

ГЛАВА 3.1.13

ПОРАЖЕНИЕ ЛИЧИНКАМИ МЯСНОЙ МУХИ НОВОГО СВЕТА

(*COCHLIOMYIA HOMINIVORAX*) И

ПОРАЖЕНИЕ ЛИЧИНКАМИ МЯСНОЙ МУХИ СТАРОГО СВЕТА

(*CHRYSOMYA BEZZIANA*)

РЕЗЮМЕ

*Личинка мясной мухи Нового Света*¹, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel), и личинка мясной мухи Старого Света¹, *Chrysomya bezziana* Villeneuve, являются облигатными паразитами млекопитающих в течение их личиночных стадий. Оба вида относятся к подсемейству *Chrysomyinae* семейства *Calliphoridae* рода *Diptera* (личинки обыкновенных мух). Личинки, питающиеся на коже или в подкожных тканях хозяина, вызывают болезнь, известную как раневой или травматический миаз, которая может привести к летальному исходу. Инвазии обычно имеют место на участках, где у животного были раны в результате естественных случаев ранения или в результате проведения с животными каких-либо манипуляций, но их можно также обнаружить в слизистых оболочках отверстий тела.

Мух женского пола привлекают раны, по краям которых каждая муха откладывает в среднем от 175 яиц мух Старого Света до 340 яиц мух Нового Света. Личинки появляются в течение 12-24 часов и сразу же начинают питаться, зарываясь головой вглубь раны. После того, как они вырастут, пройдя три личиночные стадии (возрастные стадии), включающими две линьки, личинки покидают рану и падают на землю, в которую они зарываются для окукливания. Длительность жизненного цикла вне хозяина зависит от температуры, она короче при более высоких температурах, а весь цикл в тропиках может завершиться менее чем через 3 недели.

Для лечения обычно используют органофосфорные инсектициды, которые наносят на кишачие паразитами ранки с целью уничтожения личинок и с целью обеспечения остаточной защиты от повторной инвазии. Профилактические меры включают опрыскивание восприимчивого сельскохозяйственного скота органофосфорными соединениями или купание в содержащих их ваннах, а в последнее время применение авермектинов (особенно дорамектина) в виде подкожных инъекций животным, находящимся под «угрозой». Профилактической мерой служит также строгий контроль за перемещением животных из заражённых регионов.

¹ В этой главе термин «Новый Свет» относится к Южной и Северной Америке, а термин «Старый Свет» относится к Европе, Африке и Азии.

Идентификация агента: Личинки мясных мух Старого Света и мясных мух Нового Света могут легко смешиваться друг с другом и с личинками других возбудителей миаза. Точная диагностика включает идентификацию личинок, извлечённых из самой глубины инфицированной раны. Для этой цели наиболее всего подходят зрелые личинки третьей возрастной стадии и те личинки мясных мух Нового Света, которых можно идентифицировать по их тёмнопигментированным в дорсальной области трахеальным стволам, простирающимся от двенадцатого сегмента вперёд до десятого или девятого. Эта пигментация является уникальной особенностью личинок мясных мух Нового Света, отличающей их от других видов, с которыми можно столкнуться при диагностировании раневого миаза. Подтверждение наличия личинок мясных мух Старого Света базируется на распознавании характерной комбинации иголочек, количестве долек на передней стигме (4-6) и пигментации вторичных трахеальных стволов.

На взрослой стадии виды рода *Cochliomyia* можно отличить от других родов, вовлекаемых в раневой миаз, по цвету тела, который обычно имеет металлический оттенок от светло-синего до зелёного с тремя тёмными продольными полосами, которые всегда присутствуют на грудной отделе. В данной главе обсуждается отличие личинок мясной мухи Нового Света от очень схожего паразита *C. macellaria* и идентификация взрослых личинок мух Старого Света.

Серологические тесты: В настоящее время нет приемлемых серологических тестов, которые могли бы применяться для идентификации болезни. Однако в будущем серология, возможно, будет играть определённую роль в изучении превалентности миаза.

Требования к вакцинам и диагностическим биологическим препаратам: В настоящее время нет вакцин или биологических препаратов против этой болезни, за исключением применения стерилизованных мух мужского пола, которых стерилизуют с использованием метода стерилизации насекомых. При применении этого метода огромное количество стерилизованных мух мужского пола последовательно выпускают в окружающую среду, где в результате их спаривания с дикими мухами женского пола продуцируются неоплодотворённые яйца, что ведёт к уменьшению первоначальной популяции и к постепенной её ликвидации.

А. ВВЕДЕНИЕ

Мухи Нового Света, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel), и мухи Старого Света, *Chrysomya bezziana* Villeneuve, являются членами двух родов подсемейства *Chrysomyinae* семейства двукрылых *Calliphoridae* (мясные мухи). Оба вида представляют собой облигатных паразитов млекопитающих и, изредка, птиц. Возможные последствия зоонозов значительны, т.к. с тяжёлыми последствиями и даже со смертельным исходом (Spradbery, 1994) могут быть инфицированы люди, особенно, молодые, пожилые или больные (например, Khatamina *et al.*, 2011). Несмотря на то, что они относятся к различным родам и имеют различное географическое распространение, эти два вида эволюционировали параллельно. У них почти идентичный цикл развития, потому что они заполнили идентичные паразитарные ниши в соответствующих географических зонах. Последующее обсуждение будет относиться к обоим видам, за исключением тех описаний, на которые будет указано.

В отличие от многих других видов мясных мух взрослые мясные мухи этого вида не откладывают свои яйца на падали. Вместо этого они откладывают их по краям ран или

отверстий тела живых травмированных животных. Фактически для них привлекательна любая рана, или естественная (от борьбы, хищников, колючек, болезни и/или укусов клещей и насекомых), или нанесённая человеком (как следствие стрижки, клеймения, кастрации, обрезания рогов, купирования хвоста и/или биркования). Обычно кишащие паразитами естественные ранки – это пупки новорожденных животных и относящиеся к наружным женским половым органам и промежностям участки их матерей, особенно в случае их травмирования. Если яйца откладываются на слизистой оболочке, личинки могут проникать в естественные отверстия тела, такие как ноздри и связанные с ними синусы, глазные впадины, ротовую полость, уши и гениталии.

В течение 12-24 часов после откладывания яиц появляются личинки и сразу же начинают питаться жидкостями ран и тканями, характерным для личинок образом вкручиваясь головой в рану по направлению вниз. По мере того, как они едят, разрывая ткань своими крючкообразными ротовыми органами, рана увеличивается и углубляется, приводя к экстенсивной деструкции ткани. От кишащих паразитами ран часто исходит характерный запах, который может стать первым указанием на то, что, по меньшей мере, одно животное в группе заражено паразитами. Хотя люди не всегда чувствуют этот запах, он очень привлекателен для беременных особей (Hall, 1995), которые откладывают дальнейшие партии яиц, таким образом, повышая уровень заражения паразитами. Тяжёлая форма инвазии, если её не лечить, может привести к гибели хозяина.

