

Характер поражения гнезд пчелы *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Hymenoptera: Megachilidae) клептопаразитической мухой *Cacoxenus indagator* Loew, 1858 (Diptera: Drosophilidae)

Кузичева Н. Н.¹, Амолин А. В.²

¹Донбасская аграрная академия
Макеевка, Донецкая Народная Республика, Россия
nadia.kuzisheva@mail.ru

²Донецкий государственный университет
Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия
a.amolin@mail.ru

Приведены результаты многолетних исследований по изучению паразитирования мухи *Cacoxenus indagator* Loew в гнездах пчелы *Osmia cornuta* (Latreille). Установлено что муха *C. indagator* является характерным инквилином в гнездах *O. cornuta*. При этом был установлен факт значительного заражения гнезд данной пчелы мухой *C. indagator*, особенно в условиях искусственного разведения. Зараженность гнезд составила 56 % при зараженности ячеек в гнездах 13 %. Отмечена большая маневренность мухи при движении по твердому субстрату, самки мух могут легко двигаться как в перед и назад, так и в стороны (боком). Паразитирование *C. indagator* в гнездах *O. cornuta* приводит к гибели личинок пчел, реже к уменьшению размером имаго. Одна особь мухи обычно заражает не одно, а несколько гнезд пчелы. Сезонная активность мухи *C. indagator* совпадает с гнездостроительной активностью самок *O. cornuta*. Максимальный лет мухи был отмечен в период с конца апреля – начало мая, что совпадает с окончанием периода лета пчелы. Поведение мухи возле гнезд позволяют ей достаточно успешно заражать гнездовые ячейки пчелы, при этом наибольшему заражению подвержены самцовые ячейки, которые располагаются ближе к выходу из гнезда. В одну гнездовую ячейку самки *C. indagator* откладывают чаще всего 1 или 3 яйца, реже больше. Количество личинок мухи, в одной гнездовой ячейке, варьирует от 1 до 14 штук (в среднем 2,6). Личинки *C. indagator* после окончания питания проникают, прогрызая гнездовые перегородки, в ячейки, расположенные ближе к выходу из гнезда, концентрируясь в последней или в вестибюле гнезда. Большинство зараженных мухой ячеек были расположены у выхода из гнезда (70,7 %), 19,6 % – в середине гнезд и 9,7 % – в начале гнезд. Выявлена достоверная и сильная положительная связь между общим числом гнездовых ячеек в зараженных гнездах и числом зараженных ячеек в этих гнездах. Для предотвращения заражения гнезд *O. cornuta* клептопаразитической мухой *C. indagator* в условиях искусственного разведения пчел, рекомендовано в осенний период проводить вскрытие гнезд и очистку их от личинок мух, а также устанавливать специальные ловушки для мухи *C. indagator* в период поиска ею гнезд пчел.

Ключевые слова: муха *Cacoxenus indagator*, пчела-каменщица *Osmia cornuta*, клептопаразит, поражение гнезд.

ВВЕДЕНИЕ

Пчела-каменщица *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) является одним из перспективных опылителей многих плодовых и ягодных культур (Андреев, 1984; Зинченко, 1984; Torchio, Asensio, 1985; Pinzauti et al., 1997; Maccagnani et al., 2003; Monzón et al., 2004; Амолин, 2016, 2018). В этой связи для искусственного разведения этого вида с целью опыления культурных растений, необходимы полные сведения по биологии и экологии, в том числе знания о естественных врагах этой пчелы. Согласно литературным данным (Coutin, Chenon, 1983; Гукало, 1998а, 1998б; Гауль, 2019) к числу основных врагов *O. cornuta* в Европе относятся: муха *Cacoxenus indagator* Loew, хальцидоидный наездник *Monodontomerus obscurus* Westw. и осмиевый клещ *Chactodactylus osmie* Duf. Последний вид, по данным В. Н. Гукало (Гукало, 1998а), оказывает наибольший вред, поселяясь в ячейках пчелы и питаясь запасенной пыльцой. Запасами пыльцы питаются также личинки указанной выше мухи, при этом в обоих случаях личинки пчел, как правило, гибнут от недостатка корма. В то же время самки наездника *M. obscurus* откладывают свои яйца в коконы с взрослыми личинками пчел, при

этом, перед откладкой яиц, самка наездника парализуют личинку пчелы уколом яйцеклада и затем откладывает в кокон свои яйца (Гукало, 1998а). Важно отметить, что указанные виды врагов при отсутствии борьбы с ними могут существенно наращивать свою численность, особенно при искусственном разведении пчел-осмий. По данным Коутина и Шенона (Coutin, Chenon, 1983) в гнездах *O. cornuta* паразитируют также хальцидоидный наездник *Melittobia acasta* (Eulophidae) и жук *Ptinus sexpunctatus* Panz. (Ptinidae). Кроме указанных видов врагов *O. cornuta* приводятся данные о хищничестве в гнездах этой пчелы личинок жука *Trichodes apiarius* (L.) которые уничтожают личинок, куколок и имаго пчел (Гауль, 2019).

Сведения о естественных врагах *O. cornuta* в Донбассе были ранее частично опубликованы авторами данной статьи (Амолин, Кузичева, 2021), включая также данные по *C. indagator* (Кузичева, Амолин, 2017; Амолин, Кузичева, 2024).

Относительно полные сведения по биологии мухи *C. indagator* содержатся в целом ряде работ, из которых, прежде всего, нужно выделить работы Жильярда (Julliard, 1947, 1948), а также работу Коутина и Шенона (Coutin, Chenon, 1983). Кроме того, следует отметить работу Зайдель с соавт. (Zajdel et al., 2016) в которой авторами, в отличие от предыдущих авторов, сделан вывод об относительно слабом влиянии личинок мух на смертность личинок пчелы *Osmia bicornis* Linnaeus, в зараженных гнездах.

