверхности наночастиц минерального сорбента. Ионы меди имеют электрический заряд, притягивающийся к поверхности тела мух, что и создает минеральный налет. Мы предполагаем, что налипание на поверхности имагинальных стадий мух средства «Санитар» затрудняет их движения, что и приводит к низкой активности мух на подстилочном материале с добавлением указанного санитарно-зоогигиенического средства.



а – выращенные на опилках;
б – выращенные на опилках с добавлением средства «Санитар»

Рисунок 11. – Имаго мух



а – выращенные на опилках;
б – выращенные на опилках с добавлением средства «Санитар»

Рисунок 12. – Имаго мух в ультрафиолете

Визуальная оценка имагинальных форм мух, полученных на подстилочном материале с добавлением санитарных средств, с мухами, полученными на чистых опилках, показывает наличие налета на поверхности тела как у мух на подстилочном материале, смешанном со средством «Санитар», так и на подстилочном материале, смешанном с трепелом (рисунки 13, 14, 15). Сопоставляя степень образовавшегося минерального налета на имагинальных формах мух, видим, что у имаго, полученных на опилках, смешанных с трепелом, налет значительно меньше, чем налет на имаго, полученных на опилках, смешанных с санитарно-зоогигиеническим средством «Са-

нитар» (рисунки 13, 14), чем, вероятно, и объясняется более высокая активность имаго, находящихся в опилках с трепелом (мухи передвигаются, способны летать), таблица 4.

Наружный покров мух – кутикула – в основном состоит из органических веществ, а неорганические соединения составляют менее 1 % сухой массы. Наиболее важными органическими соединениями кутикулы являются хитин, белки, липиды и фенолы. Хитин составляет от 25 до 60 % сухого вещества кутикулы. Совместно с белками он формирует основную часть наружного скелета насекомых [5].



Рисунок 13. – Налет на имагинальной форме мухи, полученной на опилках с добавлением средства «Санитар», ×4



Рисунок 14. – Налет на имагинальной форме мухи, полученной на опилках с добавлением трепела, ×4



Рисунок 15. – Имагинальная форма мухи, полученная на чистых опилках, без добавления санитарных средств, ×4

Слои кутикулы снизу доверху пронизаны многочисленными поровыми каналами, которые начинаются от эпидермиса и обеспечивают связь с наружной поверхностью покрова. Внутри поровых канальцев проходят нитевидные отростки эпидермальных клеток. Поровые каналы участвуют в синтезе и транспортировании веществ, формирующих эпикутикулу. Эпикутикула – наружный, самый тонкий слой кутикулы, не содержащий хитина. Ее главную часть составляет кутикулин – вещество, включающее жир- и воскоподобные соединения. Восковой слой играет роль барьера, ограничивающего транспирацию и защищающего насекомых от потерь воды [6].

Мы предполагаем, что в результате механического воздействия налипшего на поверхность тела имагинальных форм мух минерального порошка (как средства «Санитар», так и трепела) нарушается целостность защитного воскового слоя насекомого, способствуя развитию их обезвоживания. Сопоставляя массу имаго мух, вышедших в течение 24–36 часов в чистых опилках ($15,47 \pm 0,66$ мг), с массой имаго, полученных в опилках с добавлением трепела ($13,35 \pm 1,35$ мг), видим, что она в среднем на 2,12 мг ниже. Масса же имаго мух, находящихся в опилках, смешанных с трепелом, в течение 72 часов уменьшилась в среднем еще на 2,75 мг, с этого же перио-

да отмечается гибель 30,0 % имагинальных форм мух (таблица 4).

Кроме того, мы полагаем, что ионы меди, содержащиеся в санитарно-зоогигиеническом средстве «Санитар», прилипая к поверхности кутикулы, растворяются в ее восковом слое и активно проникают в тело имагинальных форм мух. Ионы меди, поступившие в достаточно высокой концентрации в клетки, взаимодействуют с различными ферментами, содержащими имидазольные, карбоксильные и тиольные группы, и подавляют их активность. При этом ингибируются процессы, которые входят в дыхательный цикл, в частности процесс превращения пировиноградной кислоты в ацетилфермент А. Также они вызывают неспецифическую денатурацию белков.

В совокупности обезвоживание, денатурация белков, а также нарушения метаболических процессов приводят к гибели имагинальных особей мух в подстилочном материале, содержащем санитарно-зоогигиеническое средство «Санитар», в очень короткие сроки (таблица 4).

Кроме того, медьсодержащие соединения также снижают воспроизводительную функцию. Гонадотоксическое действие соединений меди в малых дозах связано с изменением метаболических процессов в половых клетках, вследствие чего в

них развиваются аномалии хромосомного набора. Такие клетки вскоре после оплодотворения гибнут. Это позволяет предположить, что имагинальные особи мух, выжившие в подстилочном материале, содержащем санитарно-зоогигиеническое средство «Санитар», будут иметь низкую воспроизводительную способность, что снизит количество мух на животноводческих объектах.

ВЫВОДЫ

Внесение санитарных средств на минеральной основе (санитарно-зоогигиеническое средство «Санитар», трепел) в подстилочный материал создает условия, неблагоприятные для активной жизнедеятельности личинок мух, что вынуждает их окукливаться быстрее (в 1,5-2 раза), чем в чистых опилках и опилках, смешанных с биосубстратом.

Санитарно-зоогигиеническое средство «Санитар», внесенное в подстилочный материал, приводит к развитию окуклившихся форм в среде с дефицитом влаги, что способствует формированию имаго со сниженной массой – $9,45 \pm 1,55$ мг (контроль – $15,47 \pm 0,66$ мг), низкой функциональной активностью, не способных активно выйти из куколок.

Санитарно-зоогигиеническое средство «Санитар» благодаря электрическому заряду ионов меди обладает способностью активно прилипать к поверхности тела имагинальных форм мух, полностью покрывая их, делая невозможным активное передвижение имаго. Налипание на поверхности тела имагинальных форм мух минеральных частиц трепела и санитарно-зоогигиенического средства «Санитар» оказывает механическое воздействие на защитно-восковой слой кутикулы, приводя к его разрушению, что способствует активному обезвоживанию насекомых и их гибели.

Входящие в состав санитарно-зоогигиенического средства «Санитар» ионы меди оказывают комплексное воздействие на мух, нарушая метаболические процессы, происходящие в их организме, что приводит к их гибели в течение 3–5 часов после выхода из куколок.

Санитарные средства на минеральной основе оказывают воздействие на все стадии развития мух, приводя к выраженному снижению активности их выльода, что позволяет использовать данные средства на животноводческих объектах при получении биологически чистой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фауна Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://faunarb.info/animals/semeystvo-nastoyashchie-muhi-muscidae>. – Дата доступа: 20.04.2020.
2. Строение мухи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apest.ru/muhi/o-muhah/stroenie-muhi>. – Дата доступа: 20.04.2020.
3. Арахноэнтомозные болезни животных: монография / А.И. Ятусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 304 с.
4. Чернышев, В. Б. Экология насекомых / В. Б. Чернышев. – М. : Изд-во МГУ, 1996. – 304 с.
5. Внутреннее строение насекомых [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agroflora.ru/vnutrennee-stroenie-nasekomyx>. – Дата доступа: 22.04.2020.
6. Где обитают мухи. Строение мухи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sds-us.ru/gde-obitayut-muhi-stroenie-muhi.html>. – Дата доступа: 20.04.2020.