Личинки мясной мухи проходят три стадии развития личинки (или возрастные стадии), перемежающиеся кутикулярными линьками, способствующими быстрому росту, и они достигают зрелости приблизительно через 5-7 дней после вылупления из яиц. Они прекращают питаться и оставляют рану, падая на землю, в которую они вбуравливаются, и окукливаются. Куколка развивается внутри пупария, защитной структуры в виде бочонка, образующегося в результате отвердения и потемнения кутикулы взрослой личинки. По завершении развития взрослые мухи обычно появляются из пупария утром и пробивают себе путь на поверхность почвы, где они расправляют свои крылья для затвердения перед тем, как взлететь. Мужские особи становятся половозрелыми и способными к спариванию в течение 24 часов, но яичникам самок необходимо для созревания более 6-7 дней, и женские особи начинают реагировать на самцов и спариваться только в возрасте трёх дней. Через 4 дня после спаривания самки мухи готовы к откладыванию яиц. Они подыскивают подходящего хозяина и откладывают свои яйца, все из которых сориентированы в одном направлении и накрепко прикреплены друг к другу и к основанию, на которое они были отложены. Количество откладываемых яиц варьируется в зависимости от многих факторов (например, линии мух, беспокойства во время откладывания яиц), но среднее количество первой кладки составляет порядка 175 яиц от мясных мух Старого Света и 340 яиц от мясных мух Нового Света (Spradberry, 1994). После первого откладывания яиц последующие кладки идут с интервалом 3-4 дня (Thomas & Mangan, 1989). Взрослые мухи живут в естественных условиях в среднем 2-3 недели, и в течение этого времени они находят себе пищу в цветах, а самки потребляют также протеин, например, из серозных жидкостей в ранах животных.

На скорость развития на этапах созревания оказывают влияние температура окружающей среды и температура тела; она ниже при низких температурах, хотя настоящая диапауза отсутствует. Этот эффект очевиднее всего проявляется на стадии окукливания вне хозяина, которая длится от 1 недели до 2 месяцев в зависимости от сезона (Laake *et al.*, 1936). Таким образом, полный жизненный цикл мясных мух Нового Света может

составлять 2-3 месяца при холодной погоде, в то время как в умеренных условиях со средней температурой воздуха 22°C он завершается приблизительно через 24 дня (James, 1947), а в тропических условиях при температуре 29°C – приблизительно через 18 дней (Thomas & Mangan, 1989).

Степень, до которой мясные мухи Нового Света и мясные мухи Старого Света могут переносить холод, оказывает большое влияние на их распространение, что лучше всего описано в отношении мух Нового Света. Исторически зона распространения мясных мух Нового Света простиралась от южных штатов Соединённых Штатов Америки (США) через Мексику, Центральную Америку, Карибские острова и северные страны Южной Америки до Уругвая, северной части Чили и севера Аргентины (James, 1947). Это распространение сокращалось в течение зимних месяцев, но увеличивалось в летние месяцы, приводя к выраженной сезонности и круглогодичному присутствию популяций в центральных регионах – тропиках Нового Света. Применение метода стерилизации насекомых при выполнении широкомасштабных программ привело к ликвидации мясных мух Нового Света в США, Мексике, Кюрасао, Пуэрто-Рико и на Виргинских островах, а также в Центральной Америке: Гватемала, Белизе, Эль-Сальвадор, Гондурас, Никарагуа, Коста-Рика (Wyss, 2001) и Панама. Панама признана свободной от мух Нового Света в 2006 г., и установлена постоянная барьерная зона, в основном, в провинции Дарьен в восточной Панаме. Она служит северной границей распространения мясных мух Нового Света на американском континенте. Программа ликвидации мясных мух Нового Света была также официально введена в действие на Ямайке в июле 1998 года, как часть плана по искоренению этого вида на всей территории стран Карибского бассейна. Данная программа претерпела несколько неудач вследствие запутанной комбинации управленческих и технических проблем (Vreysen *et al.*, 2007), что в конце концов привело к провалу программы на острове. Хотя мясные мухи Нового Света – это принадлежащий Новому Свету вид, но в 1988 году он был обнаружен в Ливии в Северной Африке, где появилась угроза его укоренения. Однако он был искоренён в 1991 году в результате проведения широкомасштабной кампании с использованием стерилизованных мух (Lindquist *et al.*, 1992). Угроза распространения мясных мух, которой способствуют современные быстрые транспортные системы, всегда имеет место, требуя постоянной бдительности от официальных лиц, имеющих отношение к карантину, охране здоровья животных и людей в незаражённых зонах. Недавно присутствие мясных мух было зарегистрировано в Мексике, США и даже в Соединённом Королевстве.

Распространение мясных мух Старого Света ограничено странами Старого Света, о чём можно судить по названию. Они распространены на большей части Африки (от Эфиопии и расположенных под Сахарой стран до севера Южной Африки), в странах Персидского залива, на территории Индостана и в Юго-Восточной Азии (от южной части Китая [Китайская Народная Республика] через полуостров Малакка и Индонезийские и Филиппинские острова до Папуа-Новой Гвинеи) (James, 1947; Southerst *et al.*, 1989; Zumpt, 1965). Мясные мухи Старого Света были впервые зарегистрированы в Гонконге в 2000 г. Заражению подвергались собаки, а первый случай заражения человека был зарегистрирован в 2003 г. (Ng *et al.*, 2003). Вызываемый мухами Старого Света миаз также зарегистрирован в Алжире (Abed-Benamara *et al.*, 1997) у местного пастуха и в Мексике (Romero-Cabello *et al.*, 2010). Однако, исходя из отсутствия других зарегистрированных случаев, в частности случаев заболевания животных, можно сделать вывод о том, что маловероятно, чтобы возбудитель продолжал там присутствовать, а исходный случай был неправильно идентифицирован. Ситуация в странах Персидского залива и окружающих

регионах является динамичной с последними подтверждёнными случаями в Иране, Ираке и совсем недавно в Йемене (Robinson *et al.*, 2009). Эпидемии травматического миаза вероятно произошли в результате заноса на данную территорию, особенно, если владельцы животных и ветеринары не знакомы с мясной мухой Старого Света (Siddig *et al.*, 2005). Климатические требования этих двух видов мясных мух очень схожи, а их потенциальные области распространения, если его не сдерживать, будут существенно перекрывать друг друга (Sutherst *et al.*, 1989).