Цель работы – изучить особенности паразитирования мухи *C. indagator* в гнездах одиночной пчелы-каменщицы *O. cornuta* в условиях ее гнездования в ульях Фабра.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для данной статьи послужили проведенные авторами в период с 2016 по 2023 года наблюдения за гнездованием *O. cornuta* в селитебных ландшафтах Донбасса. Изучение естественных врагов *O. cornuta* проводили на территории 6 стационарных участков, четыре из которых находились в Донецке и по одному в Харцызске и Горловке (Донецкая область). Для наблюдений за гнездованием *O. cornuta* применяли искусственные гнездовые конструкции (ульи Фабра). В качестве гнездовых каналов в ульях были использованы отрезки сухих стеблей тростника, длиной 11,4–31,6 см и диаметром 6–11 мм, а также деревянные бруски с просверленными продольными каналами, длиной 80–100 мм и диаметром 9–10 мм.

Для выявления сезонной динамики численности пчелы *O. cornuta* и мухи *C. indagator* проводили количественные учеты пчел, заселивших ульи и мух возле гнездовых каналов ульев. Методика учетов включала визуальный подсчет всех встреченных возле ульев мух и пчел, гнездящихся в учетных ульях. Учеты проводили два раза в сутки (с 10 до 11 часов и с 14 до 15 часов дня). При этом учет самок пчел проводили по количеству строящихся гнезд. Учет самцов *O. cornuta* проводили на основе пятнадцатиминутных контрольных учетов при максимальной суточной активности имаго. Всего было проведено 18 количественных учетов в течение 2020 года.

В летне-осенний период для изучения степени зараженности гнездовых ячеек *O. cornuta*, мухой *C. indagator* запечатанные гнезда рогатой осмии, отстроенные в стеблях тростника, вскрывали в лаборатории, пока пчелы и мухи находились в личиночной фазе своего развития. Схему гнезда, количество зараженных ячеек, распределение числа личинок мух по гнездовым ячейкам фиксировали в журнале наблюдений.

При изучении плодовитости мухи *C. indagator* проводили отлов самок мух, летающих возле строящихся гнезд *O. cornuta*, в период максимальной гнездостроительной активности пчел (третья декада апреля), с последующим вскрытием собранных мух в лаборатории и подсчетом яиц у каждой особи под бинокулярным микроскопом МБС-9. При определении понятий начало и конец гнезда *O. cornuta* исходили из порядка закладки гнездовых ячеек в гнездах *O. cornuta*. В частности, под началом гнезда понимали ближайшую к междоузлию стебля тростника ячейку, под концом – последнюю ячейку (ближайшую к выходу из стебля тростника).

В результате исследований было изучено 118 гнезд (880 ячеек) *O. cornuta*, из них зараженных мухой *C. indagator* 66 гнезд (114 зараженных ячеек). Значение средних величин

(среднее значение количества личинок мухи в одной гнездовой ячейке) приведены с указанием стандартной ошибки среднего и объема выборки (n). Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel 2008.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В начале сезона (апрель) мы проводили наблюдение за поведенческими особенностями мухи *C. indagator*, в ходе которых отмечали, что муха, находясь вблизи от гнезда (рис. 1) откладывает свои яйца в строящиеся гнезда *O. cornuta* во время отсутствия самки пчелы. Личинки мух питаются пыльцой запасенной самкой пчелы для развития собственной личинки, поэтому личинка пчелы в зараженной гнездовой ячейке испытывает дефицит корма и часто погибает, особенно при сильном заражении гнездовой ячейки. По данным Коутина и Шенона, изучавших паразитирование данной мухи в гнездах *O. cornuta* во Франции (Coutin, Chenon, 1983), личинки мухи *C. indagator* могут непосредственно повреждать личинок пчелы *O. cornuta* и выступают, таким образом, в роли настоящих паразитов. Нами было также установлено, что в редких случаях (22 % от числа всех зараженных ячеек) был отмечен выход имаго пчел из зараженных мухой ячеек, при этом пчелы заметно уменьшаются в своих размерах (карликовость).

Следует отметить большую маневренность мухи при движении по твердому субстрату, самки мух могут легко двигаться в стороны (бокком), а также вперед и назад. Обычно самка мухи поджидает удобный момент для входа в гнездо, находясь в непосредственной визуальной близости (1–2 см) от строящегося гнезда (рис. 1b). Кроме того, муха имеет светлую окраску груди и зачастую сливается с окружающим её субстратом (рис. 1a).

При приближении к сидящей мухе (например, концом тонкой палочки) она чаще всего отбегает в сторону бокком и реже отлетает. Маневренность самок *C. indagator* при их движении по твердому субстрату, по-видимому, позволяет им быстро выходить из поля зрения самок пчелы. Нами не отмечено ни одного случая преследования мух самками *O. cornuta*. Откладка яиц мухой *C. indagator* происходит всегда во время отсутствия самки пчелы в строящемся гнезде (обычно во время отлета самки пчелы за пыльцой и нектаром). При этом в одну гнездовую ячейку пчелы откладывается чаще всего от 1 до 3 яиц, реже больше. Максимальная плодовитость одной самки мухи составляет 46 яиц (Кузичева, Амолин, 2017).

Осенью (ноябрь) гнездовые трубки вскрывали, в некоторых из них (n=66) хорошо были видны зараженные мухой гнездовые ячейки, идентифицировали их по наличию оранжевых мекониев личинок мух, наполняющих ячейку (рис. 1c). Личинки *C. indagator* (рис. 1d) имеют липкие выделения, позволяющие им приклеиваться к стенкам гнездовой ячейки. Кроме того, было установлено, что личинки соседних зараженных ячеек, уходя на зимовку, могут концентрироваться в плотную зимовочную кучу, при этом они способны проникать из одной ячейки в другую, проламывая, предварительно смоченные своими выделениями поперечные земляные перегородки. Способность личинок мухи проникать через гнездовые перегородки позволяет им, перед диапаузой, концентрироваться в вестибюле гнезда *O. cornuta* ближе к выходу и, по данным Коутина и Шенона (Coutin, Chenon, 1983), перед окукливанием делать отверстие для выхода имаго в гнездовой пробке. Большинство зараженных мухой гнездовых ячеек (70,7 %) были расположены в конце гнезд осмии рогатой, 19,6 % – в середине гнезд и 9,7 % – в начале гнезд (Амолин, Кузичева, 2024). Учитывая распределение полов в гнездах *O. cornuta*, можно сделать вывод, что наибольшему заражению подвержены самцовые ячейки, которые обычно располагаются в конце гнезда, ближе к выходу. Максимальное количество личинок мухи, отмеченное в одном гнезде, составило 39 штук в десятиячейковом гнезде. А количество личинок мухи, отмеченное в одной гнездовой ячейке, варьировало от 1 до 14 штук (в среднем $2,6 \pm 0,4$, n=29).