Для лечения ран, кишачих личинками мясных мух Старого Света и мясных мух Нового Света, рекомендуются органофосфорные инсектициды, такие как дихлорфентион, фенхлорфос и, особенно, кумафос (Graham, 1979; Spradbery *et al.*, 1994). Они обладают эффектом изгнания личинок, которые погибают на земле. С целью обеспечения остаточной защиты против повторного заражения паразитами их можно применять с интервалами в 2-3 дня до тех пор, пока не заживёт рана. Содержимое отдельных саше для лечения ран, например, 5 г 5% смачиваемого порошка кумафоса, следует или высыпать непосредственно на рану, или, что более эффективно, наносить щёткой на рану в виде пасты после смешивания с обычным кулинарным жиром (33 мл). Органофосфорные соединения можно также применять в виде аэрозольных спреев, в которые включены маркерные красители и бактериостатические препараты, или в виде присыпки, которой припудривают рану из пластиковых, сдавливаемых рукой бутылочек. Всех личинок, погибших в ране, следует удалять во избежание сепсиса. Особое внимание необходимо уделять инструкциям изготовителя по обеспечению безопасности.

Прямого предупреждения заражения личинками мясных мух можно добиться путём опрыскивания или обработки сельскохозяйственного скота кумафосом (0,25% водной суспензией 50% смачиваемого порошка) или другими органофосфорными инсектицидами в максимальной концентрации, предписанной для наружной борьбы с паразитами. Показанием к купанию в ванне или опрыскиванию группы животных будет обнаружение того, что хотя бы один член этой группы заражён паразитами, или если животные пересекли или покинули заражённую зону, или если с животными производились манипуляции, которые могли привести к появлению ран, например, стрижка или кастрация. Синтетические пиретроиды имеют потенциал для борьбы с личинками червей в ранах, но имеется мало сообщений об исследованиях их эффективности против мух.

В последнее время проведено несколько исследований по оценке применения инсектицидов для лечения и контроля мясной мухи, но во многих более ранних публикациях описываются преимущества различных макроциклических лактонов, особенно при введении дорамектина подкожно, для профилактики откладывания яиц в пупках телят и в мошонках кастрированных телят, а также заражения коров в послеродовом периоде в течение 12-14 дней после обработки (см. Vercruyse & Rew, 2002). Местное применение в дозе 10 мг/кг массы тела 1% раствора фипронила не предотвращало яйцекладку мясной мухи Нового Света, но снижало процент быков, у которых острый миаз развивался в течение 10-дневного критического периода после кастрации, когда имеет место основная яйцекладка, с 65% не подвергавшихся обработке контролей до только 3% подвергавшихся обработке животных (Lima *et al.*, 2004). Более того, местное применение регулятора роста насекомых (IGR), дицикланила, на ранах от кастрации быков обеспечивало хорошую защиту (>90%) от миаза, вызываемого мясной мухой Нового Света (Anzaiani *et al.*, 1998).

Непрямая профилактика заражения личинками мясных мух включает отмену процедур, в результате которых могут появиться ранки, в то время года, когда этих мух большое количество, осторожное обращение с сельскохозяйственными животными с целью сведения к минимуму возможностей нанесения ран, удаление острых предметов (например, проводов) из загонов, где содержатся животные, и применение мер по снижению количества других, вызывающих ранки паразитов, в частности, клещей, например, путём обработки животных инсектицидами и пропитывания инсектицидами ушных биров.

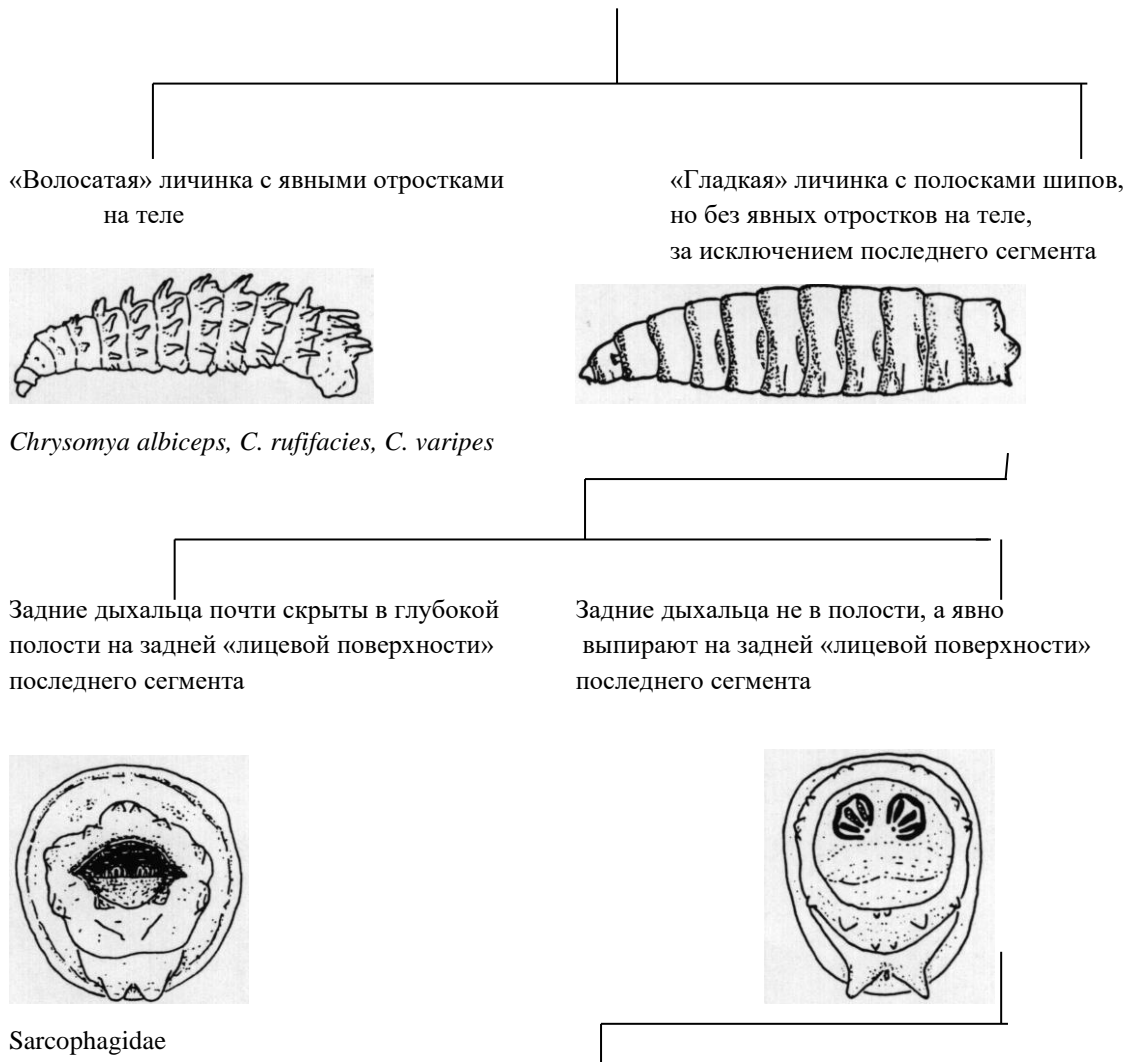
Для предупреждения распространения мясных мух за существующие пределы их географического распространения необходимо строго соблюдать предъявляемые к международной торговле требования, указанные в «*Ветеринарно-санитарном кодексе МЭБ по наземным животным*».

В. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

1. Идентификация возбудителя

Идентификацию яиц и личинок-возбудителей миаза на первой возрастной стадии трудно проводить на основе морфологии и, так как эти стадии довольно кратковременные и редко встречаются при отборе образцов из инфицированных ран, в дальнейшем они здесь учитываться не будут.

Удалите личинок из раны и исследуйте макроскопическую поверхностную структуру



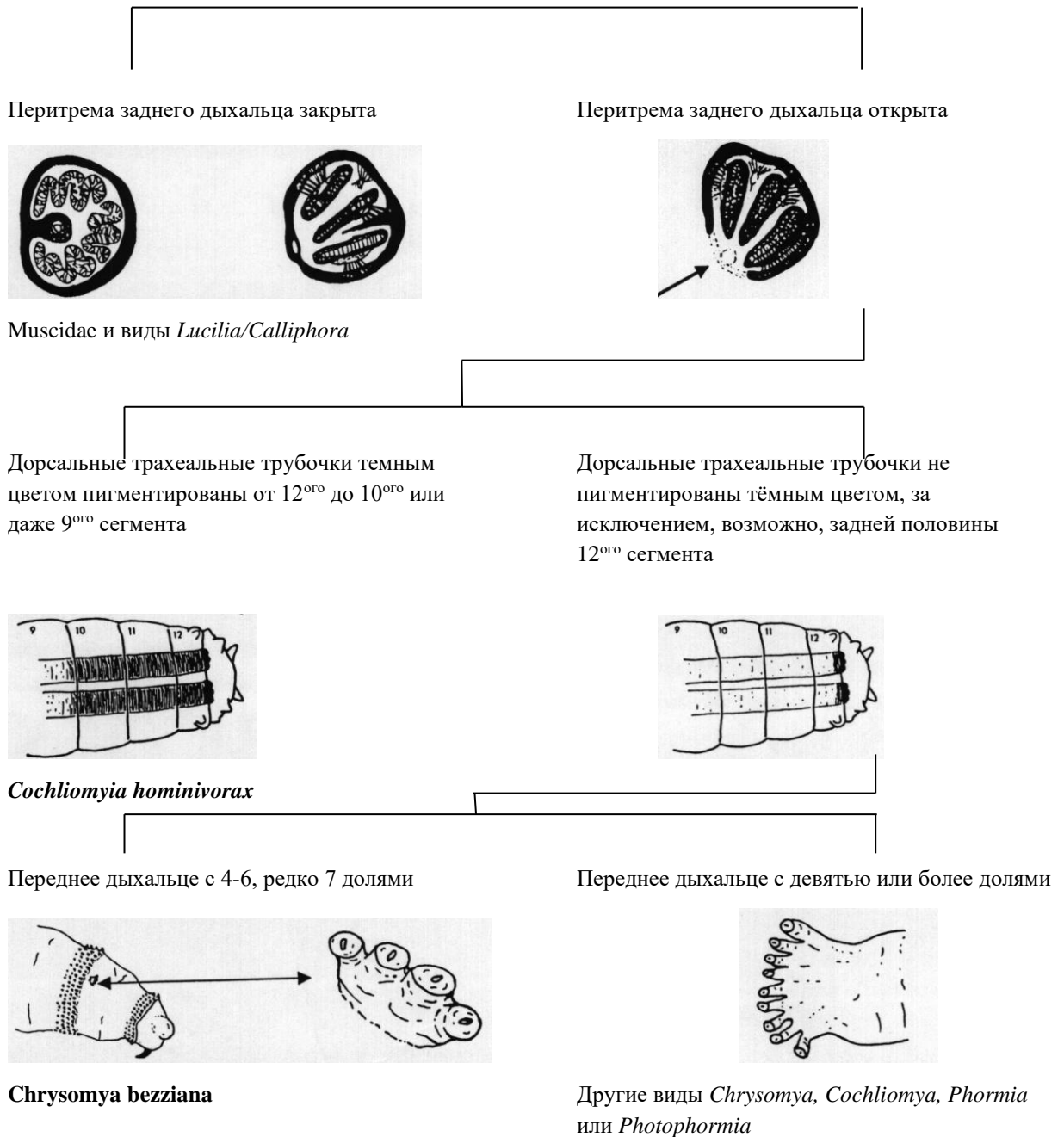


Рис. 1. Идентификационный ключ для диагностики третьей возрастной стадии личинок *Cochliomyia hominivorax* и *Chrysomya bezziana* в случаях раневого миаза. Во избежание неправильной идентификации важно, чтобы ключ действовал через все этапы, начиная с первого для каждого образца

Личинки, собираемые для постановки диагноза, должны извлекаться из самой глубокой части раны во избежание возможности отбора видов, не относящихся к мясным мухам, которые могут наводнять более мелкие участки раны. Живые образцы в первую очередь исследуют на пигментацию дорсальных трахеальных стволов (Рисунки 1 и 4), затем консервируют в 80% этаноле и переправляют в лабораторию для изучения под препаратальной лупой при 50-кратном увеличении (другие методы см. Hall & Smith, 1993; Spradbery, 1991; Zumpt, 1965). Если личинок поместить непосредственно в большинство растворов консервантов, они съеживаются и темнеют. Однако оптимальное сохранение личинок в их естественном состоянии осуществляют методом их умерщвления путём кратковременного погружения (15-30 секунд) в кипящую воду перед хранением в 80% этаноле. Данный метод умерщвления не оказывает отрицательного воздействия на

последующее экстрагирование митохондриальной ДНК, амплифицированной в полимеразной цепной реакции (ПЦР) (Wardhana *et al.*, 2012), но может воздействовать на другие молекулярные методы, и об этом следует помнить.