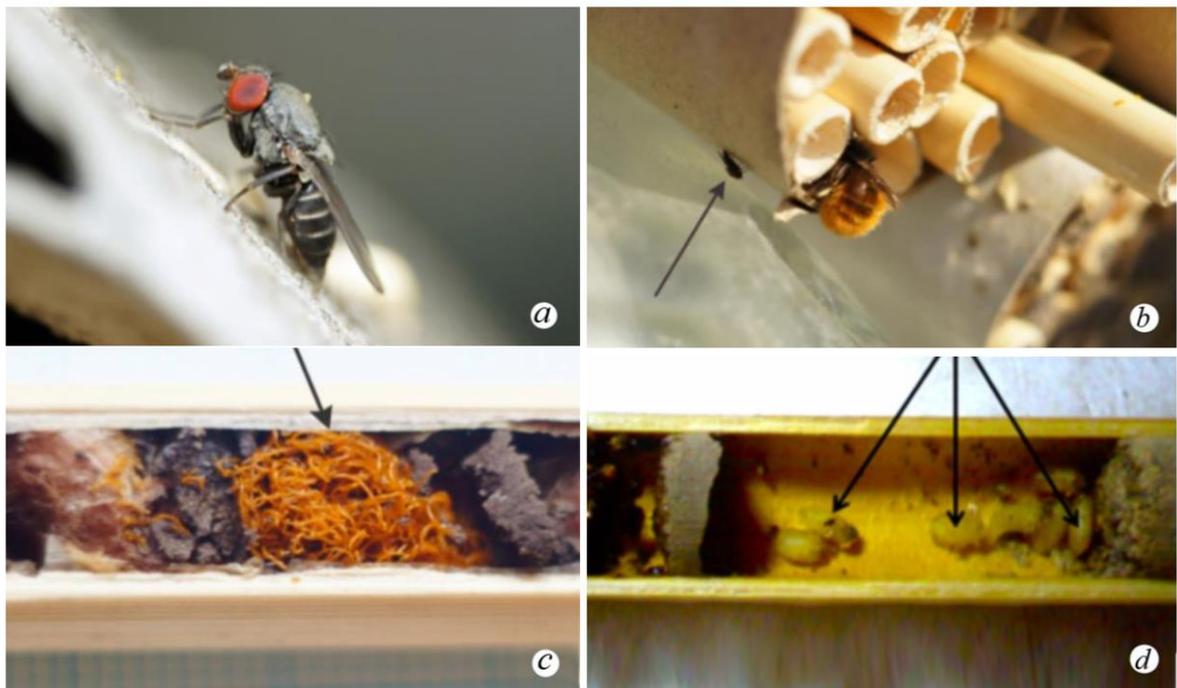


Рис. 1. Паразитическая муха *Cacoxenus indagator*

a – внешний вид (увеличено); *b* – локализация мухи возле строящегося гнезда пчелы *Osmia cornuta* (стрелкой показано расположение мухи); *c* – зараженная мухой *C. indagator* гнездовая ячейка *O. cornuta*; *d* – внешний вид личинок мухи (фото Н. Н. Кузичевой и И. Н. Оголя).

Заметное появление мух возле гнездовых колоний пчелы *O. cornuta* обычно наблюдали после нескольких лет разведения пчелы на конкретном участке. На рисунке 2 показана сезонная динамика численности *O. cornuta* и *C. indagator*. Общее время лета паразитической мухи составляет не менее 30 дней (рис. 2). При этом важно отметить, что максимальный лет мухи отмечали после того когда, закончился брачный лет самцов *O. cornuta* и их спаривание с самками, в период, когда самки пчелы активно строят гнезда (конец апреля – начало мая).

В этот период общая численность пчел постепенно снижается за счет отсутствия, в это время, самцов. Кроме того, нами отмечен факт лета мух в пределах одного стационарного участка, уже после прекращения лета пчелы.

В целом сезонная активность самок мухи приблизительно совпадает с таковой самок пчелы, поэтому на рисунке 2 имеет место некоторая асимметрия кривых динамики численности пчелы и паразитической мухи, построенных с учетом лета обоих полов пчелы и лета только самок мухи. (рис. 2).

Для понимания характера распределения гнезд по числу ячеек, в конце сезона провели анализ отдельно незараженных и зараженных гнезд, в ходе чего установили, что среднее число ячеек в незараженных гнездах составило 8,0, тогда как в зараженных 7,0.

В свою очередь распределение незараженных гнезд ($n=52$) по числу ячеек было близко к нормальному, минимальное число ячеек от 1 до 4,7 отмечено в 11 гнездах, максимальное количество ячеек от 12,2 до 16 было отмечено в 7 гнездах. Наиболее часто встречались гнезда ($n=18$) с числом ячеек от 8,5 до 12,2. В гнездах ($n=45$), отмечена тенденция к увеличению ячеек от 1 до 12,5. После чего, заметно снижалось количество гнезд ($n=7$) с числом ячеек от 12,2 до 16 (рис. 3).

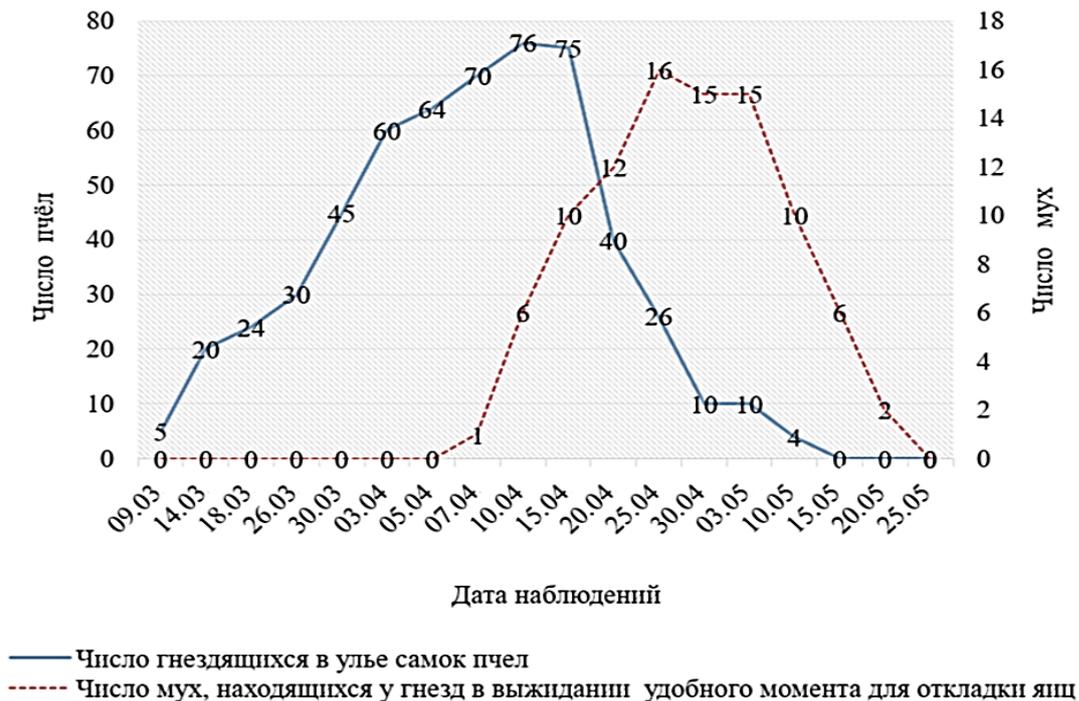


Рис. 2. Сезонная динамика численности пчелы *Osmia cornuta* и паразитической мухи *Cacoxenus indagator* (Донецк, 2020)

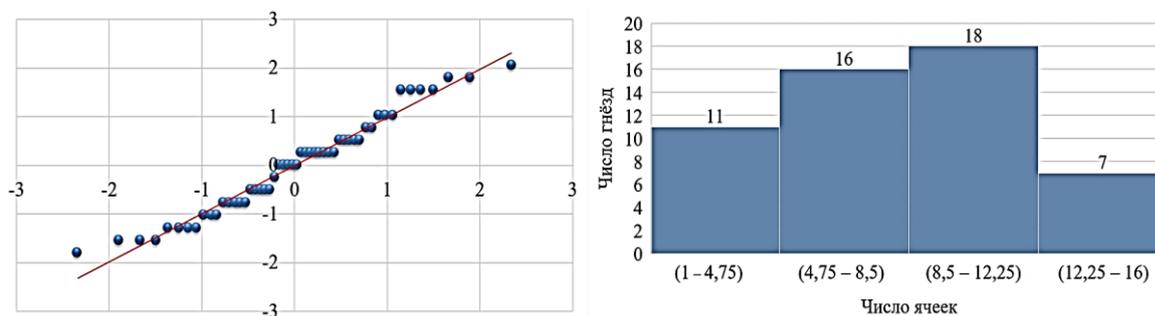


Рис. 3. Распределение незараженных гнезд по числу ячеек

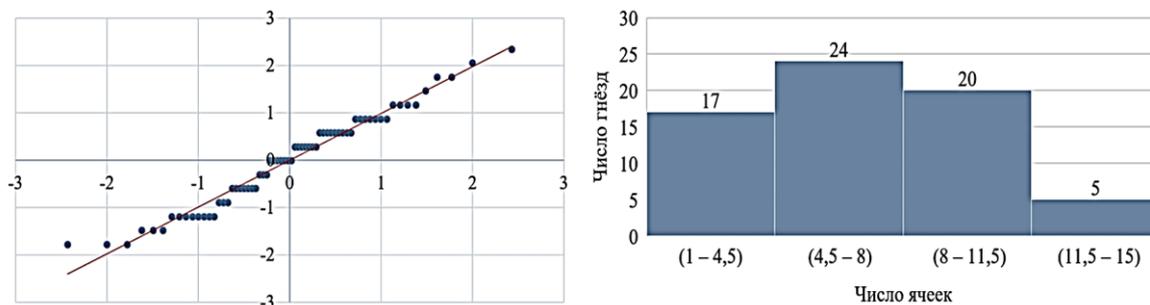


Рис. 4. Распределение зараженных гнезд по числу ячеек

Также в ходе анализа установили, что распределение зараженных гнезд ($n=66$) по числу ячеек было близко к нормальному, максимальное количество ячеек от 11,5 до 15 было

отмечено в 5 гнёздах, минимальное от 1 до 4,5 ячеек в 17 гнёздах. Наиболее часто встречались гнёзда ($n=24$) с числом ячеек от 4,5 до 8. В гнёздах ($n=61$), отмечена тенденция к увеличению ячеек от 1 до 11,5, а к снижению в гнёздах ($n=5$) с числом ячеек от 11,5 до 15 (рис. 4).

Из рисунка 5 видно, что распределение зараженных гнезд по числу не зараженных ячеек было близко к нормальному, максимальное количество ячеек от 9,7 до 13 было отмечено в 8 гнёздах, тогда как минимальное от 0 до 3,2 ячеек в 19 гнёздах. Наиболее часто встречались гнёзда ($n=25$), в которых число ячеек варьировало в пределах от 3,2 до 6,5 (рис. 5).