Личинки второй возрастной стадии имеют только два дыхальца на каждой из задних пластинок дыхательных отверстий, по сравнению с тремя дыхальцами у личинок третьей возрастной стадии (Рисунки 2 и 3). Вторая возрастная стадия личинок мясных мух Нового Света может быть диагностирована по наличию тёмной пигментации в дорсальных трахеальных стволах, которая составляет более половины их длины в концевом сегменте. Другие виды имеют менее экстенсивную пигментацию дорсальных трахеальных стволов, например, эти стволы пигментированы не более чем на одну треть их длины в двенадцатом сегменте личинок мясных мух Старого Света. Передние дыхальца личинок второй возрастной стадии мясных мух Нового Света имеют от семи до девяти ответвлений, по сравнению с четырьмя ответвлениями у личинок мясных мух Старого Света (Kitching, 1974). Более положительной идентификации можно добиться путём выращивания живых неполовозрелых личинок до третьей возрастной стадии. Это можно сделать на стандартной мясной среде, которая применяется для широкомасштабного выращивания личинок мясных мух Нового Света перед введением гелевого рациона, а именно, в пропорции 1 л воды, 1,3 кг размельчённого лошадиного мяса, 50 г высушенной крови крупного рогатого скота и 1,5 мл формалина (Taylor & Mangan, 1987), перемешанных и хранящихся при температуре 35-38°C и относительной влажности 70%. Что касается простого выращивания личинок для идентификации, типы мяса и крови не играют существенной роли, и поэтому вместо высушенной крови легче использовать свежую.

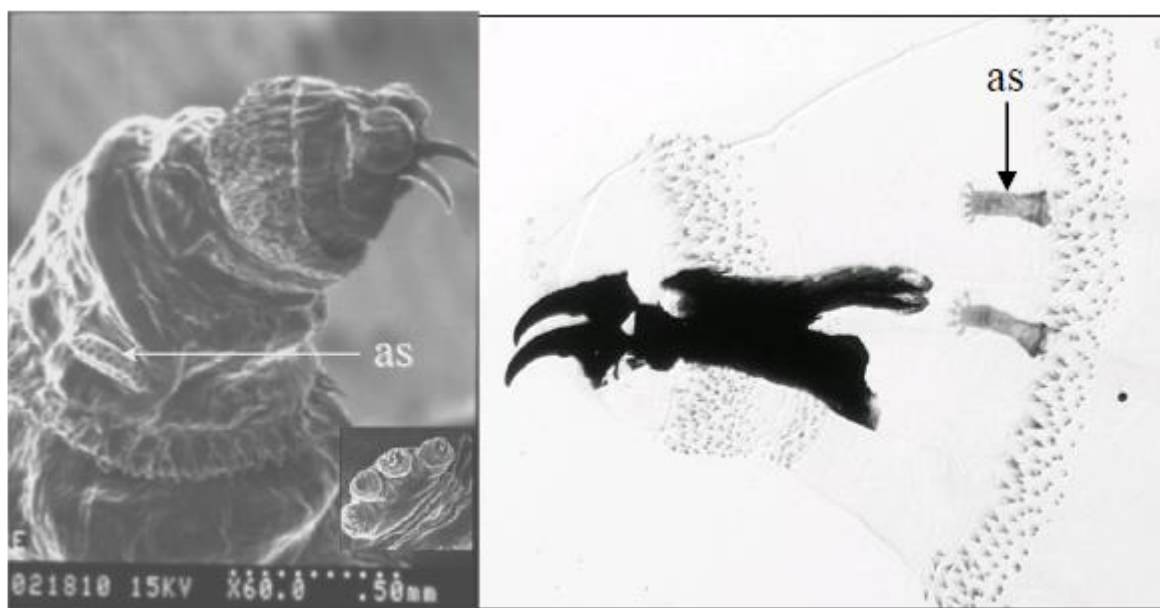


Рис.2. Голова и два торакальных сегмента личинок *Cochliomyia hominivorax* третьей возрастной стадии (слева, изображение, полученное через сканирующий электронный микроскоп, вставка – переднее дыхальце *Chrysomya bezziana*) и *Chrysomya bezziana* (справа, изображение, полученное методом световой микроскопии, обратите внимание на крючкоподобные шипы, а также тот факт, что это предметное стекло очищалось с использованием 10% гидроксида калия, поэтому видны передние дыхальца на обеих сторонах грудного отдела); as = переднее дыхальце.

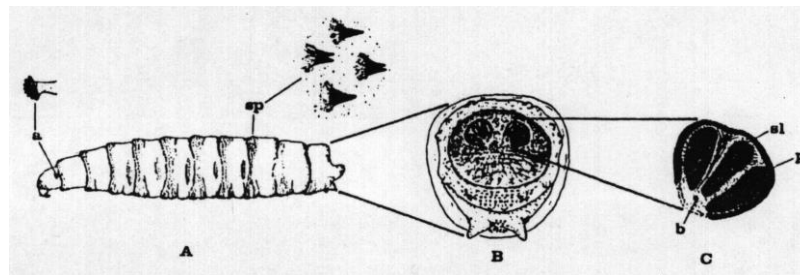


Рис. 3. Характеристики личинок *Cochliomyia hominivorax* третьей возрастной стадии: (А) целая личинка, вид сбоку; (В) задняя лицевая поверхность терминального сегмента; (С) задняя дыхальцевая пластинка; *a* = переднее дыхальце; *b* = зародыш у отверстия в перитреме; *p* = перитрема; *sl* = дыхальцевая щель; *sp* = шипы. (Laake et al. [1936]).

Личинки третьей возрастной стадии мясных мух и Нового Света, и Старого Света имеют типичную форму личинки с цилиндрическим телом длиной от 6 до 17 мм и диаметром от 1,1 до 3,6 мм, заострённую у переднего конца (Laake et al., 1936; Spradbery, 1991). У полностью созревших личинок и мясных мух Нового Света и мясных мух Старого Света появляется красновато-розовый оттенок по сравнению с кремово-белым цветом более молодых личинок. Оба вида личинок мясных мух имеют рельефные кольца шипов вокруг тела, и эти шипы кажутся большими и заметными под микроскопом при сравнении с большинством видов личинок немясных мух, самые длинные шипы составляют приблизительно 130 мкм. У личинок мясных мух Нового Света шипы могут быть с одним или двумя заострёнными концами, а у личинок мясных мух Старого Света шипы всегда имеют один заострённый конец и форму иглы (Рисунок 2). Каждое переднее дыхальце личинок мясных мух Нового Света имеет от шести до одиннадцати ответвлений, но обычно от семи до девяти (Рисунок 2). У мясных мух Старого Света на каждом переднем дыхальце от трех до семи ответвлений, но обычно от четырех до шести. Последняя характеристика, сама по себе, не должна использоваться для идентификации личинок мясных мух Старого Света, так как личинки третьей возрастной стадии облигатных, вызывающих миаз видов *Wohlfahrtia magnifica* (Двукрылые: Sarcophagidae), чья область распространения перекрывает область распространения личинок мясных мух Старого Света на Среднем Востоке, имеют подобным образом разветвлённые передние дыхальца. Следовательно, при использовании любого идентификационного ключа, такого как на Рисунке 1, важно, чтобы каждый образец отбирался по принципу целого ключа во избежание неверных идентификаций. На задней лицевой поверхности терминального сегмента личинок, как мясных мух Нового Света, так и мясных мух Старого Света, все задние дыхальцевые пластинки имеют тёмные пигментированные неполные перитремы, частично закрывающие три прямые, слегка овальной формы щели, которые направлены к разрыву в перитреме. Эти диагностические особенности проиллюстрированы на Рисунке 3. Наибольшую диагностическую ценность представляют дорсальные трахеальные трубочки, которые простираются от задних дыхальцевых пластинок и имеют тёмную пигментацию до десятого или девятого сегмента у личинок мясных мух Нового Света (Рисунок 1; см. также: Hall & Smith, 1993; James, 1947; Spradbery, 1991; Zumpt, 1965 для ознакомления с идентификационными ключами). Эту особенность легче всего рассмотреть у живых личинок. Что касается личинок в фиксирующей жидкости, может потребоваться препарирование с целью удаления непрозрачных тканей, покрывающих трубочки. Дорсальные трахеальные трубочки у личинок мясных мух Старого Света имеют тёмную пигментацию только в двенадцатом сегменте. Однако у личинок мясных мух Старого Света вторичные трахеи, ответвляющиеся от дорсальных трахеальных стволов,