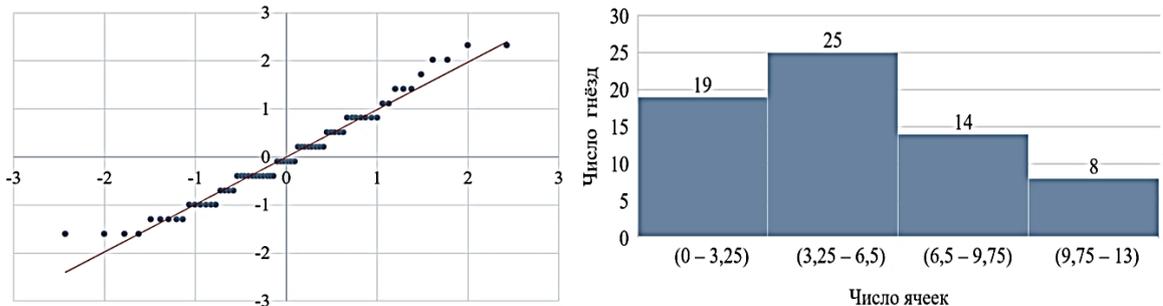


Рис. 5. Распределение зараженных гнезд по числу не зараженных ячеек

Из рисунка 6 мы видим, что зараженные гнёзда по числу зараженных ячеек распределены не нормально, коэффициент асимметрии Пирсона $A_{сп}=0,9$ больше чем $|A_{сп}|>0,5$. Следовательно, асимметрия правосторонняя и сильная. Максимальное количество зараженных ячеек от 5,5 до 7 было в 2 гнёздах, минимальное от 1 до 2,5 ячеек в 55 гнёздах. Доля заражения 1–2,5 ячеек составила 83,3 %. Таким образом, в гнёздах ($n=66$) *O. cornuta*, личинками мухи *C. indagator* в большей степени было заражено от 1 до 2,5 ячеек (рис. 6).

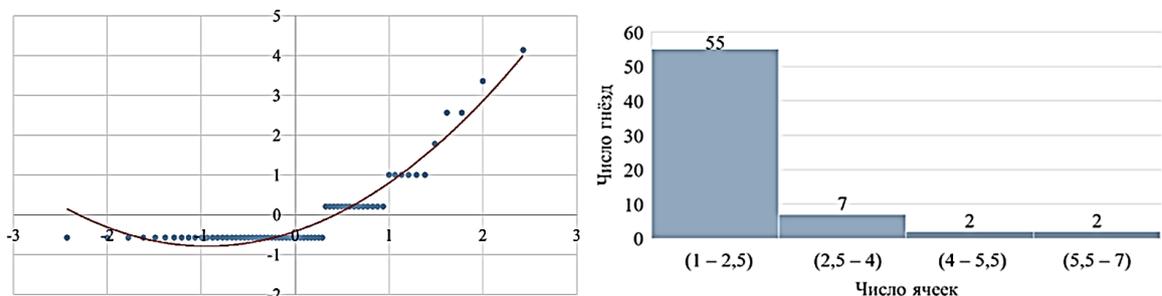


Рис. 6. Распределение зараженных гнезд по числу зараженных ячеек

Предварительный анализ зараженных гнезд *O. cornuta* показывал, что случаи большого числа зараженных ячеек (более 50 % от числа всех ячеек в гнезде) в одном гнезде довольно редки и отмечены в основном только для одно- и двухячейковых гнезд (Кузичева, Амолин, 2017).

Наблюдая за поведением мухи около гнезда пчелы замечено, что одна особь занимает один гнездовой ход пчелиного гнезда, не переползая в соседние, до того момента пока пчела не запечатает гнездо земляной пробкой. Из рисунка 7 видно, что в большинстве пораженных мухой гнезд (62,1 %) была обнаружена только одна зараженная ячейка, 21,2 % – 2 ячейки, 9,1 % гнезд – 3 ячейки. Гнёзда с 4–7 зараженными ячейками составили 7,6 %. (рис. 7).

В условиях искусственного разведения нами отмечен достаточно высокий уровень зараженности гнезд *O. cornuta* личинками мухи *C. indagator*. Зараженность гнезд ($n=118$) составила 56 %, зараженность ячеек ($n=880$) в пораженных гнёздах *O. cornuta* составила 13 % (рис. 8).

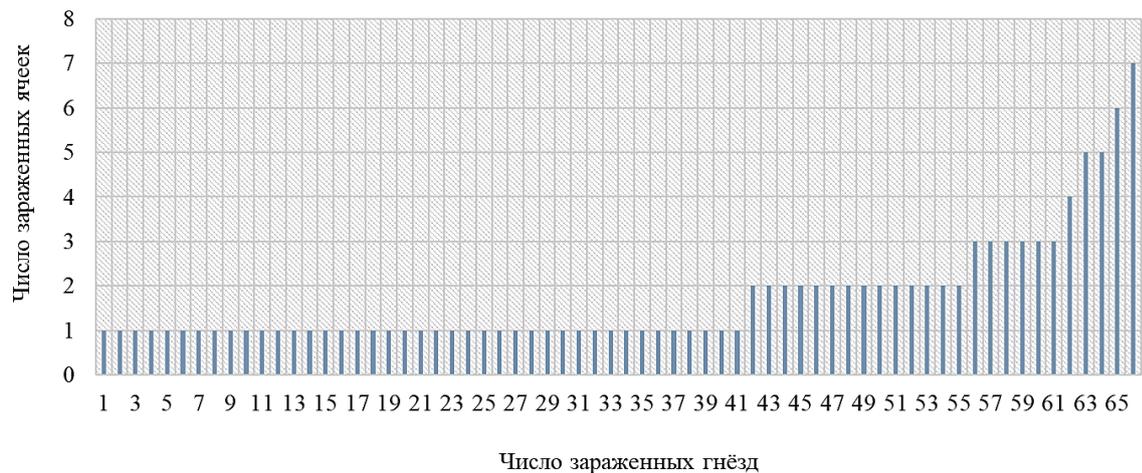


Рис. 7. Ранжированный ряд 66 гнезд *Osmia cornuta* по увеличению числа зараженных ячеек

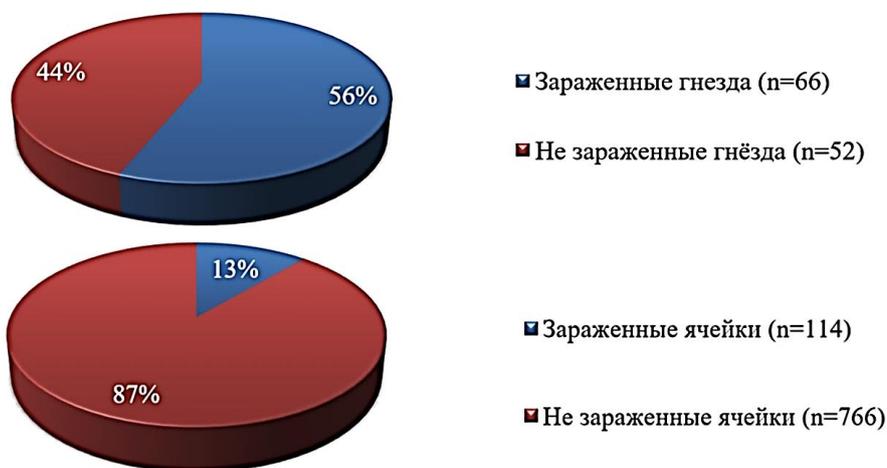


Рис. 8. Процент зараженных гнезд и зараженных ячеек в гнездах *O. cornuta*

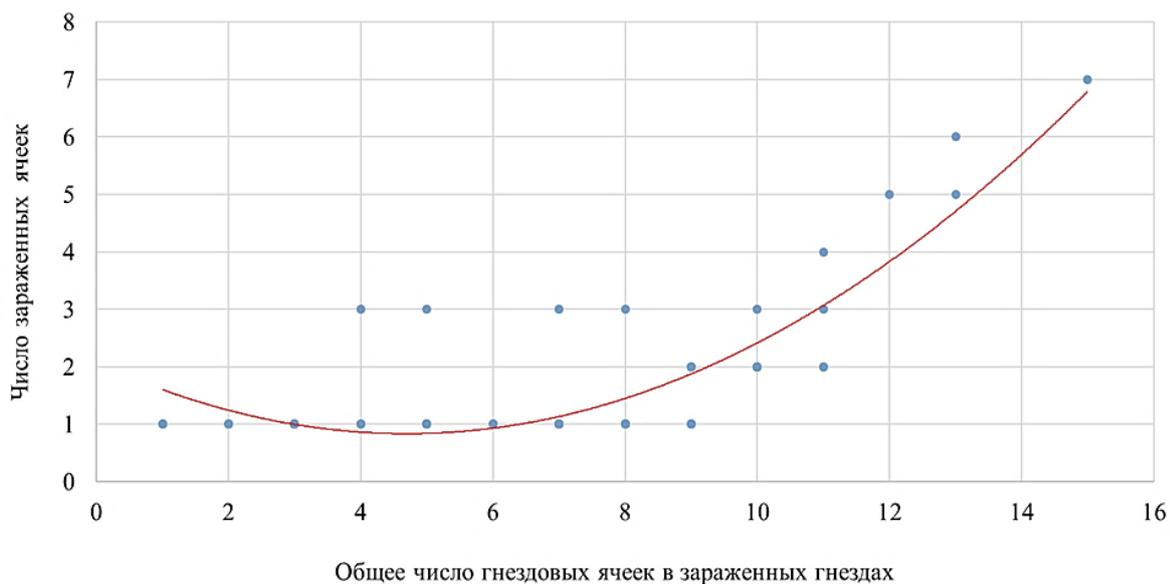


Рис. 9. Связь между общим числом гнездовых ячеек в зараженных гнездах и числом зараженных ячеек в этих гнездах

В ходе исследований мы проверяли H_0 гипотезу о том, что между общим числом гнездовых ячеек в зараженных гнездах и числом зараженных ячеек в этих гнездах нет связи и H_1 гипотезу, о том, что между общим числом гнездовых ячеек в зараженных гнездах и числом зараженных ячеек в этих гнездах есть связь. Из рисунка 9 видно, что выборка ненормально распределена, зависимость экспоненциальная, в этой связи для оценки взаимосвязи между двумя переменными мы использовали критерий ранговой корреляции Спирмана, так же можно отметить, что с увеличением общего числа ячеек возрастает зараженность ячеек в гнездах (рис. 9).

На основании полученных данных, а именно $r_s=0,7$ ($p \leq 0,001$) больше, чем $r_{s \text{ крит}} (0,396)$ для гнезд ($n=66$), мы приняли альтернативную H_1 гипотезу, о том, что между общим числом гнездовых ячеек в зараженных гнездах и числом зараженных ячеек в этих гнездах есть значимая достоверная связь и эта связь сильная. Таким образом можно предположить, что чем больше число ячеек в гнезде, тем больше времени оно доступно для паразитов.

Полученные нами данные касательно сезонной динамики численности *O. cornuta* и *C. indagator* хорошо согласуются с данными полученными Коутином и Шеноном (Coutin, Chenon, 1983), а также подтверждают отмеченную, вышеуказанными авторами, относительно высокую зараженность гнезд *O. cornuta* этой мухой. В частности, по их данным зараженность может достигать 30 % (Coutin, Chenon, 1983). Следует отметить, что данная муха может заражать гнезда и других видов пчел-осмий, например, *Osmia (Helicosmia) coerulea* (Linnaeus, 1758), *Osmia (Osmia) bicornis* (Linnaeus, 1758) которые широко распространены на территории Донбасса.