пигментированы от двенадцатого сегмента к, по меньшей мере, десятому сегменту (подтверждено на множественных образцах, полученных из Малайзии, Бахрейна и Зимбабве; M.J.R. Hall, неопубликованные данные). Напротив, у личинок мясных мух Нового Света эти вторичные трахеи не пигментированы, пигментированы только дорсальные трахеи. Следовательно, трахеальная пигментация у этих двух видов личинок мясных мух является противоположной (Рисунок 4).

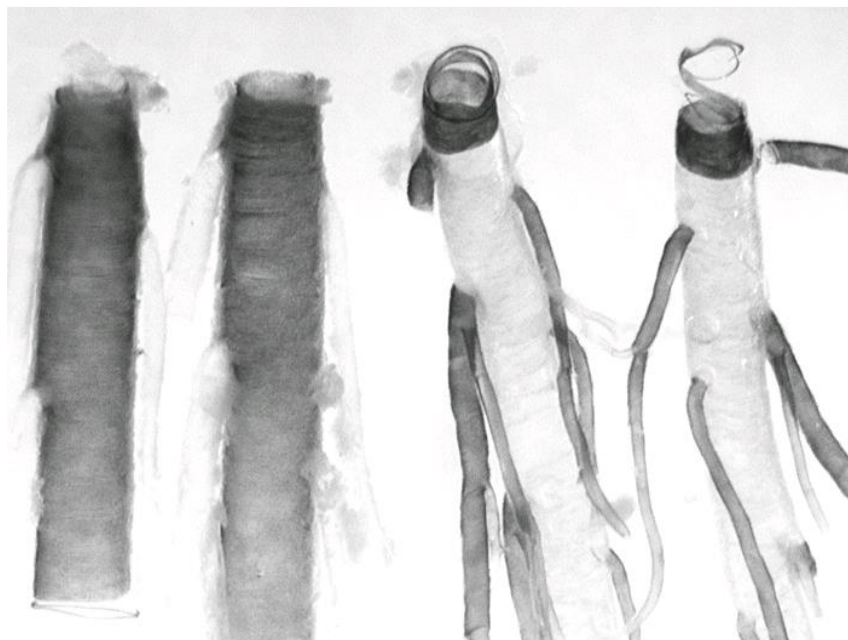


Рис. 4. Дорсальные трахеальные трубочки личинки Cochliomyia hominivorax (слева) и Chrysomya bezziana (справа), рассеченные от задних дыхалец (вверху) до девятого брюшного сегмента (внизу). Следует отметить, что пигментация основных дорсальных трубочек (DT) и более мелких вторичных трубочек (ST) у видов почти противоположна.

Взрослые мясные мухи: Взрослых мух, которые необходимы для целей идентификации, часто собирают с помощью ориентированных на ветер ловушек (Broce *et al.*, 1977) и липких ловушек (Spradbery, 1991) с приманивающим синтетическим запахом, Swormlure-4 (Mackley & Brown, 1984). С помощью модифицированной ловушки-резервуара и вновь разработанной приманки² отлавливают в среднем в 3,1 раза больше мясных мух Старого Света, чем с помощью липкой ленты с приманкой Swormlure, и данная ловушка более предпочтительна для мясных мух Старого Света (Urech *et al.*, 2012). Методом РВ-ПЦР можно выявить мясных мух Старого Света в таких ловушках, даже если превалентность составляет всего лишь одну муху Старого Света на 1000 других мух (Jarrett *et al.*, 2010). В исследовательских целях использовали также альтернативные системы для сбора с использованием решёток, убивающих электрическим током, или липких поверхностей на визуально различимых мишенях с приманивающим запахом (Hall, 1995). Для диагностики миаза редко требуется идентификация взрослых мух, так как ларвальные стадии наиболее очевидны для владельцев сельскохозяйственного скота и ветеринарного персонала. Тем не менее, ниже следует краткое описание.

- i) **Мясные мухи Нового Света:** Длина тела обычно составляет 8-10 мм, по дорсальной поверхности груди проходят три тёмные продольные полосы. Хотя обычно данная муха имеет цвет от тёмно-синего до сине-зелёного с

² LuciTrap® (Bioglobal Pty Ltd) с Bezzilure-2

металлическим оттенком, цвет разнообразен и может варьироваться от светло-синего до зеленого. Такой комбинации цвета и конфигурации не имеет ни один другой, обычно вызывающий раневой миаз, вид, кроме вторичной мясной мухи Нового Света, *Cochliomyia macellaria* (Fabricius). Эти два вида *Cochliomyia* можно различить по наличию чёрных щетинок на лобно-орбитальных пластинках головы у мясных мух Нового Света, если сравнивать с только светло-жёлтыми волосками на лобно-орбитальных пластинках *C. macellaria*. Пятый (= четвёртый визуально различимый) брюшной тергит мясных мух Нового Света имеет лишь очень незначительное поллинозное напыление, в то время как тергит *C. macellaria* имеет густое напыление, продуцирующее пару чётких латеральных серебристо-белых пятен. Кроме того, у самок мясных мух Нового Света имеется тёмная коричнево-чёрная базикоста, тогда как самки мясных мух *C. macellaria* имеют жёлтую базикосту (Рисунок 5; см. также: Dear, 1985; Laake *et al.*, 1936; Spradbery, 1991).