Исследования Зайдель с соавт. (Zajdel et al., 2016) показали, что из умеренно зараженных (2–3 личинками мухи *C. indagator*) гнезд пчелы *Osmia bicornis* отрождаются вполне здоровые и не отличающиеся по основным размерным характеристикам пчелы (Zajdel et al., 2016). В наших исследованиях мы отмечаем факт, того что в зараженных *C. indagator* гнездах *O. cornuta* процент выхода живых пчел относительно низкий из-за того, что большинство личинок пчел в зараженных мухой ячейках гибнет, возможно, не только от повреждений, оказываемых личинками мухи на личинок пчел, но также из-за недостатка собранной самками пчел провизии в гнездах, что также было отмечено Коутином и Шеноном (Coutin, Chenon, 1983).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате многолетних исследований особенностей паразитирования мухи *C. indagator* в гнездах пчелы *O. cornuta* был установлен и подтвержден факт значительного заражения гнезд данной пчелы мухой *C. indagator*, в условиях гнездования пчел в ульях Фабра. Установлено, что максимальный лет мухи был отмечен в период гнездостроительной активности пчел (конец апреля – начало мая). При этом его максимум приходится на конец лета пчелы. Сезонная активность самок мухи приблизительно совпадает с таковой самок пчелы.

Поведение мухи возле гнезд позволяют ей достаточно успешно заражать гнездовые ячейки пчелы, при этом наибольшему заражению подвержены самцовые ячейки, которые располагаются ближе к выходу из гнезда. Паразитирование личинок в гнездах *O. cornuta* приводит к гибели личинки пчелы, реже к уменьшению размеров имаго.

Среднее число ячеек в незараженных гнездах ($n=52$) составило 8,0, а в зараженных гнездах ($n=66$) – 7,0. В большинстве пораженных мухой гнезд (62,1 %) была обнаружена только одна зараженная ячейка, 21,2 % – 2 ячейки, 9,1 % гнезд – 3 ячейки. Гнезда с 4–7 зараженными ячейками составили 7,6 %.

Зараженность гнезд ($n=118$) составила 56 %, зараженность ячеек ($n=880$) в пораженных гнездах – 13 %.

Отмечена значимая достоверная корреляционная связь между общим числом гнездовых ячеек в зараженных гнездах и числом зараженных ячеек в этих гнездах и эта связь сильная.

Количество личинок мухи, в одной гнездовой ячейке, варьирует от 1 до 14 штук (в среднем $2,6 \pm 0,4$, $n=29$). В одну ячейку самка мухи откладывает обычно от 1 до 3 яиц, реже

больше. При этом увеличение числа личинок мухи в одной ячейке происходит вследствие их переползания из одной ячейки в другую и концентрации в последней ячейке гнезда. Учитывая, что максимальное количество личинок мухи, отмеченное авторами в одном гнезде, составило 39 штук в десятиячейковом гнезде, а также что случаи большого числа зараженных ячеек в одном гнезде довольно редки и отмечены в основном только для одно- и двухячейковых гнезд предполагаем, что одна особь мухи обычно заражает не одно, а несколько гнезд пчелы.

Рекомендации. При искусственном разведении пчелы *O. cornuta* для предотвращения развития паразитической мухи, необходимо в осенний период проводить вскрытие гнезд, извлечение коконов пчел из гнезд, и очистку ячеек от личинок мухи *C. indagator*, используя при этом «Фильтрационный стол для разбора и чистки гнезд диких пчел» (Патент на полезную модель..., 2023). Кроме того, возле осмиевых ульев в период гнездостроительной активности самок *O. cornuta* необходимо устанавливать специальные ловушки для паразитической мухи *C. indagator* (Патент на полезную модель..., 2019).

Благодарности. Авторы выражают глубокую благодарность профессору кафедры Общей биологии и генетики Института биохимических технологий, экологии и фармации Крымского Федерального университета им. В. И. Вернадского д. б. н. С. П. Иванову за высказанные рекомендации и консультативную помощь, а также И. Н. Оголю за фотографии мухи *C. indagator*.

Работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ кафедры зоологии и экологии Донецкого государственного университета «Разведение пчелосмий для опыления энтомофильных сельскохозяйственных культур» (№ гос. регистрации 0117D000204) и «Биологическое разнообразие беспозвоночных и позвоночных животных Донбасса и проблемы его сохранения» (№ гос. учета 0122D000035).

Список литературы

- Амолин А. В. К изучению пчел-опылителей плодово-ягодных культур на приусадебных участках г. Донецка // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2016. – № 3–4. – С. 66–77.
- Амолин А. В. Пчелы-опылители (Hymenoptera: Apoidea) энтомофильных сельскохозяйственных культур Донбасса // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. – 2018. – № 3–4. – С. 78–89.
- Амолин А. В., Кузичева Н. Н. Опыт разведения пчелы *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) (Hymenoptera: Megachilidae) в Донбассе для опыления плодовых культур // Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе. Сборник научных трудов. – Минск, 2021. – С. 50–59.
- Амолин А. В., Кузичева Н. Н. К изучению степени заражения гнезд пчелы *Osmia cornuta* (Latreille, 1805) паразитической мухой *Cacoxenus indagator* Loew, 1858 // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства: Материалы VII Международной научно-практической конференции (Макеевка, 18 апреля 2024 г.). – Макеевка, 2024. – С. 12–15.
- Андреев А. В., Стратан В. С., Урсу Е. Н. Пчелиные опылители плодовых в Молдавии // IX съезд Всесоюзного энтомологического общества: Тезисы докладов (Киев, октябрь 1984 г.). – Киев, 1984. – С. 24.
- Гауль А. М. А. Экология гнездования дикой пчелы *Osmia cornuta* (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae): автореф. дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.02.08 Экология – Ялта: Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, 2019. – 26 с.
- Гукало В. М. Бджоли роду *Osmia* (Hymenoptera, Megachilidae), особливості їх біології, екології та промислового розведення і використання в умовах Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. біол. наук: спец. 03.00.09 Ентомологія – Харків: Харківський державний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди, 1998а. – 21 с.
- Гукало В. М. Природні вороги осмій *Osmia rufa* L., *O. cornuta* Latr., (Hymenoptera, Megachilidae) та боротьба з ними // Известия Харьковского энтомологического общества. – 1998б. – Т. VI, Вып. 1. – С. 135–136.
- Зинченко Б. С. К разведению одиночных пчелиных (Hymenoptera, Megachilidae) – опылителей люцерны и плодовых // IX съезд Всесоюзного энтомологического общества. – Тезисы докладов (Киев, октябрь 1984 г.). – Ч. 1. – Киев, 1984. – С. 183–184.
- Кузичева Н. Н., Амолин А. В. Предварительные сведения о паразитировании мухи *Cacoxenus indagator* (Diptera: Drosophilidae) в гнездах пчелы *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae) на приусадебных участках г. Донецка и г. Харьцызска // Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Донецкие чтения 2017» (Донецк, 17–20 октября 2017 г.). – Донецк, 2017. – С. 138–140.

Патент РФ на полезную модель № 186445, МПК: А01М 1/02. Ловушка для клептопаразитов пчел-осмий / Иванов С. П., Амолин А. В., Гауль А. М. А. Патентообладатель ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского». – Заявка № 2017147102; заявл. 29.12.2017, опубл. 21.01.2019, Бюл. № 3.

Патент РФ на полезную модель № 220907, МПК: А01К 51/00 (2006.01). Фильтрационный стол для разбора и чистки гнезд диких пчел / Кузичева Н. Н., Маннапов А. Г. Патентообладатель Кузичева Н. Н. – Заявка № 2023113962, заявл. 29.05.2023, опубл. 10.10.2023, Бюл. № 28.

Coutin R., Desmier de Chenon R. Biologie et comportement de *Cacoxenus indagator* Loew (Dipt., Drosophilidae) cleptoparasite d'*Osmia cornuta* Latr. (Hym., Megachilidae) // Apidologie. – 1983. – Vol. 14, N 3. – P. 233–240.

Julliard C. *Cacoxenus indagator* Loew (Dipt., Drosophilidae). Contribution à la biologie d'un parasite d'*Osmia rufa* L. // Mitteilungen Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft. – 1947. – Vol. 20, N 6. – P. 587–593.

Julliard C. Le comportement des larves de *Cacoxenus indagator* dans les nids de d'*Osmia rufa* L. // Mitteilungen Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft. – 1948. – Vol. 21, N 4. – P. 547–554.

Maccagnani B., Ladurner E., Santi F., Burgio G. *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae) as a pollinator of pear (*Pyrus communis*): fruit- and seed-set // Apidologie. – 2003. – Vol. 34. – P. 207–216.

Monzón V. H., Bosch J., Retana J. Foraging behavior and pollinating effectiveness of *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae) and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) on «Comice» pear // Apidologie. – 2004. – Vol. 35. – P. 535–585.

Pinzauti M., Lazzarini D., Felicioli A. Preliminary investigation of *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera: Megachilidae) as a potential pollinator for blackberry (*Rubus fruticosus* L.) under confined environment // Acta Horticulture (Wageningen). – 1997. – Vol. 437. – P. 329–333.

Torchio P. F., Asensio E. The introduction of the European bee, *Osmia cornuta* Latr., into the U.S. as a potential pollinator of orchard crops, and a comparison of its manageability with *Osmia lignaria propinqua* Cresson (Hymenoptera, Megachilidae) // Journal of the Kansas entomological Society. – 1985. – Vol. 58. – P. 42–52.

Zajdel B., Fliszkiewicz M., Kucharska K., Gabka J. Influence of the presence of *Cacoxenus indagator* Loew. Parasite larvae in brood chambers of the emergence rate and size of red mason bees // Medycyna Weterynaryjna. – 2016. – Vol. 72, N 9. – P. 567–570.

Kuzicheva N. N., Amolin A. V. The nature of damage to the nests of the *Osmia cornuta* bee (Latreille, 1805) (Hymenoptera: Megachilidae) by the kleptoparasitic fly *Cacoxenus indagator* Loew, 1858 (Diptera: Drosophilidae) // Ekosistemy. 2024. Iss. 39. P. 53–62.

The results of long-term studies on the parasitism of the *Cacoxenus indagator* Loew fly in the nests of the *Osmia cornuta* bee (Latreille) are presented. It was revealed that the fly *C. indagator* is a characteristic inquilin in the nests of *O. cornuta*. At the same time, the fact of significant level of infection of this bee nests by the *C. indagator* fly was established, especially in conditions of artificial breeding. The infection rate of the nests was 56 %, with 13 % of nest cells affected. Great maneuverability of the fly was recorded when moving on a solid substrate, female flies can easily move both forward and backward and to the sides (sideways). Parasitism of *C. indagator* in *O. cornuta* nests leads to the death of bee larvae, less often to a decrease in the size of the imago. One individual fly usually infects not one, but several bee nests. The seasonal activity of the *C. indagator* coincides with the nest-building activity of *O. cornuta* females. The maximum fly activity was recorded between late April and early May, which coincides with the end of the bee's flight period. The behavior of the fly near the nests allows it to successfully infect the nest cells of the bee, with male cells–located closer to the nest exit–being the most susceptible to infestation. In one nest cell, females of *C. indagator* lay most often 1 or 3 eggs, with occurrences of more being rare. The number of fly larvae in one nest cell varies from 1 to 14 pieces (on average 2.6). After the end of feeding, *C. indagator* larvae penetrate by gnawing through the nesting partitions into cells closer to the nest exit, concentrating there or in the nest vestibule. Most of the fly infected cells were located at the exit of the nest (70.7 %), 19.6 % – in the middle and 9.7 % – at the beginning of the nests. A reliable and strong positive correlation was found between the total number of nest cells in infected nests and the number of infected cells in these nests. To prevent infection of *O. cornuta* nests by the kleptoparasitic fly *C. indagator* in conditions of artificial bee breeding, it is recommended to open nests and remove fly larvae in the autumn period, as well as to install special traps for *C. indagator* flies in hives during the period of its search for bee nests.

Key words: *Cacoxenus indagator* fly, *Osmia cornuta* stonemason bee, kleptoparasite, nest damage.

Поступила в редакцию 01.09.24
Принята к печати 15.10.24