- ii) **Мясные мухи Старого Света:** Тело длиной до 10 мм, имеет металлический синий, синевато-пурпурный или сине-зелёный цвет, а именно, они очень схожи с мясными мухами Нового Света, только у них отсутствуют грудные полоски. Грудная закрыловая пластинка (s на Рисунке 5) также отличается от грудной закрыловой пластинки мясных мух Нового Света тем, что она заметно покрыта тонкими волосками по всей верхней поверхности у мясных мух Старого Света и других видов *Chrysomya*, тогда как у мясных мух Нового Света она без волос в верхней части, за исключением участков у основания. Взрослых мясных мух Старого Света можно отличить от других видов *Chrysomya*, обнаруженных в случаях миаза, по комбинации передних грудных дыхалец цветом от чёрно-коричневого до тёмно-оранжевого (а не бледно-жёлтого, кремового или белого) с восково-белыми грудными закрыловыми пластинками (а не черновато-коричневыми или грязно-серыми) (Spradbery, 1991; Zumpt, 1965).

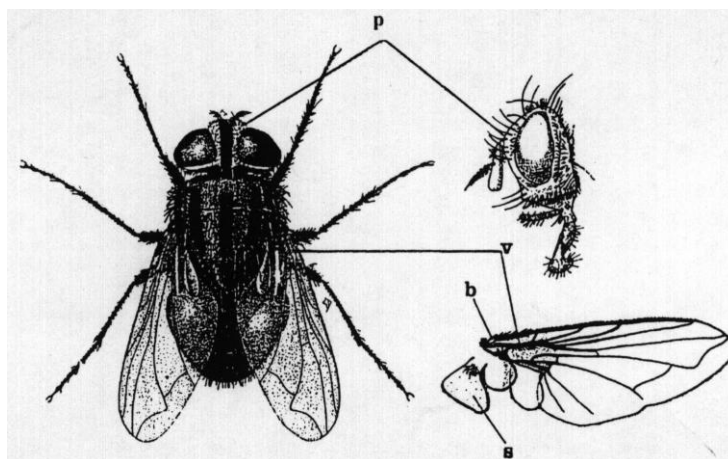


Рис. 4. Характеристики взрослых мясных мух *Cochliomyia hominivorax*; обратите внимание на продольные торакальные полоски; *b* = основная костальная жилка крыла; *p* = лобно-глазничная пластинка, показанная на целой мясной мухе *Cochliomyia hominivorax* и на изображении сбоку на голове обычной мясной мухи; *s* = нижняя закрыловая пластинка, поверхность без волос, за исключением области у основания; *v* = стволовая вена с волосками на дорсальной задней поверхности.

Кроме стандартных морфологических методов, которые обсуждались ранее, более поздние приёмы идентификации мясных мух и их географического происхождения включают анализ углеводорода кутикулы (см. Spradbery, 1991) и анализ митохондриальной ДНК (Fresia *et al.*, 2011; Wardhana *et al.*, 2012). С проблемами идентификации личинок или взрослых мясных мух в случаях миаза можно обращаться в Центр по сотрудничеству в области изучения вызывающих миаз насекомых и их идентификации Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН³.

2. Серологические тесты

В настоящее время нет стандартизированных серологических тестов, которые были бы предназначены для диагностики этой болезни. Однако экспериментальные исследования показали, что серологические методы обладают потенциальной ценностью для будущего изучения распространения личинок мясных мух в популяциях животных с целью обнаружения антител к последующему заражению паразитами (Thomas & Pruett, 1992).

С. ТРЕБОВАНИЯ К ВАКЦИНАМ И ДИАГНОСТИЧЕСКИМ БИОЛОГИЧЕСКИМ ПРЕПАРАТАМ

В настоящее время против данной болезни нет биологических препаратов, таких как вакцины. Однако проводятся исследования по разработке потенциальных вакцин (Sukarsin Partoutomo *et al.*, 2000). Единственным подтверждённым методом искоренения мясных мух Нового Света является биологический приём, а именно, стерилизация насекомых (Lindquist *et al.*, 1992), который в экспериментальных условиях апробировался на мясных мухах Старого Света (Spradbery, 1994). При этом методе самцов мясных мух, стерилизованных гамма-излучением или рентгеновским облучением на поздней стадии окукливания, в громадных количествах выпускают в дикую среду. Результатом любого спаривания с дикими самками являются неоплодотворённые яйца, что ведёт к постепенному сокращению популяции и, в конечном итоге, к искоренению. В оперативных ситуациях метод стерилизации насекомых подкрепляется обработкой инфицированных личинками мясных мух ран у сельскохозяйственных животных инсектицидами, строгим контролем за перемещением животных, карантинном для заражённых паразитами животных и активной информационной кампанией. Метод стерилизации насекомых очень дорогой из-за затрат на непрерывное производство стерильных мух и их распространение в окружающей среде. Исторически затраты считались оправданными только тогда, когда метод применялся как инструмент стратегии искоренения в ситуациях, где география способствовала выполнению такой программы (например, см. Lindquist *et al.*, 1992). В настоящее время имеется только одно предприятие по производству стерильных взрослых мух Нового Света, которое расположено в г. Пакора, Панама⁴.

³ Отдел биологии, Музей естественной истории, Cromwell Road, London SW7 5BD, United Kingdom. Fax: +44.207.942.5229. E-mail: m.hall@nhm.ac.uk

⁴ За получением более подробной информации обращайтесь по адресу: USDA/APHIS, 4700 River Road, Riverdale, Maryland 20737, USA

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ABED-BENAMARA M., ACHIR I., RODHAIN F. & PEREZ-EID C. (1997). Premier cas algérien d'otomyiase humaine à *Chrysomya bezziana*. *Bull. Soc. Pathol. Exot. Filiales*, **90**, 172–175.
- ANZIANI O.S., GUGLIELMONE A.A. & SCHMID H. (1998). Efficacy of dicyclanil in the prevention of screwworm infestation (*Cochliomyia hominivorax*) in cattle castration wounds. *Vet. Parasitol.*, **76**, 229–232.
- BROCE A.B., GOODENOUGH J.L. & COPPEDGE J.R. (1977). A wind-oriented trap for screwworm flies. *J. Econ. Entomol.*, **70**, 413–416.
- DEAR J.P. (1985). A revision of the New World Chrysomyini (Diptera: Calliphoridae). *Rev. Bras. Zool.*, **3**, 109–169.
- FRESIA P., LYRA M. L., CORONADO A. & AZEREDO-ESPIN A. M. L. DE (2011). Genetic structure and demographic history of New World screwworm across its current geographic range. *J. Med. Entomol.*, **48**, 280–290.
- GRAHAM O.H. (1979). The chemical control of screwworms: a review. *Southwest. Entomol.*, **4**, 258–264.
- HALL M.J.R. (1995). Trapping the flies that cause myiasis: their responses to host-stimuli. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, **89**, 333–357.
- HALL M.J.R. & SMITH K.G.V (1993). Diptera causing myiasis in man. *In: Medical Insects and Arachnids*, Lane R.P. & Crosskey R.W., eds. Chapman & Hall, London, UK, 429–469.
- JAMES M.T. (1947). The Flies that Cause Myiasis in Man. United States Department of Agriculture Miscellaneous Publication No. 631, USDA, 175 pp.
- JARRETT S., MORGAN J.A.T., WLODEK B.M., BROWN G.W., URECH R., GREEN P.E. & LEW-TABOR A.E. (2010). Specific detection of the Old World screwworm fly, *Chrysomya bezziana*, in bulk fly trap catches using real-time PCR. *Med. Vet. Entomol.*, **24**, 227–235.
- KHATAMINIA G., AGHAJANZADEH R., VAZIRIANZADEH B. & RAHDAR M. (2011). Orbital myiasis. *J. Ophthal. Vision Res.*, **6**, 199–203.
- KITCHING R.L. (1974). The immature stages of the Old-World screw-worm fly, *Chrysomya bezziana* Villeneuve, with comparative notes on other Australasian species of *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae). *Bull. Entomological Res.*, **66**, 195–203.
- LAAKE E.W., CUSHING E.C. & PARISH H.E. (1936). Biology of the Primary Screw Worm Fly, *Cochliomyia americana*, and a Comparison of its Stages with those of *C. macellaria*. United States Department of Agriculture, Technical Bulletin No. 500, USA, 24 pp.
- LIMA W.S., MALACCO M.A.F., BORDIN E.L. & OLIVEIRA E.L. (2004). Evaluation of the prophylactic effect and curative efficacy of fipronil 1% pour on (Topline®) on post-castration scrotal myiasis caused by *Cochliomyia hominivorax* in cattle. *Vet. Parasitol.*, **125**, 373–377.
- LINDQUIST D.A., ABUSOWA M. & HALL M.J.R. (1992). The New World screwworm fly in Libya: a review of its introduction and eradication. *Med. Vet. Entomol.*, **6**, 2–8.
- MACKLEY J.W. & BROWN H.E. (1984). Swormlure-4: a new formulation of the Swormlure-2 mixture as an attractant for adult screwworms, *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae). *J. Econ. Entomol.*, **80**, 629–635.

- NG K.H.L., YIP K.T., CHOI C.H., YEUNG K.H., AUYEUNG T.W., TSANG A.C.C., CHOW L. & QUE T.L. (2003). A case of oral myiasis due to *Chrysomya bezziana*. *Hong Kong Med. J.*, **9**, 454–456.
- ROBINSON A.S., VREYSEN M.J.B., HENDRICHS J. & FELDMANN U. (2009). Enabling technologies to improve area-wide integrated pest management programmes for the control of screwworms. *Med. Vet. Entomol.*, **23**, S1, 1–7.
- ROMERO-CABELLO R., CALDERÓN-ROMERO L., SÁNCHEZ-VEGA J.T., TAY J. & ROMERO-FEREGRINO R. (2010). Cutaneous myiasis caused by *Chrysomya bezziana* larvae, Mexico. *Emerg. Infect. Dis.*, **16**, 2014–2015.
- SIDDIG A., AL JOWARY S., AL IZZI M., HOPKINS J., HALL M.J.R. & SLINGENBERGH J. (2005). Seasonality of Old World screwworm myiasis in the Mesopotamia valley in Iraq. *Med. Vet. Entomol.*, **19**, 140–150.
- SPRADBERY J.P. (1991). A Manual for the Diagnosis of Screw-worm Fly. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Division of Entomology, Canberra, Australia, 64 pp.
- SPRADBERY J.P. (1994). Screw-worm fly: a tale of two species. *Agric. Zoo. Rev.*, **6**, 1–62.
- SUTHERST R.W., SPRADBERY J.P. & MAYWALD G.F. (1989). The potential geographical distribution of the Old World screwworm fly, *Chrysomya bezziana*. *Med. Vet. Entomol.*, **3**, 273–280.
- SUKARSIH PARTOUTOMO S., SATRIA E., WIJFFELS G., RIDING G., EISEMANN C. & WILLADSEN P. (2000). Vaccination against the Old World screwworm fly (*Chrysomya bezziana*). *Parasite Immunol.*, **24**, 545–552.
- TAYLOR D.B. & MANGAN R.L. (1987). Comparison of gelled and meat diets for rearing screwworm, *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae), larvae. *J. Econ. Entomol.*, **80**, 427–432.
- THOMAS D.B. & MANGAN R.L. (1989). Oviposition and wound-visiting behavior of the screwworm fly, *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **82**, 526–534.
- THOMAS D.B. & PRUETT J.H. (1992). Kinetic development and decline of antiscrewworm (Diptera: Calliphoridae) antibodies in serum of infested sheep. *J. Med. Entomol.*, **29**, 870–873.
- URECH R., GREEN P.E., BROWN G.W., SPRADBERY J.P., TOZER R.S., MAYER D.G. & TACK KAN Y. (2012). Field assessment of synthetic attractants and traps for the Old World screwworm fly, *Chrysomya bezziana*. *Vet. Parasitol.*, **187**, 486–490.
- VERCRUYSSSE J. & REW R.S. (2002). General efficacy of the macrocyclic lactones to control parasites of cattle. In: *Macrocyclic Lactones in Antiparasitic Therapy*, Vercruyssen J. & Rew R.S., eds. CAB International, Wallingford, UK, pp. 185–222.
- VREYSEN M.J.B., GERARDO-ABAYA J. & CAYOL J.P. (2007). Lessons from area-wide integrated pest management (AW-IPM) programmes with an SIT component: an FAO/IAEA perspective. In: *Area-Wide Control of Insect Pests. From Research to Field Implementation*, Vreysen M.J.B., Robinson A.S. & Hendrichs J., eds. IAEA, Springer, the Netherlands.
- WARDHANA A.H., HALL M.J.R., MAHAMDALLIE S.S., MUHARSINI S., CAMERON M.M. & READY P.D. (2012). Phylogenetics of the Old World screwworm fly and its

significance for planning control and monitoring invasions in Asia. *Int. J. Parasitol.*, **42**, 729–738.

WYSS J.H. (2001). Screwworm eradication in the Americas. Proceedings of the 19th Conference of the OIE Regional Commission for Europe, Jerusalem (Israel), 19–22 September 2000, Office International des Epizooties, Paris, France, 239–244.

ZUMPT F. (1965). Myiasis in Man and Animals in the Old World. Butterworths, London, UK, 267 pp.

*

* *

NB. Создана справочная лаборатория МЭБ по изучению мясной мухи Нового Света (*Cochliomyia hominivorax*) (см. Таблицу в Части 4 данного *Руководства по наземным животным* или обратитесь на сайт МЭБ для получения наиболее актуального списка: <http://www.oie.int/en/our-scientific-expertise/reference-laboratories/list-of-laboratories/> <http://www.oie.int/>).

Дополнительную информацию о мясной мухе Нового Света (*Cochliomyia hominivorax*) можно получить в Справочных лабораториях МЭБ.